

Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур имени В.С. Пустовойта
Российской академии сельскохозяйственных наук

**ОСНОВНЫЕ ИТОГИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
ПО МАСЛИЧНЫМ КУЛЬТУРАМ
(К 100-ЛЕТИЮ ВНИИМК)**

Краснодар 2012

УДК 633.85:631.52:631.5

Группа авторов

Основные итоги научно-исследовательской работы по масличным культурам (к 100-летию ВНИИМК)

Это издание является дополнением к летописи об истории Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта. В него вошли статьи заведующих отделами и лабораториями института об основных научных достижениях за годы проведения исследований по конкретным тематикам: селекции, генетике, биологии, иммунитету, агротехнике, защите растений.

Обобщение накопленного экспериментального материала позволяет наиболее полно осветить достижения института, его вклад в агрономическую науку страны. Необходимость такой публикации обусловлена обширностью накопленных ВНИИМК знаний. Помещенные в этом издании научные статьи ведущих ученых института подводят итог многолетним исследованиям по всем направлениям его поиска.

Публикуемый материал может представлять определенный интерес для научных работников, занимающихся исследованиями с подсолнечником, соей, льном масличным, рапсом, горчицей.

©Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур имени В.С. Пустовойта
Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012



С.Г. Бородин,
*доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий
отделом селекции сортов
подсолнечника ВНИИМК*

СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ВО ВНИИМК

История масличного подсолнечника в мире навечно связана с именем Василия Степановича Пустовойта. К началу XX века, когда по многим сельскохозяйственным культурам планомерно велись фундаментальные научные исследования, подсолнечник оставался малоизвестным растением, хотя площади под его посевами достигали ежегодно только в России 1,5–2,0 млн. га. С первых дней своей работы в Екатеринодарской сельскохозяйственной школе (1908 г.) В.С. Пустовойт закладывает агротехнические опыты по подсолнечнику, а с 1910 начинает и селекционную работу. В 1912 г. уже 67 семей, отобранных в разных регионах России, изучались по программе «улучшения подсолнечника». Начиная с 1916 г., сорта подсолнечника, выведенные на опытной станции «Круглик», стали активно возделываться на Кубани и Украине. К этим сортам относятся: №1 А-15, № 631 и затем, первый сорт с повышенным содержанием масла в семянках, Круглик А-41. В дальнейшем был создан целый ряд уникальных сортов: ВНИИМК 8931, ВНИИМК 8883, ВНИИМК 6540, Передовик, Салют и многие другие, в свое время занимавшие основные площади посевов подсолнечника в нашей стране.

Основные направления в селекции сортов подсолнечника впервые были сформулированы В.С. Пустовойтом еще в 1925–1930 гг.: устойчивость к болезням и заразице, высокая продуктивность, высокая масличность, устойчивость к подсолнечниковой моли, сокращенная продолжительность вегетационного периода.

На протяжении последних 60 лет селекция и первичное семеноводство сортов подсолнечника ведутся по методу академика В.С. Пустовойта, позволяющему создавать новые высокопродуктивные сорта подсолнечника различных направлений использования.

Начало научной (в отличие от народной) селекции подсолнечника напрямую связано с получением самоопыленных линий и попыткой создания первых межлинейных и сортолинейных гибридов. Ещё в 1915 г. саратовский селекционер Е.М. Плачек получала первые линии и гибриды подсолнечника с высокими урожайными показателями. Однако в отличие от кукурузы, массовый механический метод кастрации не мог быть применен из-за биологических особенностей культуры, а источники мужской стерильности были обнаружены намного позже.

Получение надежного источника цитоплазматической мужской стерильности ознаменовало собой новую эпоху в селекции подсолнечника, и уже к началу 70-х годов в мире и в СССР было создано большое количество межлинейных гибридов, массовое внедрение которых в производство началось уже в 1973–1977 гг. Таким образом, на протяжении последних 35 лет в сельском хозяйстве нашей страны используются как гибриды, так и сорта-популяции. В настоящее время в Российской Федерации сорта подсолнечника занимают половину всех посевных площадей этой культуры. Помимо России, сорта подсолнечника широко возделываются в Болгарии, Испании, Индии, Китае, Украине, Иране и Белоруссии. На наш взгляд, творческое использование методов В.С. Пустовойта в селекции и первичном семеноводстве позволяет не только

создавать конкурентоспособные сорта, но и поддерживать их хозяйственно ценные признаки на очень высоком уровне.

В создании и развитии адаптивного растениеводства немаловажную роль играет современная селекция сортов подсолнечника, которая за последние 20 лет сформировалась во ВНИИМК в систему адаптивной селекции и первичного семеноводства.

В культуре подсолнечника к середине 50-х годов установилось полное однообразие сортимента: сорта народной селекции «пузанки», «фуксинки», «чернянки», «зеленки» и т. д. были вытеснены новыми высокомасличными, заразихоустойчивыми сортами близкородственного происхождения; полностью исчезли грызовые, межеумочные и силосные формы подсолнечника.

Сортовое однообразие было обусловлено отсутствием нового исходного селекционного материала. Генетическое однообразие сортимента – основная причина снижения экологической стабильности, что, как правило, проявляется в эпифитотиях болезней, активизации ранее не существенных патогенов и возрастании негативной роли погодных условий. Предвидя это, для создания генетически нового исходного селекционного материала, В.С. Пустовойт еще в начале 50-х годов начал работу по межвидовой гибридизации подсолнечника, которую возглавила Г.В. Пустовойт.

Созданием гибридов между дикорастущими видами рода *Helianthus* L. и культурным подсолнечником занимались ученые во многих странах мира с начала XX века. Изучение этого вопроса во ВНИИМК показало, что наиболее легко скрещиваются однолетние диплоидные дикорастущие виды, а получаемое потомство является высокофертильным. Многолетние ди- и тетраплоидные виды очень редко давали фертильные гибриды, а гексаплоидные многолетние виды скрещивались с масличным подсолнечником вполне удовле-

творительно, однако фертильность таких гибридов оставляла желать лучшего.

В 1955-1956 гг. Галиной Васильевной Пустовойт, работавшей в лаборатории подсолнечника ВНИИМК, были проведены массовые скрещивания лучших высокомасличных сортов с многолетним гексаплоидным дикорастущим видом подсолнечника *Helianthus tuberosus* v. *purpurelus* L., широко известным под названием – топинамбур или земляная груша. Топинамбур является очень позднеспелым ветвящимся растением, низкомасличным и мелкосемянным. Положительным качеством этого вида явилась высокая устойчивость к большому количеству вредоносных болезней, поражающих культурный подсолнечник. В дальнейшем, единственной гибридной комбинацией, послужившей источником качественно нового селекционного исходного материала для выведения множества уникальных сортов, оказался гибрид с сортом ВНИИМК 8931. Этот сорт, обладая исключительной мутабельностью, широким варьированием по всему спектру сколько-нибудь значимых хозяйственно ценных признаков, многие годы использовался в качестве исходного материала в селекции сортов-популяций подсолнечника, послужив родоначальником для практически всех выдающихся сортов, выведенных в период 1955–1970 гг.

По данным Г.В. Пустовойт, 96 % гибридов первого поколения являлись многолетними клубненосными формами с мощным гетерозисным эффектом практически по всем морфологическим признакам. Они обильно цвели, однако фертильность их не поднималась выше 22 %, а всхожесть семян колебалась от 2 до 4 %. По данным С.С. Замотайлова (1958), число хромосом оказалось равным 68, то есть сумме гаплоидного набора родителей (51+17). У растений второго гибридного поколения, полученных в результате возвратных скрещиваний с культурным подсолнечником, в соматических клетках в большинстве случаев насчитывалось по 51, реже по

52 или 50 хромосом. В потомстве от возвратных скрещиваний гибридов F_1 с отцовским сортом появлялось большое количество особей промежуточного и нового типа, в том числе карликовых, с деформированными и фасцированными вегетативными генеративными органами, 98 % растений отличались наличием слаборазвитого стержневого корня без клубней. Стерильность межвидовых гибридов как в первом, так и в последующих поколениях являлась основным препятствием для дальнейшей селекционной работы. Впервые Г.В. Пустовойт удалось преодолеть стерильность гибридов сочетанием возвратных скрещиваний с культурным родителем и температурными шоками в момент прохождения мейоза у гибридов. Это осуществлялось опылением межвидовых гибридов F_1 пыльцой отцовского сорта в начале сентября, когда в условиях центральной зоны Краснодарского края иногда наблюдаются резкие колебания дневных и ночных температур от 2 °С ночью до 35 °С днем.

В 1958 г. было получено 80 фертильных гибридных растений второго поколения, их габитус уже соответствовал габитусу культурного подсолнечника и хотя большинство растений были ветвистыми, все они имели крупную центральную корзинку. Третье поколение межвидовых гибридов в отличие от устойчивого F_2 оказались в разной степени пораженными основными болезнями подсолнечника, в том числе и растением-паразитом заразихой. Как сообщала Г.В. Пустовойт (1966), сложность селекции межвидовых гибридов подсолнечника заключалась в необходимости синтезировать все признаки иммунитета в одном растении и сорте, сочетая их с ценными хозяйственно полезными признаками, такими, как семенная продуктивность, содержание масла в семенах, продолжительность вегетационного периода. Многолетние наблюдения над межвидовыми гибридами подсолнечника, обладающими групповым иммунитетом показывали, что признаки устойчивости к различным

патогенам в этом случае наследуются обособлено и селекционная работа проводится отдельно по каждому показателю устойчивости.

Потребовалось 15 лет для того, чтобы из потомства от скрещивания растений сорта подсолнечника ВНИИМК 8931 с дикорастущим гексаплоидным видом *Helianthus tuberosus* L. был создан первый коммерческий сорт Прогресс. Проведенные многими отечественными и зарубежными учеными исследования, безоговорочно доказали, что полученный селекционный материал обладает целым комплексом качественно новых признаков, не присущим старым сортам подсолнечника. Главным из этих признаков оказалась устойчивость ко многим болезням и вредителям, включая ложную мучнистую росу, вертициллез, альтернариоз, ржавчину, пепельную и другие гнили. Наряду со многими положительными показателями, полученный материал имел и целый ряд отрицательных: более низкую масличность семян, высокорослость, позднеспелость, растянутый период цветения и созревания растений. Однако, используя селекционный метод и метод первичного семеноводства, разработанный В.С. Пустовойтом, нам удалось улучшить эти показатели, и начиная с 80-х годов селекция сортов подсолнечника во ВНИИМК ведется с использованием потомств этих гибридов. В последние двадцать лет был создан целый ряд пластичных сортов подсолнечника, обладающих качественно новыми признаками и высочайшей экологической стабильностью.

Необходимо отметить активное развитие новых направлений в селекции подсолнечника, таких как создание сортов кондитерского и грызового типа, суперскороспелых сортов, приспособленных для возделывания в северных регионах и предназначенных для страховых посевов. Силосные, высокоолеиновые и устойчивые к гидrolитическому распаду

масла сорта подсолнечника, позволяют получать продукцию, обеспечивающую возрастающие потребности различных отраслей промышленности и сельского хозяйства.

В настоящее время, из «старых» сортов в производстве используется в незначительной степени только раннеспелый сорт подсолнечника ВНИИМК 8883 ул., районированный с 1972 г. Его посеы сосредоточены в основном в регионах Поволжья в зоне недостаточного увлажнения.

Таблица 1

Происхождение и даты внесения в Госреестр РФ современных сортов подсолнечника селекции ЦЭБ ВНИИМК, г. Краснодар

№ № пп	Запатентованное название сорта	Происхождение (исходный сорт)	Год вне- сения в Гос- ре- естр	Особенности
1	2	3	4	5
1	Лидер	Прогресс	1991	Среднеспелый, высокорослый
2	Березанский	Юбилейный 60	1991	Раннеспелый
3	Р 453 (Родник)	Надёжный х х Кавказец	1992	Скороспелый
4	Флагман	Юбилейный 60	1994	Среднеспелый, толерантный к фомопсису
5	СПК	Стадион х х Юбилейный 60	1994	Кондитерский (межеумок) крупноплодный
6	Фаворит	Юбилейный 60	1997	С маслом, устойчивым к окислению
7	Круиз	Первенец х х Юбилейный 60	1998	Высокоолеиновый
8	Лакомка	СПК х х Юбилейный 60	2000	Кондитерский (межеумок) крупноплодный

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
9	Мастер	Флагман	2001	Среднеспелый
10	Бузулук	Р 453	2004	Скороспелый, засухоустойчивый
11	СУР	Р 453 х х Сибирский 97	2005	Очень скороспелый
12	Бородинский	Межлинейный Гибрид из Израиля	2005	Грызовой с серополо- сатыми семенами
13	Альбатрос	Березанский	2007	Раннеспелый
14	Белоснежный	Популяция из Узбекистана	2007	Белосемянный, Высокорослый для силоса
15	Орешек	Лакомка	2009	Скороспелый кондитерский
16	Пересвет	Флагман	2009	Среднеспелый самый высокомасличный

Остальные сорта рекомендованы к возделыванию в 1990–2010 гг. Среднеспелая по продолжительности вегетационного периода группа выделяется наиболее высокой семенной продуктивностью и сборами масла с гектара. К ней относятся сорта: Мастер, Флагман и Пересвет (табл. 2). Особенно обращает на себя внимание сорт подсолнечника Пересвет, который при высокой урожайности имеет масличность семян 53,2 %, а сбор масла достиг в среднем за 3 года 1,65 т/га. Этот перспективный сорт внесен в Реестр селекционных достижений и рекомендован к возделыванию по 6 и 7 зоне с 2009 г.

Сорта с укороченной продолжительностью вегетационного периода имеют большие перспективы не только в северных регионах, но и на юге РФ, где служат отличными предшественниками для озимых колосовых. Самым скороспелым сортом является СУР, созревающий за 74–80 дней при масличности абсолютно сухих семян 47–49 %. Сорта Р 453 и Бузулук, созревая на 7–10 дней раньше среднеспелых сортов практически не уступают им по продуктивности и существенно превосходят по засухоустойчивости.

Таблица 2

Характеристика сортов подсолнечника селекции ГНУ ВНИИМК

ВНИИМК, КСИ, среднее за 2009-2011 гг.

Сорт	Веgetационный период, дни	Высота растения, см	Масса 1000 семян, г	Масличность абс. сухих семян, %	Урожайность семян, т/га	Сбор масла, т/га
Скороспелая группа						
Р 453 (Родник)	84	183	59	50,9	3,05	1,40
Бузулук	83	177	57	50,6	3,33	1,52
СУР	77	154	57	48,7	2,71	1,19
Раннеспелая группа						
Березанский	88	214	55	50,2	3,40	1,54
Умник	86	203	58	51,7	3,36	1,56
Среднеспелая группа						
Флагман	91	222	55	51,5	3,60	1,67
Мастер	92	218	59	51,3	3,62	1,67
Пересвет	92	216	59	53,2	3,44	1,65
Специального назначения						
СПК	88	218	94	45,1	3,50	1,42
Лакомка	90	208	91	46,5	3,55	1,49
Орешек	84	180	94	46,7	3,35	1,41
Бородинский	95	194	98	35,9	3,52	1,14
Фаворит (hq)	91	215	54	48,9	3,28	1,44
Крузи (Ol)	91	197	60	47,9	3,33	1,44
Белоснежный (sg)	116	314	97	33,0	2,93	56,5*

Ol – с высокоолеиновым маслом; sg – на силос и зеленый корм;
 hq – с устойчивым к окислению маслом; * – урожайность зеленой массы, т/га

К сортам специального назначения относятся: Фаворит, Крузи, СПК, Лакомка, Орешек, Бородинский и Белоснежный. Среднеспелый сорт подсолнечника Фаворит обладает уникальным свойством: селекционным путем достигнут эффект существенного снижения активности липазы в семенах. Вследствие этого, окислительный процесс, обуславливающий

образование свободных кислот в масле, замедлен. В практическом смысле, семена сорта Фаворит, рекомендованного для производства с 1998 года, убранные при повышенной влажности и даже при кратковременном хранении в увлажнённом состоянии сохраняют низкое кислотное число.

В 2003 г. при очень неблагоприятных погодных условиях масло из семян сорта Фаворит имело кислотное число 1,13 мг КОН, в 2 и более раз меньше, чем у других сортов даже без инкубирования (рис. 1). При инкубировании семян кислотное число у обычных сортов возросло до 4–4,2 мг КОН, а у Фаворита осталось на допустимом уровне.

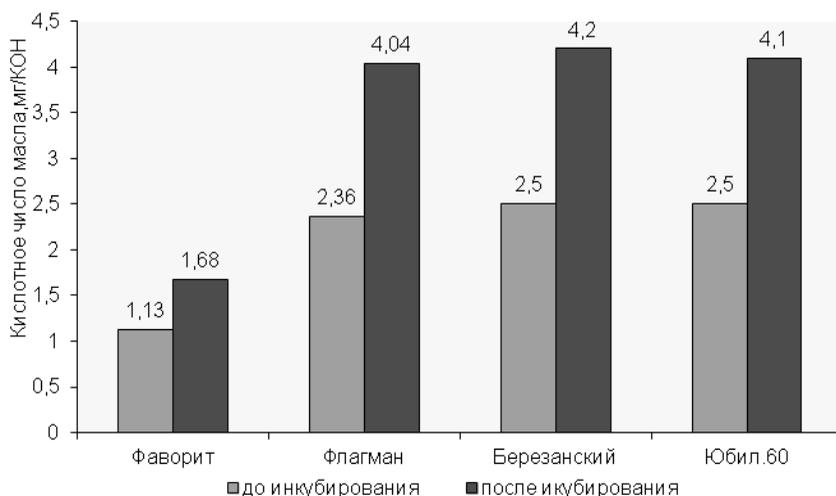


Рисунок 1 – Кислотное число масла семян различных сортов подсолнечника, 2003 г.

В производственных условиях, даже в благоприятных условиях Краснодарского края (табл. 3), кислотное число мас-

ла в семенах сорта Фаворит было на уровне масла высшего сорта в отличие от стандартных сортов.

Таблица 3

Кислотное число масла (мг КОН) в семянках сортов подсолнечника

Краснодарский край, 2006 г.

Хозяйство, район	Сорт	
	Фаворит	Стандарт
«Крыловское», Крыловского	1,6	3,0
им. Горького, Гулькевичского	1,0	2,9
«Северный», Щербинровского	1,0	2,7
«Прогресс» Гулькевичского	1,0	2,6
им. Кирова, Тихорецкого	1,3	2,8

Сорт СПК – первый в мире кондитерский сорт подсолнечника – был включён в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве с 1993 г. Кондитерский сорт Лакомка рекомендован производству с 2000 г., а скороспелый сорт этого же назначения Орешек внесён в Госреестр с 2008 г. сразу по 5 зонам возделывания. Отличительной особенностью кондитерских сортов являются крупные, хорошо выполненные семянки, выращенные при густоте стояния не более 25 тыс. растений на 1 га, масса 1000 семянок 130–150 г. Семянки этих сортов хорошо обрушиваются, а при нагревании семенная оболочка (лузга) растрескивается. При обрушивании выход кондиционного ядра превышает 70 %. Являются лучшими медоносами среди всех известных сортов и гибридов подсолнечника. Калиброванные и очищенные семена таких сортов пользуются повышенным спросом на рынке.

В классическом виде существовало 3 подтипа подсолнечника: грызовой, масличный и межеумочный (промежуточный), из которых грызовой и межеумочный относятся к крупноплодным.

По крупности семян, которая определяется не только размерами, но и другими физическими свойствами семян, все сорта и гибриды подсолнечника делятся на 3 группы в зависимости от количества семян, занимающих объём, равный 1 литру:

1. Крупноплодные – 3,0–5,5 тысяч семян в 1 л.
2. Среднеплодные – 5,6–7,0 тысяч семян в 1 л.
3. Мелкоплодные – 7,1 тысяч семян и выше в 1 л.

Показатель количество семян в 1 л определяется по формуле:

$$K = \frac{O}{M} \times 1000 ,$$

где К – количество семян в 1 литре, шт./л;

О – объёмная масса, г/л;

М – масса 1000 семян, г.

Фактически, после коллективизации, начиная с 40-х годов XX века, в СССР в промышленном производстве грызовых и межеумочных сортов не осталось, и селекция в этом направлении не велась. Лишь в 1985 г., в рамках программы замены орехового сырья, и в первую очередь для кондитерской промышленности, во ВНИИМК начата селекция кондитерских сортов подсолнечника. Была воссоздана грызовая группа – в результате селекционной работы был создан сорт Бородинский с крупными, серо-полосатыми семянками и межеумочная, когда в результате межсортовой гибридизации был создан сорт СПК, районированный в Украине в 1993 г., а

в России в 1994 г. В настоящее время создано новое сырье – кондитерский подсолнечник и довольно существенный рынок этого сырья (табл. 4).

Таблица 4

Посевные площади, валовые сборы и направления использования семян кондитерских сортов подсолнечника в Российской Федерации

Год	Посевная площадь, тыс. га	Валовой сбор, тыс. т	Направления использования, %			
			грызовые цели	кондитерские изделия	пищевые продукты	другие, включая экспорт
2005	121	151	10,0	61,0	19,0	10,0
2006	173	242	16,2	41,3	33,3	9,2
2007	217	282	15,7	36,1	43,2	5,0
2008	396	514	23,7	24,3	40,8	11,2
2009	560	784	27,6	28,3	34,8	9,3
2010	730	940	36,7	21,4	24,0	17,9

В группу крупноплодных сортов и гибридов входят кондитерские (межеумки для двойного использования) и грызовые, имеющие между собой большие различия как по физическим, так и по химическим свойствам семян (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика основных типов сортов подсолнечника

КСИ, ГНУ ВНИИМК, среднее за 1987–2010 гг.

Тип сорта	Масличность абс. сухих семян, %	Лузжистость семян, %	Масса 1000 семян, г	Крупность семян, тыс. шт./л	Коэффициент обрубности	Выход крупной фракции семян Ø 3,5, %
Кондитерский	46–51	23–28	110–200	3,5–5,5	0,7–0,9	60–80
Грызовой	32–36	32–40	100–170	3,0–5,0	0,5–0,6	65–80
Масличный	50–56	17–22	50–90	5,6–7,1	0,5–0,6	15–25

В процессе становления отрасли много раз допускалась одна и та же ошибка – во главу угла ставилась крупноплодность и на рынок поступали большие партии семян грызовых сортов и гибридов подсолнечника, реализация которых затруднялась из-за низкого спроса, который обусловлен неудовлетворительными физическими свойствами семян (грубая лужистость и плохая обрушиваемость) и плохими вкусовыми качествами.

В настоящее время в Российской Федерации внесены в Список рекомендованных к производству сортов: 5 кондитерских (СПК, Лакомка, Орешек, Баловень, Посейдон 625), 2 грызовых (Бородинский и Донской крупноплодный) и 5 грызовых межлинейных гибридов.

Таблица 6

Содержание белка в семенах подсолнечника

КСИ, ГНУ ВНИИМК, 2007–2010 гг.

Сорт	Семянка	Ядро	Обезжиренная мука,	
			из семян	из ядер
СПК(кондитерский)	20,7	28,8	37,1	45,6
Бородинский(грызовой)	22,1	29,3	39,1	46,2
К – Мастер(масличный)	18,4	23,6	36,3	38,2

По содержанию белка как в семянках (ядро вместе с лужгой), так и в ядре семечки (собственно семени) кондитерские и грызовые сорта существенно превышают масличные (табл. 6), показывая весьма сходные результаты между собой. По вкусовым качествам кондитерские сорта существенно превосходят масличные и грызовые именно из-за присущего только этим сортам соотношения масло/белок, которое обеспечивает отсутствие «горохового» привкуса и «масличной прогорклости». Новое для подобных продуктов «сладкое» послевкусие позволяет естественным путем добиться эффекта привыкания.

Необходимо обратить внимание и на такую важную для пищевых продуктов особенность, как практически полное отсутствие негативных последствий переедания в виде изжоги, отрыжки и болей в желудке. Никогда не отмечалось и нарушений пищеварительных процессов. Это связано с естественным биологическим характером продукта.

Высокоолеиновый сорт подсолнечника Круиз включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию с 1998 г. Создан методом многократного индивидуального отбора раннеспелых, высокоолеиновых, устойчивых к заразахе биотипов из сорта Первенец, с последующим направленным переопылением лучших из них.

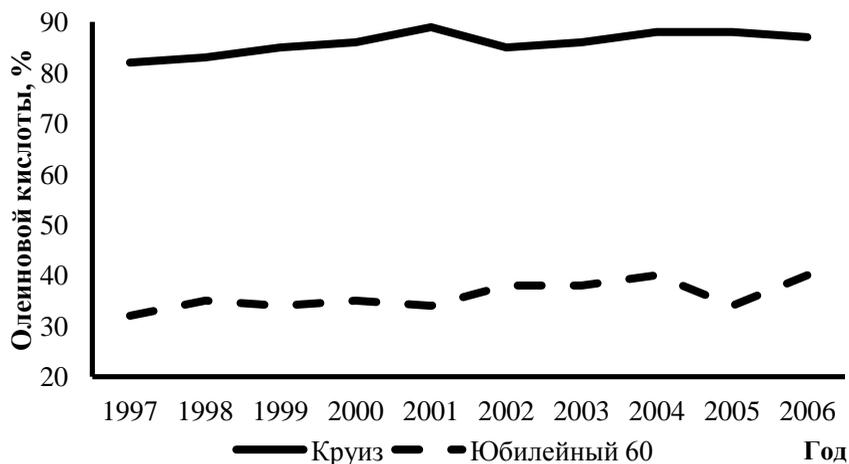


Рисунок 2 – Содержание олеиновой кислоты в семянках сортов подсолнечника, %

Масличность абсолютно сухих семянок сорта Круиз 47–50 %, сорт высокоурожайный, среднерослый. Отличительная особенность – высокое содержание в масле (более 80 %) триглицеридов олеиновой жирной кислоты, содержание кото-

рых в обычных сортах не более 30 %. Этот признак очень стабилен по годам (рис. 2) Масло аналогично оливковому и может быть использовано для диетического питания. В отличие от старого сорта Первенец Круиз при переопылении с другими сортами и гибридами не теряет высокоолеиновости. Средняя урожайность маслосемян составляет 2,5–2,7 т/га. Рекомендуются для всех зон возделывания подсолнечника.

Качественно новым сортом является и сорт силосного направления Белоснежный. Сорт позднеспелый, продолжительность вегетационного периода 108–120 дней, высокорослый (310–370 см), однокорзинчатый, урожайность зелёной массы в фазе начала цветения 560–780 ц/га. Семянки крупные, белого цвета без полосок, масличность абсолютно сухих семян 33–36 %, лузжистость 37–40 %, урожайность семян 27–30 ц/га.



Рисунок 3 – Заготовка силоса из сорта подсолнечника Белоснежный. Алтайский край, 2009 г.

В зеленой массе при пересчете на сухое вещество, содержится сахаров 19–22 %, протеина сырого 13–15 %, кормовых единиц 0,91–0,98 в 1 кг. В силосе, приготовленном из зеленой массы сорта подсолнечника Белоснежный, содержится: сухого вещества 11,5–13 %, молочной кислоты 69–77 %, масляной кислоты не более 0,1 %, переваримого протеина 14–16 %. По урожаю зеленой массы вдвое превосходит кукурузу, силос соответствует второму классу. Может возделываться во всех сельскохозяйственных зонах; всходы выносят заморозки до -8 °С. В настоящее время широко используется в хозяйствах Западной Сибири. В 2006–2008 гг. в ряде хозяйств Алтайского края сорт Белоснежный показал урожай зелёной массы более 500 ц/га, а силос, полученный из этой массы, отличался высокой питательной ценностью и хорошей поедаемостью. С 2008 г. рекомендован производству во всех сельскохозяйственных зонах Российской Федерации.

Из вышеизложенного видно, что современные сорта подсолнечника обладают таким количеством новоприобретенных признаков, что сохранить их в потомстве в течение использования сорта возможно лишь при условии строгого соблюдения методов и схем семеноводства, и в первую очередь первичного. Совокупность семеноводческих приемов позволяет не только сохранить генофонд сорта, но и через несколько циклов отбора улучшить сорт по его экологической стабильности и пластичности. Строгое соблюдение метода – это тот секрет, который позволяет обеспечить долголетие сорта, но не каждого, а только обладающего высоким потенциалом, заложенным при его создании.

Одной из причин, сдерживающей рост урожаев и валовых сборов маслосемян подсолнечника в Краснодарском крае, России и во всем мире, является распространение грибных болезней и в первую очередь белой, серой гнилей, а также фомопсиса, альтернариоза, фузариоза, ложной мучнистой росы.

Распространенность и интенсивность проявления грибных болезней из года в год колеблется в зависимости от условий внешней среды, патогенных организмов и устойчивости растений-хозяев.

Заразное начало возбудителей всех грибных болезней обычно представлено в количестве, достаточном для вспышки болезни при соответствующих условиях. Один тип погоды приводит к вспышке эпифитотии, а другой – влечет за собой депрессию патогена. Количественный и качественный состав возбудителей болезней подсолнечника претерпевает изменения не только под воздействиями условий среды и технологии возделывания культуры, но и с изменением самого растения в процессе селекции.

Благодаря успешной работе селекционеров значительно снижена вредоносность на подсолнечнике заразики, ложной мучнистой росы, ржавчины, вертициллеза. Однако в связи с появлением и накоплением агрессивных рас возбудителей, не соблюдением технологии возделывания наблюдаются случаи нарастания и массовых вспышек этих болезней на ранее устойчивых сортах, которые не обладают иммунитетом к заражению ложной мучнистой росой, заразихой, ржавчиной.

Тщательное изучение фитопатологической ситуации на посевах подсолнечника во ВНИИМК позволяет сделать вывод о том, что за последние 14 лет, поражение ложной мучнистой росой (ЛМР) сортов в конкурсном сортоиспытании не превышало 10 % (табл. 7). По серой, белой гнили и вертициллезу за годы наблюдений диагностировались незначительная и слабая степень поражения. Вызывает серьезные опасения резкое увеличение распространенности таких болезней, как фузариоз, фомоз, различные бактериозы и ржавчина.

Эпифитотия ложной мучнистой росы на подсолнечнике (*Plasmopara helianthi f. helianthi* Novot.) наблюдалась в Краснодарском крае в последний раз в 1992 г. Анализ результатов обследования посевов сортов подсолнечника на поражение

ложной мучнистой росой за последние 15 лет показывает, что большинство сортов и гибридов обладает полевой устойчивостью к этому возбудителю. Однако из-за появления в популяции патогена новых, более вирулентных физиологических рас угроза возникновения эпифитотии этого заболевания остается.

Таблица 7

Количество лет с поражением болезнями, %

ВНИИМК, КСИ, 1998–2011 гг.

Болезнь	0-10	11-20	21-30	31-40	>40
ЛМР	14	0	0	0	0
Фомопсис	4	2	3	3	2
Фузариоз	7	2	0	1	4
Фомоз	1	3	2	4	4
Сухая гниль	3	3	5	2	1
Серая гниль	13	1	0	0	0
Вертициллёз	11	3	0	0	0
Белая гниль	14	0	0	0	0
Бактериоз	6	0	4	1	3
Эмбиллизия	10	0	0	3	1
Ржавчина	10	1	0	0	3

В настоящее время в отделе селекции сортов подсолнечника развернута работа по созданию селекционного материала, устойчивого к новым расам ложной мучнистой росы. Для этого после проведения лабораторных анализов и фитопатологической оценки селекционной элиты лучшие по устойчивости к ложной мучнистой росе семьи выращиваются на пространственно изолированных участках по общепринятой методике.

После уборки в тепличных условиях была проведена оценка на устойчивость к ложной мучнистой росе методом искусственного заражения, причем в качестве инокулюма использовали смесь наиболее вредоносных рас гриба-патогена.

В исследованиях использовался материал разных циклов отбора. Так, самую высокую устойчивость к новым расам

ложной мучнистой росы показала популяция десятого цикла отбора, полученная из сорта Березанский; популяция восьмого цикла отбора из скороспелого сорта Кавказец поразила несколько больше. В среднем поражение растений из семей сорта Кавказец составило 35,5 %, при поражении популяции из сорта Березанский 14,2 % (табл. 8).

Таблица 8

Поражение популяций подсолнечника ложной мучнистой росой при искусственном заражении

ВНИИМК, Краснодар, 2011 г.

Происхождение (исходный сорт, цикл отбора)	Кол-во оценен- ных семей, штук	Количество семей (штук) с поражением ЛМР, %						Среднее пораже- ние, %
		0	1–20	21–40	41–60	61–80	81–100	
Березанский 10	296	110	129	29	5	8	15	14,2
Кавказец 8	300	22	58	108	59	47	6	35,5

Большое количество устойчивых на 100 % при искусственном заражении ложной мучнистой росой биотипов сочетается с достаточным количеством семей с низким (1–20) процентом поражения и высоким общим уровнем устойчивости к патогену в 85,8–64,5 %.

Таким образом, путем использования многолетнего индивидуально-группового отбора из сортов подсолнечника Березанский и Кавказец создан селекционный материал подсолнечника, обладающий устойчивостью к наиболее распространенным расам ложной мучнистой росы.

Появление новых, очень вирулентных, рас заразики на первый план выводит задачу создания селекционного материала, устойчивого к новым расам растения-паразита. По результатам оценки устойчивости к этому патогену в 2010 г. было выделено 32 семьи с существенно меньшей степенью

поражения. В 2011 г. этот исходный материал был высеян в поле на пространственно-изолированном участке. В настоящее время отобрано 672 корзинки, которые направлены в селекционную проработку.

Исследования устойчивости подсолнечника к заразихе показывают, что в случае с сортами-популяциями очень эффективен метод отбора по степени поражения. Для уточнения перспективы этой работы нами в 2010–2011 гг. были оценены две семьи, выделенные из сорта Орешек. Семья № 10347 поразила заразихой при искусственном заражении в незначительной степени (2,8 цветonoсца на 1 растение), а семья № 10616 оказалась очень восприимчивой (в одинаковых условиях степень поражения составила 57,9 цветonoсцев на 1 растение). Опыт закладывался следующим образом:

- в качестве источника инфекции использовали 6 популяций заразихи разного географического происхождения и разных лет урожая; на 8 кг почвенно-песчаной смеси вносили 3 г очищенных семян заразихи;

- опыт проводили в 4 повторностях по каждому варианту;

- в контрольном варианте использовали почву после оценки материала, но без дополнительного внесения семян заразихи.

Максимальное поражение отмечено у восприимчивой семьи № 10616 при использовании Крыловской заразихи урожая 2009 г. и составило 69 цветonoсцев на 1 поражённое растение, самая высокая степень поражения – 38 была у устойчивой семьи № 10347 при инфицировании семенами Курганинской заразихи урожая 2010 г. (табл. 9).

Проведенная оценка на жестком инфицированном семенами заразихи фоне (до 10000 семян заразихи на 1 кг почвенной смеси), позволила установить, что вирулентность имеющихся популяций заразихи практически одинакова, однако агрессивность и жизнеспособность семян патогена суще-

ственно снижается при хранении их более 5 лет, а заразио-выносливые семьи сохраняют повышенную устойчивость к патогену независимо от использованного источника инфекции.

Таблица 9

Поражение семей подсолнечника заразиоу различного происхождения при искусственном заражении

ВНИИМК, 2011 г.

Место и год сбора семян заразиоу	Элитный номер	Количество цветоносцев заразиоу в одном сосуде, штук	Количество цветоносцев на 1 пораженное растение, штук
Контроль – без внесения заразиоу	10347	0	0
	10616	29	3
Ейский р-н, 2006 г.	10347	6	0,6
	10616	12	1
Гулькевичский р-н, 2007 г.	10347	63	6
	10616	112	11
г. Армавир, 2008 г.	10347	83	8
	10616	167	17
Крыловской р-н, 2009 г.	10347	296	30
	10616	685	69
Курганинский р-н, 2010 г.	10347	375	38
	10616	580	58
Ростовская обл., 2010 г.	10347	307	31
	10616	452	45

Большая часть работы отдела посвящена методическим положениям вопросов, связанных прежде всего с разработкой различных способов, методов и методик селекционных отборов и оценок как продуктивности, так и других признаков, определяющих направления селекции сортов подсолнечника.

В частности, селекция подсолнечника на устойчивость к грибам рода *Rhizopus* Ehrenb. чрезвычайно сложна из-за отсутствия у них хорошо выраженной расоспецифичности и узкой приспособленности к кругу хозяев. Эти грибы – факультативные паразиты, обладающие широкой специализаци-

ей с полигенным характером генетического контроля устойчивости. Мы пришли к выводу о том, что высокий уровень горизонтальной устойчивости к возбудителям грибных болезней, в том числе и к возбудителю сухой гнили подсолнечника, можно сформировать в результате отбора на инфекционном фоне с помощью правильно подобранных методов оценки.

С учетом особенностей онтогенеза грибов рода *Rhizopus* для создания искусственного инфицированного фона с равномерным распределением инокулюма применили три способа нанесения инфекции на корзинку подсолнечника. Все использованные способы инокуляции обеспечивали возможность надежного контакта анализируемых растений с патогеном и способствовали его хорошему развитию. Использование инокулюма в виде водной суспензии «чистой культуры гриба» создавало лучшую выравненность фона, гарантированное заражение патогеном и отличалось простотой и лёгкостью нанесения инфекционного начала. Изоляция корзинки пергаментными изоляторами способствовала сохранению капельной влаги и создавала благоприятные условия для успешного развития возбудителя сухой гнили. По многочисленным наблюдениям, при проведении самоопыления и принудительных скрещиваний растений, инокуляцию корзинок лучше проводить путём опрыскивания водной суспензией. В продолжение периода вегетации растения подсолнечника испытывают состояния различной восприимчивости к патогенам. Скороспелые сорта наиболее восприимчивы в период окончания цветения, а среднеспелые – в самом начале цветения.

Одним из наиболее эффективных способов создания устойчивого к сухой гнили селекционного материала подсолнечника является индивидуальный отбор в условиях естественной или искусственно созданной эпифитотии.

Использование разработанного нами метода искусственного заражения и оценки селекционного материала на ус-

тойчивость к сухой гнили позволило нам создать исходный селекционный материал подсолнечника, сохраняющий высокий уровень устойчивости к патогену даже в условиях сильнейших эпифитотий.

В последние годы на подсолнечнике отмечается усиление развития фомоза, альтернариоза, бактериозов, сухой гнили и особенно фузариозов. Грибы рода *Fusarium*, развиваясь на этой масличной культуре, вызывают три типа болезни: гнили, увядание и пятнистости. Поражение фузариозом может привести к снижению урожая на 15–20 %. Защитные мероприятия для снижения вредоносности фузариозов подсолнечника практически не проводятся, а предпосевное обеззараживание фунгицидами малоэффективно против всех типов проявления болезни. В настоящее время ведётся поиск препаратов, подавляющих развитие этого патогена на растениях. Однако применение химического метода осложняется биологическими особенностями возбудителя, который является некротрофом с широким спектром специализации, способным к быстрому появлению резистентных к фунгицидам форм. Кроме того, дороговизна самих препаратов, затраты времени и труда, потенциальная опасность загрязнения окружающей среды, делает этот путь борьбы с фузариозами экономически невыгодным. В связи с усилением паразитических свойств у грибов рода *Fusarium* на подсолнечнике и отсутствием эффективных средств защиты самая действенная мера борьбы с патогеном – создание и внедрение в производство устойчивых сортов этой культуры.

Анализ работ по созданию сортов, устойчивых к фузариозу, показывает, что селекционную работу на иммунитет подсолнечника к этому возбудителю желательно вести в направлении получения сортов с полевой, долговременной устойчивостью, которая контролируется большим числом генов. Для успешной работы необходимо искусственно увеличить инфекционную нагрузку и отобрать селекционный материал с

таким уровнем полевой устойчивости, который может обеспечивать защиту растений от вредоносного действия патогена даже при возникновении естественной эпифитотии фузариоза подсолнечника. Для этого нами были изучены имеющиеся и созданы новые методы искусственного заражения и диагностики фузариоза.

Использование и изучение разных методов заражения показало, что при использовании метода внесения инокулюма в почву вразброс под дискование перед посевом или нанесение измельчённой инфекции на семянку с помощью прилипателя не способствует эффективному заражению. Самая высокая эффективность заражения наблюдалась при использовании локального внесения инокулюма в рядки при посеве с семенами. Распространённость болезни достигала 90,5 %, что на 10–25 % больше, чем при использовании других методов. Кроме этого, способ обеспечивал более тесный контакт проростка с инокулюмом, что увеличивало эффективность отбора устойчивых форм. Помимо метода искусственного заражения патогеном, для выделения устойчивых форм нами была разработана и внедрена иммунологическая шкала. Совместное использование исходного материала с широкой генетической основой, методов оценки и отбора устойчивых биотипов позволило нам создать качественно новый, устойчивый к фузариозу селекционный материал.

Сельскохозяйственное производство на современном этапе развития ставит перед селекционерами все более сложные задачи, решать которые возможно только при использовании современных методов и способов оценки и отбора желаемых генотипов. Методологическая основа селекционных процессов, опираясь на фундамент классических биологических теорий, должна насыщаться новыми практическими разработками, с помощью которых решаются частные вопросы, а ответы на них, в свою очередь, развивают и обогащают методологию, которая в свою очередь обеспечивает прогресс в селекции растений.



Я.Н. Демурин,
*доктор биологических наук,
профессор, заведующий
лабораторией генетики отдела
биологических исследований ВНИИМК*

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА МАСЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА ВО ВНИИМК

Генетические основы селекции подсолнечника на изменение состава запасных липидов в семенах связаны с конкретизацией представлений о сорте с промышленно-сырьевой адресностью.

Селекционная стратегия в данном случае заключается в создании генотипов с новыми типами масла, определяемыми характером его использования. При этом возможен отбор как на экстремальные проявления признака, т. е. минимум или максимум, так и на оптимальное содержание вещества. Поэтому для каждого типа масла существуют специальные параметры качества.

Качество масла, т.е. его пищевые, биологические и технологические свойства, зависит от состава жирных кислот и их молекулярного положения в триацилглицеролах, а также от наличия различных сопутствующих соединений. Ключевой проблемой улучшения качества масла является повышение его устойчивости к окислению (оксистабильности) с целью

предотвращения накопления токсичных продуктов прогоркания при его хранении и использовании.

При разработке генетических основ селекции на увеличение окситабильности следует учитывать, что этот признак определяется многими факторами различной природы. К числу наиболее значимых относится степень ненасыщенности жирных кислот, положительно коррелирующая со способностью к окислению, а также наличие естественных антиоксидантов, прежде всего токоферолов, препятствующих процессу свободнорадикального окисления.

В 1968 г. во ВНИИ масличных культур, г. Краснодар, на расширенном пленуме секции масличных и эфиромасличных культур ВАСХНИЛ с участием ученых, работающих в области селекции, биохимии, технологии переработки жиров, а также диетологии и медицины, детально обсуждался вопрос о перспективах изменения селекционными методами как содержания олеиновой и линолевой кислот в подсолнечном масле, так и повышения концентрации в нем сильных в антиоксидантном отношении γ - и δ -форм токоферолов.

Первая проблема была впервые успешно решена в 1976 г. путем создания во ВНИИМК высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец [1]. Этот сорт стал уникальным донором признака высокоолеиновости в селекционных программах во всем мире. Генетика этого признака многие годы привлекает внимание ученых своей необычностью, связанной с неполной пенетрантностью доминантной мутации высокоолеиновости *O1* за счет действия нестабильного супрессора, находящегося в геноме некоторых нормальных линий [2].

Популяционно-генетическая структура первого высокоолеинового сорта Первенец характеризовалась гетерогенностью и гетерозиготностью. Около 80 % семян обладали мутантным фенотипом (от 75 до 95 % олеиновой кислоты от суммы жирных кислот), а 20 % семян имели нормальный фенотип, включая низкоолеиновые семена (около 30 % олеино-

вой кислоты). Степень гетерозиготности составила 44 %. Любопытно, что высокоолеиновые семена появлялись в самоопыленном потомстве растений как мутантных, так и нормальных исходных фенотипов [3].

Размах фенотипической изменчивости содержания олеиновой кислоты в индивидуальных семенах отдельных самоопыленных корзинок нормальных инбредных линий и сортов подсолнечника в среднем равнялся 22 %. Это значение отражает базовое фенотипическое варьирование, определяемое фоновым расщеплением по генотипу без участия мутации высокоолеиновости, различной спелостью семян, а также средовыми модификациями [3].

Генетическая коллекция инбредных и почти-изогенных линий подсолнечника по признаку состава жирных кислот в семенах разделяется по следующим фенотипическим классам в содержании олеиновой кислоты: мутантный высокоолеиновый около 89 %, нормальный с повышенным содержанием – 62 % (линия ЛГ 27), нормальный с обычным содержанием – 35 %, а также нормальный с пониженным содержанием – 22 % (линия ЛГ 28). Различные условия выращивания, однонаправлено изменяя средние значения, не приводят ни к перекрытию классов, ни к смене рангов. При этом мутантный фенотип является относительно константным.

Гибринологический анализ признака состава жирных кислот в семенах по родословным от P, F₁, F₂, BC и до F₃ с использованием мировой коллекции инбредных линий позволил получить следующие выводы [4].

Наследование по каждому из шести контрольных генов маркерных морфологических признаков *T*, *O*, *Vs*, *P*, *M* и *Rf* соответствовало моногибридной схеме. При этом все мутантные линии идентичны источнику высокоолеиновости сорта Первенец.

Признак высокоолеиновости контролируется одним доминантным геном *O1* с неполной пенетрантностью в гетеро-

зиготе. В зависимости от генотипа нормальной линии в гибридных семенах степень пенетрантности может варьировать от 0 до 100 %, в среднем, 87 %, что вызывает аномальное расщепление и смену доминирования в F_1 , а также нехватку мутантных семян в последующих поколениях. Это аномальное расщепление носит генотипический характер, т.к. между содержанием олеиновой кислоты в F_1 и долей мутантных семян F_2 существует положительная корреляция $r_s = 0,64$. При этом растения всех фенотипических классов F_1 дают в F_2 высокоолеиновые семена.

Неполная пенетрантность гена *Ol* в гетерозиготе вызывается нестабильным генотипическим фактором реверсии, содержащимся в ряде нормальных линий, который не удаётся идентифицировать как менделевский ген. Причина нестабильности фенотипического действия этого фактора, так же, как и его принадлежность к гену *Ol* не определены.

Гипотезы о комплементарном (*Ol1*, *Ol2*, *Ol3*) и эпистатическом (*Ol*, *Ml*) взаимодействии генов, а также объединяющая их синтетическая гипотеза, предлагаемые с целью объяснения сложных расщеплений в наследовании признака высокоолеиновости могут статистически соответствовать ожидаемым отношениям в отдельных случаях, но целостная оценка расщеплений по генотипу в ряду поколений и составление индивидуальных родословных отвергают эти гипотезы [2].

Кроме того, около 35 % семян F_1 в комбинациях скрещивания с расщеплением являются мозаичными по типу «мутантная гуммула – нормальные семядоли». Все эти семена принадлежат к промежуточному фенотипическому классу – от 50 до 74 % олеиновой кислоты, который, следовательно, связан не только с гетерозиготностью, но и с гетерогенностью различных частей семени по составу жирных кислот [2].

Признак высокоолеиновости не связан ни с геномной мутацией, ни с крупной хромосомной абберацией. Изменений в структуре мезофилла семядолей семян, а именно, в доле

губчатой паренхимы (в среднем, 63 %), а также размерах клеток этих тканей, у мутанта не обнаружено [5].

Мутация *Ol* экспрессируется только в липидах семян и не имеет фенотипического проявления в листьях, лепестках, пыльце, а также в первичных каллусных культурах из семядолей семян, гипокотилия и листьев.

Изучение семян F_1 в скрещивании 96 образцов мировой коллекции ВИР с высокоолеиновыми тестерами показало, что *Ol* мутация была доминантной в 59 % комбинаций скрещиваний (высокоолеиновый класс, 57/96), неполностью доминантной в 38 % (промежуточный фенотипический класс, 36/96) и рецессивной в 3 % (нормальный фенотипический класс, 3/96). Предполагается наличие гена-супрессора мутации высокоолеиновости у ряда образцов, например, К 235, К 824 и ВИР 721-3 [6; 7].

В результате гибридологического анализа установлено наличие у нормальной по жирно-кислотному составу линии RIL 100 мутации *Ol* в гипостатическом состоянии. При скрещивании нормальных линий ЛГ 28 \times RIL 100 в F_2 обнаружены рекомбинантные высокоолеиновые фенотипы с частотой около 8 %. Наследование мутации высокоолеиновости в скрещивании линии ЛГ 26 с супрессорами К 1587 и ВИР 721 соответствовало моногенной доминантной схеме в F_1 , F_2 и F_3 . Это явление указывает на устойчивость мутации *Ol* к действию супрессора в генотипической среде линии ЛГ 26. Наследование мутации высокоолеиновости в скрещивании линии ВК 508 с супрессорами в F_2 описывалось дигенной моделью по типу доминантного эпистаза *Sup* над *Ol* в отношении 13 нормальных : 3 мутантных. Комбинация К 1587 \times ВК 508 показала в F_3 отсутствие гомозиготных высокоолеиновых семей, а ВИР 721 \times ВК 508 – отсутствие не только гомозиготных высокоолеиновых, но и расщепляющихся семей, т. е. полное исчезновение мутантных семян [8].

Проведено исследование разнокачественности содержания олеиновой кислоты в пределах отдельного семени у инбредных линий подсолнечника и их гибридов. В семядолях линии ЛГ 27 содержание олеиновой кислоты на 12,7 % выше, чем в геммуле. Это явление названо физиологической гомозиготной мозаичностью в содержании олеиновой кислоты. При скрещивании ВК 876 × ЛГ 28 и ВК 876 × К 824 в F₁ наблюдался большой размах изменчивости содержания олеиновой кислоты у гетерозигот *Olol*. Одна часть семян относилась к высокоолеиновому классу (76-91 %), другая – к промежуточному (46–76 %). У мутантного класса семян F₁ обнаружено одинаковое содержание олеиновой кислоты в геммуле и семядолях, тогда как для семян промежуточного класса установлено достоверное различие. Семядоли накапливают меньше олеиновой кислоты, чем геммула, разница при этом достигает 11,6 %. Эта изменчивость названа эпигенетической гетерозиготной мозаичностью. Физиологическая гомозиготная мозаичность содержания олеиновой кислоты противоположно направлена по отношению к эпигенетической гетерозиготной мозаичности. Доля мозаичных семян в F₁ составляет 0,23. Обнаружен только один тип мозаичности у гетерозигот – мутантная геммула и промежуточные семядоли, что подтверждает полученные ранее данные [9; 10].

Признак повышенного содержания олеиновой кислоты – около 62 % – линии ЛГ 27 контролируется рецессивным аллелем, обозначенным *ol*^l, отличающимся от мутантного аллеля *Ol* и аллеля дикого типа *ol*. Признак пониженного содержания олеиновой кислоты – около 22 % – линии ЛГ 28 в скрещивании с линией ЛГ 27 определяется аддитивной генетической системой с промежуточным наследованием в F₁ и континуальной изменчивостью в F₂ и беккроссах, сопоставимой с базовым фенотипическим варьированием [11].

В результате широкомасштабного поиска, отбора и самоопыления получена линия-донор подсолнечника ЛГ 30 со

стабильно повышенным содержанием пальмитиновой кислоты в масле семян. Состав жирных кислот представлен: 24 % пальмитиновой, 4 % пальмитолеиновой, 1 % пальмитолинолевой, 3 % стеариновой, 8 % олеиновой и 60 % линолевой кислоты [12].

Существенное отрицательное влияние мутации высокопальмитиновости масла семян на высоту растений было установлено на основе как сравнительного изучения серии аналогов линии ВК 580, так и в ходе гибридологического анализа. Генетический контроль мутации высокопальмитиновости в скрещивании ВК 850 × ВК 508 осуществлялся двумя независимо наследуемыми рецессивными генами. Основной вопрос заключается в поиске объяснения негативного воздействия мутации высокопальмитиновости на высоту растений как сцеплением генов, так и истинной плейотропией мутации [13].

С другой стороны, не установлено влияние мутаций высокоолеиновости и высокопальмитиновости на лабораторную всхожесть в интервале температур 10–25 °С, а также на всхожесть в условиях теплицы и на полевую всхожесть семян у аналогов линии ВК 580. Прорастание семян при различных температурах показало незначительные, но статистически достоверные флуктуации длины проростка в зависимости от генотипа при главном положительном влиянии температуры. Высокопальмитиновая линия ВК 850 характеризовалась по отношению к норме более длинным проростком, но с меньшим количеством боковых корешков. Дальнейшее развитие растений до стадии первой пары настоящих листьев в условиях теплицы показало наличие отрицательного влияния мутации высокопальмитиновости на высоту растений, линейные размеры семядолей и листьев, а также надземную биомассу [14].

Решение проблемы антиоксидантной защиты масла селекционно-генетическими способами было начато во ВНИИМК в 1982 г. Известно, что существуют четыре основные формы

токоферолов: α , β , γ и δ , в ряду которых наблюдается увеличение антиоксидантной активности.

В семенах селекционных сортов, гибридов, инбредных линий, коллекционных образцов ВИР, а также дикорастущих видов подсолнечника токоферольный комплекс включает α -, β - и γ -форму с явным преобладанием α -токоферола. Содержание α -формы составило около 96 %, с пределами варьирования от 89 до 99 %. Общее содержание токоферолов в масле было около 800 мг/кг [15].

При самоопылении растений сорта ВНИИМК 8931 ул. обнаружен в гетерозиготе мутантный рецессивный аллель гена, обозначенного *Tph1*, приводящий в гомозиготе к скачкообразному увеличению содержания β -формы в составе токоферолов. Фенотип полученной инбредной линии ЛГ 15, гомозиготной по мутантному аллелю *tph1*, – около 50 % α - и 50 % β -токоферола [16].

В образце коллекции ВИР К 44 обнаружен в гомозиготе другой мутантный рецессивный аллель гена, обозначенного *Tph2*, приводящий к преобладающему содержанию в составе токоферолов γ -формы. Фенотип полученной инбредной линии ЛГ 17, гомозиготной по мутантному аллелю *tph2*, – около 5 % α - и 95 % γ -токоферола [17].

Аллельное взаимодействие в обнаруженных генах осуществляется по типу неполного доминирования при степени доминирования, в обоих случаях, равной 0,87. Гены *Tph1* и *Tph2* неаллельны и несцеплены. Межгенное взаимодействие относится к типу комплементарности с проявлением всех четырёх фенотипических классов. При этом мутация *tph2* эпистатирует над *tph1* с появлением необычного для подсолнечника δ -токоферола. На основе рекомбинантной двойной рецессивной гомозиготы получена инбредная линия ЛГ 24, в составе токоферолов семян которой около 8 % α -, 84 % γ - и 8 % δ -формы при отсутствии β -токоферола [17].

Гены *Tph1* и *Tph2* являются мономорфными, т.к. частоты встречаемости их мутантных аллелей не превышают 2 %. Исключение составляет образец К 44, в котором частота мутантного аллеля *tph2* в среднем 96 %. Частота встречаемости мутантного аллеля *tph1* в популяции сорта ВНИИМК 8931 ул. около 0,7 % [4].

Ген *Tph1* не сцеплен с пятнадцатью известными генами морфологических признаков, а оба гена – *Tph1* и *Tph2* – наследуются независимо от гена *Ol* и семи изоферментных локусов [4].

На экспрессивность мутаций *tph1* и *tph2* влияет созревание семян. Это выражается в увеличении содержания α -формы в составе токоферолов у линии ЛГ 15 с 33 до 50 % и у линии ЛГ 17 с 0 до 6 %, а также в появлении у 10- и 17-дневных семян этих линий δ -формы, исчезающей в ходе дальнейшего созревания [4; 18].

Увеличение температуры воздуха с 20 до 30 °С в процессе налива семян увеличивает содержание α -токоферола на 9 % у линии ЛГ 15 и не влияет на состав токоферолов линии ЛГ 17 [4; 18].

Мутации *tph1*, *tph2* и двойная рецессивная гомозигота фенотипически проявляются как в семени, гипокотиле, листе и пыльце, так и в первичных каллусных культурах, полученных от этих эксплантов. Исключение составляет только не проявление мутации *tph1* в листе [18].

Созданные почти-изогенные линии по генам *Tph1* и *Tph2* на основе нормальных линий ВК 373 и ВК 66 позволили установить, что в семенах мутация *tph1* обладает стабильным фенотипическим выражением в различных генотипических средах, тогда как экспрессивность мутации *tph2* уменьшается в линии ВК 373 с 95 до 50 %, а в линии ВК 66 – до 30 % γ -токоферола при пропорциональном увеличении содержания α -формы [19]. Это уменьшение экспрессивности мутации *tph2* приводит к одновременному появлению у двойной рецессивной гомо-

зиготы всех четырех форм токоферолов – α , β , γ и δ в одном фенотипе, например, на генотипической среде линии ВК 66 в количестве 40, 25, 25 и 10 % соответственно. При максимальной экспрессивности мутации *tph2* в дигомозиготе, например, у линии ВК 876, состав токоферолов может быть представлен одинаковым количеством: по 50 % только двух форм – γ и δ .

Для объяснения причин подобных фенотипических изменений необходимо рассмотреть возможные нарушения биосинтеза токоферолов у мутантных генотипов (рисунок).

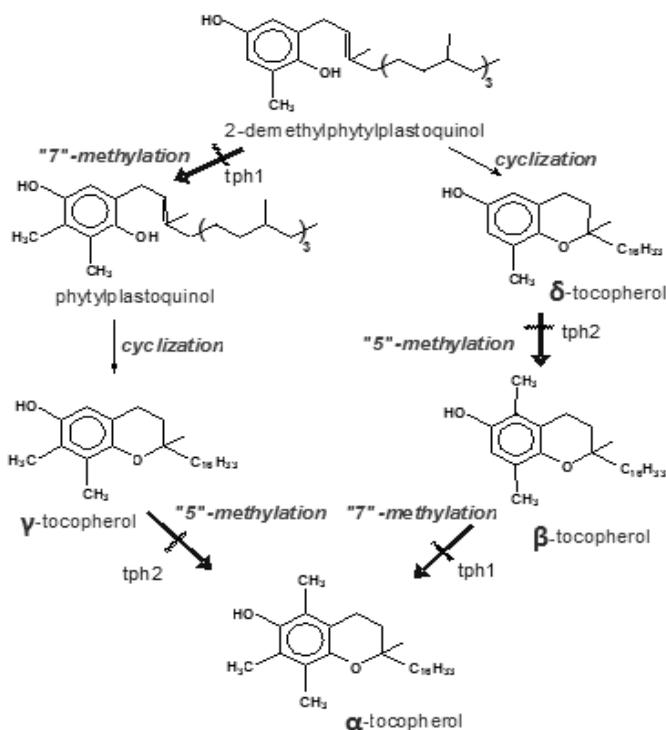


Рисунок – Схема гипотетических генетических блоков мутаций *tph1* и *tph2* в биосинтезе токоферолов у подсолнечника

Если предположить, что мутация *tph1* снижает активность фермента метилтрансферазы, метилирующей один и тот же атом углерода в положении "7" на токоферольной и фитилхинольной стадии биосинтеза, то фенотип рецессивной гомозиготы *tph1tph1* 50 % α - и 50 % β -токоферола может вызываться двумя причинами: а) неполным блоком реакции превращения β - в α -токоферол и б) полным блоком этой реакции, тогда часть α -токоферола синтезируется через γ -форму. Очевидно, что это предположение верно в том случае, если β -токоферол действительно является предшественником α -формы у «дикого типа», а не является продуктом боковой реакции.

Аналогичные предположения о нарушении метилирования одного атома углерода, но в положении "5" на двух различных этапах биосинтеза α -токоферола можно допустить и для мутации *tph2* с уточнением о более жестком блоке, так как фенотип рецессивной гомозиготы *tph2tph2* включает только 5 % α - и 95 % γ -токоферола, а в некоторых случаях и 100 % γ -формы.

Совмещение мутаций *tph1* и *tph2* в одном фенотипе линии ЛГ 24 привело к новообразованию – появлению δ -токоферола около 8 %. Это подтверждает допущение о жестком генетическом блоке метилирования одного и того же атома углерода в положении "5" молекулы γ - и δ -токоферолов у *tph2* мутанта, а также указывает на механизм эпистаза мутации *tph2* над *tph1*.

Кроме того, на основе конвергентной «двухканальной» схемы биосинтеза токоферолов и частичной фенотипической реверсии *tph2* мутации в некоторых генотипических средах, сопровождающейся одновременным увеличением содержания α - и уменьшением содержания γ -токоферола при отсутствии β - и δ -форм, можно объяснить парадоксальный факт появления в одном фенотипе всех четырех форм токоферолов одновременно.

Появление β -токоферола в фенотипе двойной рецессивной гомозиготы всегда было связано с увеличением содержания α -токоферола за счет уменьшения доли γ -формы. Это соответствует случаю, когда мутация *tph2*, проявляя частичную экспрессивность объединяется с генетическим блоком мутации *tph1*. В случае отсутствия блока мутации *tph1*, при наличии только «leaky» блока мутации *tph2*, β -токоферол метилируется в α -токоферол, и таким образом не накапливается.

В целом, экспериментально наблюдаемые изменения состава токоферолов у мутантных генотипов подсолнечника в различных генотипических средах служат генетическим доказательством истинности конвергентной двухканальной схемы биосинтеза токоферолов у растений, которая основывается на признании существования двух субстрат-специфических метилтрансфераз для метилирования молекул в положениях "5" и "7".

Гибридологический анализ при скрещивании константных сублиний подсолнечника с максимальной и минимальной экспрессивностью мутации *tph2* у линий ВК 175 *tph2* и ВК 876 *tph1*, *tph2* показал, что наследование признака различной экспрессивности этой мутации в F_1 носит промежуточный характер. В F_2 наблюдалось континуальное варьирование без дискретных фенотипических классов. Среднее значение признака в F_1 , F_2 и арифметическое среднее между родителями достоверно не различались между собой, что указывает на аддитивное действие генов-модификаторов, контролирующих различие в содержании γ -токоферола между соответствующими сублиниями как для ВК 175, так и ВК 876 [20].

Генотипические различия в степени экспрессивности мутации состава токоферолов *tph2* в семенах подсолнечника заключаются в уменьшении содержания γ -формы с 90 до 68 % для сублиний ВК 639 и с 69 до 47 % для сублиний ВК 876. Все семена F_1 в скрещивании с обычной линией ЛГ 26 обладали нормальным фенотипом. В F_2 от скрещиваний ВК 639 \times ЛГ 26

и ВК 876 × ЛГ 26 для всех сублиний наблюдалось соответствующее моно- и дигенное расщепление. Содержание γ -токоферола в семенах F₂ у рецессивной гомозиготы *tph2* в скрещиваниях сублиний с минимальной экспрессивностью было достоверно ниже, чем в комбинациях с максимальной экспрессивностью. Этот факт указывает на действие геномодификаторов на экспрессивность мутации *tph2* при наследовании в скрещивании с линией дикого типа [21].

Генетическая коллекция по признаку состава токоферолов в семенах подсолнечника представлена 18 линиями различного происхождения. Мутация *tph1* характеризуется относительной стабильностью в экспрессивности, тогда как мутация *tph2* показывает значительное фенотипическое варьирование в различных генотипических средах. Это явление следует учитывать в селекционных программах по созданию линий подсолнечника с измененным составом токоферолов семян с целью увеличения окислительной стабильности масла [22].

Для селекционного использования мутаций *tph1* и *tph2*, а также изучения их плеiotропного действия разработан метод ускоренного создания почти-изогенных линий по рецессивным признакам семян на основе непрерывной схемы беккроссов. На основании использования этого метода впервые в мировой селекции подсолнечника в 1991 г. создан ультраскороспелый простой межлинейный гибрид Краснодарский 917 с повышенным содержанием β -токоферола в семенах [24]. Масло из семян гибрида Краснодарский 917, линий ЛГ 15 и ЛГ 17, с измененным составом токоферолов, обладало в 2–3 раза большей устойчивостью к окислению по отношению к обычному подсолнечному маслу.

Девять образцов генетической коллекции подсолнечника с измененным составом жирных кислот и токоферолов в семенах являются селекционными линиями (табл. 1).

Таблица 1

Линии генетической коллекции подсолнечника, используемые в селекции на качество масла

Линия	Мутация состава жирных кислот и токоферолов	Тип масла	Гибрид
ВК 678 А, В ВК 571 Rf	<i>tph1</i>	β- токоферольный	Краснодарский 917
ВК 876 А, В ВК 195 Rf	<i>Ol, tph1, tph2</i>	Высокоолеиновый, γ- и δ- токоферольный	Окси
ВК 508 Rf	<i>Ol</i>	Высокоолеиновый	Гермес
ВК 175 Rf ВК 588 Rf	<i>Ol, tph2</i>	Высокоолеиновый, γ- токоферольный	-
ВК 850 Rf	<i>p</i>	Пальмитиновый	-
ВК 805 Rf	<i>Ol, p</i>	Высокоолеиновый, пальмитиновый	-

Использование созданной серии из семи почти-изогенных линий на генотипической среде линии ВК 66 по генам *Ol*, *Tph1* и *Tph2* позволило обнаружить синергизм в действии признаков высокоолеиновости и повышенного содержания β-, γ- и δ-токоферолов. Эффект мутации *Ol* заключался в увеличении стойкости масла к окислению в 5,5 раза, а мутации *tph1* – в 1,2 и 2,3 и мутации *tph2* – в 1,4 и 3,0 раза для линолевого и высокоолеинового типов масла соответственно. Совместное действие мутаций *tph1* и *tph2* увеличило стойкость масла к окислению в 1,8 раза, мутаций *Ol* и *tph1* – в 12,4, а мутаций *Ol* и *tph2* – в 16,4 раза (табл. 2) [19].

Обнаруженный синергизм в действии жирных кислот и токоферолов открывает широкие возможности в селекции подсолнечника на улучшение качества масла путем комбинирования в одном генотипе необходимых аллелей. Таким образом, серия из семи аналогов на генотипической среде линии ВК 66 по генам *Ol*, *Tph1* и *Tph2* позволила детально изучить закономерности последнего этапа в ряду «мутация → измене-

ние химического состава липидов семян (фенотипический эффект) → увеличение окислительной стабильности масла (технологический эффект)» [24].

Таблица 2

**Оксистабильность масел из семян аналогов линии ВК 66
(Ранцимат-тест, 100 °С)**

Номер масла, мутация	Тип масла	Индукционный период, час	Индекс относительной оксистабильности ^а	
1, норма	Линолевый, α-токоферольный	4,8	1,0 ^в	
2, <i>tph1</i>	Линолевый, β-токоферольный	5,8	1,2	
3, <i>tph2</i>	Линолевый, γ-токоферольный	6,7	1,4	
4, <i>tph1, tph2</i>	Линолевый, δ-токоферольный	8,7	1,8	
5, <i>Ol</i>	Олеиновый, α-токоферольный	26,5	5,5	1,0 ^с
6, <i>Ol, tph1</i>	Олеиновый, β-токоферольный	59,6	12,4	2,3
7, <i>Ol, tph2</i>	Олеиновый, γ-токоферольный	78,5	16,4	3,0
НСР ₀₅		0,2		

^а – индекс относительной оксистабильности масла = ИП/ ИП_{ст}, где ИП – индукционный период, а ИП_{ст} – индукционный период стандартного масла; ^в – масло № 1 является стандартом; ^с – масло № 5 является стандартом.

Свободные жирные кислоты, оцениваемые т.н. кислотным числом, также существенно влияют на качество масла за счет большей легкости их окисления по отношению к связанному состоянию в триацилглицеролах.

В результате многолетнего отбора в 1993 г. во ВНИИМК был создан сорт Фаворит с повышенной в 3–4 раза устойчивостью к гидролитическому распаду масла в семенах [25]. Ис-

следование причин этого явления, включая определение активности фермента липазы в семенах [26] и изучение морфобиологических признаков семянок указывают на его сложный генетический контроль [27].

Ветвистые отцовские линии подсолнечника отличались в два раза более низким кислотным числом масла после инкубации семян по отношению к однокорзиночным материнским формам. Семена трёхлинейных гибридов характеризовались более низкими значениями признака по отношению к семенам простых стерильных гибридов. Параметры вариационного ряда значений кислотного числа масла без инкубации семян для 46 селекционных линий и образцов генетической коллекции были: среднее значение – 3,5; лимиты – 0,7 и 24,2; стандартная ошибка – 0,6 мг КОН/г. Поражение семян варьировало при этом от 0 до 60 %. Коэффициент корреляции кислотного числа масла и степени поражения семян $r = 0,58$, а уравнение линейной регрессии имеет вид: $y = 0,14x + 0,44$. Более мелкие семена с боковых корзинок могут обладать большим показателем кислотного числа масла по отношению к центральной корзинке в случае их сильного поражения. Повышение степени поражения семян вызывает увеличение кислотного числа масла и снижение их лабораторной всхожести [28].

Общее поражение семян у 11 изученных генотипов подсолнечника варьировало от 4–5 % для линии ВК 580 и сорта Фаворит до 43–44 % у крупноплодных сортов Лакомка и СПК при среднем значении 23 %. Пределы изменчивости кислотного числа масла составили от 0,98 для линии ВК 276 до 8,76 у сорта Лакомка при среднем значении 3,84 мг КОН/г. Коэффициент корреляции между степенью поражения семян и кислотным числом масла был $r = 0,64$. Микофлора как внешне поражённых, так и здоровых семян была представлена в основном грибами рода *Alternaria* и *Rhizopus* при частоте инфицирования 37 и 31 % для поражённых и 12 % для здоровых

семян. Патогеном, определяющим максимально высокое кислотное число, были грибы рода *Alternaria* [29].

Дизруптивный отбор при самоопылении растений сорта Фаворит позволил получить 31 линию с низкими значениями кислотного числа масла семян около 1 мг КОН/г. Высокие значения кислотного числа – до 12 мг КОН/г – наблюдались только в пораженных семенах с отдельных корзинок, поэтому линий с высоким кислотного числа без поражения семян создать не удалось. Коэффициент наследуемости признака был около 10 %. В прорастающих семенах с низким исходным кислотным числом масла около 0,8 происходило достоверное, но не существенное в рамках общего фенотипического варьирования признака, увеличение кислотного числа до значения 1,5 мг КОН/г [30].

Полученные данные подтверждают гипотезу о преобладающей роли с долей влияния 97 % липаз патогенов в повышении кислотного числа масла в семенах подсолнечника [30]. Обнаруживаемые генотипические отличия между линиями и сортами подсолнечника могут объясняться различными механизмами устойчивости к болезням и вредителям и контролироваться соответствующими генетическими системами. В частности, сорт Фаворит обладает признаком повышенной устойчивости масла в семенах к гидролитическому распаду, вероятно, не за счет снижения активности липазы подсолнечника, что вызвало бы снижение всхожести его семян, а за счет снижения активности липаз патогенов в семенах. Поддержание этого сортоспецифического признака в ходе первичного семеноводства осуществляется путём регулярного направленного отбора из популяции корзинок с пониженным кислотным числом, т. е. здоровых семян.

В целом, проводимые во ВНИИМК исследования в области биохимической генетики липидов, совместно с селекцией на качество масла, позволяют создавать сорта и гибриды подсолнечника с новыми типами масел, максимально соответ-

ствующих требованиям пищевой, медицинской и других отраслей промышленности.

Список литературы

1. *Солдатов К.И.* Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец / К.И. Солдатов, Л.К. Воскобойник, Л.Н. Харченко // Бюл. науч.-техн. информ. по маслич. культ. – Краснодар, 1976. – С. 3-7.

2. *Demurin Ya.* Unstable expression of *Ol* gene for high oleic acid content in sunflower seeds / Ya. Demurin, Dr. Skoric // Proc. 14th International Sunflower Conference, Beijing/Shenyang, 12-20 June 1996, China. – 1996. – P. 145-150.

3. *Демурин Я.Н.* Гибридологический анализ признака высокоолеиновости масла семян подсолнечника / Я.Н. Демурин, П.С. Попов, С.Г. Ефименко // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2001. – Вып. 125. – С. 3-20.

4. *Попов П.С.* Генетика признаков качества масла / П.С. Попов, Я.Н. Демурин // Биология, селекция и возделывание подсолнечника / Под ред. В.М. Пенчукова. – М.: Агропромиздат, 1991. – С.57-61.

5. *Atlagic J.* Cytogenetic and histological studies of a high-oleic sunflower mutant / J. Atlagic, Ya. Demurin, D. Skoric // *Helia*. – 1997. – V. 20, № 27. – P. 101-106.

6. *Demurin Ya. N.* Screening for suppressor genotypes on a high oleic mutation in sunflower / Ya. N. Demurin, S.G. Efimenko, O.M. Borisenko // Proc. 16th International Sunflower Conference, Fargo, ND, USA, August 29- September 2, 2004. – Vol. II. – P. 779-782.

7. *Демурин Я.Н.* Поиск супрессорных генотипов по мутации высокоолеиновости масла семян подсолнечника / Я.Н. Демурин, О.М. Борисенко, С.Г. Ефименко // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2004. – Вып. 2 (131). – С. 31-34.

8. Демури́н Я.Н. Устойчивость мутации высокоолеино-ности масла к действию супрессора в семенах подсолнечника / Я.Н. Демури́н, О.М. Борисенко // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 1 (140). – С. 18-21.

9. Demurin Y. Homo- and heterozygous longitudinal gradient of oleic acid content in sunflower seeds / Y. Demurin, O. Borisenko, N. Bochkarev // Proc. 17-th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, 2008. – Vol. 2. – P. 535-538.

10. Демури́н Я.Н. Гомо- и гетерозиготная мозаичность семян подсолнечника по содержанию олеиновой кислоты в масле / Я.Н. Демури́н, О.М. Борисенко // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – Вып. 2 (139). – С. 10-12.

11. Demurin Ya. Inheritance of increased oleic acid content in sunflower seed oil / Ya. Demurin, D. Skoric, I. Veresbaranji, S. Jovic // Helia. – 2000. –V. 23, № 32. – P. 87-92.

12. Ефименко С.Г. Создание линии подсолнечника ЛГ30 с повышенным содержанием пальмитиновой кислоты в масле семян / С.Г. Ефименко, С.К. Ефименко, Я.Н. Демури́н // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2005. – Вып.1 (132). – С.14-18.

13. Демури́н Я.Н. Плейотропное влияние мутаций высокопальмитиновости и высокоолеиновости масла семян на морфологические признаки растения подсолнечника / Я.Н. Демури́н, О.М. Борисенко, Н.И. Бочкарев // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2010. – Вып. 1 (142-143). – С. 23-27.

14. Демури́н Я.Н. Плейотропное влияние мутаций высокопальмитиновости и высокоолеиновости масла на всхожесть и прорастание семян подсолнечника / Я.Н. Демури́н, О.М. Борисенко, Н.И. Бочкарев // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2010. – Вып. 2 (144-145). – С. 17-21.

15. Демури́н Я.Н. Генетический анализ состава токоферолов в семенах подсолнечника // Науч.-техн. бюл. ВИР. – Ленинград, 1986. – Вып.165. – С. 49-51.

16. Попов П.С. Генетический анализ состава токоферолов и жирных кислот в семенах подсолнечника / П.С. Попов, А.Б. Дьяков, А.А. Бородулина, Я.Н. Демури́н // Генетика. – 1988. – Т. XXIV. – № 3. – С. 518-527.

17. Demurin Ya. N. Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds // Helia. – 1993. – V.16. – №18. – P. 59-62.

18. Demurin Ya.N. Expressivity of tocopherol mutations in sunflower / Ya. N. Demurin, S.G. Efimenko, T.M. Peretyagina // Helia. – 2006. – V. 29. – № 45. – P. 55-62.

19. Demurin Ya. Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds as a basis of breeding for improved oil quality / Ya. Demurin, Dr. Skoric, Dj. Karlovic // Plant Breeding. – 1996. – V.115. – P. 33-36.

20. Демури́н Я.Н. Гибридологический анализ экспрессивности мутации *trh2* в различных генотипических средах у подсолнечника / Я.Н. Демури́н, Т.М. Перетягина // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2007. – Вып. 2 (137). – С. 25-26.

21. Демури́н Я.Н. Наследование экспрессивности мутации *trh2* в скрещивании с нормальным генотипом подсолнечника / Я.Н. Демури́н, Т.М. Перетягина // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 2 (141). – С. 10-13.

22. Демури́н Я.Н. Линии подсолнечника с различной экспрессивностью мутаций состава токоферолов в семенах / Я.Н. Демури́н, С.Г. Ефименко, Т.М. Перетягина // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – Вып. 2 (135). – С. 35-37.

23. Демури́н Я.Н. Генетика липидов семян подсолнечника // Сборник докладов международной конференции «Со-

временные проблемы научного обеспечения производства подсолнечника», 18-22 июля 2006 г., ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – С. 97-104.

24. Демурин Я.Н. Влияние мутаций по составу жирных кислот и токоферолов на качество масла семян подсолнечника // Наука Кубани. –2002. – № 1. – С. 53-58.

25. Суловикин В.Н. Новый сорт подсолнечника Фаворит / В.Н. Суловикин, С.Г. Бородин // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1995. – Вып.116. – С. 25-26.

26. Попов П.С. Повышение устойчивости масла к гидролитическому распаду в семенах подсолнечника. / П.С. Попов, Я.Н. Демурин // Материалы международной конференции, посвящённой 90-летию ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – С. 35-40.

27. Демурин Я.Н. Устойчивость масла к гидролитическому распаду в семенах подсолнечника / Я.Н. Демурин, П.С. Попов, А.Н. Левуцкая // Наука Кубани. – 2003. – № 1. – С. 83-87.

28. Демурин Я.Н. Изменчивость кислотного числа масла в семенах линий и гибридов подсолнечника / Я.Н. Демурин, С.Г. Ефименко, А.Н. Левуцкая, Н.А. Пикалова // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – Вып. 1 (138). – С. 31-35.

29. Арасланова Н.М. Влияние семенной инфекции на кислотное число масла семян подсолнечника / Н.М. Арасланова, Я.Н. Демурин, Н.А. Пикалова // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – Вып. 1 (138). – С. 39-42.

30. Демурин Я.Н. Создание инбредных линий подсолнечника из сорта Фаворит с низким кислотным числом масла в семенах / Я.Н. Демурин, Н.А. Пикалова, А.Н. Левуцкая // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 2 (141). – С. 18-24.



Т.С. Антонова,
*доктор биологических наук,
заведующая лабораторией
иммунитета и электрофореза
отдела селекции гибридного
подсолнечника ВНИИМК*

СЕЛЕКЦИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ИММУНИТЕТ К ЗАРАЗИХЕ И ДРУГИМ ПАТОГЕНАМ

Исследования иммунитета масличных культур на протяжении всего существования института и его опытной сети были неразрывно связаны с текущими задачами селекции. Общеизвестно, что наиболее эффективным и экологически безопасным путем борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур является создание устойчивых сортов и гибридов.

Большое значение работ по селекции на иммунитет можно наблюдать на примере подсолнечника. Едва ли не с самых первых дней образования опытно-селекционного поля “Круглик” в 1912 году возникла проблема борьбы с заразой (*Orobanche cumana* Wallr.). Этот вид относится к высшим растениям. Он является облигатным паразитом-полифагом, поражая не только подсолнечник, но и другие виды растений. На протяжении всей истории института до наших дней можно проследить драматические события, сопутствовавшие усилиям селекционеров по выведению устойчивых к заразе сортов и гибридов подсолнечника. История возделывания подсолнечника убедительно показывает, что селекция на иммунитет к заразе является важнейшей задачей непреходя-

шего значения, так как в силу сопряженной эволюции паразита и хозяина устойчивость сортов и гибридов со временем преодолевается новыми вирулентными расами паразита. На протяжении XX века трижды появление новых рас заразики в районах возделывания подсолнечника в России и других республиках бывшего СССР ставило культуру под угрозу исчезновения. Первая декада лет нового тысячелетия тоже ознаменовалась распространением уже в четвёртый раз новых биотипов заразики, преодолевших иммунитет современного устойчивого сортифта подсолнечника.

В период 1912–1927 гг. были созданы сорта подсолнечника Круглик 7-15-163, Саратовский 169, Круглик 631, Харьковская зеленка, Круглик А-41, которые при испытании в Поволжье, на Северном Кавказе и ряде районов центральной черноземной полосы показали высокую устойчивость (98-99 %) к заразики [1]. Однако в 1925–1928 гг. из некоторых районов Ростовской области, Краснодарского края и Украины стали поступать сообщения о сильной их поражаемости заразики. Проведенные Л.А. Ждановым на Донской селекционной станции, а также В.С. Пустовойтом на опытно-селекционной станции «Круглик» эксперименты с искусственным заражением сортов Круглик 631, Круглик А-41, Саратовский 169 заразики из разных районов, показали существование двух разных по вирулентности биотипов паразита. Тот, к которому указанные сорта были устойчивыми, назвали расой А, а тот, которым они поражались в сильной степени, – расой Б (в русской транскрипции). В конце 30-х годов А.И. Роциным было установлено, что заразики Б неоднородна по составу и различна по вирулентности. Поэтому ее стали называть комплексом рас Б. Эта гетерогенность комплекса рас Б свидетельствовала о продолжающейся дифференциации новых биотипов заразики.

У сортов, устойчивых к расе А, образовывались характерные утолщения корней, названные вздутиями. К сожалению

нию, анатомических исследований этих новообразований, явно связанных с защитным механизмом, не было сделано в то время. Только по устному заявлению профессора В.Р. Заленского: «... эти вздутия являлись следствием усиленной деятельности коры и древесины, благодаря чему происходило ускоренное появление вторичных тканей в этой части корня. Внутри этого разрастания находился небольшой отмерший росток заразихи» [2]. Заразиха комплекса рас Б у этих же сортов никаких утолщений на корнях не вызывала. При полном тождестве морфологических признаков биотипы А и Б различались по вирулентности, то есть по своим физиологическим свойствам. Дифференцировать их можно было только по поражению генотипически разных образцов подсолнечника.

Учитывая чрезвычайно важное значение работ по выведению сортов подсолнечника, устойчивых одновременно к заразихе А и Б, в 1928 г. в районе сильного распространения заразихи Б в Краснодарском крае был организован Армавирский опорный пункт. На полевом участке его был создан жесткий инфекционный фон путем дополнительного внесения семян заразихи. Высеянный на этом участке весь селекционный материал, имевшийся тогда в распоряжении селекционеров, сильно поразили заразихой. Некоторые образцы из Днепропетровской, Полтавской, Донецкой областей были поражены в меньшей степени. Учитывая это, были собраны образцы местного подсолнечника в Андреевском районе Донецкой области и Гуляйпольском районе Запорожской области. Они и послужили ценным исходным материалом для селекции подсолнечника на устойчивость к комплексу рас заразихи Б. К 1934 году были созданы выносливые к заразихе Б и устойчивые к подсолнечниковой моли сорта Ждановский 8281, Ждановский 6432, Вейделевский 61, Вейделевский 62, Армавирский 762 и Армавирский 768.

В дальнейшем были созданы заразиховыносливые сорта подсолнечника, значительно превосходящие эту группу по

устойчивости к заразихе комплекса рас Б, масличности семян, сбору масла с гектара и другим хозяйственно ценным признакам. Урожай семян заразиховыносливых сортов в условиях сильного засорения почвы семенами заразихи Б в 2–5 раз превышал урожай невыносливых [3].

Выведение заразиховыносливых сортов подсолнечника для разных климатических зон бывшего СССР было крупным достижением советской селекции. Без этих работ не было бы культуры подсолнечника в том ее значении, какое она имеет в настоящее время. Успех селекции подсолнечника на устойчивость к заразихе в то время во многом зависел от наличия участков, инфицированных семенами паразита.

К 1938 г. ареал распространения заразихи комплекса рас Б практически совпадал с зоной возделывания подсолнечника в Европейской части бывшего СССР. Это свидетельствовало о том, что высеv в течение почти 10 лет иммунных к расе А сортов, вызывая ее элиминацию, способствовал накоплению в пахотном горизонте семян комплекса биотипов Б [4].

С появлением заразихи во ВНИИМК проводились сравнительные исследования расы А и комплекса рас Б с целью выявить различия между ними и найти причины устойчивости у подсолнечника. Изучалась морфология семян из разных популяций паразита [5].

Неясным был вопрос, внедряется ли вообще в корни устойчивых сортов подсолнечника заразиха из комплекса рас Б? Это вызвало серию сравнительных исследований по проращиванию семян заразихи из разных популяций в присутствии корневых выделений устойчивых и восприимчивых растений подсолнечника, а также в присутствии некоторых химических агентов [6–9]. Семена комплекса рас Б отличались от расы А тем, что не прорастали ни в дистиллированной воде, ни в кислых, ни в буферных смесях. Они прорастали только в присутствии корневых выделений подсолнечника как восприимчивых, так и устойчивых форм. Предпринимались

попытки выделения и идентификации стимулятора прорастания семян заразики комплекса Б из корневых выделений подсолнечника [10; 11]. Автору удалось описать некоторые свойства этого стимулятора. Было обнаружено, что активность пероксидазы в цветоносах заразики Б, вдвое выше, чем у заразики А [12].

Поиски причин устойчивости подсолнечника к зарази-ке предпринимались многими авторами в разных научных учреждениях СССР. Высказывались мнения о зависимости устойчивости от рН клеточного сока корней подсолнечника [7; 12; 13], о снижении активности пероксидазы у восприимчивых сортов при заражении [14], об особых веществах, которые синтезируются в листьях иммунных растений и направляются в корни, создавая условия, препятствующие развитию заразики [15]. Сообщалось об образовании разного количества антител у восприимчивых и устойчивых растений [16; 17]. Рядом авторов было показано, что при вегетативной гибридизации устойчивость растений подсолнечника меняется в зависимости от свойств привоя [15; 18].

Проведенные во ВНИИМК А.Я. Панченко в 1945–1947 гг. [19] эксперименты с вегетативной гибридизацией подсолнечника показали, что привой не влияет на устойчивость подвоя, и определяющее значение в иммунитете к зарази-ке принадлежит корневой системе. Этот вывод был основополагающим для дальнейшей научно-исследовательской работы во ВНИИМК, связанной с иммунитетом подсолнечника к зарази-ке.

В 1963 г. на Каушанском сортоучастке Молдавской ССР все без исключения сорта, бывшие устойчивыми к комплексу рас Б, оказались пораженными зарази-кой [20]. Примерно в это же время (1964–1966 гг.) значительный экономический ущерб от заразики был отмечен на юго-западе Румынии. Сорт ВНИИМК 8931 и другие, а также румынский сорт Рекорд, устойчивые к зарази-ке комплекса рас Б, в значительной степени поразились в этом регионе [21].

Таким образом, факт поражения сортов подсолнечника ВНИИМК 6540, ВНИИМК 8931 и других из этой группы, которые в начале 60-х годов «... практически являлись уже не типа заразиховыносливых, а устойчивыми к заразихе Б» (цит. по В.С. Пустовойт) [1], свидетельствовал об очагах эпифитотии, вызванной новой вирулентной расой, названной впоследствии «молдавской»[22]. В начале 70-х годов молдавский биотип распространился и на территориях Ростовской области, Северного Кавказа, Украины.

Механизм устойчивости подсолнечника к молдавскому биотипу был изучен и описан впервые во ВНИИМК Т.С. Антоновой (1973–1978) у иммунных форм подсолнечника, выделенных ею из сортов Молдавский 41, Армавирский 3497, Кировоградский 23, Саратовский 2, Ромсун 53 [23; 24]. Этот же механизм показали межвидовые гибриды, созданные во ВНИИМК под руководством Г.В. Пустовойт, и самоопыленные линии, полученные Т.С. Антоновой из образцов коллекции ВИР, американского, австралийского и афганского происхождения.

Впервые на уровне взаимоотношений клетка хозяина – клетка патогена Т.С. Антоновой было описано развитие гаусториального органа заразихи и этапы проникновения его клеток в корни устойчивых и восприимчивых форм подсолнечника. Показано, что важнейшим этапом в развитии патогена является проникновение гаусториальных клеток в ксилему корня. Оно служит сигналом к делению их и формированию уже снаружи корня подсолнечника клубенька, где затем образуется апекс генеративного побега растения паразита. Устойчивые к молдавскому биотипу заразихи формы подсолнечника реагировали на попытку гаусториальных клеток проникнуть в сосуды ксилемы отложением слоя лигнина изнутри сосуда в месте их контакта (рис. 1) [24; 25; 26].

Изоляция таким путем от воды и минеральных веществ приводила гаусториальные клетки к гибели, и клубенек не развивался. Т.С. Антоновой сделано также открытие способности гаусториальных клеток заразихи выделять во внешнюю среду экстрацеллюлярные ферменты, способствующие лизису

клеточных стенок корня подсолнечника [27; 28]. Это получило подтверждение и дальнейшее развитие в работах зарубежных ученых. В настоящее время известно, что одной из характеристик заразики, поражающей подсолнечник, является способность ее гаусториальных клеток, выделяя пектолитические ферменты, растворять межклеточные (срединные) пластинки и продвигаться к сосудам, не нарушая целостности и жизнеспособности кортикальных клеток корня подсолнечника [29; 30]. Можно предположить, что молдавский биотип заразики отличался от комплекса рас Б именно этой особенностью. И барьером на пути его гаусториальных клеток у иммунных форм подсолнечника стояла лигнификация изнутри стенок сосудов ксилемы.



Рисунок 1 – Поперечный разрез в области ксилемы корня подсолнечника иммунного к молдавскому биотипу заразики: гк – погибшие гаусториальные клетки заразики, не сумевшие проникнуть в сосуды протоксилемы (пкс) и метаксилемы (мкс), полости трёх сосудов протоксилемы целиком закрыты массой лигнина; л – дополнительные отложения лигнина в стенках сосудов; нс – толщина стенки сосуда в норме

Изучение наследования устойчивости к молдавскому биотипу заразихи показало, что механизм иммунитета к ней контролировался одним доминантным геном [22; 31; 32].

Устойчивость подсолнечника к заразихе комплекса рас Б была иного типа. Гаусториальные клетки этой заразихи не достигали сосудов ксилемы и погибали в кортикальной паренхиме корня вследствие неспецифической защитной реакции поврежденных клеток (рис. 2). Вместе с гибелью клеток корня подсолнечника погибали и проникшие в них клетки патогена [24].

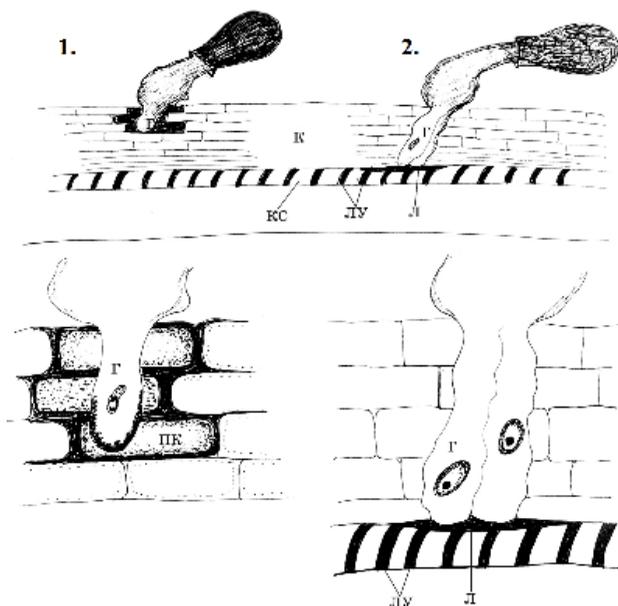


Рисунок 2 – Схематическое изображение корня иммунного растения подсолнечника (в продольном разрезе) с погибшими гаусториями заразихи: 1 – комплекса рас Б и 2 – молдавского биотипа: Г – гаусториальные клетки заразихи; К – корень подсолнечника; КС – ксилема корня; Лу – лигниновые утолщения стенки сосуда в норме; Л – отложения дополнительного лигнина в сосуде в месте контакта с гаусториальными клетками заразихи; ПК – клетки коровой паренхимы корня, погибшие вместе с гаусториальной клеткой паразита в результате раневой реакции

Вероятно, неоднородность комплекса рас Б сформировалась под воздействием этого кортикального защитного механизма, связанного с нарушением фенольного обмена в поврежденных клетках. Расовый состав комплекса Б должен был различаться адаптационными механизмами обезвреживания токсичных метаболитов хозяина в поврежденных клетках его кортекса (коры), куда проникали гаусториальные клетки паразита [33].

Неспецифическим характером этой защитной реакции можно объяснить то, что при изучении наследования устойчивости к комплексу рас Б сообщалось о полигенности признака [34], о действии малых генов с аддитивным взаимодействием [35] или пяти аллельных генах [36], о двух генах с комплементарным взаимодействием [37; 38].

В конце 80-х годов прошлого столетия во ВНИИМК В.В. Толмачевым [32] был проанализирован расовый состав популяций заразики на посевных площадях подсолнечника в СССР. Был сделан вывод о преобладании повсеместно расы С (так был назван в СССР молдавский биотип). Здесь следует отметить, что обозначение латинской буквой «С» молдавского биотипа уже не соответствовало русской транскрипции символов «А» и «Б», обозначающих предыдущие расы.

Раса А была обнаружена В.В. Толмачёвым только на полыни – первичном хозяине этого вида заразики в окрестностях города Бишкек (бывший Фрунзе). Биотип, относящийся к комплексу рас Б, был выявлен им на участке длительного (более 10 лет) возделывания восприимчивого к нему сорта-популяции Гигант 549 в коллекционном питомнике опытной станции ВИР. Такая однородность популяции заразики связана с известным положением, что расы патогенов исчезают с уходом сортов их питающих [4].

Таким образом, создание сортов подсолнечника, устойчивых к комплексу рас Б, привело к постепенной элиминации составляющих его биотипов. К началу 90-х в популяции заразики в пахотном слое посевных площадей Краснодарского края преобладал молдавский биотип (С) с некоторой примесью вирулентных особей, названных далее

по латинскому алфавиту расой D, преодолевших иммунитет возделывавшегося в те годы сортимента (с частотой до 5 %). Наличие и обозначение этой расы было показано В.В. Толмачевым [32]. Таким образом, отечественная номенклатура рас заразики того времени выглядела следующим образом: А, комплекс рас Б, С, D.

Не отличаясь морфологически от молдавского биотипа, заразики, обозначенная латинской буквой D, не вызывала отложения лигнина в сосудах ксилемы в области контакта с гаусториальными клетками. Это свидетельствовало о том, что защитный механизм против молдавского биотипа возникал под воздействием химических веществ самого паразита, выделявшихся его гаусториальными клетками, в частности, экстрацеллюлярной пероксидазы [39; 40].

Во ВНИИМК и его опытной сети на протяжении 1975–1985 гг. были созданы устойчивые к молдавскому биотипу заразики сорта и гибриды подсолнечника.

Поскольку семена заразики прорастали в присутствии корневых выделений как восприимчивых, так и устойчивых генотипов подсолнечника, то возделывание устойчивого сортимента с конца 70-х до середины 90-х привело к уничтожению основных запасов семян паразита в полях. Это одна из весомых причин того, что до конца 90-х проблем с заразой на подсолнечнике в России не возникало. На протяжении 90-х и начала 2000 годов было даже трудно найти и собрать необходимое количество семян заразики для целей селекции на устойчивость к ней. Замедленной эволюции новых рас заразики в значительной мере способствовало соблюдение в СССР научно обоснованных севооборотов, когда подсолнечник возвращался на прежнее место не ранее чем через 8 лет.

Начало нового тысячелетия ознаменовалось поступлением из разных мест (Ростовской и Волгоградской областей, Ставропольского и Краснодарского краёв) сообщений о поражении заразой сортимента подсолнечника, бывшего устойчивым (рис. 3).



Рисунок 3 – Высоковирулентная заразиха *Orobanche cumana* Wallr. из Ростовской области на корнях подсолнечника гибрида Арена: А – общий вид; Б – корни отмыты от почвы, 2006, 2009 гг.

Исследованиями, выполненными сотрудниками лаборатории иммунитета и электрофореза ВНИИМК под руководством Т.С. Антоновой (рис. 4), картировано распространение новых вирулентных биотипов заразихи в Ростовской области [41] (рис. 5).



Рисунок 4 – Коллектив лаборатории иммунитета и электрофореза в 2010 г. Сидят: заведующая лабораторией, д.б.н. Т.С. Антонова (справа) и к.б.н. С.А. Рамазанова. Стоят (слева-направо): С.Л. Саукова, к.с-х.н. М.В. Ивебор, к.с-х.н. Н.М. Арасланова, Т.А. Челюстникова, к.б.н С.З. Гучетль



Рисунок 5 – Наличие самого вирулентного биотипа возбудителя *Orobanche cymana* Wallr., поражающего дифференциатор подсолнечника, устойчивый к расе **G** со степенью: сильной

♦ и слабой ♦ в районах Ростовской области:

- 1 – Азовский, 2 – Аксайский, 3 – Белокалитвинский, 4 – Егорлыкский, 5 – Константиновский, 6 – Куйбышевский, 7 – Миллеровский, 8 – Морозовский, 9 – Родионовонесветайский, 10 – Сальский, 11 – Тагинский, 12 – Целинский, 13 – Цимлянский, 14 – Шолоховский, 15 – Обливский; жёлтыми фигурами помечены районы, где этот биотип не обнаружен

Особенно неблагополучной оказалась обстановка в Белокалитвинском, Константиновском, Тацинском, Морозовском и Егорлыкском районах Ростовской области. Повсеместное нарушение там землепользования, резкое сокращение севооборотов и возделывание на протяжении 90-х годов прошлого столетия гибридов подсолнечника иностранной селекции, восприимчивых к местной заразице, способствовали, воспроизведению и накоплению в почве её семян, ускорению процесса эволюции и образованию новых вирулентных биотипов, преодолевающих устойчивость современных сортов и гибридов. Как показали данные Антоновой с соавторами [41], эти вирулентные биотипы заразицы поражают также румынские и испанские линии подсолнечника с известными генами резистентности (доминантными *Or5*, *OR6*, *Or7* и двумя рецессивными *orb*, *or7* с совместным действием), устойчивые к расам E, F, G в Испании, Румынии и Турции (табл. 1).

Таблица 1

Степень поражения* линий-дифференциаторов подсолнечника заразицей из некоторых районов Ростовской области, 2009 г.

№	Район сбора заразицы	ВНИИМК 8883, контроль	LC1002 Or4 (D)**	LC1003 Or5 (E)**	БК 623 Or5 (E)**	LC1093 Or6 (F)**	P 96 orbog7 (F)**	16Ax25 Or8 (G)**
1	Аксайский	76	57	15	21	36	4	4
2	Белокалитвинский	68	18	21	13	12	15	36
3	Егорлыкский	82	18	13	4	3	1	34
4	Константиновский	119	57	36	23	15	7	31
5	Морозовский	118	94	34	21	52	6	3
6	Тацинский	82	76	35	43	21	12	35
7	Сальский	72	0	0	1	0	7	0
8	Целинский	55	0	0	0	2	0	0
9	Цимлянский	66	22	9	16	2	3	8

*Степень поражения – среднее число здоровых особей (клубеньков и стеблей) заразицы на 1 пораженное растение через 30 дней после всходов;
 ** В скобках указано, к какой расе устойчива линия-дифференциатор

Учитывая показанные выше механизмы устойчивости к комплексу рас Б и к молдавскому биотипу, по нашему мнению, логично предположить, что ген *Or5* контролирует механизм лигнификации сосудов ксилемы, так как этот же механизм эффективен также против и расы А, и комплекса рас Б.

В настоящее время высоковирулентные расы заразики распространены в Румынии Испании, Турции и ряде других стран. Являются ли новые биотипы заразики, распространившиеся в настоящее время в некоторых регионах России, аналогичными европейским и турецким расам D, E, F, G и H – очень актуальный вопрос, требующий тесного сотрудничества ученых и селекционеров всех заинтересованных стран.

На протяжении целого столетия во ВНИИМК постоянно ведется селекционная работа по созданию сортов и гибридов подсолнечника, устойчивых к заразики. Оценка устойчивости селекционного материала проводится в зимний период в теплицах методами В.С. Пустовойта и А.Я. Панченко [1; 42] (рис. 6).



Рисунок 6 – Персонал лаборатории иммунитета и электрофореза в зимний период в тепличных условиях проводит оценку устойчивости подсолнечника к заразики из Ростовской области методом А.Я. Панченко. 2010 г.

В лаборатории иммунитета и электрофореза ВНИИМК под руководством Т.С. Антоновой осуществляется наблюдение над вирулентностью популяций заразики и ведется активный поиск источников устойчивости к наиболее вирулентным ее биотипам из Ростовской области. В сотрудничестве с зарубежными коллегами из Румынии, Испании, Турции проводится идентификация рас в соответствии с международной латинской классификацией. После более чем двух десятилетий отсутствия проблемы с заразихой в стране эти исследования крайне необходимы для понимания, что собой представляет паразит на современном этапе и для успешной борьбы с ним всеми способами в ходе комплексной защиты подсолнечника.

В начале прошлого века большой вред подсолнечнику, кроме заразики, наносила подсолнечниковая моль *Homoeosoma nebulleta* Hb. (синонимы – подсолнечная огневка, метлица). Она распространена во всех зонах возделывания подсолнечника. Ее гусеницы повреждают цветки, а затем и семянки, которые не имеют панцирного слоя.

К 1910 г. в ходе народной селекции уже существовали панцирные формы подсолнечника, у которых семена не поражались молью. В результате селекции удалось быстро создать сорта, устойчивые к моли. В 1912 году среди изучаемых образцов подсолнечника доля панцирных составляла 52 %, в 1915 – 78, а в 1922 – 97,7 % [43]. Вместе с тем одним из направлений селекции являлось снижение лужистости семян. Если в 1921–1926 гг. доля лужистости составляла 32–52 %, то в 1960–1965 гг. она снизилась до 22–29 % [3]. К 1960 г. накопилось большое количество биотипов с низкой лужистостью, у которых семянки центральной части корзинок начали повреждаться гусеницей этой моли. Поэтому биотипы, у которых доля перикарпия семян составляла менее 20 %, в селекции не использовались. Возникла необходимость изучения изменений, которые произошли в перикарпии семян в про-

цессе окультуривания подсолнечника, и ответа на вопрос возможна ли селекция на дальнейшее снижение лужистости без потери перикарпием его защитной функции. Эта работа была выполнена во ВНИИМК к началу 70-х годов прошлого столетия Т.А. Перестовой. Ею было выявлено, что по мере снижения лужистости уменьшаются толщина гиподермы и фитомеланового слоя, который и является главным препятствием для гусениц моли. Установлено также, что долю лужистости можно уменьшать при одновременном сохранении фитомеланового слоя. Был предложен метод ранней диагностики панцирности семян подсолнечника в период цветения растений. Суть метода: на 6–7-ой день после начала цветения визуально определяют цвет семян крайней зоны корзинки. Темно-серый цвет их свидетельствует о наличии фитомеланового слоя. Светло-серый цвет, или светлые пятна на поверхности семян свидетельствуют о его отсутствии [44]. Обязательный в настоящее время контроль панцирности семян дает возможность поддерживать иммунитет к подсолнечниковой моли у сортов и гибридов селекции ВНИИМК.

Начиная с 1950 г., в Краснодарском крае подсолнечник начал заметно поражаться ложной мучнистой росой (рис. 7), вызываемой грибным патогеном *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berlese et de Toni (синоним *Plasmopara helianthi* Novot.). В благоприятные для развития патогена годы поражение восприимчивых сортов достигало 70 %, а недобор урожая – 50 %. Испытание тогда всех районированных и перспективных в СССР сортов подсолнечника показало их сильную поражаемость [45].

Описание симптомов проявления, изучение биологических свойств и условий развития возбудителя было выполнено во ВНИИМК О.И. Тихоновым [46], а селекция на устойчивость к этому заболеванию была начата Г.В. Пустовойт и ее учениками. В 1955–1956 гг. были получены межви-

довые гибриды при скрещивании топинамбура (*H. tuberosus* L.) с культурным подсолнечником (сорт ВНИИМК 8931).



Рисунок 7 – Растения подсолнечника, поражённые ложной мучнистой росой (возбудитель болезни – *Plasmopara halstedii* – раса 330)

Они и послужили исходным материалом для получения форм, устойчивых к ложной мучнистой росе, а также к заразице и ржавчине. Была выполнена огромная работа по разработке методов преодоления нескрещиваемости и стерильности гибридов низших поколений, методов их окультуривания без применения беккроссов, создания схемы

селекции и семеноводства межвидовых гибридов. Не меньшее значение имели инфицированные фоны, разработка специальных методов искусственного заражения подсолнечника возбудителем заболевания и надежных методов оценки и выбраковки гибридов в условиях теплиц и поля [47]. Были разработаны тепличный [48] и теплично-полевой [49] методы заражения и оценки устойчивости селекционного материала к этой болезни. Создание этих методов позволило проводить массовую оценку устойчивости растений подсолнечника не только в летний, но и в осенне-зимний период, что значительно ускорило селекционный процесс. В короткий срок был получен высокоустойчивый и высокопродуктивный исходный материал. На его основе впервые в селекционной практике были созданы среднеспелые сорта – межвидовые гибриды Новинка и Прогресс, на 97–99 % устойчивые к ложной мучнистой росе, вертициллезу и подсолнечниковой моли. Районированный с 1978 г. сорт Прогресс был также устойчив к молдавскому биотипу заразики.

Из популяций межвидовых гибридов высших поколений, устойчивых к заразики, ложной мучнистой росе, ржавчине, вертициллезу и другим патогенам, в отделе популяционной селекции ВНИИМК были выведены высокопродуктивные сорта подсолнечника различных групп спелости с комплексной устойчивостью к этим патогенам.

Так же, как и заразики, возбудитель ложной мучнистой росы – облигатный паразит. Поэтому при селекции подсолнечника на устойчивость к нему, происходит жесткий отбор и на выживаемость патогена. Со сменой возделываемого сорта подсолнечника возникают новые расы возбудителя.

В настоящее время в мировой популяции *P. halstedii* насчитывают 36 патотипов [50]. Группой ведущих фитопатологов мира была предложена [51] международная методика дифференциации рас *P. halstedii* с помощью стандартного набора из 9 линий-дифференциаторов подсолнечника.

В России структура популяций этого гриба на подсолнечнике долгое время оставалась практически неизученной со времен выпуска монографии Н.С. Новотельновой [52], известной во всем мире как лучшая сводка данных по грибу. До начала 80-х годов прошлого века считалось, что на территории бывшего СССР была распространена европейская раса 1 (или 100 по современной номенклатуре). Однако сорта подсолнечника, имевшие устойчивость к ней, стали поражаться в те годы в Краснодарском крае [53]. С созданием зарубежных линий-дифференциаторов подсолнечника, с помощью которых можно было дифференцировать патотипы гриба, в Краснодарском крае в конце 90-х были выявлены расы 310 и 330 [54], из которых первая встречалась спорадически, а вторая повсеместно.

Первая декада лет нового тысячелетия ознаменовалась широкомасштабными исследованиями, выполненными коллективом лаборатории иммунитета и электрофореза ВНИИМК по идентификации рас *P. halstedii* на подсолнечнике в общей сложности в 28 районах Краснодарского края, республики Адыгея и Ростовской области. К 2008 г. было выявлено 7 рас: 100, 300, 310, 330, 700, 710, 730. Из них три расы: 330, 710 и 730 были широко распространены с доминированием первой. Остальные расы встречались спорадически [55–57]. Причем, расы 100 и 300 (соответствующие самым старым расам 1 и 2) в искусственных условиях размножения давали очень скудное спороношение. Это свидетельствует об их постепенной элиминации. Разнообразие расового состава популяций этого гриба на подсолнечнике требует постоянного периодического мониторинга рас и определения их соотношения. Определение соотношения рас в Краснодарском крае в период 2004–2008 гг. было выполнено М.В. Ивевор (рис. 8) и представлено на рисунке 9. В зависимости от возделываемого сорта подсолнечника могут появиться и занять господствующее положение новые вирулентные расы *P. halstedii*. Тогда необхо-

димы будут коррективы в стратегии селекции подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе для этого региона.



Рисунок 8 – М.В. Ивебор, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории иммунитета и электрофореза ВНИИМК

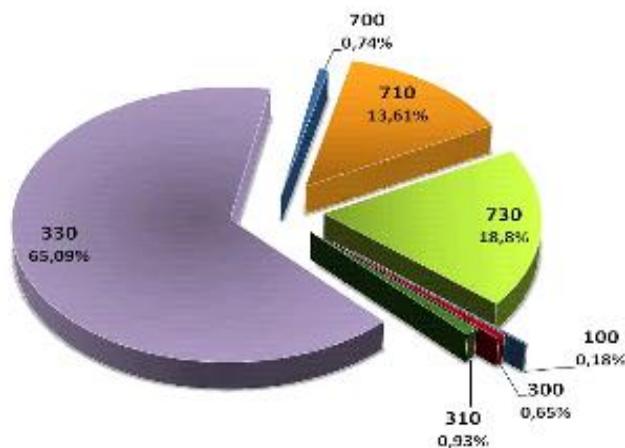


Рисунок 9 – Соотношение рас *Plasmopara halstedii*, выявленных в районах Северокавказского региона, %.
Расы: 100, 300, 310, 330, 700, 710, 730 (2004–2007 гг.)

Следует отметить, что к началу нового тысячелетия в лаборатории иммунитета ВНИИМК был разработан лабораторный метод оценки устойчивости к ложной мучнистой росе селекционного материала подсолнечника без использования почвы (рис. 10). Суть его состоит в том, что семечки подсолнечника проращивают в рулонах фильтровальной бумаги в течение 3–4 дней, затем здоровые проростки освобождают от лузги и рядами по 25 штук помещают в растильни, заполненные речным песком и выстланные фильтровальной бумагой.



Рисунок 10 – Метод лабораторной оценки устойчивости образцов подсолнечника к ложной мучнистой росе:

1 – размещение семян подсолнечника на увлажненной фильтровальной бумаге для проращивания; 2 – рулоны с проращиваемыми образцами семян во влажной камере; 3 – проросшие семена подсолнечника; 4 – освобожденные от лузги проростки подсолнечника разложены в растильни и готовы к инокуляции (в колбе – водный раствор спорангиальной суспензии *P. halstedii* для инокуляции); 5 – выращивание зараженных проростков при оптимальных фотопериоде и температуре; 6 – для образования спороношения патогена растильни с зараженными проростками помещены во влажную камеру; 7 – проростки со спороношением гриба

Один из рядов представлен восприимчивым ко всем расам контрольным вариантом. Заражение суспензией зооспор возбудителя, количество дней выращивания до проявления спороношения аналогично таковым при других методах оценки. Этот метод позволяет в течение осенне-зимнего периода в лабораторных условиях с наименьшими затратами оценить весь имеющийся селекционный материал на устойчивость к любой расе *P. halstedii* (рис 10а). Материал для приготовления инокулюма хранится в замороженном состоянии, что позволяет иметь его под рукой круглый год.



Рисунок 10 а – Н.М. Арасланова, к. с-х. н., ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета и электрофореза и научный сотрудник С.Л. Саукова (на переднем плане) выполняют учет устойчивых к ложной мучнистой росе проростков подсолнечника

Дифференцированный подход к расовой неоднородности популяций гриба при оценке селекционного материала отдела селекции гибридного подсолнечника позволил сотрудникам лаборатории иммунитета и электрофореза выделить

устойчивые к каждой расе образцы. Благодаря этому к 2009 г. в отделе селекции гибридного подсолнечника доктором биологических наук С.В. Гончаровым и кандидатом сельскохозяйственных наук В.Д. Савченко были созданы линии подсолнечника с комплексной устойчивостью к трем наиболее распространенным расам ЛМР (330; 710; 730), а М.В. Ивевбор выделен материал в коллекции подсолнечника ВИР также с комплексной устойчивостью к этим расам (табл. 2).

Таблица 2

Образцы подсолнечника из коллекции ВИР, лучшие по устойчивости к расам *P. halstedii*, ВНИИМК. 2008 г.

Образец		Поражение расой, %		
№ в каталоге ВИР	название	330	710	730
358	Гигант 549	0	33,3	41,7
3220	ВИР 160	0	0	0
3286	ВИР 196	0	100	0
3287	ВИР 197	0	40	0
3314	ВИР 247	0	0	0
3324	ВИР 263	0	50	33,3
3333	ВИР 378	0	100	100
3338	ВИР 387	0	0	0
3381	ВИР 581	0	0	0
3384	ВИР 584	0	100	0
-	ВИР 632	0	0	0
-	HA232x <i>H. giganteus</i>	0	0	0
-	ВИР 436Л	0	0	0

Как известно, устойчивость к расам возбудителя ложной мучнистой росы у подсолнечника контролируется отдельными доминантными генами [58; 59]. В то же время существует и частичная нераспецифическая устойчивость, независимо от наличия тех генов [60]. Для придания долговременной устойчивости авторы предлагают вводить известные гены в материал с частичной неспецифической устойчивостью.

Ржавчина – заболевание подсолнечника, вызываемое облигатным грибным патогеном *Puccinia helianthi* Schwein, одно из наиболее распространенных во всех зонах его возде-

львания. Потери урожая составляют 25–40 %, масличность семян снижается на 4–25 % в зависимости от степени поражения [3; 61; 62]. Первый селекционный материал, устойчивый к ржавчине, был получен во ВНИИМК в 1935 г. В.С. Пустовойтом при скрещивании дикорастущего вида *H. ruderalis* Wenzl. с сортом Круглик 1846 [63]. Однако в связи с сильным поражением этих межвидовых гибридов ложной мучнистой росой их дальнейшая селекция была прекращена [64]. Полученные Г.В. Пустовойт в 1955 году межвидовые гибриды подсолнечника в первых поколениях обладали устойчивостью к ржавчине, но у более поздних поколений она утрачивалась.

Обнаружилось, что все многолетние дикорастущие виды подсолнечника обладают устойчивостью к ржавчине, а среди однолетних возможно выделение устойчивых форм. Было установлено, что в популяциях межвидовых гибридов подсолнечника селекции ВНИИМК имелось до 10 % устойчивых и слабопоражаемых биотипов. В качестве донора устойчивости в отделе селекции популяционного подсолнечника под руководством Г.В. Пустовойт использовали известную гибридную популяцию *H. tuberosus* x ВНИИМК 8931. К началу 80-х годов во ВНИИМК на основе межвидовых гибридов был создан ценный исходный селекционный материал с различным вегетационным периодом и на его основе – сорт Кремний, устойчивый к ржавчине, ложной мучнистой росе, зарахе и подсолнечниковой моли [65].

Создание во ВНИИМК межвидовых гибридов подсолнечника явилось качественно новой ступенью в развитии селекции на иммунитет. Выведенные на их основе высокомасличные и высокопродуктивные сорта и гибриды с групповым иммунитетом к описанным облигатным паразитам и подсолнечниковой моли, завоевали популярность и широко известны во всем мире. Они в меньшей степени поражались и пепельной гнилью. Это заболевание, вызываемое грибом

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid., вредоносно для подсолнечника в жаркие засушливые годы.

Результативный отбор на устойчивость к пепельной гнили был проведен после разработки метода искусственного заражения и ранней диагностики этого заболевания [66]. Метод состоит в том, что в контролируемых условиях камеры искусственного климата инокулюм патогена вносят локально вместе с семенами оцениваемого материала. Степень поражения определяют у 3–4-дневных проростков по наличию повреждений корневой системы. В сочетании с последующей полевой оценкой на естественно инфицированном фоне таким путем была создана популяция подсолнечника, обладавшая 90–95 %-ной устойчивостью при искусственном заражении и сохранявшая этот уровень в условиях естественных эпифитотий. При постоянном контроле над устойчивостью к заразихе и ложной мучнистой росе устойчивый к пепельной гнили материал был на 96–98 % устойчив и к этим патогенам [43]. В середине 80-х годов XX века на основе этого материала, кроме сорта Кремний, были созданы сорта Лидер и Березанский, устойчивые к пепельной гнили, а также и к ложной мучнистой росе, ржавчине, заразихе.

К концу 60-х годов все более значительный ущерб посевам подсолнечника стала наносить белая гниль, или склеротиниоз, вызываемая грибным факультативным паразитом *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) dBy. Этот гриб-полифаг, поражающий около 360 видов растений, вызывает заболевание всех органов подсолнечника. Поэтому различают прикорневую, стеблевую, листовую, верхушечную и корзиночную формы поражения. Почвенные и климатические условия регионов, возделывающих подсолнечник, влияют на то, какой именно вид поражения свойствен данной местности. На Кубани часто наблюдается поражение корней и основания стебля, а также высоко вредоносно поражение корзинок в фазе налива и созревания семян при большом количестве осадков в этот период.

В течение 70–80-х годов XX века во ВНИИМК проводилась интенсивная селекционная работа на устойчивость к склеротиниозу. Был разработан комплекс методов искусственного заражения и отбора устойчивых биотипов подсолнечника на разных стадиях вегетации [67; 68]. С их применением были получены самоопыленные линии, лучшие из которых были невосприимчивы ко всем формам белой гнили. Было выявлено, что эти линии отличались от восприимчивых высоким содержанием кальция в тканях и стабильно низкой проницаемостью клеточных мембран (табл. 3) [69; 70].

Таблица 3

Проницаемость клеточных мембран и содержание кальция до и после одновременного заражения белой и серой гнилями корзинок устойчивых линий подсолнечника, Краснодар, 1983 г.

Линия	Проницаемость клеточных мембран (мл восстановленного перманганата калия на 1 г сырой массы тканей)		Содержание кальция (% к абсолютно сухому весу)	
	до заражения	после заражения	до заражения	после заражения
1С1	28,0±0,19	24,0±0,25	3,24±0,48	4,86±0,33
034	9,6±0,40	12,0±0,27	4,57±0,40	5,66±0,67
2228	18,4±0,31	16,0±0,23	2,92±0,16	4,32±0,46
ЛЗ-30	21,6±0,20	16,0±0,17	6,09±0,40	5,95±0,31
Л1-1	13,6±0,33	11,2±0,25	2,79±0,23	3,82±0,38
Контроль	29,6±0,37	37,6±0,36	2,37±0,21	2,36±0,36
$t_{05} = 2,09$				

Были созданы первые высокоустойчивые многолинейные сорта-синтетики [43]. Однако задача оказалась значительно более сложной, чем казалась изначально, устойчивость не сохранялась у потомств. С началом перестроечного периода и распадом СССР исследования и селекция на устойчивость к белой гнили во ВНИИМК были прекращены из-за финансовых и кадровых проблем.

В середине 90-х во многих регионах, возделывающих подсолнечник в России, распространилось опасное карантин-

ное заболевание, вызываемое грибом *Phomopsis (Diaporthe) helianthi* Munt.-Cvet., Michal., Petr. Фомопсис, или серая пятнистость стеблей, впервые среди европейских стран значительно поразил подсолнечник в Югославии в 1980 г. Потери урожая составили 50 %. В 1985 г. он был отмечен уже в Молдавии и Закарпатской области Украины. В 1990 г. проявление болезни было зарегистрировано в Ставропольском крае, а в 1992 – в Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкессии, в отдельных районах Ростовской области и Кущевском районе Краснодарского края. На Кубани в период с 1993 по 1997 гг. это заболевание охватило 35 районов, а с 1995 по 1997 гг. имело эпифитотийный характер.

Поражение растений подсолнечника этим грибом начинается с края листа, где аскоспоры прорастают непосредственно в сосудистую систему, мицелий постепенно колонизирует все ткани листа, по сосудам переходит в черешок и далее в стебель. Таким же путем поражаются листочки обертки корзинки, вызывая ее гниль. Крайние проявления разрушительного действия гриба – поражение семян и перелом стебля. Причем, поражение семян может происходить двумя путями: первый – при непосредственном загнивании самой корзинки и второй – путем передвижения мицелия гриба от первичного очага в листе вверх по сосудистой системе стебля до генеративных органов. Обнаруженное явление сохранения и передачи инфекционного начала с семенами поставило фомопсис в разряд карантинных объектов в Российской Федерации.

Во ВНИИМК оценка селекционного материала на устойчивость к фомопсису была начата в 1989 году. Эпифитотийный характер распространения заболевания вызвал необходимость усиления научной работы в этом направлении. Исследованиями, выполненными Э.Л. Слюсарь (1992–1995 гг.), показано, что при сильной степени поражения подсолнечника в период бутонизации растения погибают. При средней степе-

ни поражения урожай семян снижался на 66 %, масличность – на 3,4 % [71].

В лаборатории иммунитета ВНИИМК под руководством Э.Л. Слюсарь проводилось также изучение вирулентности разных изолятов гриба, их культуральных свойств, сравнение некоторых методов заражения, оценка устойчивости дикорастущих видов подсолнечника при искусственном заражении [72]. Кроме того, были начаты и проводятся ежегодно полевые обследования селекционного питомника с целью выявления наиболее толерантного материала в естественных условиях поражения. Было установлено, что все, районированные в то время, сорта и гибриды поражались фомопсисом. Некоторая выносливость была присуща гибридам Краснодарский 885, Кубанский 48, Кубанский 43 и гибридам югославской селекции. При оценке устойчивости образцов подсолнечника мировой коллекции ВИР из 360 образцов только 7 имели слабую степень поражения при искусственном заражении. В то же время дикорастущие виды проявили устойчивость.

Одновременно изучались некоторые причинно-следственные связи устойчивости стеблей подсолнечника к фомопсису. Были выявлены различия в анатомическом строении стеблей устойчивых и восприимчивых растений, показано, что эти различия связаны с более ранним физиологическим старением, которое является одной из причин восприимчивости к заболеванию [73]. Кроме того, обнаружено, что иммунитет стеблей подсолнечника к фомопсису обусловлен неспецифической раневой реакцией клеток коры, а ткани центрального цилиндра устойчивых форм восприимчивы к заболеванию. Нарушение соотношения между корой и центральным цилиндром у линейного материала в пользу последнего приводит к ослаблению устойчивости [74].

При критически влажных погодных условиях лета 1997 года и оптимальной для гриба температуре (25–27 °С) на Ку-

бани случилась сильная эпифитотия фомопсиса. Это позволило в жёстких естественных условиях отобрать наиболее устойчивые образцы подсолнечника в селекционном питомнике ВНИИМК. Специфика поражения фомопсисом и неспецифический иммунитет к нему у стеблей подсолнечника требуют проведения оценки устойчивости в период от бутонизации до созревания на фоне повышенной влажности. Поэтому несмотря на тяжелейшие экономические условия во ВНИИМК был создан орошаемый карантинный участок для выращивания подсолнечника и искусственного заражения его фомопсисом и другими грибными патогенами (рис. 11, рис. 12). Большая заслуга в создании этого участка принадлежала заместителю директора по научной работе Н.И. Бочкареву.



Рисунок 11 – Выращивание подсолнечника на орошаемом участке для заражения фомопсисом, стрелкой показана одна из дождевальных стоек, 2002 г.



Рисунок 12 – Зараженные фомопсисом растения восприимчивого гибрида подсолнечника на орошаемом участке. 2002 г.

В период с 1998 по 2001 гг. в лаборатории иммунитета уже под руководством Т.С. Антоновой была разработана и апробирована на этом участке методика искусственного заражения и оценки устойчивости стеблей подсолнечника при ежедневном двукратном дождевании в утренние и вечерние часы от момента заражения до созревания семян. Заражение производится в разрез листовых черешков кусочками искусственно зараженных сухих стерильных стеблей подсолнечника [75]. Распространение поражения оценивали по 5-балльной шкале (рис. 13). Следует подчеркнуть, что лишь применение искусственного дождевания обеспечивало успех этой работы. В силу же объективных причин поддержка и обслуживание орошаемого участка были прекращены в 2005 г.

Благодаря совместным усилиям отдела селекции гибридного подсолнечника и лаборатории иммунитета ВНИИМК были созданы толерантные гибриды Кубанский 480, Кубанский 93 и высокоустойчивые к фомопсису гибриды Кубан-

ский 930, Кубанский 931, Кубанский 939, Кубанский 941, Темп, Квант, Триумф, Гермес, Меркурий, обладающие также устойчивостью к заразихе (молдавский биотип), ржавчине и к расе 330 возбудителя ложной мучнистой росы.

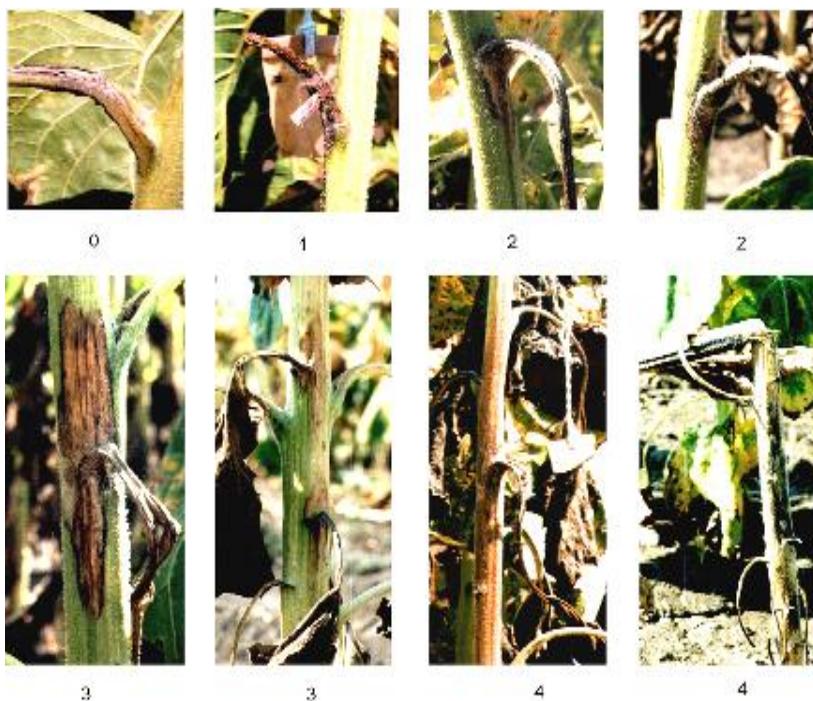


Рисунок 13 – Цветная шкала для оценки устойчивости стеблей подсолнечника к фомопсису при искусственном заражении в черешок листа в фазе бутонизации

Таким образом, в период, ознаменовавшийся распадом СССР, экономическим крахом и массовым прекращением в России исследований по многим научным направлениям, во ВНИИМК исследования, связанные с селекцией устойчивых к болезням сортов и гибридов подсолнечника, были ограничены тремя наиболее опасными патогенами, способными уничто-

жить подсолнечник как культуру. Это заразила, фомопсис и возбудитель ложной мучнистой росы. Однако ежегодные обследования посевов показывали, что все большее распространение получают альтернариоз, сухая гниль корзинки, вертициллез, бактериоз, фузариоз.

В последние два десятилетия на Кубани стало частым явлением поражение подсолнечника фузариозом (рис. 14). В известных отечественных монографиях А.И. Райло [76] и В.И. Билай [77] упоминается только о случаях поражения корзинок *F. moniliforme*. Но уже в середине 90-х годов прошлого столетия из пораженных семян подсолнечника в Белгородской и Воронежской областях, кроме *F. Moniliforme*, были выделены виды *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides* (Sherb.) Bilai, *F. sambucinum* Fuck., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. solani* (Mart.) App. et Wt. и сделан вывод о серьезности проблемы поражения подсолнечника фузариозом [78]. Следует отметить, что из поражений разных органов подсолнечника фузариозом, наиболее вредоносна корневая гниль.



Рисунок 14 – Стебли подсолнечника, заражённые *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides* инъекцией споровой суспензии в гипокотиль и стебель: слева – устойчивый, справа – восприимчивый, стрелками указаны участки инъекций

В связи с задачами селекции в лаборатории иммунитета ВНИИМК в 2000 г. были начаты исследования заболеваемости подсолнечника фузариозной корневой гнилью и разработка методов оценки устойчивости селекционного материала. Проведено определение видов гриба, вызывающих заболевание подсолнечника в некоторых районах Краснодарского края, изучена их патогенность. Из разных органов молодого и зрелого подсолнечника были выделены следующие виды и разновидности: *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans, *F. oxysporum*, var. *orthoceras* (App. et Wr.), *F. sporotrichiella* var. *poae* (Pk.) Wr. emend. Bilai, *F. sporotrichiella* var. *tricinctum* (Cda) Bilai, *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides* (Sherb.) Bilai, *F. semitectum* Berk et Rav., *F. gibbosum* App. et Wr. emend Bilai, *F. moniliforme* Sheld., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. solani* var. *argillaceum* (Fr.) Bilai, *F. javanicum* Koord, *F. heterosporum* Nees. [79]. К настоящему времени известно до 20 видов фузариев, встречающихся на подсолнечнике. Дополнительно к перечисленным, ещё 8 видов и разновидностей были выделены во ВНИИМК Г.В. Терещенко [80].

По частоте встречаемости доминировал *F. oxysporum*, var. *orthoceras*. Этот вид широко распространен во многих районах края. В смеси с ним часто выделялись вариации *F. solani*, которые в чистой культуре показывали слабую патогенность. Однако в отдельных районах встречались чистые изоляты *F. solani* var. *argillaceum* со значительной патогенностью.

Серьезную озабоченность вызывает распространение вариаций *F. sporotrichiella*, известных своей токсичностью для человека и животных. Все их изоляты оказались высоко патогенны и токсичны для подсолнечника.

В лаборатории иммунитета ВНИИМК выполнено изучение вредоносности для подсолнечника фузариозной корневой гнили. Разработан лабораторный метод заражения и оценки устойчивости двухдневных проростков с использованием пластиковых чашек Петри с перфорированными крышками (рис. 15, рис. 16). Отобранные устойчивые проростки



Рисунок 15 – Лабораторный метод оценки устойчивости проростков подсолнечника к фузариозной корневой гнили с использованием перфорированных чашек Петри: в левой – контрольные незараженные проростки, в правой – часть проростков проявила устойчивость при погружении корней в инокулюм *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*



Рисунок 16 – Двухдневные проростки подсолнечника после 6-часового погружения кончика корня в колонии фузариев: ряд I – *F. oxysporum* var. *orthoceras*, ряд II – *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*; слева – контрольный здоровый проросток, кончик корня которого погружался в воду

далее укореняют и выращивают в камере искусственного климата для получения потомства. Разработана также технология оценки и отбора устойчивых растений на инфекционном участке с двойным заражением: внесением инокулюма с семенами при посеве и вторично – инъекцией споровой суспензии гриба в гипокотиль и эпикотиль в фазе 5–6 пар настоящих листьев (см. рис. 14). Установлено, что при искусственном заражении путем инъекции споровой суспензии двух видов гриба в гипокотиль растений в фазе 4–5 пар настоящих листьев и в стебель в фазе бутонизации происходит существенное уменьшение урожая с одного растения и снижение массы 1000 семян (табл. 4).

Таблица 4

Морфофизиологические признаки растений подсолнечника при искусственном заражении стеблей грибами из рода *Fusarium*

ВНИИМК, 2001

Сорт, гибрид	Вариант	Высота растения, см	Диаметр корзинок, см	Масса 1000 семян, г	Масличность, %	Урожай, г/раст.
ВНИИМК 8883	F. oxysporum, var. orthoceras	177	16,2	52,0	53,0	53,8
	F. sporotrichiella var. sporotrichioides	177	17,1	53,6	52,3	56,0
	Контроль	179	17,3	61,5	52,8	67,7
			НСР ₀₅	5,05		
СПК	F. oxysporum, var. orthoceras	184	16,7	73,9	48,0	68,0
	F. sporotrichiella var. sporotrichioides	180	15,4	73,4	47,3	65,2
	Контроль	198	19,2	83,5	46,4	88,7
			НСР ₀₅	7,10		
Кубанский 939	F. oxysporum, var. orthoceras	168	15,2	44,4	50,0	50,2
	F. sporotrichiella var. sporotrichioides	167	15,2	45,7	50,3	56,8
	Контроль	180	18,9	52,3	50,5	76,9
			НСР ₀₅	4,10		
Кубанский 930	F. oxysporum, var. orthoceras	173	15,5	48,9	50,0	49,5
	F. sporotrichiella var. sporotrichioides	167	16,1	49,9	48,7	58,0
	Контроль	179	19,5	58,9	48,8	74,9
			НСР ₀₅	8,89		
НСР ₀₅						12,5

Разработанные методы заражения и оценки позволяют успешно отбирать устойчивый материал. Совместная работа двух лабораторий: иммунитета и исходного материала отдела селекции гибридного подсолнечника позволила создать линии подсолнечника, резистентные к фузариозной корневой гнили.

Вертициллез относится к числу опасных заболеваний подсолнечника, которое могут вызывать два вида грибов: *Verticillium dahliae* Kleb. и *Verticillium albo-atrum* Rke et Berth. На подсолнечнике вертициллезное увядание проявляется с момента образования корзинки: сначала увядают отдельные участки листьев, которые бледнеют, желтеют и усыхают, приобретая коричневый цвет. Во влажную погоду на них образуется легкий беловатый налет спороношения гриба. Иногда мицелий проникает и в семена. В стебле образуются микросклероции. При поражении растений этим патогенном снижаются основные показатели: урожайность на 19–48 %, масса семян – на 11–24 %, снижаются также масличность и всхожесть семян [81].

По данным большинства исследователей, источника устойчивости к вертициллезу у культурного подсолнечника не обнаружено, но имеются сообщения об устойчивости однолетних дикорастущих видов [82]. В условиях Краснодара при искусственном заражении вертициллезом поражались все испытанные дикорастущие виды, за исключением *H. tomentosus* [83]. Тщательная браковка и многолетний отбор устойчивых к вертициллезу растений в процессе селекционной работы во ВНИИМК привели к снижению поражаемости сортов подсолнечника селекции академика В.С. Пустовойта. На их устойчивость к этому заболеванию в полевых условиях американского континента указывал и W.E. Sackston [82]. Однако, как указывали В.Н. Сурувикин с соавторами [43], в годы с сухим и жарким климатом, а также при искусственном заражении все сорта поражаются, и селекционная работа в этом направлении нуждается в серьезном внимании.

Эмбеллизия – *Embellisia helianthi* (Hansf.) Pido. (синоним *Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki et Nishihara) – возбудитель пятнистости листьев, стеблей, цветков подсолнечника. На листьях больных растений появляются сначала мелкие, затем до 3 см в диаметре темно-коричневые пятна с более светлым краем, окруженные желтой зоной. На стеблях пятна черные, от округлых до полосовидных, на чашелистиках коричнево-черные, иногда концентрические, на лепестках сначала мелкие округлые, коричневые, потом эллипсоидальные. Сильно пораженные растения ломаются и усыхают [81]. Впервые пораженные этим грибным патогеном растения подсолнечника были обнаружены в Краснодарском крае в 1978 г., а в 1981 г. заболевание наблюдалось на больших площадях. В 1988–1989 гг. нетипичные для Северного Кавказа температура и влажность обусловили массовое поражение подсолнечника эмбеллизией [43]. Селекционная работа на устойчивость к этому патогену была начата в конце 80-х годов методом многократного индивидуального отбора в сортах-популяциях, созданных на основе межвидового гибрида *H. tuberosus* x ВНИИМК 8931. Была установлена различная степень поражения биотипов у сортов Конкурент, Березанский и ВНИИМК 80. Для предварительной оценки предложен метод искусственного заражения семядольных листьев подсолнечника суспензией конидий возбудителя в условиях камер искусственного климата [84]. Ухудшение финансового состояния института и недостаток кадров после распада СССР стали причиной прекращения работ в этом направлении.

В середине 60-х годов в нашей стране было обнаружено новое поражение подсолнечника. Болезнь вызывается грибным патогеном *Phoma* sp. Тогда же во ВНИИМК С.П. Алексеевой было сделано описание симптомов проявления и условий развития заболевания, показана вредоносность его при искусственном заражении растений. В естественных условиях вредоносность не изучалась. Внешние проявления заболева-

ния сходны с поражением фомопсисом. Гриб поражает все органы растения – корень, стебель, листья и корзинку, при значительной колонизации сосудов может вызвать преждевременную гибель растений. Однако внешние признаки заболевания проявляются в поздний период вегетации, когда снижается устойчивость подсолнечника к болезням в целом. Это создает определенные трудности для селекции. Было установлено, что межвидовые гибриды второго и третьего поколений имеют в составе популяции до 30–40 % растений со слабой степенью поражения фомозом, а семь дикорастущих видов подсолнечника обладают устойчивостью, и их необходимо использовать в селекционной программе [85]. Однако дальнейшего развития эта работа не получила.

При селекции устойчивых к болезням сортов и гибридов подсолнечника необходимо учитывать общие положения, связанные с облигатностью или факультативностью паразитизма. Накопленные за прошедшее столетие знания по иммунитету подсолнечника к облигатным и факультативным патогенам нуждались в систематизации и осмыслении. Анализ этой информации выполнен во ВНИИМК Т.С. Антоновой [74], которая пришла к выводу, что многолетним дикорастущим видам подсолнечника свойствен стабильно сильный механизм раневой реакции, устойчивый к изменчивости окружающей среды. Неспецифический иммунитет подсолнечника связан с этим раневым откликом, свойственным кортикальным тканям. У культурного подсолнечника этот механизм в значительной степени изменчив под влиянием условий окружающей среды, что в определенные периоды вызывает ослабление иммунитета и поражение болезнями. Среда обитания мицелия ложной мучнистой росы и гаустории заразики – кортикальная паренхима корня (для гаустории заразики) и стебля. Кортикальные ткани листового черешка и стебля являются одной из сред обитания фомопсиса. Кортикальные ткани стебля и корзинки противостоят поражению склероти-

нией, эмбеллизией и другими патогенами. Природа достаточно консервативна, и против разных патогенов часто работает один и тот же неспецифический механизм устойчивости. Селекция на сильную неспецифическую раневую реакцию в кортексе должна приводить к устойчивости сразу к целому ряду заболеваний. Создание межвидовых гибридов культурного подсолнечника с многолетним дикорастущим видом *H. tuberosus* явилось успешным примером этого. В целом успех селекции подсолнечника на иммунитет к болезням должен базироваться на знании специфики проникновения патогенов и среды их обитания в растении-хозяине, а также познании специфических факторов устойчивости против отдельных рас облигатных паразитов. Научно-исследовательская работа в этом направлении является одной из задач лаборатории иммунитета и электрофореза ВНИИМК.

Список литературы

1. *Пустовойт, В.С.* Селекция и семеноводство подсолнечника / В.С. Пустовойт // Наука сельскому хозяйству. Растениеводство. – М.: Сельхозгиз, 1963. – С. 205–222.
2. *Плачек, Е.М.* Иммунитет подсолнечника к поражению заразой / Е.М. Плачек // Известия Саратовской областной с.-х. опытной станции. – 1921. – Вып. 3. – 1–2. – С. 65–82.
3. *Пустовойт, В.С.* Избранные труды: Селекция. Семеноводство и некоторые вопросы агротехники подсолнечника / В.С. Пустовойт // М.: Колос, 1966. – 368 с.
4. *Бейлин, И.Г.* Заразихи и борьба с ними / И.Г. Бейлин // М.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1947. – 76 с.
5. *Пушкарёва К.В.* К характеристике семян разных биологических форм заразихи / К.В. Пушкарёва // Бюл. Северо-Кавказской краевой с.-х. опытной станции. – 1930. – № 306. – 12 с.

6. *Бялосукня, В.В.* О прорастании семян заразики / В.В. Бялосукня // Зап. ст. испытания семян ГБС РСФСР. – 1919. – Вып. 4. – С. 3–8.

7. *Рихтер, А.А.* К физиологии заразики, поражающей подсолнечник / А.А. Рихтер // Ученые записки Саратовского гос. ун-та. – 1924. – 2. – С. 33–42.

8. *Ничипорович, А.А.* К физиологии Донской заразики / А.А. Ничипорович // Известия по опытному делу Дона и Северного Кавказа. – 1929. – Вып. 15-16. – С. 237–247.

9. *Бейлин, И.Г.* О взаимоотношениях *O. sitana* и подсолнечника / И.Г. Бейлин. // Растение и среда. – М.: АН СССР, 1940. – Т. 1. – С. 175–192.

10. *Барцинский, Р.М.* К вопросу физиологии прорастания семян заразики «злой» Донской / Р.М. Барцинский // Масличные культуры, сборник ВНИИМК. – 1932. – 2-3. – С. 42–47.

11. *Барцинский, Р.М.* О новом способе освобождения почвы от заразики / Р.М. Барцинский // Докл. ВАСХНИЛ. – М., 1940. – Вып. 9. – С. 41–42.

12. *Украинский, В.Т.* О заразики на подсолнечнике и мерах борьбы с ней / В.Т. Украинский // Селекция и семеноводство. – 1938. – № 1. – С. 36–43.

13. *Украинский, В.Т.* К вопросу селекции и семеноводства подсолнечника, иммунного к заразики / В.Т. Украинский // Семеноводство. – 1934. – № 3. – С. 43–47.

14. *Сухоруков, К.Т.* Энзиматическая активность растительного организма и некоторые явления физиологического иммунитета / К.Т. Сухоруков // Журн. опытной агрономии Юго-Востока. – 1930. – 7 – Вып. 2. – С. 237–266.

15. *Ляшенко, И.Ф.* Изменение устойчивости подсолнечника к заразики под влиянием прививок / И.Ф. Ляшенко, Е.Ф. Шубина // Агробиология. – 1947. – № 3. – С. 122–124.

16. *Березнеговская, Л.И.* Об особенностях в развитии выносливых форм подсолнечника при заражении заразики

расы Б / Л.И. Березнеговская // ДАН СССР. – 1936. – 3. – № 2. – С. 71–75.

17. *Демиденко, Т.Т.* Минеральное питание здорового и поражённого заразой подсолнечника / Т.Т. Демиденко, В.В. Киселёва // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 189–198.

18. *Филиппов, Д.И.* Изменение заразиховыносливости у привитых растений подсолнечника / Д.И. Филиппов // Яровизация. – 1939. – 3. – С. 58–62.

19. *Панченко, А.Я.* Роль корня и надземной части подсолнечника в устойчивости к заразице / А.Я. Панченко // ДАН СССР. – 1947. – 58. – 5. – С. 911–913.

20. *Бухерович, П.Г.* Изучение вирулентности заразицы разного происхождения и устойчивость к ней ряда сортов подсолнечника / П.Г. Бухерович // Сб. работ по масличным культурам. – Майкоп, 1966. – 3. – С. 22–26.

21. *Бухерович, П.Г.* Выявление расового состава подсолнечной заразицы молдавского происхождения / П.Г. Бухерович // Сб. работ по масличным культурам, ВНИИМК. – Краснодар, 1967. – Вып. 1. – С. 10.

22. *Бурлов, В.В.* Наследование устойчивости к местной расе заразицы (*Orobanche cumana* Wallr.) у подсолнечника / В.В. Бурлов, С.В. Костюк // Генетика. – 1976. – Т.12. – № 2. – С. 44–51.

23. *Антонова, Т.С.* Развитие гаусторий заразицы подсолнечной в корнях иммунных и поражаемых форм подсолнечника / Т.С. Антонова // Ботанич. журн. – 1978. – № 7. – С. 1025–1029.

24. *Антонова, Т.С.* Реакция клеток корней подсолнечника на внедрение заразицы и возбудителя ложной мучнистой росы / Т.С. Антонова // Научн.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культ. – Краснодар, 1977. – Вып. 1. – С. 36–39.

25. *Панченко, А.Я.* Особенности защитной реакции устойчивых форм подсолнечника на внедрение заразицы / А.Я.

Панченко, Т.С. Антонова // Сельскохозяйственная биология. – 1974. – IX. – № 4. – С. 554–558.

26. *Панченко, А.Я.* Защитная реакция устойчивых форм подсолнечника против новых рас заразики / А.Я. Панченко, Т.С. Антонова // Вопросы физиологии масличных растений в связи с задачами селекции (Сб. научн. тр. ВНИИМК). – Краснодар, 1975. – С. 5–9.

27. *Антонова, Т.С.* Экстрацеллюлярные ферменты заразики подсолнечной при проникновении ее в корень хозяина и защитная реакция устойчивых форм подсолнечника / Т.С. Антонова, А.Я. Панченко // Сельскохозяйственная биология. – 1976. – Т. IX. – № 5. – С. 685–688.

28. *Антонова, Т.С.* К вопросу о роли экстрацеллюлярных ферментов проростка заразики подсолнечной при проникновении в его корни / Т.С. Антонова // Научн.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культ. – Краснодар, 1996. – Вып. 117. – С. 38–43.

29. *Joel, D.M.* Early host-parasite interaction: models and observation of host root penetration by the haustorium of *Orobanche* / D.M. Joel, D. Losner-Goshen // In: Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. A. H. Pieterse, J.A.C. Verkleij and S.J. ter Borg (eds.) Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute. – 1994. – P. 237–247.

30. *Joel, D.M.* The haustorium and its development in compatible and resistant hosts / D.M. Joel, D. Losner-Goshen, J. Hershenhorn, Y. Goldwasser, M. Assayag // In: Biology and management of *Orobanche*, Proceedings of the Third International Workshop on *Orobanche* and related *Striga* research. A. H. Pieterse, J.A.C. Verkleij and S.J. ter Borg (eds.) Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute. – 1996. – P. 531–541.

31. *Шарова, П.Г.* Селекция подсолнечника на устойчивость к заразики в условиях Молдавии / П.Г. Шарова // Итоги

научн.-исслед. работ с масличными культурами на Молдавской оп. ст. ВНИИМК. – Кишинёв, 1970. – Вып. 1. – С. 5–7.

32. *Толмачёв В.В.* Генетический контроль устойчивости подсолнечника к заразихе – *Orobanche cumana* Wallr. / В.В. Толмачёв // Дис. к.б.н. – Л., 1990. –148 с.

33. *Antonova, T.S.* The Interdependence of broomrape virulence and sunflower resistant mechanisms / T.S. Antonova // Proceedings of fourth Intern. Workshop on Orobanche research.- Albena.- Bulgaria. – 23-26 September. –1998. – P. 147–153.

34. *Шарова, П.Г.* Селекция подсолнечника на иммунитет к агрессивным расам молдавской популяции заразихи / П.Г. Шарова // Тр. V Всесоюзного совещания по иммунитету растений. – Киев, 1969. – С. 28–31.

35. *Погорлецкий, Б.К.* Об иммунитете подсолнечника к заразихе / Б.К. Погорлецкий, Э.Э. Гешеле // Генетика. – 1975. – Т. 2. – № 7. – С. 18–26.

36. *Vranceanu, A.V.* Virulence groups of *O. cumana* Wallr. differential hosts and resistance sources and genes in sunflower / A.V. Vranceanu, V.A. Tudor, F.M. Stoenescu, N. Pirvu // IX Conferencia Internacional del Girasol. Madrid. – 1981. – 1. – P.74–82.

37. *Крохин, Е.А.* Наследование устойчивости к поражению подсолнечника новым комплексом рас заразихи / Е.А. Крохин // Селекция и семеноводство масличных культур. – Краснодар, 1980. – С. 14–17.

38. *Хатнянский, В.И.* Наследование признака устойчивости подсолнечника к поражению его новым комплексом рас заразихи / В.И. Хатнянский // Бюл. науч.-техн. информ. ВНИИМК. – Краснодар, 1982. – Вып. 2. – С. 3–5.

39. *Antonova, T.S.* Biochemical aspects of the development of new virulent forms in the Moldavian population (race C) of *O.cumana* Wallr. against the background of resistant sunflower cultivars / T.S. Antonova // In: Biology and management of Orobanche, Proceedings of the Third International Workshop on Orobanche and related Striga research. A. H. Pieterse, J.A.C.

Verkleij and S.J. ter Borg (eds.) Amsterdam, The Netherlands, Royal Tropical Institute. – 1994. – P. 290–292.

40. Antonova, T.S. The role of peroxidase in the resistance of sunflower against *O. cumana* in Russia / T.S. Antonova, S.J. ter Borg // Weed Research. – 1996. – 36. – P. 113–121.

41. Антонова, Т.С. Распространение и вирулентность заразики (*Orobanche cumana* Wallr.) на подсолнечнике в Ростовской области / Т.С. Антонова, Г.М. Ситало, Н.М. Арасланова, С.З. Гучетль, С.А. Рамазанова, Т.А. Челюстникова // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 1 (140). – С. 31–37.

42. Панченко, А.Я. Ранняя диагностика заразихоустойчивости при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника / А.Я. Панченко. // Вестник с-х. науки. – 1975. – 2. – С. 107–115.

43. Сурувикин, В.Н. Методика селекционного процесса / В.Н. Сурувикин, С.Г. Бородин // Биология, селекция и возделывание подсолнечника. – М.: Агропромиздат, 1992. – С. 89–100.

44. Перестова, Т.А. Способ ранней диагностики панцирности семян подсолнечника / Т. А. Перестова // Методические указания. – Краснодар, 1988. – 10 с.

45. Пустовойт, В.С. Избранные труды / В.С. Пустовойт. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 367 с.

46. Тихонов, О.И. Новые формы поражения подсолнечника ложной мучнистой росой / О.И. Тихонов // Бюл. науч.-техн. информ. по масличным культурам. – 1968. – май. – Краснодар, 1969. – С. 52–54.

47. Пустовойт, Г.В. Селекция подсолнечника на групповой иммунитет методом межвидовой гибридизации / Г.В. Пустовойт // Доклад по совокупности опубликованных и выполненных работ на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. – М., 1969. – 51 с.

48. Панченко, А.Я. Ускоренный метод оценки подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе / А.Я. Панченко // Селекция и семеноводство. – 1965. – 2. – С. 52–54.

49. Илатовский, В.П. Полевой метод инфицирования подсолнечника ложной мучнистой росой / В.П. Илатовский // Сб. работ по масличным культурам. – Майкоп, 1966. – С. 26–30.

50. Gulya, T.J. Distribution *Plasmopara halstedii* races from sunflower around the world / T.J. Gulya // Proceedings of the 2nd International Downy Mildews Symposium. Advances in downy mildew research. Palacky University in Olomouc and JOLA. v.o.s., Kostelec na HanI (Czech Republic). – 2007. – № 3. – P.121–134.

51. Tourvieille de Labrouhe, D. New nomenclature of race of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew) / D. Tourvieille de Labrouhe, T.J. Gulya, Y.K. Rashid, F. Viranyi // 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France. – 2000. – V. 2. – P. 161–166.

52. Новотельнова, Н.С. Ложная мучнистая роса подсолнечника / Н.С. Новотельнова // М.-Л.: Наука, 1966. – 150 с.

53. Тихонов, О.И. Новая раса ложной мучнистой росы / О.И. Тихонов, В.Ф. Зайчук // Масличные культуры. – 1981. – № 6. – С. 20.

54. Антонова Т.С. К вопросу о расовой принадлежности возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника на Северном Кавказе / Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова, А.В. Головин и др. // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2000. – Вып. 123. – С. 21–23.

55. Антонова, Т.С. Новые расы возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника на Северном Кавказе / Н.М. Арасланова, М.В. Ивевор, С.З. Гучетль, Т.А. Челюстникова, С.А. Рамазанова // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2006. – Вып. 1(134). – С. 18–23.

56. Антонова, Т.С. Полиморфизм возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & de Toni в регионах Северного Кавказа / Т.С. Антонова,

М.В. Ивебор, С.З. Гучетль, Н.М. Арасланова, Т.А. Челюстникова, С.А. Рамазанова // Современная микология в России. Материалы 2-го съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии, 2008. – Т. 2. – С.160–161.

57. *Ивебор, М.В.* Идентификация расового состава популяции *Plasmopara halstedii* в регионах Северного Кавказа / М.В. Ивебор, Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова // Наука Кубани, 2007. – № 2. – С. 47–50.

58. *Zimmer, D.E.* Physiological specialization between races of *Plasmopara halsiedii* in America and Europe / D.E.Zimmer // Phytopathology. – 1974. – V. 64. – P.1465–1467.

59. *Miller, J.F.* Inheritance of resistance to race 4 of downy mildew derived from interspecific crosses in sunflower / J.F.Miller, T.J.Gulya // Crop sc. – 1991. – V. 31. – P.40–43.

60. *Tourvieille de Labrouhe, D.* Relations between spring rainfall and infection of sunflower by *Plasmopara halstedii* (downy mildew) / D. Tourvieille de Labrouhe, P. Walser, F. Serre, S. Roche, F. Vear // Proc. 17th international Sanflower conference, Cordoba, Spain. – 2008. – P. 97–102.

61. *Погорлецкий, Б.К.* Селекция подсолнечника на устойчивость к ржавчине / Б.К. Погорлецкий // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. – 1971. – Вып. 16. – С. 68-71.

62. *Слюсарь, Э.Л.* Расы ржавчины подсолнечника / Э.Л. Слюсарь // Защита растений. – 1981. – № 11. – С. 42.

63. *Пустовойт, В.С.* Селекция и семеноводство масличных культур за годы Советской власти / В.С. Пустовойт // Материалы юбил. сессии, посвящ. 40-й годовщине Великой Окт. соц. революции [ВАСХНИЛ]. – М., 1958. – С. 381–391.

64. *Пустовойт, В.С.* Результаты работ по селекции и семеноводству подсолнечника / В.С. Пустовойт // Селекция и семеноводство. – 1960. – № 5. – С. 48–55.

65. *Слюсарь, Э.Л.* Создание исходного материала подсолнечника, устойчивого к ржавчине / Э.Л. Слюсарь // Дис. к. с-х. н. – Краснодар, 1986. – 203 с.

66. *Тихонов, О.И.* Ускоренный метод оценки устойчивости подсолнечника к пепельной гнили / О.И. Тихонов, В.Ф. Зайчук // Селекция и семеноводство. – 1980. – № 11. – С. 15-16.

67. *Зайчук, В.Ф.* Типы реакций толерантных форм подсолнечника к белой гнили / В.Ф. Зайчук // Доклады ВАСХНИЛ. – 1981. – № 12. – С. 14–15.

68. *Зайчук, В.Ф.* Иммунологическая реакция черешков листьев подсолнечника на белую гниль / В.Ф. Зайчук, И.Н. Масленникова // Научн.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культур. – Краснодар, 1985. – Вып. 4 (91). – С. 30–32.

69. *Зайчук, В.Ф.* Физиологический фактор устойчивости подсолнечника к белой и серой гнилям / В.Ф. Зайчук, Т.С. Антонова, Т.В. Калинин // Доклады ВАСХНИЛ. – 1983. – № 4. – С. 14–15.

70. *Антонова, Т.С.* О роли кальция в устойчивости корзинок подсолнечника к серой гнили / Т.С. Антонова, В.Ф. Зайчук, Т.В. Калинин // С.-х. биол. – 1984. – XVIII, № 11. – С. 67–68.

71. *Слюсарь, Э.Л.* Вредоносность фомопсиса на подсолнечнике / Э.Л. Слюсарь, М.Д. Фираз Алам // Технические культуры. – М., 1994. – Вып. 3-4. – С. 6.

72. *Фираз Алам, М.Д.* Оценка исходного и селекционного материала подсолнечника по поражению фомопсисом для селекционных целей / Фираз Алам // Дис. к. с.-х. н. – Краснодар, 1995. – 149 с.

73. *Antonova, T.S.* The differences of stems Anatomy and wounding reaction of sunflower with different degree of resistance to Phomopsis / T.S. Antonova E.L. Slusar, N.I. Bochkaryov // Eucarpia. Breeding of Oil and Protein Crops. Proceedings of the Symposium, 5-8 August, 1996. – Zaporozhye. Ukraine. – P. 21–27.

74. *Антонова, Т.С.* Особенности оценки и отбора селекционного материала на устойчивость к основным патогенам в зависимости от защитных реакций подсолнечника / Т.С. Антонова // Дис. на соиск. уч. ст. д. б. н. – Краснодар, 1999. – 260 с.

75. *Антонова, Т.С.* Искусственное заражение растений подсолнечника фомопсисом в сравнении с естественным фоном при оценке устойчивости селекционного материала / Т.С.

Антонова, Н.М. Арасланова, С.Н. Орлова // Науч.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культ. – Краснодар, 2001. – Вып. 124. – С.166–170.

76. Райло, А.И. Диагностическая оценка морфологических и культуральных признаков у вида рода *Fusarium* / А.И. Райло. – 1935. – XVII. – 12. – 97 с.

77. Билай, В.И. Фузариозы / В.И. Билай // Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.

78. Якуткин, В.И. Фузариоз подсолнечника и проблема фитосанитарного мониторинга заболеваний в России / В.И. Якуткин // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность. – Санкт-Петербург, 1995. – С.108.

79. Антонова, Т.С. Распространение фузариоза подсолнечника в Краснодарском крае / Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова, С.Л. Саукова // Доклады РАСХН. – 2002. – № 3. – С. 6–8.

80. Терещенко, Г.А. Создание исходного материала для селекции сортов подсолнечника, устойчивых к фузариозу / Г.А. Терещенко // Дис. к. с-х. н. – Краснодар, 2009. – 138 с.

81. Билай, В.И. Микроорганизмы возбудители болезней растений / В.И. Билай, Р.И. Гвоздяк, И.Г. Скрипаль и др. – Киев: Наукова думка, 1988. – С.147–183.

82. Sackston, W.E. The sunflower crop and diseases: progress, problems and prospects / W.E. Sackston // Plant Disease Rep. – 1981. – Vol. 8. – P. 643–648.

83. Пустовойт, Г.В. Результаты селекции подсолнечника на групповой иммунитет методом межвидовой гибридизации / Г.В. Пустовойт // Отдалённая гибридизация растений и животных. – М., 1970. – С. 242–249.

84. Пустовойт, Г.В. Метод оценки устойчивости подсолнечника к эмбеллизии / Г.В. Пустовойт, Н.В. Мурадасилова, Г.Т. Кострова // Защита растений. – 1989. – № 3. – С. 3.

85. Алексеева, С.П. Изучение видового состава и биологических особенностей возбудителей болезней подсолнечника в условиях Краснодарского края / С.П. Алексеева // Дис. на соиск. уч. ст. к. б. н. – Краснодар, 1969. – 165 с.



Л.Н. Харченко,
*доктор биологических наук,
заведующая лабораторией жирно-
кислотного состава липидов
при отделе биохимии ВНИИМК
с 1981 по 1990 гг.*

СОСТАВ СОРТОВЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ГОРЧИЦЫ ПО КАЧЕСТВУ МАСЛА И ОТБОР ЦЕННЫХ БИОТИПОВ ПО ЭТОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ

В 1968–1975 гг. плановая работа по теме: «Состав сортовых популяций подсолнечника по качеству масла и отбор биотипов с различным ЖК-составом масла» была комплексной и первые три года выполнялась под руководством академика В.С. Пустовойта. При выполнении работы по теме отдел селекции подсолнечника представляли доктор сельскохозяйственных наук Г.В. Пустовойт, кандидат сельскохозяйственных наук Т.Г. Плытникова, от отдела биохимии – Л.Н. Харченко, кандидат биологических наук; с 1972 г. руководителем указанной темы стала Г.В. Пустовойт.

Во ВНИИ масличных культур селекция подсолнечника на качество масла, его жирно-кислотный состав (ЖК-состав) стала возможной благодаря оснащению отдела биохимии газовыми хроматографами отечественного и зарубежного производства (Цвет 106, Хром-2, Хром-31 и др.). Теоретические основы разделения липидов методом газожидкостной хроматографии (ГЖК) подробно описаны в работах Берчфиллда и Сторрса (1964), Верещагина (1964, 1972).

Задача биохимиков ВНИИМК (младшего научного сотрудника Л.Н. Харченко и инженера Г.В. Песчаного) состояла в установлении оптимальных условий разделения метиловых эфиров жирных кислот при серийных анализах масел подсолнечника и других масличных культур методом газожидкостной хроматографии.

Все этапы газохроматографического анализа МЭЖК масел подсолнечника, арахиса, кунжута, клещевины, горчицы, сои четко отработаны, а некоторые модифицированы. Выполнена идентификация отдельных жирных кислот указанных объектов по относительным удерживаемым объемам $V \frac{\text{отн.}}{R}$ – пальмитата и метчикам. Расчет количественного содержания отдельных жирных кислот (% и мол.%) по данным ГЖК был основан на измерении площадей пиков на хроматограммах или с помощью интегратора (Харченко, 1968, 1973, 1986).

Это позволило проводить массовые анализы как средних проб семян на качество масла, так и части (1/2, 1/8) семени с использованием жизнеспособной с зародышем части для посева (Харченко, 1970; Харченко, Шавло, 1976; Харченко, Плытникова, 1977, 1979).

Для предварительной массовой оценки семян подсолнечника при селекции на высокое содержание олеиновой кислоты в масле широко используется разработанный Л.Н. Харченко рефрактометрический экспресс-метод (показатель преломления масла), который благодаря своей простоте и дешевизне доступен каждой лаборатории (Харченко, 1984^a, 1984, 1986). Этот метод также рекомендуется для экспрессного определения содержания олеиновой кислоты в масле при заготовке семян высокоолеиновых сортов и гибридов подсолнечника.

Следует отметить, что содержание олеиновой кислоты в семенах высокоолеинового сорта, сдаваемых на элеваторы Краснодарского края, определяли в лабораториях трех ве-

домств – ВНИИ масличных культур, в филиале Института зерна и ВНИИ жиров. После проведения анализа, на каждую партию семян выдавалось удостоверение установленного образца, в котором указывалось содержание олеиновой кислоты.

В период с 1967 по 1990 гг. во ВНИИМК серийные анализы жирно-кислотного состава масла семян масличных культур для целей селекции выполнялись при непосредственном участии и руководстве Л.Н. Харченко (Л.Н. Харченко, 1968, 1971, 1986).

Государственным комитетом СССР по стандартизации в 1978 г. приняты Временные технические условия на масло сорта Первенец с содержанием в нем не менее 70 % олеиновой кислоты, массовая доля которой определяется по показателю преломления масла, измеряемого с помощью рефрактометра. Указанной методике, разработанной во ВНИИМК Л.Н. Харченко, через несколько лет проведены исследования по ее аттестации.

По заданию Государственного комитета СССР по стандартизации № 37/147 от 14.03.1984 г. ВНИИ масличных культур совместно с ВНИИ жиров (г. Ленинград) в течение двух лет (1985–1986) были проведены метрологические исследования рефрактометрического метода определения массовой доли олеиновой кислоты.

Отчет о метрологической аттестации методики (Краснодар – Ленинград, 1987 г.) был утвержден в декабре 1987 г. генеральным директором НПО по масличным культурам (ВНИИМК) В.М. Пенчуковым и зам. генерального директора НПО «Масложирпром» (ВНИИЖ) В.В. Ключиным. Заключительная аттестация указанной методики была осуществлена в ноябре 1988 года в Центральной химической лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию. ГОСТ 28238-89. Подсолнечник. «Метод определения массовой доли олеиновой кислоты по показателю преломления масла в семенах высокоолеиновых сортов и гибридов» введен в августе 1989 года. Для ГОСТ 28238-89: снято ограничение срока действия (ИУС, № 4, 1994). Разработчики: Л.Н. Харченко, А.А. Бегу-

нов, Д.К. Бердникова, Л.Н. Миронова, Н.К. Килинник, К.М. Лаенко и др.

Первые результаты в нашей работе по изменению ЖК-состава масла горчицы в сторону значительного снижения количества эруковой кислоты с 35 % до 18 % были получены способом «прижизненного» анализа в результате отбора семьи № 27 из сорта ВНИИМК 827. Указанный сорт является межвидовым гибридом высших генераций (Харченко, 1971).

Масла указанной семьи с 18 % эруковой кислоты и высокоэруковое с 35 % названной кислоты исследованы Институтом питания АМН (г. Москва) с целью изучения влияния этой кислоты на пищевую ценность и физиологическое воздействие ее на живой организм (Левачев, 1978).

С 1967 г. во ВНИИМК благодаря внедрению газожидкостной хроматографии стало возможным широкомасштабное проведение селекции подсолнечника на жирно-кислотный состав масла, с 1973 года начата селекция горчицы сарептской на качество масла, и несколько позже (1980-1981 гг.) – селекция на качество масла и шрота ярового и озимого рапса.

Планируя исследования по изменчивости жирно-кислотного состава масла у масличных культур в зависимости от зонально-климатических условий и влиянию на этот процесс факторов климата в разные годы в одном пункте, нами впервые проанализированы два аспекта: с точки зрения зависимости этого показателя (содержания жирных кислот) от генетических особенностей и факторов внешней среды (фонов).

Сорта подсолнечника (линолевого типа) селекции академика В.С. Пустовойта, выращиваемые в условиях Краснодарского края в течение пяти лет (КСИ, 1969–1973 гг.), как показали анализы, имели в масле значительные колебания содержания каждой из четырех кислот (от суммы, %): линолевая ($C_{18:2}$) 46–64; олеиновая ($C_{18:1}$) 26–46; стеариновая ($C_{18:0}$) 4,5–5,8; пальмитиновая ($C_{16:0}$) 5,5–6,8. К сильноизменчивым можно отнести содержание пальмитиновой и стеариновой кислот ($V =$

13–29 %), к среднеизменчивым – олеиновую ($V = 8–15$ %), к слабоизменчивым – линолевою кислоту ($V = 6–10$ %). Продолжительное время считали (Н.Ф. Дублянская, 1965, 1966, 1975; А.И. Ермаков, 1972; А.И. Ермаков, Н.П. Ярош, 1976), что имеются различия в содержании олеиновой и линолеовой кислот в масле сортов подсолнечника разных биологических групп: среднеспелые Передовик, ВНИИМК 6540, Луч, ВНИИМК 8931 и раннеспелого ВНИИМК 8883 и скороспелого Салют. Сорт раннеспелый ВНИИМК 8883 и скороспелый Салют, созревающие соответственно на 4–5 и 5–10 дней раньше сортов среднеспелой группы, имеют пониженную масличность (соответственно меньше на 2,1 и 3,2 %) и урожайность семян (на 0,8 и 6 ц/га). Нашими исследованиями установлено, что сорта скороспелые в сравнении с среднеспелыми, различий в содержании насыщенных и ненасыщенных жирных кислот не имеют.

Вычисленные нами гидротермические коэффициенты (ГТК) по периодам развития растений и созревания семян для каждого сорта свидетельствуют о том, что погодные условия 1972 г. в период цветения и интенсивного маслообразования у группы среднеспелых сортов (Передовик, ВНИИМК 6540, Луч, ВНИИМК 8931) были более благоприятными (ГТК 2,14), чем у сортов скороспелых (ВНИИМК 8883 и Салют) (ГТК 1,40 и 1,22). Это способствовало меньшему накоплению в масле скороспелых сортов линолеовой кислоты – 45,7 % у сорта ВНИИМК 8883 и 45,6 % у сорта Салют, в то время как у всех среднеспелых сортов этой кислоты было 50–53 %. Весьма важным является довольно редкий случай – нивелирование двух сортовых популяций (сорта ВНИИМК 8883 и Салют) одинаковым количеством в них особей с равным содержанием в масле семян олеиновой и линолеовой кислот, соответственно 45,7 и 45,7 % у сорта ВНИИМК 8883 и 44,9 и 45,6 % у сорта Салют (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977).

Период цветения и интенсивного маслообразования у скороспелых сортов в условиях 1975 г. проходил при одина-

ковых со среднеспелыми сортами температурах (ГТК соответственно равен 1,28 и 1,26), поэтому в масле всех сортов накопилось одинаковое количество линолевой кислоты и составляло 54,3–55,6 % у среднеспелой группы и 53,6–56,1 % – у более скороспелых. Урожай семян в данном году у раннеспелого и скороспелого сортов также поднялся до уровня среднеспелой группы: у среднеспелой – 32,0–34,0, а у скороспелой – 31,0–32,0 ц/га. Здесь, как мы видим, влияние фенотипа на процесс образования и накопления ненасыщенных жирных кислот в масле сортов в несколько раз выше влияния генотипа. Различия, наблюдаемые в отдельные годы в уровне накопления олеиновой и линолевой кислот в масле сортов подсолнечника разных биологических групп, мы объясняем неодинаковыми погодными условиями, сложившимися в период маслообразования.

Испытание сортов (1973–1974 гг.) подсолнечника и горчицы в разных географических зонах (подсолнечник в условиях Краснодара, Кишинева, Белгорода и Усть-Каменогорска, а горчицы в условиях Краснодара, Пушкина, Исилькуля) свидетельствует, что процесс накопления масла в семенах зависит от комплекса факторов окружающей среды, причем, наблюдается явно выраженное преобладание либо одного из них, либо их сочетания, типичного для зоны.

У сортов подсолнечника Передовик и А-41, несмотря на большие различия в масличности семян (соответственно 56 и 32 %) отмечены одинаковые закономерности в накоплении ненасыщенных олеиновой и линолевой кислот. Больше всего олеиновой кислоты в семенах обоих сортов накапливалось в условиях Краснодара, тогда как линолевой – в Белгороде и Усть-Каменогорске. Высокая частота встречаемости растений с повышенным содержанием (45 %) олеиновой кислоты в популяциях сортов Передовик и А-41 отмечена при выращивании их в условиях Краснодара, при этом значительные колебания наблюдались и в содержании линолевой кислоты

(Л.Н. Харченко, В.Н. Суловикин, 1976; Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977; Л.Н. Харченко, 1980). В масле сортов подсолнечника, выращиваемых в Белгороде и Усть-Каменогорске, повышенного содержания олеиновой кислоты не наблюдалось ни в одном растении, тогда как в масле тех же сортов, выращиваемых в Краснодаре, обнаружены растения относительно с низким и относительно высоким содержанием (от 18 до 49 %) олеиновой кислоты.

Аналогичная закономерность наблюдалась в колебании содержания линолевой кислоты (от 37 до 72 %) в масле растений, выращиваемых в условиях Краснодара, то есть сорт «рассыпается» на различные составные элементы – от малого до большого. Очевидно, что условия Краснодара наиболее подходящие для селекции подсолнечника на ЖК-состав масла.

Зонам, как фоновым, разлагающим сортовые популяции подсолнечника на морфобиологические группы, большое внимание уделяли Е.Н. Синская (1954), Л.А. Жданов (1959), А.И. Гундаев (1960). Ими показано, что разлагающими факторами в условиях Красноярска, Краснодара и Ростова являются температура воздуха и длина дня.

Подсолнечник – типичный перекрестноопылитель. Поскольку селекция с данной культурой на качество масла не проводилась, то все сорта по изучаемому признаку (содержанию олеиновой, линолевой, стеариновой, пальмитиновой кислот) представлены комплексом разнообразных биотипов, где уровень содержания указанных кислот определяется, с одной стороны, генетическими свойствами растений, а с другой, – пыльцевым режимом конкретного года и условиями среды, сложившимися в период интенсивного маслообразовательного процесса.

Сорта горчицы сарептской селекции ВНИИМК (селекционеры: Г.С. Воскресенская, 1963; Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота, 1962, 1967; Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, 1978) отличались от сортов ино-

районной селекции более высокими масличностью семян (43–46 %) и урожайностью семян (19–22 ц/га).

У сортов горчицы сарептской (сорта высокоэруковые), в противоположность подсолнечнику, выявлены отчетливые различия между сортами по количественному соотношению в масле жирных кислот. У горчицы, как и у подсолнечника, отмечены различия между ранне- и позднеспелыми сортами в уровне накопления масла и в урожайности семян; качественный состав масла сортов горчицы недостаточно был изучен до начала наших исследований (Л.Н. Харченко, 1967, 1969). В масле горчицы имеется 7 главных жирных кислот. В среднем за пять лет (КСИ, 1969–1973 гг.) содержание жирных кислот в масле сортов горчицы Скороспелка, Старт, Заря, Юбилейная, ВНИИМК 405 колебалось в следующих пределах (%): эруковая ($C_{22:1}$) – 26,9–34,4, эйкозеновая ($C_{20:1}$) – 10,7–13,0, линолевая – 19,2–22,9 %, линоленовая ($C_{18:3}$) – 9,6–11,4, олеиновая – 19,2–22,7, сумма насыщенных – 3,4–4,6 (достоверно $P = 0,01–0,05$ % уровне). Варьирование содержания эруковой, линолевой и олеиновой кислот в масле семян горчицы было средним по величине ($V = 12–15$ %) и стабильным по годам (1966–1969), что свидетельствует о возможностях отбора на «признаки» ЖК-состава масла и различных вариантов направленного изменения качества масла у горчицы.

У сортов горчицы сохраняются различия в содержании эруковой кислоты при выращивании их в различных климатических зонах: климатические условия Краснодара способствовали большему накоплению олеиновой и эруковой кислот в масле сорта Заря, в то время как в этих же условиях у низкоэруковой семьи (из № 827 – горчично-рапсовый гибрид – 18 % эруковой кислоты) увеличивалось в масле содержание линолевой кислоты и тенденция к повышению количества олеиновой кислоты, а по уровню накопления эруковой кислоты имеются четкие различия между пунктами выращивания и между годами с разными условиями вегетации (Л.Н. Харченко, 1968, 1970; Л.Н. Харченко, В.Ф. Шавло, 1975).

Наиболее точно учесть влияние отдельных факторов – температура воздуха, влажность воздуха и почвы – на качество масла, накапливаемое в семенах подсолнечника и горчицы, возможно в регулируемых условиях – в камерах (в данном опыте камеры ПЖВ 36).

Фенотипическое изменение ЖК-состава масла семян подсолнечника под влиянием высокой температуры воздуха (в камерах искусственного климата) особенно проявляется у сортов с разным по ЖК-составу масла генотипом. Сорт подсолнечника Передовик (в семенах для посева олеиновой кислоты 32 %, линолевой 56 %) при воздействии высоких температур (30–38 °С) на вегетирующие растения в период интенсивного накопления масла в семенах превращался по типу маслообразования из высоколинолевого ($C_{18:2}$ – 56–60 %) в высокоолеиновый с содержанием в масле 68 % олеиновой и 22 % линолевой кислот, а при недостатке влаги в почве (ПВ 55 %) процесс накопления первой усиливался до 71 %. Воздействие оптимальных температур (20–25°) на растения этого же сорта также изменяло маслообразовательный процесс и способствовало повышенному накоплению (55 %) олеиновой кислоты и уменьшению линолевой до 37 %; в естественных условиях выращивания растений при среднесуточной температуре воздуха 21–22 °С в период маслообразования олеиновой кислоты накапливалось 40 % и линолевой 50 % (Л.Н. Харченко, В.И. Ключка, С.Н. Цуркани, 1979).

Температурная реакция у биотипов подсолнечника с равной концентрацией олеиновой и линолевой кислот (46,6 и 42,4 %) была слабее, чем у сорта. У сорта Передовик различие в концентрации олеиновой кислоты в масле между вариантами с оптимальной и максимальной температурой составляет 13 %, а в семенах биотипа 9 %. Эти данные свидетельствуют о сильной подвижности ферментных систем, регулирующих образование ненасыщенных жирных кислот, активность которых может изменяться под воздействием тех или иных факторов за один цикл маслообразования. Значительное увеличение в липидах семян подсолнечника количества олеино-

вой кислоты (55 %) в варианте оптимальных температур, вероятно, можно объяснить спектральным составом света и интенсивностью освещения в камерах искусственного климата.

У высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец с измененным по ЖК-составу масла генотипом отсутствует температурная реакция на количественное изменение содержания олеиновой и линолевой кислот в липидах семян. В семенах этого сорта, выращиваемых в условиях Краснодара, а также в семенах, используемых в посеве, содержание олеиновой и линолевой кислот соответственно было 80 и 10 % и все условия выращивания были одинаковые с сортом Передовик. Высокие (30–38°) и оптимальные (20–25°) температуры, воздействующие на растения сорта Первенец в период интенсивного маслообразования, оказывали почти одинаковый эффект на качество масла: в липидах зрелых семян в условиях высоких и оптимальных температур содержание олеиновой и линолевой кислот соответственно было 83,0 и 9,3 % и 85,7 и 7,3 %, для сравнения, в естественных условиях Краснодара (вегетационные опыты) олеиновой и линолевой кислот соответственно было 80,2 и 10,3 % (достоверно на 0,05 и 0,01 %-ном уровнях).

У сорта Первенец отсутствие температурной реакции, вызывающей снижение ненасыщенности масла (уменьшение уровня олеиновой кислоты), определяется активностью ферментных систем, для каждой из которых необходим определенный оптимум. Общеизвестно, что биосинтез линолевой кислоты в масле семян масличных культур происходит ночью при пониженной температуре, а олеиновой – днем – при повышенной.

У горчицы в сравнении с подсолнечником реакция вегетирующих растений на высокие температуры (38–40 °C) значительно слабее. При этом получено доказуемое увеличение в липидах семян количества эруковой и эйкозеновой кислот по всем вариантам опыта, а содержание олеиновой увеличивалось лишь при воздействии высокой температуры (40 °C) на вегетирующие растения в фазе начало цветения–

физиологическая спелость семян. Полагаем, что это связано со спектральным составом света и длиной дня в камерах ПЖВ-36.

У каждой масличной культуры имеется определенный резерв для увеличения содержания в масле любой жирной кислоты. Вычисленный нами методом регрессионного анализа максимальный предел содержания главных жирных кислот в масле сортов горчицы составляет: для сортов Скороспелка и ВНИИМК 827 – по эруковой кислоте – 56 и 60 %, олеиновой – 81 и 86, линолевой – 77 % (Л.Н. Харченко, 1981).

Итак, путем создания различных условий (температура воздуха, влажность почвы, длина дня, спектральный состав света, радиация, химический мутагенез) можно изменить регуляцию биосинтеза жирных кислот в семенах масличных культур. Показано, что отдельные факторы – географические зоны, метеорологические условия с высокими температурами в разные годы в одном пункте «рассыпают» популяции сортов подсолнечника и горчицы на отдельные (по ЖК-составу масла) элементы (биотипы). Вызванные фенотипом изменения регуляции биосинтеза ненасыщенных жирных кислот олеиновой и линолевой в запасном масле подсолнечника, а у горчицы – эруковой ($C_{22:1}$), эйкозеновой ($C_{20:1}$) и олеиновой ($C_{18:1}$) – носят обратимый характер (Л.Н. Харченко, 1968; Л.Н. Харченко, В.Ф. Шавло, 1975; Л.Н. Харченко, В.И. Клюка, С.Н. Цуркани, 1979; Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1980).

Селекция основывается на создании сортов масличных культур с измененным генотипом по ЖК-составу масла (Л.Н. Харченко, 1970; К.И. Солдатов, Л.К. Воскобойник, Л.Н. Харченко, 1976; Л.Н. Харченко, В.И. Шпота, В.Е. Подколзина, 1974).

Сорт Первенец с высоким содержанием в масле (75–80 %) олеиновой кислоты, соавтором создания которого является Л.Н. Харченко, считали необычным феноменом, полу-

ченным в результате влияния на растительный организм мутагенного фактора со значительной перестройкой всего генного аппарата. Однако представление, что сорта с измененным ЖК-составом можно будет получать в основном методом мутагенеза, было ошибочным.

Из литературных данных (Х. Фернандес-Мартинес, П.Ф. Ноулз, 1978) следует, что семена диких видов популяций подсолнечника *Helianthus annuus* L., *H. bolanderi* Gray и *H. exilis* Gray, собранные в различных местах штатов Калифорнии, Аризона, Невада, Айдахо, различались количественным соотношением олеиновой и линолевой кислот. Однако биотипы с высоким содержанием олеиновой кислоты встречались не часто. В составе вида *H. annuus* в семенах нескольких образцов обнаружено высокое содержание олеиновой кислоты – до 60 %, в отдельных семенах до 85 %. В популяции *H. exilis* в семенах отдельных образцов содержание линолевой кислоты достигало 73,0 %, а в отдельных семянках – 83,0 %. Авторами заявлено о том, что на материале популяций диких видов *H. annuus* и *H. exilis* начата селекция подсолнечника по созданию сортов с максимальным уровнем в масле олеиновой и линолевой кислот.

На этом же форуме (Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику (27 июня–3 июля 1976 г.) в двух сообщениях (К.И. Солдатов; Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина) было доложено, что во ВНИИ масличных культур (СССР) впервые в мировой селекционной практике выведен промышленный сорт подсолнечника с содержанием в масле олеиновой кислоты 70–75 %.

Г.В. Пустовойт (1969) в интродуцированных образцах коллекции диких видов подсолнечника обнаружила один образец вида *H. exilis*, в масле которого содержалось 80 % линолевой кислоты. Следовательно, можно ожидать, что у культурных сортов подсолнечника имеются гены, контролирующие признак вы-

сокого содержания олеиновой и линолевой кислот, и селекция на эти признаки будет успешной.

До наших исследований селекция на качество масла, его ЖК-состав у подсолнечника не проводилась, и в этом плане неизвестно было о составе сортовых популяций по этому показателю (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1980).

Изучение варьирования содержания отдельных жирных кислот в масле сортов подсолнечника разных биологических групп (среднеспелых Передовик, ВНИИМК 6540, Армавирский 3497, Луч, ВНИИМК 8931, раннеспелом ВНИИМК 8883 и скороспелом Салют) в течение многих лет (1968–1975), выполненное на обширном материале (средняя выборка 200–210 корзинок), позволило установить, что между широко районированными сортами нет различий в содержании жирных кислот (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977; Л.Н. Харченко, 1979, 1980, 1984).

Каждый сорт подсолнечника имеет широкий диапазон изменчивости содержания отдельных жирных кислот: линолевой, олеиновой, стеариновой, пальмитиновой. В то же время концентрация каждой жирной кислоты (признак) масла семян подсолнечника имеет свою, специфичную для кислоты, величину коэффициента варьирования, и кислоты в этом плане являются единицей учета и отбора. По величине коэффициента варьирования их можно разделить на сильноизменчивые (пальмитиновая и стеариновая), среднеизменчивые (олеиновая), слабоизменчивые (линолевая) (Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1979).

В масле семян сортов Передовик, ВНИИМК 6540, Луч, ВНИИМК 8883 коэффициент варьирования содержания пальмитиновой и стеариновой кислот в зависимости от условий вегетации (1968–1970) колеблется соответственно от 13 до 29 % и от 18 до 29 %, а ненасыщенных жирных кислот – олеиновой – от 8 до 16 %, линолевой – от 6 до 12 %.

В указанные годы в сортах подсолнечника растений с высоким содержанием линолевой кислоты (56–60 %) было около 60 % от общего количества, со средним (44–55 %) – 20 %, растений с одинаковой концентрацией (45–47 %) линолевой и олеиновой кислот – 16 % и лишь 4–5 % приходится на растения с преобладанием в масле (48–56 %) олеиновой кислоты. Две последние группы могут служить исходным материалом при отборе в сортах подсолнечника растений с высоким содержанием в масле олеиновой кислоты (Л.Н. Харченко, 1980).

Концентрация олеиновой и линолевой кислот в липидах семян сортов подсолнечника обусловлена генетическими свойствами растений и климатическими условиями в период интенсивного образования липидов, имеющих сложные эфирные связи в триглицеридах, фосфолипидах, эфирах стерина (Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов, 1976; Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1978). Выращивание сортов подсолнечника в разные по климатическим условиям годы и в разных географических зонах позволило установить, что под влиянием комплекса внешних факторов сорта или разлагаются на биотипы с различной концентрацией в липидах жирных кислот, или сортовая популяция по указанным признакам нивелируется. Так, у сорта подсолнечника Передовик (n=500) число растений с относительно высоким содержанием олеиновой кислоты (46–50 %) по годам колебалось и составило: 0,6 % в 1968 г.; 0,05 % в 1969 г.; 6,2 % в 1970 г. и 46 % в 1971 г.

Степень варьирования содержания жирных кислот в семенах одного растения (корзинки) подсолнечника и горчицы превышает варьирование этих же кислот в пределах сорта (200–209 корзинок). Так, колебания содержания жирных кислот в отдельных семянках в пределах рядов краевой зоны корзинки составляли (%): пальмитиновой – 1,2–14,6, стеариновой – 1,2–14,4, олеиновой – 30,0–76,6, линолевой – 22,8–78,2.

Колебание содержания жирных кислот в пределах отдельного растения горчицы составляло (%): эруковая – 14,4–46,2, эйкозеновая – 7,4–18,2, линоленовая – 6,8–22,0, линолевая – 18,0–32,0, олеиновая – 12,4–36,7. Результаты варьирования признака массовой доли каждой кислоты в масле отдельных семян внутри сорта и внутри отдельного растения свидетельствуют, что все сорта горчицы, ее межвидовые и межсортовые гибриды располагают потенциальными возможностями для создания новых сортов с измененным ЖК-составом масла (Л.Н. Харченко, 1970, 1971, 1980).

В.С. Пустовойтом (1966) сделан вывод о том, что каждый сорт подсолнечника можно рассматривать как сложную популяцию с совокупностью гетерозиготных особей, постоянно дающих в результате перекрестного опыления новые комбинации селекционных признаков.

Наличие в сортах-популяциях подсолнечника растений с различным количественным соотношением жирных кислот в липидах семян (а свободное переопыление вегетирующих растений способствует появлению новых особей с иным уровнем в семенах жирных кислот), позволяет сделать однозначный вывод – все исследованные сорта-популяции подсолнечника селекции ВНИИМК гетерозиготны по признакам массовой доли олеиновой, линолевой, пальмитиновой и стеариновой кислот.

У высокомасличных сортов подсолнечника селекции академика В.С. Пустовойта частота встречаемости форм с высоким содержанием олеиновой и линолевой кислот в пределах сорта и отдельных семян определенного яруса корзинки достаточно высока. Последнее свидетельствует о возможности эффективного отбора биотипов и создания сортов со специфичным составом масла в семенах: высокоолеиновых, высоколинолевых, высокопальмитиновых, высокостеариновых (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1980; Л.Н. Харченко, 1979, 1984).

Высокое содержание олеиновой и других жирных кислот в масле семян подсолнечника не связано корреляционной связью с хозяйственно ценными признаками, масличностью семян и их урожаем. В связи с этим селекция на ЖК-состав масла, как правило, не будет связана с ухудшением продуктивности нового сорта по сравнению с исходным (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977; Л.Н. Харченко, 1980. 1984).

Возможность направленного наследственного изменения качества масла подсолнечника впервые была показана нами. На первых этапах работы (1969–1972 гг.) отбор биотипов со специфическим составом масла из сортовых популяций подсолнечника проводили по данным анализа ЖК-состава масла семян отдельных корзинок. Эти исследования были выполнены на четырех сортах в течение трех лет (1969–1972 гг.) при объеме выборок 100–109 пар. Изучение потомств, отобранных по отдельным целым корзинкам с последующим свободным опылением растений, выращенных из семян этих корзинок, не позволило получить ценных биотипов с измененным качеством масла (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1980). Определение корреляций между содержанием жирных кислот в масле элитных растений и их потомств при свободном опылении показало отсутствие наследования концентрации олеиновой и линолевой жирных кислот у подсолнечника (Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1979); Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1980; Л.Н. Харченко, 1984) в данных условиях.

В связи с этим в дальнейшем мы разработали методы отбора, обеспечивающие его эффективность, которые позволяют значительно увеличить долю генотипической изменчивости и повысить уровень наследования содержания каждой кислоты в составе масла семян у вновь выделенных биотипов подсолнечника.

Методической основой решения проблемы направленного наследственного изменения качества масла сортов под-

солнечника и горчицы сарептской является «прижизненный» анализ жирно-кислотного состава части семени ($1/8$, $1/2$) у подсолнечника и горчицы, посевом их жизнеспособной части в сочетании с самоопылением выращенных из них элитных растений, а в последующих поколениях – групповым опылением лучших с лучшими по уровню олеиновой кислоты (Л.Н. Харченко, 1970, 1971; Л.Н. Харченко, В.Ф. Шавло, 1976; Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1979). Этот ускоренный метод позволяет за три вегетационных периода выделить из сортов-популяций биотипы с резко различным сочетанием жирных кислот в липидах семян подсолнечника (Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1979; Л.Н. Харченко, 1984). При отборе из популяций подсолнечника ценных по ЖК-составу масла растений весьма важными являются способы опыления.

Академик В.С. Пустовойт (1963) разработал систему улучшающего семеноводства подсолнечника, основанную на внутрисортном переопылении лучших между собой биотипов и выбраковке растений с нежелательными признаками, в результате сорт улучшается в нужном направлении, по сути, в этом плане каждый сорт является гибридной популяцией.

Для установления эффективности способа отбора отдельных растений и биотипов по ЖК-составу масла в сортовых популяциях подсолнечника в зависимости от опыления в наших опытах применяли свободное опыление, самоопыление и групповое опыление. Семена сортов подсолнечника Передовик и ВНИИМК 8931, используемые в посеве, характеризовались высоким содержанием (59–60 %) линолевой кислоты и в половину меньшей концентрацией (27,6 и 28,2 %) олеиновой, а у сорта Первенец – олеиновой 75,8, линолевой 16,0 %. Выращенные из части семени элитные растения сортов Передовик, ВНИИМК 8931 и Первенец опыляли тремя способами: в каждом сорте половина растений свободно цвели, у второй половины проведено самоопыление и групповое опыление (Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1979).

Установлено, что в условиях свободного опыления сортов Передовик и ВНИИМК 8931 фенотипическая изменчивость массовой доли олеиновой, линолевой, пальмитиновой и стеариновой кислот в 3–5 раз превосходит генотипическую. Например, у этих же сортов высокая фенотипическая изменчивость концентрации олеиновой кислоты (15,1 и 14,7 %) превышала в пять раз генотипическую (3,0–3,2 %). Как правило, в этих условиях отсутствует наследование по отбираемому признаку (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1980; Л.Н. Харченко, 1984). Из этого следует, что обычными методами отбора выделить ценные по ЖК-составу масла растения и группы растений из сортовых популяций подсолнечника очень проблематично, скорее всего, невозможно.

Применение самоопыления отдельных растений и группового опыления в пределах семьи значительно увеличивало долю генотипической изменчивости и соответственно уровень наследования концентрации каждой кислоты в составе липидов семян подсолнечника. Так, у высокоолеиновых биотипов, выделенных из сортов Передовик и ВНИИМК 8931, самоопыление и групповое опыление способствовали увеличению коэффициента наследования соответственно: по линолевой – от $H^2 = 0,355$ до $0,405^x$, олеиновой – от $H^2 = 0,403$ до $0,468^x$, стеариновой – от $H^2 = 0,369$ до $0,569^{xx}$, пальмитиновой – от $H^2 = 0,306$ до $0,654^{xx}$ (достоверно $P=0,05^x$ и $0,01^{xx}$).

У сорта подсолнечника Первенец, отселектированного по концентрации олеиновой кислоты в масле, одноразовое свободное опыление растений в сравнении с групповым опылением приводило к уменьшению показателя генотипической изменчивости указанной кислоты соответственно с 30,9 до 18,3 %, и высокий коэффициент наследования $0,758^{xxx}$, снижался до $0,271^x$ (достоверно $P 0,05^x$ и $0,01^{xxx}$ -ном уровне). При свободном опылении растений сорта Первенец содержание олеиновой кислоты в масле также снижалось на 6–9 %.

В 1981–1982 гг. в хозяйствах Краснодарского края несоблюдение пространственной изоляции при выращивании сорта Первенец способствовало снижению содержания олеиновой кислоты в семенах с 6 до 8 %, а в отдельные годы до 16,2 % (Л.Н. Харченко, Н.И. Вирченко, 1981). Положительный результат группового переопыления особенно четко проявляется на примере высокоолеинового сорта Первенец и высокоолеиновых семей сортов Передовик и ВНИИМК 8931.

Сочетание «прижизненного» газо-жидкостного анализа семян подсолнечника по жирно-кислотному составу масла в сочетании с самоопылением растений, выросших из части семени, и групповым опылением в пределах потомства этих растений позволило за три года получить селекционный материал с различным соотношением жирных кислот в масле. Таким образом, этот метод дает возможность с успехом разложить сортовые популяции подсолнечника на отдельные биотипы, различающиеся ЖК-составом масла.

Отбор из популяций подсолнечника на качество масла растений и направленное переопыление потомств позволили выделить отдельные растения и биотипы не с одним, а с несколькими спектрами жирно-кислотного состава запасного масла: высокоолеиновые ($C_{18:1}$ – 60–65 %), среднеолеиновые ($C_{18:1}$ – 55–60 %), высоколинолевые ($C_{18:2}$ – 70–72 %). Среди выделенных из сорта Передовик биотипов у отдельных растений содержание олеиновой кислоты достигало 74 %, линолевой – 72 %, пальмитиновой – 9,0 %, стеариновой – 18 %.

У высокоолеиновых растений, выделенных из сортов Передовик и ВНИИМК 8931, обнаружено необычное распределение семян по классам с концентрацией олеиновой кислоты: вместо пяти, характерных для сортов-популяций, одиннадцать, и в последних трех классах содержание олеиновой кислоты было высоким (%): 55,1–60,0; 60,1–65,0 и более 65.

В 1980–1982 гг. работа по отбору ценных по ЖК-составу масла растений и закрепление в потомстве признака высо-

кого содержания олеиновой кислоты была продолжена на селекционном материале высокоолеиновых и высоколинолевых семей, полученных ранее (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1980).

С использованием метода «прижизненного» анализа были выделены семьи с очень высоким содержанием олеиновой кислоты – 72 и 78 % и низким йодным числом – соответственно 96,7 и 90,1, а также семьи с высокой концентрацией линолевой кислоты – 72 и 76 %. Было также обнаружено большое разнообразие в концентрации четырех главных кислот в масле отдельных семян определенного яруса корзинок (% от суммы): пальмитиновая 1,2–14,6, стеариновая 1,2–14,4, олеиновая 30,8–67,1, линолевая 27,9–76,8.

Односторонний отбор на один из признаков, в данном случае увеличение концентрации олеиновой кислоты в семенах и накопление в популяции высокоолеиновых биотипов, способствует резкому количественному изменению всех жирных кислот, в результате нарушаются существующие и возникают новые корреляционные связи (Л.Н. Харченко, 1981). Это отмечено в популяции сорта Первенец, в масле семян которого концентрация пальмитиновой кислоты (4,0–4,5 %) заметно снижена в сравнении (5,8–6,2 %) с сортом ВНИИМК 8931.

В связи с этим у подсолнечника при отборе на один из признаков ЖК-состава масла (олеиновую кислоту) следует контролировать содержание всех четырех жирных кислот.

Результатами многолетних исследований установлено, что групповое переопыление растений подсолнечника в пределах семьи позволяет сохранять и даже увеличивать концентрацию олеиновой и линолевой кислот в последующих поколениях. В результате трехлетнего отбора в сочетании с групповым переопылением лучших с лучшими выделены семьи с концентрацией олеиновой кислоты 66,6 %, 76,7 и 78,7 %, при свободном опылении у этих же семей уровень содержания указанной кислоты был гораздо ниже (%): 55,4; 55,5 и

61,1. Групповое переопыление высокоолеиновых семей повышает генотипическую изменчивость и увеличивает коэффициент наследования содержания олеиновой (от $0,629^x$ до $0,738^{xx}$) и линолевой (от $0,631^x$ до $0,770^{xx}$) (достоверно $P = 0,05^x$ и $0,01^{xx}$) кислот, при свободном опылении этих же семей указанные показатели были недоказуемы (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1980).

Основным условием эффективного отбора растений из сортовых популяций подсолнечника на любую из жирных кислот масла, то есть условием выявления и сохранения в потомстве генетической изменчивости семьи (биотипа), является метод «прижизненного» анализа ЖК-состава масла отдельных семян ($1/8$ части семядоли) в сочетании с самоопылением элитных растений, выращенных из части семени, и в последующих поколениях использование группового переопыления лучших между собой по отбираемому признаку. В этих условиях увеличивается доля генетической изменчивости и наследование признаков массовой доли олеиновой, линолевой жирных кислот.

В связи с этим при селекции на качество масла подсолнечника рекомендуется применять самоопыление исходных растений, а в питомниках сравнения использовать только семьи из питомников направленного (группового) переопыления.

Метод «прижизненного» анализа ЖК-состава масла газо-жидкостной хроматографии части семени и отдельных семян в пределах растений особенно необходим для анализа ЖК-состава масла семян горчицы, рапса, сурепицы, рыжика, поскольку является наиболее точным, и при серийных анализах – производительным. Внедрение этого метода во ВНИИМК в 1968 году (Л.Н. Харченко, 1968, 1973) позволило ускорить селекцию горчицы, рапса и сурепицы; созданы по этим культурам безэруковые высокопродуктивные сорта с высоким качеством масла (В.И. Шпота, Л.Н. Харченко, В.Е. Подколзина, 1974; В.И. Шпота, В.Е. Подколзина, Л.Н. Хар-

ченко, 1975) и шрота с низким содержанием глюкозинолатов (Н.С. Осик, П.С. Попов, 1986).

Для предварительного анализа семян подсолнечника на ЖК-состав масла необходима была экспрессная оценка качества масла по одному из компонентов массовой доли олеиновой.

Эта задача была решена. В 1981–1982 гг. Л.Н. Харченко был разработан экспресс-метод определения содержания олеиновой кислоты по показателю преломления масла на простых недорогих приборах – рефрактометрах.

Наша работа на ранних ее этапах, как любая новая, и на новых объектах имела как положительные, так и отрицательные случайности. Примером такого поиска был начальный период при создании первого высокоолеинового сорта Первенец, который был выделен из сорта подсолнечника ВНИИМК 8931 при обработке его семян в M_2 0,05 %-ным водным раствором диметилсульфата. В 1970 г. в M_3 среди представленных на анализ в отдел биохимии 200 образцов семян подсолнечника было выделено элитное растение с содержанием в масле 50,3 % олеиновой кислоты.

В 1971 г. К.И. Солдатов начал селекцию на увеличение содержания олеиновой кислоты в масле подсолнечника, положив в основу отобранное растение. В первый год у растений, выращенных из семян с 50,3 % олеиновой кислоты, проведено одноразовое самоопыление. В последующих поколениях использовано групповое переопыление лучших с лучшими по массовой доле олеиновой кислоты.

В 1973 г. была представлена законченная работа по созданию исходного материала с высоким содержанием в семенах подсолнечника олеиновой кислоты (К.И. Солдатов, Л.Н. Харченко, 1974).

В 1976 г. сорт Первенец был передан в Госкомиссию по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур и через год районирован.

Изучение биохимических особенностей нового сорта в сравнении с районированными сортами дало ряд неожиданных результатов, которые помогли нам обосновать многообразие систем регуляции биосинтеза жирных кислот в семенах подсолнечника. Сорт Первенец характеризуется, как сказано выше, совершенно необычным для подсолнечника высоким содержанием олеиновой кислоты – 75–79 % при 27–29 % ее у сорта Передовик (контроль). Соответственно в масле этого сорта резко снизилась концентрация линолевой кислоты – 14–16 % при 60–62 % у контрольного сорта. У мутанта отмечено чрезвычайно высокое варьирование олеиновой кислоты – 62–75 %, у контрольного сорта – 10,5–12,0 %. Варьирование концентрации пальмитиновой и стеариновой кислот хотя и увеличилось, но в меньшей степени.

Сорт Первенец – новый тип подсолнечника по ЖК-составу масла, об этом свидетельствует изменение корреляционных связей между содержанием всех четырех жирных кислот в составе липидов семян. У мутанта появились новые, отсутствующие у сортов-популяций, корреляции: положительная между концентрацией стеариновой и линолевой кислотой (до 0,607^{xx}), и увеличилась в два раза отрицательная между пальмитиновой и олеиновой (-0,725), у сорта ВНИИМК 8931 ее уровень был: -0,337. В липидах мутанта отсутствуют, как бы выпадают, корреляционные связи: положительная между стеариновой и олеиновой и отрицательная между стеариновой и линолевой кислотами. У нового сорта величина и знак корреляции между содержанием олеиновой и линолевой кислотами сохранились (от -0,809 до -0,981), однако изменение ЖК-состава липидов семян этого сорта произошло в результате увеличения в них концентрации олеиновой и резкого снижения линолевой жирных кислот.

Таким образом, односторонний отбор в популяции подсолнечника по одному из признаков состава масла, в данном случае массовой доли олеиновой кислоты, способствовал изменению содержания всех четырех жирных кислот и корреляционных связей между ними, а также изменил регуляторную

изменчивость биосинтеза олеиновой и линолевой жирных кислот в липидах семян.

Корреляционные связи между содержанием отдельных жирных кислот в масле семян подсолнечника обнаруживают ряд важных особенностей, которые в конечном итоге отражают типы растений с разной регуляцией биосинтеза жирных кислот в масле семян подсолнечника. Руководствуясь установленным нами разнообразием в сортах-популяциях подсолнечника отдельных растений и групп с высоким, средним и минимальным количеством олеиновой и линолевой кислот в липидах семян, указанные растения (исходя из содержания олеиновой кислоты) были отобраны нами и сгруппированы по пяти типам: I – высокоолеиновый ($C_{18:1}$ – 60 % и выше), у которого корреляционная взаимосвязь между концентрациями кислот олеиновой и линолевой высокая отрицательная – от -0,881 до -0,914; II – среднеолеиновый ($C_{18:1}$ – 50–58 %), корреляция от -0,402 до -0,708; III – олеиново-линолевый ($C_{18:1}$ – 46, $C_{18:2}$ – 44 %), корреляционная связь между содержанием олеиновой и линолевой кислотами из отрицательной переходит в высокую положительную (от +0,806 до +0,931); IV – линолевый тип ($C_{18:1}$ – 30–37 %, $C_{18:2}$ – 57–50 %), корреляционная взаимосвязь между кислотами средняя по величине и отрицательная по знаку (-0,488); в типе V – линолевом (линолевой $C_{18:2}$ – 60 % и выше, $C_{18:1}$ – 27–28 %) корреляционная связь между кислотами высокая отрицательная – от -0,954 до -0,981 (Л.Н. Харченко, 1980).

Все сорта-популяции подсолнечника селекции ВНИИМК характеризуются высоким содержанием линолевой кислоты и относятся к пятому и четвертому типам. Уровень накопления олеиновой и линолевой кислот в запасных липидах определяется генотипом зародыша семян, пыльцевым режимом и температурными уровнями, сложившимися в период интенсивного маслообразования. Это подтверждается обширным экспериментальным материалом, полученным при выращивании сортов-популяций в разных климатических зонах страны, а также в течение семи лет в конкурсном сортоиспытании в годы с различающимися температурными условиями в период маслообразо-

вания и в контролируемых условиях (в камерах ПЖВ-36) (Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова, 1977, 1980; Л.Н. Харченко, 1979, 1980).

Трудно представить, что у растений подсолнечника с равным содержанием в масле олеиновой и линолевой кислот и наличием положительной корреляции между ними (тип III) линолевая кислота образуется из олеиновой. Можно предположить, что биосинтез этих кислот осуществляется независимо друг от друга и каждая из них имеет свой предшественник. Типы растений первый и пятый, различаясь высокими концентрациями олеиновой и линолевой кислот в масле, имеют в то же время одинаковую по знаку отрицательную и величине корреляционную связь: в первом – в семенах образуется масло, богатое олеиновой кислотой, в другом, – линолевой. Поэтому нельзя утверждать о постоянстве регуляторного механизма биосинтеза ненасыщенных и насыщенных жирных кислот у подсолнечника.

Масла сортов Первенец и ВНИИМК 8931 сильно различаются распределением олеиновой и линолевой кислот в глицеридах. В масле сорта Первенец содержание глицеридов с двумя и тремя радикалами олеиновой кислоты высокое, соответственно 38,2 и 48,4 %, в то время как в масле сорта ВНИИМК 8931 преобладают глицериды с одним и двумя радикалами линолевой кислоты, соответственно 34,5 и 41,8 %, и очень мало было глицеридов с двумя (22 %) и тремя (4,2 %) радикалами олеиновой кислоты (Л.Н. Харченко, В.Н. Григорьева, А.Н. Миронова, 1978).

Распределение концентрации олеиновой и линолевой кислот в глицеридах масла сорта Первенец аналогично распределению этих кислот по глицеридам оливкового масла: в оливковом масле содержится 53 % триолеина, в масле сорта Первенец – около 50 %. Масло нового высокоолеинового сорта по питательной ценности и структуре глицеридов аналогично оливковому, но превосходит его по массовой доле витамина Е (в оливковом масле его 12 мг%, а в масле сорта – 60 мг%) (Л.Н. Харченко, 1979, 1981).

Весьма важным является отличие нового сорта от широко районированных сортов наличием высокого содержания олеиновой кислоты как в нативном масле (79 %), так и в различных группах липидного комплекса (%): 77; 60 и 50 соответственно в триглицеридах, фосфолипидах, в эфирах стеринов. В масле сорта ВНИИМК 8931 во всех классах липидного комплекса преобладает линолевая кислота – соответственно 58; 51 и 56 %, и в тех же классах олеиновой было: 55; 27 и 35 % (Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов, 1976).

К настоящему времени накопилось достаточно данных, свидетельствующих о взаимозависимости биосинтеза триглицеридов и фосфолипидов. Установлено, что биосинтез сложных липидов осуществляется в субклеточных частицах протоплазмы, а специфическое включение остатков жирных кислот в молекулу триглицеридов и фосфолипидов проходит через стадию фосфорелирования (Е.П. Кеннеди, 1962; А.Г. Верещагин, 1972). При синтезе эфиров стеринов в качестве ацильного компонента также используются жирные кислоты. Полагают, что все жирные кислоты образуются в общем метаболическом пуле и через сложную цепь ферментных реакций включаются в триглицериды и фосфолипиды (U.J. Burkhard, 1971). Вероятно, по аналогии с сафлором мутация жирно-кислотного состав в семенах подсолнечника сорта Первенец затронула не только запасные глициериды, но и фосфолипиды клеточных мембран.

С появлением нового высокоолеинового сорта подсолнечника возникла необходимость изучения образования и накопления отдельных жирных кислот в процессе роста и созревания семян. При решении данной задачи использованы два подхода: 1 – изучение влияния ростовых процессов на накопление жирных кислот в развивающихся семенах сортов ВНИИМК 8931 и Первенец, то есть гено- и фенотипический механизм регуляции биосинтеза отдельных жирных кислот в липидах семян; 2 – выяснение механизма образования отдельных жирных кислот в процессе роста семян с использованием радиоактивного углерода глюкоза-1,6 – C¹⁴.

Накопление масла в семенах указанных сортов подсолнечника начинается в первую декаду после цветения и продолжается до физиологической (влажность 33–40 %) зрелости семян, однако в первую неделю этот процесс замедленный. Наиболее интенсивное накопление масла в семенах сортов ВНИИМК 8931 и Первенец отмечено между 18–25 днями после цветения, затем оно замедляется и происходит снижение масличности за счет более интенсивного накопления белка. Однако в семенах сорта образование масла продолжается до конца созревания, в то время как в семенах мутанта прекращается на 4–5 дней раньше. Поэтому одним из условий создания высокопродуктивных сортов подсолнечника с измененным ЖК-составом масла должен быть отбор биотипов с интенсивным накоплением масла и сухого вещества в семенах.

Созревание семян подсолнечника сопровождается изменением не только общего количества липидов (масла), но и изменением всего липидного комплекса: увеличивается содержание триглицеридов – главного компонента масла; снижается количество фосфолипидов, стерина, моно- и диглицеридов, свободных жирных кислот. Сорта подсолнечника, различающиеся концентрацией в масле ненасыщенных жирных кислот, характеризуются одинаковой закономерностью накопления глицеридных и неглицеридных компонентов масла в семенах (Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов, 1976; Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1976, 1976а; Л.Н. Харченко, 1979). В ранний период созревания 6-дневные зародыши семян подсолнечника состоят из нескольких клеток (А.И. Ильина, 1954, 1955; А.А. Свешникова, 1955) и запасных липидов в них почти нет, а те, что идентифицированы, почти все структурные (А.Г. Верещагин, 1972; А.Г. Верещагин, 1981).

У сортов ВНИИМК 8931 и Первенец семена до 10-дневного возраста, то есть до интенсивного синтеза триглицеридов, имеют одинаковый ЖК-состав: сумма насыщенных жирных кислот (пальмитиновой и стеариновой) достигает 28–30 мол%, содержание олеиновой кислоты у сорта – 62 мол%, у мутанта – 63 мол%, а линолевой соответственно 21 и 26 мол%. В этот пе-

риод жирно-кислотный состав масла не контролируется генотипом зародыша семян. В отличие от сорта ВНИИМК 8931 у мутанта по мере созревания семян относительное количество в масле олеиновой кислоты увеличивается с 46 до 79 мол%, а линолевой снижается с 31 до 15 мол%, в то время как в масле сорта ВНИИМК 8931 концентрация линолевой кислоты наоборот увеличивается с 21 до 57 мол%, а высокое содержание олеиновой – 62 мол% в липидах раннего возраста, уменьшается до 34 мол% в зрелых семенах.

Итак, в семенах обоих сортов в ранний период их роста, то есть до периода интенсивного образования триглицеридов, ЖК-состав одинаковый. С момента образования триглицеридов ЖК-состав изменяется и переходит под контроль генотипа зародыша, в результате в семенах образуется масло, свойственное данной культуре, сорту, гибриду, линии. Как и следовало ожидать, йодное число масла у сорта Первенец не увеличивалось, а снижалось с 129 до 90–94 единиц, и возрастало с 90 до 128 у сорта ВНИИМК 8931 (Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1976).

Иная картина наблюдалась в закономерностях накопления абсолютного содержания жирных кислот в семенах в онтогенезе. Мутантный сорт отличается от сорта ВНИИМК 8931 накоплением абсолютного содержания (г/растение) олеиновой и линолевой кислот в период роста и созревания семян – повышенное абсолютное содержание (0,72 г/1000 семян) олеиновой кислоты в первую декаду после цветения увеличивается и достигает максимума (2,64 г/1000 семян) между 22–25 днем после цветения, в последующие дни снижается и остается на одном уровне вплоть до физиологической спелости семян. Абсолютное содержание линолевой кислоты в липидах семян увеличивается лишь в первый период маслообразования (семена 10–22-дневного возраста), а затем концентрация ее стабилизируется. Тем не менее, в липидах мутанта эти два процесса – биосинтез олеиновой и линолевой кислот и их абсолютное накопление в процессе роста и созревания семян не зависят друг от друга и

идут параллельно накоплению сухого вещества (Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов, 1976; Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1976).

Необычный состав масла у высокоолеинового сорта Первенец, по-видимому, можно объяснить частичным ингибированием ферментной системы, осуществляющей дегидрирование олеиновой кислоты в линолевую.

В семенах сорта ВНИИМК 8931 абсолютное содержание (0,82–1,55 г/1000 семян) олеиновой кислоты в первый период маслообразовательного процесса (10–18-дневные семена) выше, чем линолевой, ее содержание уменьшается в тот период маслообразования, когда происходит наиболее интенсивный биосинтез и накопление линолевой кислоты (1,03; 1,52; 1,38 мг/1000 семян) в период с 18 по 30-й день после цветения. Абсолютное содержание каждой жирной кислоты, то есть как насыщенных, так и ненасыщенных увеличивается в липидах в период роста и созревания семян. Однако абсолютное содержание олеиновой кислоты резко снижается в 20–22-дневных семенах, с момента интенсивного синтеза линолевой кислоты, и остается на низком уровне до конца созревания семян.

Этот вывод подтверждается результатами, полученными при включении радиоактивной глюкозы – $1,6 - C^{14}$ в ненасыщенные жирные кислоты липидов семян (Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1974; Л.Н. Харченко, 1981). Судя по изменению уровня радиоактивности олеиновой и линолевой кислот в семенах сорта ВНИИМК 8931, можно полагать, что олеиновая кислота используется в биосинтезе линолевой. Между возрастом семян и уровнем радиоактивности каждой из кислот наблюдается обратная взаимосвязь (Л.Н. Харченко, 1981).

Иная закономерность наблюдается в распределении радиоактивной метки в жирные кислоты сорта Первенец. В семенах 15- и 20-дневного возраста радиоактивность олеиновой кислоты в несколько раз выше, чем линолевой, и увеличивается в процессе созревания семян, а небольшая

радиоактивность линолевой кислоты отмечена в семенах 10–15-дневного возраста остается на одном уровне до конца их созревания. Это свидетельствует о частичном ингибировании на очень раннем этапе маслообразовательного процесса ферментной системы, осуществляющей превращение олеиновой кислоты в линолевую (Л.Н. Харченко, 1980, 1981).

Выше было отмечено, что независимо от сортовой принадлежности, в семенах 6–10-дневного возраста образуются липиды одинакового жирно-кислотного состава (структурные липиды). Это, очевидно, связано с тем, что в этот ранний период у обоих сортов ЖК-состав масла контролируется одной и той же ферментной системой, вероятно, неконтролируемой генотипом зародыша. В связи с тем, что относительное содержание олеиновой кислоты в масле и абсолютное ее содержание в семенах сортов подсолнечника линолевого типа уменьшается в тот момент, когда увеличивается содержание линолевой кислоты, был сделан вывод об использовании олеиновой кислоты в биосинтезе линолевой (Штумпф, 1962; Н.Ф. Дублянская, 1965, 1966, 1975; А.И. Ермаков, 1972, 1977; А.И. Ермаков, Н.П. Ярош, 1976; Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1976; M.S. Chicholm, 1961; A.T. James, P.V. Harris, 1965; G.V. Hopkins A.T. James, 1964; M.S. Chicholm, 1961; Cherif, J.P. Duba, R. Mache, A. Oursel, A. Tremolieres, 1975).

Использование олеиновой кислоты в биосинтезе линолевой доказано экспериментально с использованием меченого углерода. Исследования были выполнены погружением срезанных растений в растворе с меченой 1,6- C^{14} глюкозы, а также на инактивных хлоропластах (James, 1962; Jacobson, Kannangara, Stumpf, 1973; Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1974).

У горчицы, как и у подсолнечника, включение радиоактивного углерода C^{14} в отдельные жирные кислоты зависит от возраста семян и интенсивности маслообразовательного процесса (Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина, 1974). Полученные результаты указывают на вероятность использования

олеиновой кислоты в образовании более ненасыщенных жирных кислот ($C_{18:2}$ и $C_{18:3}$), сопряженных с ней корреляцией по схеме, с одной стороны: олеиновая \rightarrow линолевая \rightarrow линоленовая, а с другой, – удлинение ее ($C_{18:1}$) углеродной цепи на 2СН (два углеродных фрагмента) и образования цепочки мононенасыщенных более высокомолекулярных жирных кислот ($C_{20:1}$ и $C_{22:1}$) по схеме: олеиновая - - \rightarrow эйкозеновая - - \rightarrow эруковая; две последних кислоты преобладают в масле семян *Brassicaceae*.

Результаты наших исследований (Л.Н. Харченко, 1980, 1981), полученные при изучении метаболизма жирных кислот в масле семян горчицы сарептской, корреляционными и функциональными связями между концентрациями кислот согласуются со схемой биосинтеза жирных кислот в масле рапса, предложенной Appelqvist L.A. (1963), и дополненной А.Г. Верещагиным (1972); схема биосинтеза жирных кислот в масле семян подсолнечника предложена Л.Н. Харченко (1980).

Главная роль в биосинтезе жирных кислот принадлежит ацетату, состоящему из двух углеродных атомов. Насыщенные жирные кислоты у высших растений образуются в результате последовательного удлинения углеродной цепи на два углеродных фрагмента со стороны карбоксильной группы (Штумпф, 1962; Т.Р. Stumpf, 1962, 1971). Образование ненасыщенных жирных кислот происходит путем дегидрирования со стороны карбоксильного конца насыщенной кислоты, удлинения цепи и повторного дегидрирования (Tries, 1968). Олеиновая и пальмитоленовая кислоты образуются в результате десатурации стеариновой и пальмитиновой кислот соответственно, причем в качестве субстрата обязательно присутствие стеарил- и пальмитил-АПБ (Givan, Stumpf, 1971; S. Stymne, L.A. Appelqvist, 1978). Олеиновая и линоленовая кислоты могут синтезироваться в растительных тканях также путем наращивания углеродной цепи соответственно ненасыщенной кислоты с меньшим числом углеродных атомов (Harwood, 1974; Harwood, James, 1975; Petrov, 1980; Верещагин, 1981). Полагают, что такой

кислотой является 7, 10, 13-гексадекатриеновая кислота, которая путем троекратного удлинения на два (2CH_2) углеродных фрагмента превращается в линоленовую (С.С. Kannangara, Р.К. Jacobson, Р.К. Stumpf, 1973).

Основными жирными кислотами в масле подсолнечника являются ненасыщенные – олеиновая ($18:1^9$) и линолевая ($18:2^{9,12}$), на долю которых приходится 87–92 % суммарного содержания кислот, насыщенные пальмитиновая ($16:0$) и стеариновая ($18:0$) кислоты составляют 8–13 % суммы кислот.

В липидах семян обеих сортов подсолнечника, кроме четырех кислот, на всех этапах маслообразовательного процесса присутствуют в небольших количествах (десятые и сотые доли процента) кислоты: маргариновая ($17:0$), пальмитолеиновая ($16:1^9$), арахидиновая ($20:0$), эйкозеновая ($20:1^9$), бегеновая ($22:0$), лигноцериновая ($24:0$), а в фосфолипидах семян 6–10-дневного возраста – цис-3-гексадеценовая ($16:1^3$) и линоленовая ($18:3^{9,12,15}$), последние две входят в состав фосфолипидов семян подсолнечника, и фосфолипидов хлоропластов семян и створок стручков горчицы (Л.Н. Харченко, 1975; Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов, 1976).

Имеются сведения, что специфическим компонентом нескольких реакций переноса электронов в клетке при фотосинтезе может служить линоленовая и цис-3-гексадеценовая кислоты в составе молекулы галактолипидов (R.K. Downey, В.М. Graig, 1964; Бексон, 1972; А.А. Верещагин, 1972).

По всей видимости, линоленовая и цис-3-гексадеценовая кислоты, обнаруженные в составе фосфолипидов семян подсолнечника и фосфамидах хлоропластов 6-дневных семян и стручков горчицы, могут участвовать в реакциях фотосинтеза (Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов, 1976; Л.Н. Харченко, 1975, 1979).

Обобщая собственные исследования (Л.Н. Харченко, 1975, 1980, 1981) и результаты цитируемых авторов, основные пути биосинтеза жирных кислот в липидах семян подсолнечника можно представить следующей схемой (рисунок).

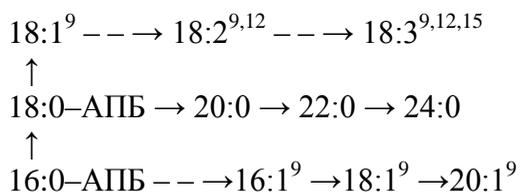


Рисунок. Схема биосинтеза жирных кислот в созревающих семенах подсолнечника. Реакция биосинтеза жирных кислот: -- → – реакция десатурации; → – реакция удлинения цепи на 2 СН₂. Сокращенное обозначение жирных кислот: цифры слева от двоеточия – число углеродных атомов в цепи, справа – число двойных связей, над стрелкой – положение двойных связей в цепи

Предложенная нами схема биосинтеза жирных кислот (рисунок), как и другие схемы (Т.Р. Hilditch, 1956; С.П. Иванов, 1946; А.Г. Верещагин, 1972, 1981; Л.Н. Харченко, 1980), недостаточны для объяснения многообразия типов растений в популяциях подсолнечника и горчицы, определяемых как генотипом зародыша семян растений, так и различиями условий внешней среды в период маслообразовательного процесса. Они не объясняют различий в корреляционных связях между содержанием жирных кислот у разных по ЖК-составу масла биотипов, линий, сортов. Это несоответствие можно объяснить, если исходить из появления на том или ином этапе маслообразовательного процесса кофакторов, ингибирующих превращение олеиновой кислоты в линолевую.

Результаты нашей работы показывают, что у масличных культур во втором периоде маслообразования (биосинтез глицеридов) появляется определенная специфичность в биосинтезе жирных кислот. Действие ферментных систем определяется генетическим кодом культуры (биотипа, линии) и условиями среды, в частности температурой воздуха. Под влиянием определенных, особенно резко изменяющихся условий выращивания растений одна из ферментных систем становится наиболее

активной, доминирующей, а все другие ингибированными в различной степени. В результате синтезируется тип масла по ЖК-составу, соответствующий продуктам действующей в данный момент ферментной системы. С другой стороны, активность ферментной системы может зависеть в основном от регуляции, идущей от генетического кода сорта или биотипа. В этом случае даже в не очень благоприятных условиях данная ферментная система действует активно. Примером является новый сорт Первенец и высокоолеиновые семьи, выделенные из сорта Передовик.

У подсолнечника, кроме крайних вариантов по биотипам растений (I-й и V-й) по ЖК-составу существует множество промежуточных. Надо полагать, что у растений этих биотипов (совокупность особей) ферментные системы могут быть самой различной степени активности и разной степени совместного действия: как антагонисты, как параллельно и независимо действующие, как меняющие свою активность в течение одного цикла маслообразовательного процесса.

Механизм биосинтеза жирных кислот триглицеридов масел подсолнечника и горчицы лабилен и специфичен, что обусловлено генотипом зародыша семян и реакцией вегетирующих растений на условия внешней среды. У подсолнечника и горчицы процесс накопления масла в семенах можно условно разделить на два периода. На первом этапе независимо от сорта образуется масло одинакового состава, на втором этапе ЖК-состав масла определяется генотипом зародыша и активностью ферментных систем, регулирующих интенсивность и направленность биосинтеза жирных кислот, свойственных данному виду, сорту, линии.

Из результатов нашей работы следует, что жирнокислотный состав семян любой масличной культуры находится под генетическим контролем с различным фенотипическим проявлением генотипа в зависимости от факторов окружающей среды.

Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец не-единственный феномен, у которого генетически изменена регуляция биосинтеза олеиновой и линолевой кислот в липидном комплексе семян. У масличных культур разных ботанических семейств – сафлора, льна, рапса, горчицы сарептской, сурепицы созданы сорта, линии, гибриды с измененным жирно-кислотным составом масла (Downeg, Craig, 1964; Appelqvist, B.K. Stefansson, 1964; Kondra, Stefansson, 1965; Knowles, Hill, Ruchman, 1965; Jonsson, 1970).

У вновь созданных сортов и линий одной и той же культуры обнаружена различная реакция изменения уровня ненасыщенности масла при воздействии на растения высоких и низких температур в период маслообразования (Knowles, 1972). Так, в роде *Linum* был найден вид *L. schiedeanum*, который при температуре 15–30° способен синтезировать масло с высоким содержанием линоленовой кислоты (78 %), в то же время отдельные его формы необычно реагируют на температуры в интервале 15–30°: в их семенах накапливалось высокое количество линолевой (73 %), вместо ожидаемой линоленовой кислоты. Таким образом, открытый С.Л. Ивановым (1946) феномен, который считали универсальным, фактически встречается не у всех видов масличных растений. Следует отметить, что он применим для сортов с обычным генотипом (С.Л. Иванов, 1961).

Особенно значимые результаты изменчивости и наследование концентрации отдельных жирных кислот были получены при изучении сортов сафлора. Впервые на этой культуре был использован метод «прижизненного» микроанализа жирно-кислотного состава отдельного семени (Knowles, Hill, Ritenovz, Ruckman, 1965; Knowles, Hoover, 1969).

Масло зрелых семян сафлора (в норме) до селекции на качество масла имело следующий состав жирных кислот (%): 72–78 линолевой, 15–23 олеиновой, 6–7 пальмитиновой, 1–2 стеариновой, а его йодное число равно 138–145.

В Индии в 1957 году из популяции сафлора с высокой ненасыщенностью масла была выделена линия с тем же числом хромосом, что и в исходных семенах, но с измененным ЖК-

составом масла: олеиновой 64–83 линолевой 12–13 %, йодное число 70–85; полученное масло было сходно с оливковым.

Гибридологическим анализом установлено, что состав масла линий сафлора с измененным ЖК-составом определяется генотипом зародыша, а генотип материнского растения на состав масла не влияет. В масле семян у вновь выделенных линий сафлора содержание олеиновой и линолевой кислот концентрируется в генотипе зародыша этих линий единственным локусом, содержащим два аллеля *O1* и *o1* (P.F. Knowles, 1969). Масло семян с генотипом *O1o1* у высоколинолевых сортов сафлора N-10 и US-10 характеризуется высокой ненасыщенностью (йодное число 145–148), а масло семян линий с генотипом *o1o1* – низкой ненасыщенностью, его йодное число 70–85, а концентрация олеиновой кислоты составляла 64–85 %. Путем инбридинга и отбора была выделена линия с высоким содержанием (85 %) олеиновой кислоты (P.F. Knowles, 1968).

В 1964 г. в Палестине найдена еще одна линия сафлора, масло семян которой было промежуточным между маслами генотипов *O1O1* и *o1o1* с йодным числом 109–130, уровень линолевой и олеиновой кислот соответственно 48 и 43 %, сумма ненасыщенных 7 %. Гибридологический анализ показал, что содержание линолевой и олеиновой кислот в масле семян указанной линии определяется единственным аллелем *o1'*, который находится в том же локусе, что и аллели *O1* и *o1*. Установлено, что состав масла сафлора, а именно концентрация олеиновой и линолевой кислот, контролируется тремя аллелями, находящимися в одном локусе, которые при разном сочетании вышеуказанных кислот могут способствовать получению масла с любым заданным составом в диапазоне от 10 до 89 %.

Обобщая имеющиеся в литературе и полученные нами данные о влиянии высоких температур в период созревания семян на качество синтезируемого в них масла, можно сделать вывод, что у сортов масличных культур с обычным генотипом обнаружена четкая взаимосвязь между ненасыщенностью масла

(йодное число) и температурой в период созревания семян. У масличных культур с обычным генотипом в семенах сортов подсолнечника, сафлора, горчицы, рапса в метаболизме и накоплении одновесных жирных кислот в липидах семян отмечена одинаковая закономерность.

В то время как у сортов одной культуры (подсолнечник, сафлор и др.) с измененным по ЖК-составу масла генотипом отмечена иная реакция на повышение температуры в период созревания семян: у каждой отдельной линии, сорта генотип зародыша определяет ЖК-состав масла.

Так в генотипах сафлора OIOI и OloI температурная реакция в колебании содержания линолевой и олеиновой кислот была невысокая и составляла 7 и 10 %.

В семенах с генотипом ol'ol' при аналогичных температурных условиях выращивания и созревания семян концентрация линолевой кислоты снижалась в 2 раза – с 75 до 38 % и увеличивалась с 16 до 53 % (то есть в три с лишним раза). Мутация между вариантами жирно-кислотного состава в геноме семян сафлора затронула не только жирные кислоты триглицеридов, но и фосфолипиды клеточных мембран (Burknaздt, 1971).

Аналогичная реакция на высокие температуры отмечена в масле семян подсолнечника сорта Передовик – увеличением в 2 раза (с 32,09 до 68 %) содержания олеиновой кислоты, а между вариантами с оптимальной и максимальной температурами эти различия составляли 7–8 %. У биотипов сорта подсолнечника с равным содержанием олеиновой и линолевой кислот температурная реакция была ниже, а у высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец при аналогичных условиях выращивания (оптимальные и высокие температуры) содержание олеиновой кислоты (83 и 85,7 %) было практически одинаковым (Л.Н. Харченко, В.И. Клюка, С.Н. Цуркани, 1979).

Установленные закономерности позволяют отбирать ценные по ЖК-составу масла биотипы из сортовых популяций подсолнечника.

Наши исследования были бы неполными без пищевой и биологической оценки питательных достоинств масел новых сортов с измененным ЖК-составом масла.

Биохимиками ВНИИ масличных культур (Л.Н. Харченко) совместно с Институтом питания Академии медицинских наук проведены исследования питательной ценности и физиологического действия на живой организм масел новых сортов с измененным ЖК-составом. В разные периоды – 1972–1974 и 1976–1984 годы в Институт питания Академии медицинских наук были переданы масла высокоолеиновое подсолнечное сорта Первенец и безэруковое сорта рапса Эввин и сурепицы, в том числе, низколиноленовое безэруковое сорта Кубанский, горчичное, а также безэруковое сурепное. Рапсовое и сурепное масла с высоким содержанием эруковой кислоты в пищевом рационе животных были менее эффективны в отношении прироста тела в сравнении с безэруковыми маслами, у которых в 2–2,5 раза увеличена сумма линолевой и олеиновой кислот.

По заключению Института питания АМН, пищевая ценность различных масел семян *Brassicaceae*, содержащих эруковую кислоту и продукты из этих масел, не только вследствие высокого содержания в них эруковой кислоты, но и по сочетанию ненасыщенных жирных кислот линолевой и линоленовой, следует считать как несбалансированные по жирно-кислотному составу. Селекционная коррекция должна быть направлена на снижение как концентрации эруковой кислоты, так и на значительное уменьшение в маслах доли линоленовой кислоты (И.А. Львович, И.Н. Корф, С.А. Куликова и др., 1984).

Особое внимание было уделено оценке влияния нового жирового продукта высокоолеинового подсолнечного масла (олеиновой кислоты 70–75 %, линолевой 22–23 %) на важную в питании функцию – обеспечение в живом организме синтеза палиеновых жирных кислот, в частности арахидоновой и ω -6-доказиадиеновой кислот, которые являются структурными элементами биологических мембран.

Установлено, что масло из семян высокоолеинового сорта обеспечивает организм в достаточной мере линолевой кислотой (при содержании 20–23 %), являющейся предшественником биосинтеза арахидоновой кислоты, которая является основной полиеновой кислотой структурных липидов мембран (М.М. Левачев, М.Б. Браун, А.А. Покровский, 1978).

Институт питания АМН считает выдающимся достижением селекционеров ВНИИ масличных культур создание и внедрение в производство нового высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец, масло, из семян которого, идентично по ЖК-составу оливковому. Весьма ценным качеством нового подсолнечного масла является высокая стойкость к окислению при длительном хранении, меньшая полимеризация при термической обработке в качестве фритюрного жира. Подсолнечное высокоолеиновое масло может полностью заменить импортное оливковое масло во всех областях, где оно необходимо (М.М. Левачев, М.Б. Браун, А.А. Покровский, 1978).

Во ВНИИМК начата в 1967–1970 гг. селекция подсолнечника и других масличных культур на жирно-кислотный состав масла, в частности создание высокоолеиновых сортов и гибридов подсолнечника, горчицы сарептской в 1973 и в 1982 г. рапса – выведение низкоэруковых и безэруковых сортов, у которых элеменирована из состава масла эруковая кислота, явилась настоящим прорывом в науке. В дальнейшем эту работу продолжили молодые ученые.

В 1982–1983 гг. небольшая группа ученых – Демури Я.Н., Попов П.С. и Ефименко С.Г. – начала изучать генетический контроль качества масла подсолнечника.

Несмотря на финансовые трудности, по инициативе и под руководством Бочкарева Н.И. была создана лаборатория биохимической генетики и цитологии, сотрудники которой продолжили изучение признаков жирно-кислотного состава масла.

Демури Я.Н. впервые в мировой селекционной практике получил генетически чистую линию подсолнечника с признаком высокого содержания олеиновой кислоты в масле, на обширном материале выполнил гибридологический анализ признака состава

ва жирных кислот по родословным, используя мировую коллекцию инбредных линий подсолнечника и коллекционных образцов ВИР. Им также выполнен генетический анализ токоферолов (Я.Н. Демури́н, 1999).

Для практического использования в селекции подсолнечника увеличения стойкости масла к окислению за счет повышения содержания в нем β- и γ-антиоксидантных форм токоферолов созданы линии-доноры.

Впервые в мире по методике, разработанной Я.Н. Демуриным, создан высокоолеиновый с измененным составом (увеличенным количеством β-токоферола) токоферолов в семенах гибрид Краснодарский 917, который является результатом комплексной работы селекционеров, генетиков и биохимиков.

Список литературы

Бородулина, А.А. Накопление и метаболизм жирных кислот в семенах высокоолеинового мутанта подсолнечника / А.А. Бородулина, Л.Н. Харченко // Физиология растений. – 1976. – Т. 23. – Вып. 6. – С. 952–956.

Василенко, В.В. Памятка по выращиванию высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец / В.В. Василенко, Д.С. Васильев, К.И. Солдатов, Л.Н. Харченко. – Краснодар: Агропромышленный комплекс Краснодарского края, 1967. – С. 4–11.

Временные технические условия, принятые в 1978 г. Государственным комитетом СССР по стандартизации на масло сорта Первенец, предусмотрено содержание в нем не менее 70 % олеиновой кислоты.

Воскресенская, Г.С. Эффективность направленного отбора в гибридных популяциях горчицы сарептской при селекции на содержание аллилового масла в семенах / Г.С. Воскресенская // Агробиология. – М., 1963. – № 2. – С. 290–293.

Воскресенская, Г.С. Селекция горчицы сарептской / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота // Краткий отчет о науч.-исслед. работе (ВНИИМЭМК) за 1959–1960 гг. – Краснодар, 1962. – С. 44–47.

Воскресенская, Г.С. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика учета этого явления / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1967. – № 7. – С. 18–20.

Воскресенская, Г.С. Горчица сарептская сорт Скоропелка 2 улучш. / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина // Методические указания. – Краснодар, 1978.

Верещагин, А.Г. Триглицериды растений и биологическая изменчивость их состава / А.Г. Верещагин // Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М., 1977. – 48 с.

Верещагин, А.Г. Закономерности строения и биосинтеза триглицеридов в масличных семенах / А.Г. Верещагин // Известия АН СССР. Сер. биол. – 1981. – № 1. – С. 54.

Гундаев, А.И. Морфобиологические группы в сортах-популяциях подсолнечника / А.И. Гундаев // Науч.-исслед. работы по масл. и эфиромасл. культурам (ВНИИМК). – М., 1960. – С. 175–191.

Демулин, Я.Н. Генетический анализ и селекционное использование признаков состава жирных кислот и токоферолов в семенах подсолнечника / Яков Николаевич Демулин // Автореф. Докторской диссертации ученой степени д-ра биол. наук. – СПб, 1999. – 36 с.

Дублянская, Н.Ф. Биохимические свойства высоко- и низкомасличных семян подсолнечника / Н.Ф. Дублянская // Масложировая промышленность. – 1965. – № 1. – С. 6–9.

Дублянская, Н.Ф. Особенности маслообразовательного процесса у высокомасличных сортов подсолнечника / Н.Ф. Дублянская // Вестник с.-х. науки. – 1966. – № 4. – С. 28–34.

Дублянская, Н.Ф. Химический состав подсолнечника / Н.Ф. Дублянская // Подсолнечник. – М.: Колос, 1975. – С. 38–50.

Ермаков, А.И. Изменчивость качественного состава масла семян и ее использование в селекции / А.И. Ермаков // Труды ВИР по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1972. – Т. 48. – Вып. 1. – С. 3–13.

Ермаков, А.И. Особенности и изменчивость качества масла семян масличных культур растений СССР / А.И. Ермаков, Н.П. Ярош // Труды ВИР по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1976. – Т. 56. – С. 3–55.

Ермаков А.И. Перспектива улучшения состава и содержания масла подсолнечника, хлопчатника и льна / А.И. Ермаков // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1977. – Т. 59. – № 3. – С. 137–142.

Ильина, А.И. Формирование зародыша в семенах подсолнечника и масличного льна / А.И. Ильина // Краткий отчет ВНИИМК. – Краснодар, 1964.

Иванов, С.Л. Климатическая теория образования органических веществ / С.Л. Иванов. – М.: Известия АН СССР. – 1961. – 88 с.

Иванов, С.Л. Маслообразование в растениях / С.Л. Иванов // Успехи сов. Биологии. – 1946. – Т. 22. Вып. 2. – С. 181–196.

Жданов, Л.А. Изменчивость масличности подсолнечника и некоторых других растений / Л.А. Жданов // Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов. – М., 1959. – Т. 2. – С. 475–485.

Кеннеди, Е.П. Биосинтез сложных липидов / Е.П. Кеннеди // Труды V Междунар. биохим. конгресса (VII симпозиум). – М., 1962. – С. 105–126.

Левачев, М.М. О характере биологического действия высокоолеинового масла подсолнечника / М.М. Левачев, М.Б. Браун, А.А. Покровский // Материалы VII Международной

конференции по подсолнечнику (27 июня–3 июля 1976 г.). – М.: Колос, 1978. – С. 437–441.

Левачев, М.М. Новые виды жировых продуктов и их физиологическая характеристика / М.М. Левачев // Медико-биологическая оценка новых источников пищевых веществ. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 37–41.

Львович, Н.А. Медико-биологическое обоснование для селекции масличных культур из семейства крестоцветных, направленное на повышение пищевой ценности масел / Н.А. Львович, И.Н. Корф, С.Н. Кулакова, Н.В. Иващенко, В.Л. Лупинович, А.Л. Поздняков, М.М. Левачев // Медико-биологическая оценка новых источников пищевых веществ. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 68–71.

Пустовойт В.С. Селекция, семеноводство и некоторые вопросы агротехники подсолнечника / В.С. Пустовойт. – М.: Колос, 1966. – 368 с.

Пустовойт Г.В. Селекция подсолнечника на групповой иммунитет методом межвидовой гибридизации / Галина Васильевна Пустовойт // Доклад по совокупности опубликованных работ на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. – М., 1969. – С. 51.

Пустовойт, Г.В. Качество масла у сортов подсолнечника и состав сортовых популяций по этому показателю / Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1977. – № 8. – С. 4–6.

Пустовойт, Г.В. Количественная изменчивость состава масла подсолнечника. Фенотипическая и генотипическая изменчивость содержания жирных кислот в масле сортовых популяций подсолнечника / Г.В. Пустовойт, Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова // Цитология и генетика. – 1980. – Т. XIV. – № 4. – С. 41–46.

Свешникова, А.А. О возникновении жира в пластидах / А.А. Свешникова. – Доклады АН СССР. – 1955. – Т. 102. – № 5. – С. 1039.

Свешникова, А.А. Некоторые особенности превращения крахмала в жир в тканях масличных растений / А.А. Свешникова. – Физиология растений. – 1957. – Т. 4. – Вып. 1. – С. 24–29.

Солдатов, К.И. Создание методом химического мутагенеза высокоолеинового селекционного материала подсолнечника / К.И. Солдатов, Л.Н. Харченко // Законченная работа. – Краснодар: ВНИИМК, 1974.

Синская, Е.Н. О составе сортовых популяций подсолнечника / Е.Н. Синская // Краткий отчет о науч.-исслед. работе ВНИИМК за 1954 г. – Краснодар, 1955. – С. 154–167.

Фернандес-Мартинес, Х. Изменчивость жирнокислотного состава масла семян видов *Helianthus* / Х. Фернандес-Мартинес, П.Ф. Ноулз // Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику (27 июня–3 июля 1976, г. Краснодар). – М.: Колос, 1978. – С. 431–434.

Харченко, Л.Н. Накопление и метаболизм жирных кислот в семенах высокоолеинового мутанта подсолнечника / Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина // Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику (27 июня–3 июля 1976, г. Краснодар). – М.: Колос, 1978. – С. 434–437.

Харченко, Л.Н. Коэффициент варьирования и перспектива создания низкоэруковых форм сарептской горчицы / Л.Н. Харченко // Биохимия и физиология масличных растений. – Майкоп, 1967. – Вып. 2. – С. 375–380.

Харченко, Л.Н. Разделение метиловых эфиров жирных кислот растительных масел методом газо-жидкостной хроматографии / Л.Н. Харченко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1968. – № 6. – С. 143–146.

Харченко, Л.Н. О корреляции между содержанием жирных кислот у горчицы / Л.Н. Харченко // Масложировая промышленность. – 1968. – № 12. – С. 12.

Харченко, Л.Н. Влияние выращивания на содержание эруковой кислоты в масле сарептской горчицы / Л.Н. Харчен-

ко // Бюл. науч.-техн. информации по масличным культурам (ВНИИМК). – Майкоп, 1968. – С. 58–61.

Харченко, Л.Н. Изменчивость содержания эруковой кислоты в сортах и гибридных популяциях сарептской горчицы / Л.Н. Харченко // Физиология растений. – 1969. – Т. 16. – Вып. 2. – С. 326–329.

Харченко, Л.Н. Индивидуальная изменчивость качественного состава масла у сарептской горчицы (*Brassica juncea*) / Л.Н. Харченко // Физиология растений. – 1970. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 599–604.

Харченко, Л.Н. О природе изменчивости состава масла в семенах растений рода *Brassica* / Л.Н. Харченко // Физиология и биохимия культурных растений. – 1971. – Т. 3. – Вып. 6. – С. 631–633.

Харченко, Л.Н. Использование метода газо-жидкостной хроматографии для массовых анализов жирно-кислотного состава масла / Л.Н. Харченко // Методы биохимических исследований в селекции масличных культур (ВНИИМК). – Краснодар, 1973. – С. 16–31.

Харченко, Л.Н. Суточная периодичность биосинтеза жира и жирных кислот в семенах сарептской горчицы / Л.Н. Харченко, О.Л. Гурская // Физиология и биохимия культурных растений. – М., 1974. – Вып. 6. – С. 430–433.

Харченко, Л.Н. Включение глюкозы – 1,6 С¹⁴ в метаболизм жирных кислот в процессе созревания семян сарептской горчицы / Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина // Физиология и биохимия культурных растений. – 1974. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 154–157.

Харченко, Л.Н. Влияние географических зон выращивания горчицы на содержание жирного и эфирного масла в семенах / Л.Н. Харченко, В. Ф. Шавло // Бюл. науч.-техн. информации по масличным культурам (ВНИИМК). – Краснодар, 1975. – Вып. 3. – С. 46–49.

Харченко, Л.Н. Влияние погодных условий на накопление жирных кислот в семенах подсолнечника / Л.Н. Харчен-

ко, В.Н. Суrowикин // Бюл. науч.-техн. инфор. по масл. культ. (ВНИИМК). – Краснодар, 1976. – Вып. 2. – С. 69–73.

Харченко, Л.Н. Накопление жирных кислот в липидах семян высокоолеинового мутанта подсолнечника / Л.Н. Харченко, К.И. Солдатов // Физиология и биохимия культурных растений. – Киев, 1976. – Т. 8. – Вып. 5. – С. 508–514.

Харченко, Л.Н. Определение жирно-кислотного состава масла в части семени / Л.Н. Харченко, В.Ф. Шавло // Масло-жировая промышленность. – 1976. – С. 13–14.

Харченко, Л.Н. Об отборе на качество масла по части семени у подсолнечника / Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Использование биофизических методов в генетико-селекционном эксперименте» (14–16 декабря 1977 г.). – Кишинев, 1977. – С. 100.

Харченко, Л.Н. Глицеридный состав масел семян подсолнечника с различным содержанием линолевой и олеиновой кислоты / Л.Н. Харченко, В.Н. Григорьева, А.Н. Миронова // Масло-жировая промышленность. – 1978. – № 10. – С. 13–15.

Харченко, Л.Н. Накопление и метаболизм жирных кислот в семенах высокоолеинового мутанта подсолнечника / Л.Н. Харченко, А.А. Бородулина // Тезисы докладов VII Международной конференции по подсолнечнику (Краснодар, 27 июня–3 июля 1976 г.). – М., 1978. – С. 189–191.

Харченко, Л.Н. Накопление ненасыщенных жирных кислот в запасных липидах семян подсолнечника под влиянием высоких температур и засухе / Л.Н. Харченко, В.И. Клюка, С.Н. Цуркани // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. XIV. – № 2. – С. 238–239.

Харченко, Л.Н. О гено- и фенотипическом механизме регуляции биосинтеза жирных кислот в семенах подсолнечника / Л.Н. Харченко // Физиология растений. – М., 1979. – Т. 26. – Вып. 6. – С. 1226–1231.

Харченко, Л.Н. «Прижизненный» анализ жирно-кислотного состава масла у подсолнечника как способ выве-

дения биотипов / Л.Н. Харченко, Т.Г. Плытникова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1979. – № 9. – С. 16–18.

Харченко, Л.Н. Мінливість жирно-кислотного складу запасної олії у видів родини Brassicaceae Burnett / Л.Н. Харченко // Український ботанічний журнал. – Київ, 1980. – Т. XXXVI. – № 1. – С. 87–93.

Харченко, Л.Н. Биологическая роль запасных липидов семян растений и возможность изменения их жирно-кислотного состава / Л.Н. Харченко // Физиология и биохимия культурных растений. – Киев, 1980. – Т. 12. – Вып. 1. – С. 70–79.

Харченко, Л.Н. Биосинтез ненасыщенных жирных кислот триглицеридов семян подсолнечника / Л.Н. Харченко // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции. – Краснодар: ВНИИМК, 1981. – С. 124–141.

Харченко, Л.Н. Закономерности накопления липидов и перспективы направленного изменения качества масла семян масличных культур (подсолнечника, горчицы) / Любовь Никифоровна Харченко // Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра биол. наук. – Киев, 1981. – 42 с.

Харченко, Л.Н. Контроль качества масла сорта Первенец / Л.Н. Харченко // Масличные культуры. – М.: ВО «Агропромиздат», 1984. – № 5. – С. 34–35.

Харченко, Л.Н. Быстрое определение содержания олеиновой кислоты в маслах высокоолеиновых сортов подсолнечника методом рефракции / Л.Н. Харченко // Рекомендации ВНИИМК. – Краснодар, 1984. – С. 1–4.

Харченко, Л.Н. Изменчивость содержания жирных кислот в масле семей подсолнечника / Л.Н. Харченко // Цитология и генетика. – Киев, 1984. – № 6. – С. 447–452.

Харченко, Л.Н. Контроль качества масла сорта Первенец / Л.Н. Харченко // Масличные культуры. – М.: Агропромиздат, 1984. – № 5. – С. 34–35.

Харченко, Л.Н. Экспресс-метод определения содержания олеиновой кислоты в маслах высокоолеиновых сортов

подсолнечника путем рефракции / Л.Н. Харченко // Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. – Краснодар, 1986. – С. 31–36.

Штумпф, Р.Х. Биосинтез липидов у высших растений / Р.Х. Штумпф // Труды V Международного биохимического конгресса (10–16 августа 1961). – М., 1962. – С. 67–75.

Шпота, В.И. Селекция горчицы на качество масла / В.И. Шпота, Л.Н. Харченко, В.Е. Подколзина // Бюл. науч.-техн. инфор. по масличным культурам (ВНИИМК). – 1974. – Вып. 4. – С. 3–7.

41. *Шпота, В.И.* Изменчивость жирно-кислотного состава масла сарептской горчицы / В.И. Шпота, В.Е. Подколзина, Л.Н. Харченко // Бюл. науч.-техн. информ. по масличным культурам (ВНИИМК). – 1975. – Вып. 4. – С. 58–60.

Appelqvist, L.A. Quality problems in Cruciferous oil crops / L.A. Appelqvist // Resent plant Breeding Research Svalof 1946–1961; New York; London, 1963. – P. 301–325.

Appelqvist, L.A. Lipids in Cruciferae / L.A. Appelqvist, R. Jonsson // VII Variability in erucic acid content in some high-erucic acid species and effort to increase the content by plant breeding // Pflanzenzucht. – 1970. – V. 64. – N. 4. – P. 346–356.

Burkhardt, H.J. Phosphatides isolated from seeds of commercial and experimental safflower varieties / H.J. Burkhardt // J. Amer. oil Chem. Soc. – 1971. – V. 48. – N 11. – P. 607–699.

Cherif, A. Biosynthesis of α -linolenic acid by desaturation of oleic and linoleic acids in several organs of higher end lower plants and in algae / A. Cherif, J.P. Dubaco, R. Mache, A. Oursel, A. Tremolieres // Phytochemis. – 1975. – V. 14. –N 3. – P. 703–706.

Downey, R.K. Genetic control of fatty acid biosynthesis in rape seed (*B. napus*) / R.K. Downey, B.M. Graig // J. Amer. Oil. Chem. Soc. – 1964. – 41. – N 7. – P. 475–478.

Downey R.K. Methods of breeding for oil quality in rape / R.K. Downey, B.L. Harvey. – Canadian Jan. of Plant Sci. – 1963. – V. 43. – N 3. – P. 271–275.

Givan, C.V. Fat metabolism in higher plants XLV. Some factors regulating fatty acid synthesis by isolated spinach chloroplasts / C.V. Givan, P.K. Stumpf // *Physiol.* – 1971. – V. 47. – N 4. – P. 510–515.

Harris, R.V. The fatty acid metabolism of *Chlorella vulgaris* / R.V. Harris, A.T. James // *Biochim., Biophys. Acta.* – 1964. – V. 106. – P. 456–461.

Harwood, J. L. Fatty acid biosynthesis by avocado pear / J. L. Harwood. – *Lipids*, 1971. – 9. – N 11. – P. 850–854.

Harwood, J. L. Metabolism of trans-3-nexadecenoic acid in broad bean / J. L. Harwood, A.T. James. – *Eur. J. Biochem.* – 1975. – 50. – N 2. – P. 325–334.

Hildich, T.P. The chemical constitution of natural fats / T.P. Hildich // London: Charman and Hall, 1956. – 241 p.

Hopkins, G.Y. Development of oil in the seed of *Helianthus annuus* L. / G.Y. Hopkins, M.J. Chicholm // *Canad. J. of Biochem. and Physiol.* – 1961. – N. 39. – N 10/ –P. 112–116.

Jacobson, B.S. Biosynthesis of α -linolenic acid by disrupted spinach chloroplasts / B.S. Jacobson, C.G. Kannangara, P.K. Stumpf // *Brophem. and Biophys. Res. Commun.* – 1973. – V. 51. – N 2. – H. 487–493.

James, A.T. The biosynthesis of unsaturated fatty acids in isolated plant leaves / A.T. James // *Biochim., Biophys. Acta.* – 1962. – V. 57. – P. 167–174.

James, A.T. The biosynthesis of oleic acid in a green alga / A.T. James, R.V. Harris, P. Harris // *Biochim. J.* – 1965. – V. 95. – P. 6–11.

Kannangara, C.G. Fat metabolism in higher plants: LVII. A comparison of fatty acid- synthesizing enzymes in chloroplasts isolated from mature and immature leaves of spinach / C.G.

Kannangara, B.S. Jacobson, P.K. Stumpf // Plant Physiol. – 1973. – V. 52. – N 1. – P. 36–39.

Knowles, P.F. High oleic acid content in new safflower, UC-1 / P.F. Knowles, A.B. Hill, F.E. Ruckman. – California Agriculture, 1965. – N 19. – P. 12–15.

Knowles, P.F. Safflower tests at the west side Field Station / P.F. Knowles, C. Ritenovz, R. Hoover. – Agron Hotes, 1969. – Jan/Febr. – P. 17–20.

Knowles, P.F. The plant geneticists contribution toward changing lipid and amino acid composition of safflower / P.F. Knowles // S. Amer. Oil. Chem. Soc. – 1972. – V. 49. – N 1. – P. 27–31.

Kondra, Z.P. Inheritance of erucic and eicosenoic acid content of rapeseed oil (*Brassica napus*) / P. Kondra, B.R. Stefansson // Canad. J. Genetics and Cytology. – 1965. – N 3. – P. 505–510.

McMurray, W.C. Phospholipid metabolism / W.C. McMurray, W.L. Magee // Ann. Rev. of Biochemistry. – Palo Alto. Calif. – 1972. – V. 41. – P. 129–160.

Petrov, P. Effect of the cytoplasm of *Helianthus petiolaris* on some sunflower qualities / P. Petrov // XI Conf. intern del Girasol. – 1980. – Vol. 1. – P. 311–315.

Stefansson, B.R. Selection of rape plants (*B. napus* L.) with seed oil practically free from erucic acid / B.R. Stefansson, F.W. Hougen. – Canad. J. Plant Sci. – 1964. – V. 44. – N 4. – P. 122–125.

Stumpf, P.K. Lipid metabolism in higher plants / P.K. Stumpf // Nature. – 1962. – V. 194. – N. 4834. – P. 1158–1160.

Stymne, S. The biosynthesis of linoleate from oleoyl-CoA via oleoyl-phosphatidylcholine in microsomes of developing safflower seeds / S. Stymne, L.A. Appelqvist // EUr. J. Biochem. – 1978. – V. 90. – N 2. – P. 223–229.

Thies, W. Die Biogenese vor linol-und-linolensäure in dem Samen hohores Pflanzen inbesondeze. Paps und Rübsenals problem der Ölpeanzenüchtung / W. Thies // Angew. Bot. – 1968. – 42. – N $\frac{3}{4}$. – P. 140–154.



А.В. Кочегура,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Кубани и РФ, заведующий отделом сои ВНИИМК

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО УЛУЧШЕНИЯ СОИ НА ЮГЕ РОССИИ

В последние годы на юге европейской части России соя входит в число важнейших сельскохозяйственных культур. Повышению статуса сои, наряду с ее экономической привлекательностью и высоким спросом на высокобелковое соевое сырье для кормовых и пищевых целей, способствовало успешное развитие селекционных работ по созданию современных, хорошо адаптированных к местным условиям сортов этой культуры. Сорта сои, выведенные в последние годы, существенно отличаются от сортов предшествующих периодов селекции. Они более продуктивны, характеризуются повышенной засухоустойчивостью, технологичностью и устойчивостью к болезням. О высоком потенциале продуктивности свидетельствуют факты получения рекордных урожаев сои в производстве, достигающие 5,51 т/га.

На современном этапе селекция сои для юга европейской части России во ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта предусматривает как повышение потенциала продуктивности и адаптивности сортов, так и увеличение их разнообразия по продолжительности вегетационного периода

и направлениям использования. Селекция сои ведется с помощью традиционных методов (внутривидовой гибридизации) без использования генетических трансформаций. Результатом селекционной работы с соей во ВНИИМК являются зерновые сорта разных сроков созревания, высокобелковые с улучшенными вкусовыми качествами сорта пищевого использования и высокорослые теневыносливые сорта для смешанных посевов с кукурузой на зеленый корм и силос.

Механизация селекционного процесса. В настоящее время селекция сои во ВНИИ масличных культур представляет собой эффективный процесс, основанный на использовании эффективных методов и современных средств механизации. Ещё до 1980 г. все селекционные делянки засеивались вручную с помощью сажалок по предварительно размаркированному в двух направлениях (вдоль и поперек) полю с междурядьями 70 см. При этом на всех делянках, за исключением гибридных популяций, применяли квадратно-гнездовой способ посева (70 × 70 см). В каждое гнездо высевали по 12–14 семян, что в целом обеспечивало густоту стояния растений в интервале 245–285 тыс./га. Основным достоинством такого посева была возможность эффективной борьбы с сорняками путем проведения культиваций в двух направлениях.



Рисунок 1 – Посев селекционных делянок сои ручными сажалками

Однако квадратно-гнездовой способ выращивания растений имел существенный недостаток – он не соответствовал применяемым в производстве способам посева, следовательно, не обеспечивал объективной оценки селекционного материала на разных этапах селекции.

При ручном посеве гибридных популяций применяли схему размещения растений 70×23 см, которую также нельзя считать оптимальной. Избыточная площадь питания гибридных растений способствовала формированию у них повышенного числа ветвей, наиболее мощные из которых обламывались. В связи с разреженным выращиванием растений при этом способе в каждое гнездо высевали 2–3 семени, что требовало проведения ручной прорывки проростков в гнездах с оставлением в каждом из них одного растения.

С 1980 г. на посеве селекционных опытов в отделе сои применяется селекционная сеялка СКС-6-10, а с 1988 г. – ее модификация – СКС-6А (селекционная кассетная сеялка). После существенного переоборудования в отделе механизации ВНИИМК эта сеялка в течение многих лет применяется при посеве участков всех этапов селекционного процесса (от гибридных питомников до конкурсного сортоиспытания).



Рисунок 2 – Селекционный посев сои кассетной сеялкой СКС-6А

В связи с механизацией посева изменилась система борьбы с сорняками. Наряду с сохраняющимися 2–3 между-рядными культивациями междурядий в настоящее время на селекционных посевах в обязательном порядке применяются почвенный и послевсходовый гербициды.

Также до 1980 г. уборка селекционных делянок сои проводилась исключительно вручную посредством срезания растений серпом и обмолота их на селекционной молотилке. В последующий период на уборке делянок стали применять селекционные комбайны сначала «Сампо 250», затем «Nege 125 C», а с 2010 г. – «Wintersteiger Classic».

В 70–80-е годы прошлого столетия для интенсификации селекционного процесса во ВНИИМК широко применяли межсезонное выращивание селекционного материала в сооружениях искусственного климата. В грунтовых теплицах выполняли часть ежегодной программы скрещиваний, выращивали гибридные семена F_1 - F_2 , выделяли гибридные растения F_1 , полученные в результате естественной гибридизации. В последние годы в связи с отменой централизованного финансирования на содержание грунтовых теплиц небольшая часть селекционных работ в осенне-зимний период перенесена в климатические камеры, возможности которых ограничены площадью.

Развитие теоретических и методических основ селекции. По мере увеличения масштабов селекционных работ и корректировки их направлений в отделе развивались исследования, связанные с повышением эффективности селекционного процесса. С целью расширения работ по получению исходного материала для селекции была разработана методика массового выделения спонтанных гибридов на основе использования маркерных признаков (Ю.П. Мякушко, Н.Д. Лунин, Л.М. Лыгина, А.В. Кочегура, 1979). Применение ее в условиях теплиц в 1975–1978 гг. позволило получить свыше 1500 растений спонтанно-гибридного происхождения, которые были включены в селекционную программу.

Дальнейшее развитие исследования в направлении повышения эффективности использования естественного пере-

крестного опыления у сои получили с 1992 г. На протяжении ряда лет Е.Н. Трембак проводил работы по углубленному изучению этого явления в условиях юга России, а также разработке селекционной технологии получения спонтанных гибридов. Главными результатами этих исследований было то, что впервые в стране на большом количестве экспериментального материала была установлена величина естественной гибридизации у сои, определены переносчики пыльцы и изучен механизм ксеногамии у этой культуры. Также были выявлены биотические и абиотические факторы, влияющие на результативность переопыления, расширена схема подбора родительских компонентов на основе генетических маркеров и разработана организационная схема питомника направленного переопыления – нового звена селекционного процесса по сое. Для выявления гибридных растений сои, полученных в результате перекрестного опыления, предложен эффективный лабораторный экспресс-метод. Результаты исследований нашли отражение в патентах: «Способ получения естественных гибридов сои» (№ 2185724 от 27.07.2002 г., авторы: Е.Н. Трембак, А.В. Кочегура) и «Способ идентификации проростков сои по признаку окраски гипокотыля» (2220562 от 10.01.2004 г., авторы: Е.Н. Трембак, А.В. Кочегура).



Рисунок 3 – Гибридизация сои в поле

Одновременно с разработкой методики использования спонтанных гибридов в селекции сои усовершенствованию подвергся способ искусственной гибридизации. Эта работа проводилась Л.М. Лыгиной в 1973-1976 гг., затем была продолжена А.К. Гридневым и А.В. Кочегурой (1981-1985 гг.), А.В. Кочегурой, С.В. Зеленцовым и В.В. Клыковым (1988-1990 гг.). В результате проведенных исследований была разработана

эффективная методика гибридизации сои, на которую получено авторское свидетельство (А.с. №1651803 от 01.02.1991 г., авторы: А.В. Кочегура, В.В. Клыков, С.В. Зеленцов). В новом способе гибридизации предусмотрено использование микроскопа МБС-2, позволяющего проводить опыление цветков при 8–12-кратном увеличении, что обеспечивает повышение удачи скрещиваний и 100 %-ную гибридность завязавшихся бобов. Одновременно с помощью специального пинцета изменена технология вскрытия цветка сои. В целом новый способ обеспечивал существенное повышение производительности труда гибридизатора и качества скрещиваний. Так, если при использовании старого метода один гибридизатор в течение часа проводил скрещивания на 12–17 цветках, то новый способ позволял увеличить их количество до 25 штук. Переход на новую методику гибридизации обеспечивал почти двукратное повышение удачи скрещиваний, а по отдельным комбинациям завязываемость гибридных бобов достигала 80–90 %. В связи с полным отсутствием «ложных» гибридов появилась возможность перераспределения объемов работ в сторону уменьшения количества скрещиваний по каждой комбинации при одновременном увеличении их общего количества. В последние годы в программы скрещиваний включается 20–25 родительских форм, на которых проводятся скрещивания по 80–100 комбинациям. В связи с малочисленностью получаемых гибридных семян для их механизированного посева и выращивания в отделе сои разработан «Способ выращивания искусственных гибридов F_1 сои» (патент на изобретение № 2289238 от 20.12.2006 г., авторы Е.Н. Трембак, А.В. Кочегура).

С 1977 по 1985 гг. А.К. Гридневым в институте проводились исследования по созданию исходного селекционного материала сои методом индуцированного мутагенеза. В результате их проведения была выявлена изменчивость морфологических и хозяйственно ценных признаков под влиянием

разных видов и доз мутагенов, а также установлена различная чувствительность сортов к их воздействию. Для использования в практической селекции были получены мутантные формы сои, характеризующиеся узколистностью, компактностью куста, повышенным ветвлением, высоким расположением нижних бобов. Ряд мутантных новообразований был предложен в качестве исходных форм при селекции на высокую продуктивность, хорошую приспособленность к механизированному возделыванию, высокое содержание масла в семенах и устойчивость к бактериальным болезням (Гриднев, 1983). Однако широкого применения в селекционной работе выделенные мутантные формы не получили и в середине 80-х годов работы по индуцированному мутагенезу на сое были прекращены.

В качестве способа создания исходного материала для селекции сои лабораторией генетики и иммунитета сои разработана методика, основанная на использовании возвратных диплоидов (реплоидов), полученных в результате искусственной полиплоидизации (патент «Способ создания исходного материала для селекции растений», № 2215407 от 10.11.2003 г., авторы: С.В. Зеленцов, А.В. Кочегура). В процессе исследования этой проблемы разработаны основные положения теории полиплоидной рекомбинации генома, основанные на структурном рекомбиногенезе гомологичных хромосом у автополиплоидов сои при их мультивалентной конъюгации и предполагаемом асимметричном кроссинговере, вызывающем генетически детерминированные изменения в фенотипе возвратных диплоидов (реплоидов) по морфологическим и биохимическим признакам. В подтверждение предложенной теории экспериментально были получены реплоиды, отличающиеся от исходных форм по качественным признакам (количеству листочков в сложном листе сои, окраске створок боба, цвету опушения и венчика цветка, характеру ветвления) и количественным признакам (вегетационный период, высота

растений, размеры бобов и семян и их масса). У отдельных полиплоидов и реплоидов были обнаружены очень редкие для сои признаки – 5-листочковость и упрощенный лист, состоящий из одной или двух листовых пластинок (Зеленцов, 2005).

Особый интерес представляет использование реплоидов при селекции на улучшение биохимического состава семян, в том числе по содержанию белка, трипсинингибирующей активности и жирно-кислотному составу масла (патент «Способ создания форм сои с измененным жирно-кислотным составом масла» № 2215406 от 10.11.2003 г., авторы: С.В. Зеленцов, А.В. Кочегура, И.В. Шведов, Г.З. Шишков).

В период 1996-2004 гг. лабораторией генетики и иммунитета сои проведены исследования, результатом которых явилось теоретическое обоснование эффективного способа селекционно-генетического улучшения сои по продуктивности, основанного на использовании уникальных родительских форм, имеющих в генотипе комплекс компенсирующих генов (ККГ). Основными элементами используемого способа являются поиск и идентификация источников ККГ, а также схема работы с гибридным материалом, обеспечивающая достижение суммарного положительного эффекта этого комплекса на фоне отсутствия ККГ-образующей полулетальной мутации в гомозиготном потомстве. В результате практического использования этого способа были выделены сортообразцы 0240, Фора и Т-245, у которых гибридологическим анализом подтверждено наличие комплекса генов, компенсирующих полулетальные мутации, с их участием получен исходный материал для селекции и выведены высокопродуктивные сорта: Вилана, Рента и Дельта (Зеленцов, 2005). На разработанный метод выдан патент № 2254709 от 27.06.2005 г. «Способ получения высокопродуктивных растений-самоопылителей на основе эффекта закрепленного гетерозиса».

С 1976 г. во ВНИИМК были начаты исследования, направленные на повышение содержания белка в семенах и сбо-

ра его с гектара. В условиях Краснодара была изучена степень варьирования содержания белка в семенах сои под влиянием условий года, в зависимости от генетических особенностей сорта и местоположения на растениях. Впервые в условиях Краснодара были получены формы сои с содержанием белка в семенах 48,8-49,0 %. Изучена корреляционная связь между содержанием белка в семенах и их урожайностью в различном селекционном материале и выяснены перспективы селекции сои на содержание белка (Кочегура, 1982).

В конце 80-х годов прошлого столетия после небольшого перерыва исследования по селекции сои на белок были кардинально переориентированы в направлении создания сортов сои с комплексом признаков, обеспечивающих улучшенные питательные свойства соевых пищевых продуктов. Одной из важнейших решаемых задач было одновременное повышение содержания белка в семенах и снижение его трипсинингибирующей активности. На основании анализа многочисленных данных была установлена высокая отрицательная корреляция между содержанием белка в семенах и активностью ингибиторов трипсина. Для развития селекционных работ в имеющемся во ВНИИМК генофонде был проведен скрининг, показавший варьирование содержания белка в семенах от 36 до 48 %, масла – от 15 до 24 %, трипсинингибирующей активности – от 13 до 38 мг/г. В результате многолетней оценки коллекционного материала были выделены образцы сои (Л-91-3099, Л-91-3037, Т-245, 0240), характеризующиеся благоприятным сочетанием интересующих признаков. В результате включения их в программу скрещиваний были выведены первые отечественные низкоингибиторные сорта сои пищевого и кормового использования с содержанием белка в семенах до 49 % (Фора, Веста и Валента).

Ценные для селекции данные получены в результате ретроспективного анализа изменений хозяйственно-биологических признаков сортов сои, отражающих сортосмену этой культуры в Краснодарском крае за последние 70 лет.

М.В. Труновой (Мирошниченко) выявлены морфо-биологические признаки растений непосредственно связанные с урожайностью семян. Оптимальными параметрами признаков являются: длина вегетации 118–122 дня, высота растений 90–115 см, умеренный вегетативный рост до цветения, ранний переход к генеративной фазе и продолжительный период цветения, ограниченная площадь листовой поверхности и увеличенная их удельная поверхностная плотность, повышенная доля бобов в нижнем ярусе, высокий уборочный индекс. Общим для выявленных признаков является то, что все они в той или иной мере обеспечивают рациональное использование растениями сои ресурсов доступной влаги – главного лимитирующего фактора при возделывании культуры на юге европейской части России. Совокупность хозяйственно целесообразных и выявленных морфо-биологических признаков растений была предложена в качестве научно обоснованной модели, среднераннеспелого сорта сои для условий юга России с потенциалом продуктивности свыше 4,5 т/га.

В последние годы исследования по повышению эффективности селекции были направлены на разработку морфологического метода оценки генотипов сои по реакции на фотопериод, а также селекционно-генетическое изучение признака «тип роста растений» сои и установление его связи с продуктивностью. Проводятся исследования по разработке методических основ и созданию исходного материала для выведения сортов сои устойчивых к низким положительным температурам при прорастании и отрицательным температурам в начальные фазы роста. В стадии изучения также находятся вопросы, связанные с повышением точности идентификации ценотически эффективных генотипов сои в гибридных популяциях, а также разработкой методики оценки растений по устойчивости к растрескиванию бобов.

Результаты селекции сои. Прошедший 35-летний период селекционной работы ознаменован как увеличением об-

шего количества созданных сортов, так и расширением их разнообразия по срокам созревания и спектру использования. Если с 1939 по 1975 гг. селекционерами ВНИИМК было выведено 8 сортов сои, успешно прошедших государственное сортоиспытание, то в последующий период их количество составило 27. Наряду с типично зерновыми сортами, были выведены сорта пищевого использования и сорта для смешанных посевов кукурузы с соей. В процессе селекции сортов зернового использования, как наиболее распространенных, решена задача разнообразия их по срокам созревания. Всего за прошедший 71-летний период селекционерами института выведено 42 сорта сои, на которые получено 35 авторских свидетельства и 22 патента. Площади посева, занимаемые сортами института в зоне Северного Кавказа в 2006-2010 гг., составляли от 70 до 185 тыс. га.

Среднеспелые сорта зернового использования. Среди сортов сои ВНИИМК, выведенных до 1975 г., наибольшую ценность представлял сорт ВНИИМК 9186. Он обладал достаточно высокой и стабильной урожайностью семян, относительной раннеспелостью, высокой устойчивостью к полеганию и поэтому до 1966 г. оставался районированным на Украине и в Ростовской области. По продолжительности вегетационного периода, составляющего 120–130 дней, сорт характеризовался как среднеранний. Характерными особенностями его были: небольшая высота растений (60–70 см), повышенная ветвистость, компактный куст, мелкие, преимущественно 2-семянные бобы и дружное созревание. Такое сочетание хозяйственно ценных признаков сорта ВНИИМК 9186 на фоне распространенных в 60–70-е годы прошлого столетия среднепоздних и позднеспелых сортов, было весьма выигранным и по этой причине он был принят за модель раннеспелого сорта сои зернового типа. Сорт широко использовался в селекционной программе института как

родительская форма и до 1979 г. высевался в качестве ранне-спелого стандарта в контрольном питомнике.

Первым результатом в селекции сои по оптимизации вегетационного периода было создание на центральной экспериментальной базе ВНИИМК в 1975 г. сорта Ранняя 10. Новый сорт был аналогичен сорту ВНИИМК 9186 по сроку созревания, но отличался от него более высоким ростом, лучшей технологичностью, но главное повышенной урожайностью семян. По нынешним представлениям сорт Ранняя 10 относился к среднеспелой группе, но его создание было большим достижением, поскольку он созревал в среднем на 13–17 дней раньше распространенных в производстве сортов и при этом не уступал им по урожайности семян. Вегетационный период сорта Ранняя 10, продолжительностью 121–125 дней, позволял убирать сою в третьей декаде сентября, обеспечивал гарантированное получение высококачественных семян и своевременное освобождение полей под посев озимых колосовых культур. В производственных условиях Краснодарского края при выращивании на богаре урожайность семян этого сорта нередко доходила до 2,8 т/га, а на поливе достигала 3,2 т/га. Сорт успешно прошел государственное испытание и с 1979 г. был районирован в зоне Северного Кавказа. На протяжении нескольких лет сорт Ранняя 10 был весьма популярным и занимал лидирующее положение по площадям посева сои не только в Краснодарском крае, но и широко высевался в Ростовской области, Ставропольском крае и в республиках Северного Кавказа. С середины 80-х годов сорт потерял позиции и был заменен сортом ВНИИМК 3895 аналогичного срока созревания.

Сорт сои ВНИИМК 3895 был районирован в Краснодарском крае с 1985 г. По многим морфологическим признакам и продолжительности вегетации он был аналогичен сорту Ранняя 10. Интересной особенностью сорта было то, что, несмотря на достаточное морфологическое единообразие расте-

ний, он стабильно сохранял внутреннюю гетерогенность по окраске венчика цветка и попытка его выравнивания по этому качественному признаку приводила к потере потенциала урожайности семян. Главное преимущество сорта ВНИИМК 3895 в сравнении с сортом Ранняя 10 заключалось в более высокой урожайности семян. В конкурсных испытаниях в институте и на сортоучастках сорт стабильно превышал стандарт (Ранняя 10) по урожайности семян на 0,19–0,64 т/га. Анализ результатов различных испытаний определенно показал, что в наибольшей мере потенциал сорта проявлялся при выращивании в условиях оптимального увлажнения. Об этом свидетельствовали данные испытаний сорта на Тимашевском орошаемом сортоучастке в 1983 г., где его урожайность составила 3,64 т/га, или на 0,92 т/га выше по сравнению с соответствующим стандартом.

Несмотря на достаточно высокие урожаи семян, сорт ВНИИМК 3895 не получил широкого распространения в производстве, так как оказался менее конкурентоспособным по сравнению с сортом сои Ходсон (США). Последний сорт стремительно занял свыше 80 % всех посевных площадей сои в Краснодарском крае, вытеснив сорта местной селекции. Попытка создать в конце 80-х – начале 90-х годов конкурентоспособный сорт сои не увенчалась успехом – переданный на государственное испытание в 1990 г. и районированный в Краснодарском крае с 1993 г. среднеспелый сорт сои интенсивного типа Ладья формировал урожаи семян равные сорту Ходсон (до 4,1 т/га) только во влажные годы, а при дефиците влаги уступал ему. В связи с тем, что к моменту районирования сорта Ладья сеть поливных участков в крае была ликвидирована, он оказался невостребованным производством.

В сложившейся ситуации институт был вынужден заняться первичным семеноводством популярного среди производителей сорта Ходсон и активизировать селекционную работу по выведению конкурентоспособных сортов сои с высоким потенциалом урожайности, хорошо адаптированных к

условиям Краснодарского края. С этой целью, начиная с 1990 г., была усилена работа по созданию исходного материала на принципиально новой генетической основе и поставлена задача расширить спектр создаваемых сортов с тем, чтобы предложить производству сорта сои разнообразные по продолжительности вегетационного периода и направлениям использования. Первым результатом предпринятых усилий было выведение высокопродуктивного среднеспелого сорта сои Лань, включенного в Государственный реестр селекционных достижений в 1997 г. По сути, Лань была первым сортом селекции ВНИИМК, который имел существенное преимущество по сравнению с ранее созданными сортами и с внедрением которого начался процесс вытеснения с Кубанских полей сортов сои зарубежной селекции.

Еще более весомым селекционным достижением было создание сорта сои Вилана (включен в Госреестр с 1999 г.). Этот сорт на протяжении 11 лет остается самым распространенным в Краснодарском крае. Уже в 2001 г., т.е. в течение двух лет после допуска его в производство, он занимал 36,7 % всех площадей, отводимых под сою. В последующие годы доля этого сорта в сортовых посевах Краснодарского края колебалась от 50,9 до 69,2 %. При использовании этого сорта впервые за всю историю соевосияния на Кубани в 2004 г. на производственных площадях был получен рекордный урожай сои – 4,63 т/га. Еще более высокая урожайность семян сорта Вилана была достигнута в 2008 г. при выращивании его в рисовых чеках ОАО «Анастасиевское» Славянского района Краснодарского края на общей площади 30 га, где она составила 5,51 т/га. В целом же при выращивании сорта сои Вилана в этом хозяйстве в 2008 и 2009 гг. получено по 3,18 и 2,52 тонн семян с каждого гектара на площади соответственно 1947 и 1770 га.

Несколько позже во ВНИИМК были выведены среднеспелые сорта сои Рента и Парма, характеризующиеся мощным

вегетативным ростом растений, хорошей технологичностью и достаточно высокой урожайностью. Оба сорта успешно прошли государственные испытания и были включены в Госреестр соответственно с 2003 и 2007 гг. Однако они не поучили широкого распространения в производстве, так как, имея в среднем равный сорту Вилана потенциал урожайности, уступали ему по стабильности главного признака.

Следует отметить, что все современные среднеспелые сорта сои имеют вегетационный период, не превышающий 120 дней, что еще на 3-5 дней короче, чем у сортов Ранняя 10, ВНИИМК 3895 и Ходсон. Такая продолжительность вегетации сортов во ВНИИМК принята как предельная, обеспечивающая проведение уборки сои не позднее третьей декады сентября. Современные среднеспелые сорта сои, вегетирующие в течение 115–118 дней, способны наиболее полно использовать биоклиматический потенциал региона для формирования высоких урожаев, гарантируют проведение уборочных работ при благоприятных погодных условиях с минимальными потерями, исключают дополнительные затраты на послеуборочную досушку семян, а также своевременно освобождают поля под посев озимых культур. Все это обеспечивает сое не только экономическую, но и агрономическую привлекательность.

Раннеспелые сорта зернового использования. Одновременно с селекцией среднеспелых сортов сои в середине 70-х годов прошлого столетия во ВНИИМК возникло новое направление – создание сортов с коротким вегетационным периодом для выращивания в повторных посевах. Инициатором нового направления был старший научный сотрудник Н.Д. Лунин, обративший внимание на нетрадиционный для Кубани скороспелый материал сои, полученный из Украинского НИИ земледелия от ведущего селекционера В.Г. Михайлова. На базе украинских скороспелых семей были выведены первые сорта сои ВНИИМК со значительно сокра-

ценным вегетационным периодом – Волна и Быстрица. При их выведении была использована оригинальная методика, заключавшаяся в том, что предварительно отобранные в поле по комплексу хозяйственно ценных признаков семьи высевали в теплице при коротком дне, где на фоне основной массы растений формирующих стерильные цветки и аномальные бобы, были выделены биотипы, нормально завязывающие бобы и дающие полноценный урожай семян.

Уникальность сортов Волна и Быстрица состояла в том, что при посеве в оптимальные сроки они созревали соответственно за 111 и 99 дней, то есть на 37 и 49 дней раньше, чем распространенный в то время в производстве сорт Комсомолка. Столь короткий период вегетации сортов Быстрица и Волна при весеннем посеве позволял проводить их уборку на Кубани в третьей декаде августа–первой декаде сентября. Сорт Волна не уступал позднеспелому стандарту по урожайности семян, а по высоте растений и расположению нижних бобов над поверхностью почвы приближался к нему. Совокупность этих признаков и обеспечила сорту Волна успешное прохождение государственного испытания и районирование его с 1983 г. (сорт был зарегистрирован как совместный с селекционерами Украинского НИИ земледелия). Более скороспелый сорт Быстрица при испытании на государственных сортоучастках также сравнивали с позднеспелым сортом-стандартом Комсомолка, однако он не мог конкурировать с ним по продуктивности и технологичности, вследствие чего не был районирован.

С созданием скороспелых сортов ВНИИМК впервые на Кубани появилась возможность получения зерна сои в вторых (пожнивных и поукосных) посевах. Первый экспериментальный пожнивный посев сои был произведен в 1975 г., показавший, что сорта Быстрица и Волна, высеянные (на небольших делянках) 5 июля, созрели одновременно с позднеспелыми сортами весеннего срока сева. Подтверждающие

результаты были получены в производственном испытании, проведенном в 1977 г., когда оба сорта выращивали на участке после уборки озимого ячменя. Семена были высеяны в почву, а уборка проведена 11 октября прямым комбайнированием, при этом урожайность семян составила 1,04 т/га у сорта Быстрица и 1,42 т/га у сорта Волна. Проведенные исследования показали, что при орошении и во влагообеспеченные годы в Краснодарском крае пожнивные и поукосные посевы сои могут быть важным дополнительным резервом увеличения производства высокобелкового зерна сои.

В период с 1987 по 1993 гг. в институте существовала программа по селекции специализированных сортов сои для выращивания в повторных посевах, которая предусматривала посев и оценку селекционного материала на фоне летнего посева (с 25 июня по 10 июля). Одновременно сотрудниками отдела сои велась активная пропаганда эффективности выращивания сои в повторных посевах. Однако несмотря на принимаемые усилия по внедрению в Краснодарском крае повторных посевов сои, из-за отсутствия к ним интереса со стороны производства, селекционные работы по созданию раннеспелых сортов были переориентированы в направлении использования их при выращивании в основных (весенних) посевах.

На смену первому раннеспелому сорту Волна во ВНИИМК в начале 90-х годов прошлого столетия были выведены новые сорта сои аналогичного срока созревания – Быстрица 2 и Руно (включены в Госреестр соответственно с 1994 и 1996 гг.). Сорт Быстрица 2 характеризовался интенсивным начальным ростом растений, высокорослостью и мощным развитием вегетативной массы, что обеспечивало ему относительную устойчивость к засухе. Во влажные же годы повышенная высота была причиной полегания растений этого сорта. Ценной особенностью сорта Быстрица 2 было то, что, в отличие от большинства раннеспелых сортов, он при любых

условиях выращивания не формировал «твееerdoкаменных» семян. Однако это положительное качество имело и обратную сторону – при уборке комбайнами семена сорта Быстрица 2 всегда имели повышенную травмируемость.

Сорт Руно был идентичен Быстрице 2 по продолжительности вегетационного периода, но в отличие от него характеризовался высокой устойчивостью к полеганию, так как имел меньшую высоту растений. Он относился к сортам интенсивного типа, о чем свидетельствовали высокие урожаи семян (до 3,6 т/га) во влажные годы и резкое снижение продуктивности при засухе.

Продолжительность вегетационного периода, свойственная сортам Быстрица 2 и Руно (105–110 дней), обеспечивала повышенный интерес к ним, особенно при возделывании в северной и южно-предгорной частях Краснодарского края. При посеве в оптимальные сроки весной их уборочная спелость наступала обычно с 1 по 10 сентября, то есть до посева озимых зерновых культур. Эти сорта в период с 1995 по 2003 гг. имели достаточно широкое распространение в производстве, а затем были замены новым сортом Дельта.

Сорт сои Дельта был включен в Госреестр в 2003 г. и уже через 3 года высевался в Краснодарском крае на площади 12,3 тыс. га. Столь стремительный успех сорту обеспечивало удачное сочетание короткого вегетационного периода (104–110 дней) с высокой потенциальной урожайностью семян, равной среднеспелым сортам. В 2004 г. в ОАО «Россия» Тимашевского района Краснодарского края на отдельных полях урожайность сорта Дельта достигала 4,4 т/га. Интерес к сорту Дельта со стороны руководителей акционерных и крестьянско-фермерских хозяйств проявлялся также в связи с тем, что семена сорта отличались повышенной крупностью, хорошей выравненностью, отсутствием дефектов, светлой окраской семенной кожуры и неокрашенным рубчиком. Благодаря такому сочетанию семена сорта пользовались большим спросом для

использования на пищевые цели. К сожалению, через несколько лет успешного выращивания в производстве проявился существенный недостаток сорта Дельта – слабая устойчивость к растрескиванию бобов при перестое, что не отмечалось в процессе его выведения. В связи с выявленным недостатком по инициативе института семеноводство сорта Дельта было прекращено.

На смену снятого с производства сорта Дельта в 2005 г. на госсортоиспытание был передан сорт Альба аналогичной группы созревания. Новый сорт успешно прошел испытания на госсортоучастках и с 2007 г. был включен в Госреестр. Основным его преимуществом по сравнению с сортом Дельта является (сорт выращивается в настоящее время) устойчивость к осыпанию семян при перестое растений. По другим хозяйственно ценным признакам Альба не превосходит предыдущий сорт. Несмотря на то, что сорт Альба характеризуется хорошей технологичностью при выращивании и высоким потенциалом продуктивности (до 4,0 т/га) площади его посева в Краснодарском крае остаются незначительными (1–3 тыс. га), основной причиной чего является то, что он находится «в тени» популярного сорта Вилана.

После выведения скороспелого сорта сои Быстрица селекция в этом направлении была продолжена и первым ее результатом было создание сорта Лада, включенного в Госреестр с 2001 г. Новый сорт имел предельно короткий вегетационный период – при посеве в оптимальные сроки весной он созревал обычно во второй или третьей декадах августа, при этом имел достаточно высокий потенциал урожайности. В оптимальных по увлажнению условиях он формировал урожайность семян до 3,4 т/га, а во влагодефицитные годы, вследствие короткого вегетационного периода, обладал способностью «уходить» от засухи. Примером этому является высокая урожайность семян сорта Лада в очень засушливом 1998 г., составившая 2,0 т/га. В аналогичных условиях уро-

жайность сортов с более продолжительным вегетационным периодом не превышала 1,4 т/га. Несмотря на вышеуказанные положительные свойства к недостаткам его можно отнести небольшую высоту растений (50-60 см) и зеленоватую окраску семенной кожуры. Эти недостатки, а также то, что в 2005 г. в Госреестре был зарегистрирован более перспективный сорт аналогичной группы созревания Лира, сорт Лада не получил распространения в производстве.

Сорт Лира на протяжении 6 лет (включен в Госреестр с 2003 г.) остается основным скороспелым сортом сои, выведенным в институте и предлагающемся для выращивания как в Краснодарском крае (в основных и повторных посевах), так и в районах Центрально-Черноземного региона и в Поволжье. На Кубани в зависимости от условий года вегетационный период сорта составляет 95–100 дней, а уборочная спелость наступает во второй-третьей декадах августа. Высокая потенциальная продуктивность сорта (до 3,6 т/га) в сочетании с предельно коротким вегетационным периодом предопределяют то, что в течение многих лет он используется в различных сортоиспытаниях в качестве скороспелого стандарта. Ценной особенностью сорта Лира является его свойство формировать урожай семян до наступления засухи, о чем свидетельствуют урожайные данные, полученные за последние в разной степени засушливости годы. В период с 2006 по 2010 гг. сорт Лира показывает урожайность семян на уровне среднеспелого сорта сои Вилана, а в отдельные годы, даже превышает его. Раннее созревание сорта также положительно проявляется в том, что его семена практически не повреждаются гусеницами акациевой огневки и совок.

Наряду со скороспелостью и высокой продуктивностью, сорт Лира обладает хорошим комплексом других хозяйственно ценных признаков. Растения сорта имеют среднюю высоту (80–90 см), характеризуются компактной формой куста и дружным созреванием. Семена сорта средней величины

со светлой окраской кожуры без признаков пигментации, имеют неокрашенный рубчик. Единственным дефектом сорта является то, что при больших перепадах температуры и влажности воздуха в период после наступления созревания возможно осыпание семян вследствие растрескивания бобов.

С 2005 г. в Госреестр включен скороспелый сорт сои Ника, созданием которого предусматривалась замена сорта Лира. Однако возлагаемые на него надежды не оправдались, так как первые производственные результаты показали, что сорт Ника при более продолжительном в сравнении с Лирой вегетационном периоде (на 3–5 дней) менее стабилен по урожайности семян. В конечном итоге, несмотря на имеющийся допуск к использованию в производстве, сорт остался невостребованным и семеноводческая работа с ним была прекращена.

Более успешно складывается судьба сорта сои Славия, включенного в Госреестр с 2009 г. По продолжительности вегетационного периода новый сорт аналогичен сорту Ника (100–105 дней), при этом отличается высокорослостью (до 130 см), обеспечивающей ему повышенную полевую засухоустойчивость, а соответственно более высокие и стабильные урожаи семян. Подтверждением этому является то, что в условиях очень засушливого 2010 г. в одном из фермерских хозяйств Динского района Краснодарского края урожайность сорта Славия составила 2,7 т/га, в то время как среднекраевой уровень урожайности культуры равнялся 1,51 т/га.

Как показывают данные различных сортоиспытаний и производственные результаты, в засушливые годы скороспелые и раннеспелые сорта сои способны формировать урожаи семян сравнимые со среднеспелыми сортами или выше их. Следовательно, в условиях изменения климата на юге России, выражающиеся в практически ежегодном дефиците осадков в июле и августе, сорта сои с коротким вегетационным периодом, способные проходить критические для формирования

урожаев фазы до наступления неблагоприятных условий, в ближайшие годы могут иметь большие перспективы.

Сорта сои для фитосмесей. На протяжении многих лет значительное место в селекционной работе с соей во ВНИИМК отводилось выведению сортов, используемых для получения кормовой массы в кукурузо-соевых и сорго-соевых смесях на зеленый корм и силос. В 50–70-е годы прошлого столетия основной упор делался на выведение сортов сои универсального типа (зерно-кормовых), пригодных для выращивания на зерно и зеленую массу. Как было отмечено ранее, выведенные в этот период среднепоздние и позднеспелые сорта сои ВНИИСК 1, ВНИИМК 6, Неполегающая 2 и Комсомолка, были отработаны на сочетание урожайности зерна и зеленой массы. Это были достаточно высокорослые, хорошо облиственные сорта с повышенной ветвистостью и полудетерминантным типом роста. Таким же сочетанием признаков характеризовались зерно-кормовые сорта сои Пламя и ВНИИМК 9, выведенные в конце 70-х годов прошлого столетия. Растения обоих сортов отличались повышенной облиственностью и хорошо сочетались в смешанных посевах с кукурузой на силос.

Сорт Пламя, имея вегетационный период 130–133 дня, или на 5–7 дней короче, чем у среднепозднего стандарта Комсомолка, не уступал ему по урожайности зеленой массы, формируя растения высотой 130–140 см. К ценным особенностям этого сорта также относились высокая урожайность семян и повышенное содержание в них белка. Благодаря этим качествам сорт Пламя с 1982 г. был районирован в Северо-Осетинской и Кабардино-Балкарской АССР. Довольно значительные площади этот сорт занимал и в Краснодарском крае, где его выращивали в основном для получения зерна и в значительно меньших объемах в кукурузо-соевых смесях. Сорт ВНИИМК 9 по основным хозяйственно ценным признакам был близок к сорту Пламя, однако в связи с отсутствием преимущества он был снят с государственного испытания.

Последним сортом сои универсального (двойного) использования является Астра, который предназначался как для выращивания в чистом виде для получения урожая зерна, так и в смеси с кукурузой и другими кормовыми злаковыми культурами на зеленый корм и силос. В чистых (одновидовых) посевах он обеспечивал среднюю урожайность семян – 1,8–2,4 т/га, а при достаточном увлажнении почвы – до 3,35 т/га, при этом его растения высотой 120–130 см хорошо сочетались с растениями кукурузы при совместном выращивании. Сорт Астра с 2000 г. был включен в Государственный реестр селекционных достижений и достаточно широко возделывался в производстве преимущественно для получения зерна. В смеси с кукурузой на зеленый корм и силос сорт Астра выращивался на небольших площадях, так как такие посевы практиковались лишь в отдельных хозяйствах.

С 2003 г. на государственное сортоиспытание были переданы первые сорта сои ВНИИМК специального использования Трембита и Лиана, предназначенные исключительно для выращивания в смешанных посевах с кукурузой. Отличительной особенностью обоих сортов была увеличенная высота растений, составляющая в одновидовых посевах соответственно 165 и 182 см, что на 37 и 51 см больше, чем у стандартного сорта Астра. В смешанных посевах растения сортов Трембита и Лиана за счет затенения мутировали и увеличивали высоту, достигая высоты растений кукурузы. Растения сортов Трембита и Лиана характеризовались повышенной ветвистостью, пониженной грубостью и хорошей сочетаемостью с растениями кукурузы при совместном выращивании.

Существенным было превышение Трембиты и Лианы над сортом-стандартом Вилана по урожайности зеленой массы, составившее на 5,7 и 7,8 т/га соответственно. В целом при благоприятных по увлажнению условиях выращивания уро-

жайность зеленой массы новых сортов в одновидовых посевах достигала 35,1 т/га, в связи с чем общая урожайность смешанного посева сохранялась на уровне чистого посева кукурузы.

Оба сорта были отработаны по продолжительности вегетационного периода таким образом, что сорт Трембита (134 дня) в фитосмесьях успешно сочетался с раннеспелыми гибридами кукурузы, а сорт Лиана (143 дня) – с позднеспелыми. В целом за счет высокорослости, хорошего сочетания с растениями кукурузы в смешанных посевах и повышенной биомассы сорта Трембита и Лиана лучше других сортов сои обеспечивали повышение содержания белка в кукурузо-соевой зеленой массе и силосе в смешанных посевах, однако распространения в производстве они не получили, поскольку полностью отсутствовал интерес со стороны производства к кукурузо-соевым смесям.

Сорта сои с улучшенным качеством. Активная селекционная работа на улучшение качественного состава соевого белка была начата во ВНИИ масличных культур в конце 80-х годов прошлого столетия. Иницирующими этот процесс факторами были, с одной стороны, спрос на качественное сырье связи с бурным развитием в стране индустрии по переработке сои на пищевые цели, с другой стороны, возможность существенного увеличения объемов биохимических анализов главных компонентов семян сои за счет освоения инфракрасного анализатора ИК-4500 (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, В.С. Петибская, 2000). Поскольку в тот период для продовольственных целей использовали семена обычных сортов культуры, не обеспечивающих высоких потребительских качеств получаемых продуктов, было решено предложить специальные сорта сои с улучшенными пищевыми достоинствами для производства соевых молочных продуктов, консер-

вов, концентратов соевого белка и т. д. В качестве основных элементов модели такого сорта были приняты: увеличенная крупность семян, улучшенные их органолептические свойства, повышенное содержание в семенах белка и пониженная его трипсинингибирующая активность, улучшенные вкусовые качества.

Первым результатом селекционной работы, направленной на улучшение питательных свойств семян сои, является создание в 1993 г. первого отечественного высокобелкового сорта сои Фора с пониженной трипсинингибирующей активностью. В семенах этого сорта накапливалось стабильно повышенное количество белка (44–45 %), что было на 3–4 % больше, чем у обычных сортов. К ценным качествам сорта Фора также относилась пониженная активность ингибиторов трипсина (16,2 мг/г против 21,7 мг/г у широко распространенного в производстве сорта Вилана). Кроме биохимических



Рисунок 4 – Сорт сои
пищевого использования
Фора

достоинств сорт Фора обладал благоприятным сочетанием других признаков семян: повышенная крупность (масса 1000 штук 260–280 г), хорошая их набухаемость, полное отсутствие «твердых» семян, светлая окраска семенной кожуры без признаков пигментации и светлоокрашенный рубчик. Улучшенный биохимический состав, привлекательный внешний вид и повышенные вкусовые качества семян сорта Фора позволили рекомендовать его как первый в России специальный сорт пищевого использования. Практическое подтвержде-

ние этого получено при использовании семян сорта Фора как сырья для консервирования. Пробные партии консервов практически не содержали ингибиторы трипсина и обладали высокими потребительскими качествами.

Сорт успешно прошел государственное сортоиспытание и с 1998 г. был внесен в Государственный реестр селекционных достижений. Однако широкого распространения в производстве он не получил, так как уступал обычным сортам по урожайности семян, а также был недостаточно устойчив к растрескиванию бобов после созревания. Несмотря на это, сорт Фора остается сортом-эталонном с непревзойденными вкусовыми качествами семян и по этой причине он широко используется в селекционном процессе.

С 2002 г. в Государственный реестр селекционных достижений был включен новый крупносемянный, высокобелковый сорт сои Веста с пониженной активностью ингибиторов трипсина. По вкусовым качествам, биохимическому составу и органолептическим признакам семян он был близок к сорту Фора, превышая его по урожайности, и при этом характеризовался высокой устойчивостью к растрескиванию бобов. Однако и у этого высокобелкового сорта потенциальная урожайность была существенно ниже, чем у стандартного сорта Вилана.

Новым этапом в селекции сои на качественный состав семян во ВНИИМК можно считать создание первого в России супервысокобелкового и одновременно низкоингибиторного сорта сои Валента. В процессе различных сортоиспытаний количество белка в его семенах варьировало от 49,2 до 46,6 %, при среднем его значении 47,7 %. К ценным особенностям сорта Валента относилось то, что, наряду с высоким процентом белка, содержание масла в семенах оставалось на достаточно высоком уровне. Многочисленные биохимические анализы селекционного материала и коллекционных образцов показывают, что уровню белка в семенах 47–48 %, как правило, соответствует масличность 12–14 %. У сорта же Валента в семенах накапливалось в среднем 17,1 % масла, что всего на 2,9–4,1 % меньше, чем у обычных сортов.

Однако наибольшая практическая ценность и уникальность сорта Валента заключалась в том, что у него на 36–71 % по сравнению с обычными сортами этой культуры была снижена трипсинингибирующая активность белка. В то время как активность трипсиновых ингибиторов в семенах обычных сортов составляла 19,2–23,5 мг/г муки, у сорта Валента она варьировала в пределах 10,6–14,3 мг/г (в среднем 12,5 мг/г). В процессе работы над сортом были получены интересные данные, свидетельствующие о том, что низкая трипсинингибирующая активность обеспечила возможность использования натуральных, термически необработанных семян сорта Валента в кормлении птиц и свиней.

Несмотря на то, что по урожайности семян высокобелковый сорт Валента существенно (в среднем на 23 %) уступал стандартному сорту Быстрица 2 аналогичной группы созревания, он был передан на государственное испытание с 2003 г. как особо ценный и с 2005 г. включен в Госреестр. Этот сорт характеризовался непродолжительным вегетационным периодом и был хорошо отселектирован по основным хозяйственно ценным признакам, однако его уникальные качества остались невостребованными сельскохозяйственным производством и перерабатывающей промышленностью. В связи с этим с 2007 г. селекционные работы по сое на качество были практически прекращены.

В настоящее время главным направлением в селекции сои во ВНИИ масличных культур является выведение сортов сои зернового типа с различной продолжительностью вегетационного периода, полностью соответствующих требованиям современного сельского хозяйства. В процессе их создания ставятся задачи повышения потенциала продуктивности и адаптационных свойств, улучшения технологичности при возделывании и уборке, а также сохранения высокой устойчивости к болезням. Такое сочетание признаков должно обеспечить не только высокую конкурентоспособность и преобладающее положение в сельскохозяйственном производстве новым сортам сои селекции ВНИИМК, но и в целом увеличение производства зерна этой ценной высокобелковой культуры на юге европейской части России.



В.Ф. Баранов,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Кубани и РФ, главный научный сотрудник лаборатории технологии возделывания сои отдела сои ВНИИМК



В.Л. Махонин,

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологии возделывания сои отдела сои ВНИИМК

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРОКОМПЛЕКСА ВОЗДЕЛВАНИЯ СОИ

Исследования по агротехнике возделывания сои непосредственно во ВНИИМК начаты с 1957 г., после реформирования Всесоюзного НИИ сои и клещевины. На первом этапе особое внимание уделялось защите посевов этой культуры от сорняков, применению бактериальных и минеральных удобрений, сортовой агротехнике.

Б.К. Игнатьевым [1] были изучены способы посева и нормы высева семян сорта ВНИИСК-1. По результатам этих опытов был рекомендован квадратно-гнездовой способ посева (70 × 70 см) с высевом 10–15 шт. семян в каждое гнездо, что обеспечивало густоту стеблестоя около 200 тыс. на гектаре. Преимущество такого способа в сравнении с обычным рядовым и широкорядным было обусловлено возможностью более

полного уничтожения сорняков перекрестными междурядными обработками.

В конце 50-х – начале 60-х годов прошлого века были проведены полевые опыты с соей Анненковой [2] по испытанию гербицидов ДНОК и ПХФ, в сравнении 2,4-Д, при допосевном внесении; Енкиной [3] – по изучению новых штаммов *Rhizobium japonikum*, в результате которых выявлено преимущество штамма № 634. Игнатьевым и Мякушко была подготовлена и опубликована в сборнике «Соя» [4] статья «Возделывание сои на Северном Кавказе», в которой обобщены результаты НИР по сое во ВНИИМК за предшествующие 5 лет и даны предложения производству. В этот же период аспирантом ВНИИМК Уклеиным [5] в условиях Астраханской области был изучен режим орошения и дозы удобрений сои, подтверждающие возможность получения урожая зерна 2,5–3,0 т/га при оптимизации влагообеспеченности и питания растений сои. При этом установлена тесная взаимосвязь между этими основными факторами интенсификации продукционного процесса агроценозов.

В последующие годы получили развитие исследования с новыми гербицидами на посевах сои. Сотрудниками лаборатории гербицидов был разработан комбинированный способ применения гербицидов (трефлан + линурон или прометрин), позволяющий наиболее полно подавлять и однодольные, и двудольные сорняки в посевах сои и подсолнечника [6].

В начале 70-х годов были расширены исследования с соей отделом земледелия по сортовой агротехнике, режиму орошения, возделыванию сои в рисовых севооборотах, применению удобрений. Обобщенные результаты этих исследований были опубликованы в журнале «Земледелие» в 1976 г. [7].

Таким образом, первый период НИР по агротехнике сои (1957–1976 гг.) можно считать *поисково-прогрессирующим*, в котором принимали участие сотрудники отдела земледелия (лаборатории агротехники и группы орошения, лаборатории агрохимии, лаборатории гербицидов).

С созданием во ВНИИМК в 1977 г. самостоятельного единого отдела по сое в составе трех лабораторий (селекции, технологии возделывания и защиты растений) начался второй этап исследований – *интенсивно-комплексный*, позволивший не только целенаправленно активизировать НИР, но и ускорить внедрение в производство достижений науки. Он характеризовался не только направленностью на интенсификацию технологических процессов (химические средства, новая техника, орошение), но и более широким охватом зон возделывания этой культуры. Кроме центральной экспериментальной базы, исследования по сое были развернуты на Армавирской опытной станции [8] и на Сибирской ОС [9]. Были разработаны интенсивные технологии возделывания сои на неорошаемых и орошаемых землях Северного Кавказа.

Всего за 80-е годы в результате интенсивных исследований разработаны 6 технологий возделывания сои для разных условий выращивания в основных и повторных посевах (табл. 1), изучены вопросы совместного внесения с гербицидами и пестицидами стимуляторов роста растений и агрохимикатов, а также применения новых ризобиальных препаратов.

Таблица 1

Технологии возделывания сои, разработанные ВНИИМК

№ п/п	Виды технологий	Сроки разработки, (годы)	Основные разработчики	Уровень урожайности зерна, т/га	Максимальная рентабельность, %	Количество хим. обработок	Характерные особенности технологий
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Типовая	1960–1970	Д. С. Васильев Б. К. Игнатьев В. И. Марин	2,4–2,7	320	1–2	Механизация всех операций, широкорядный посев, внесение трефлана под культивацию, хим. обработки против вредителей

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2	Прогрессивная	1971–1980	Д.С. Васильев В.Ф. Баранов А.Н. Ригер	2,5–2,8	410	2–3	Применение почвенных гербицидов, минимальная допосевная обработка почвы, рациональный уход за посевами
3	Индустриальная	1973–1985	Д.С. Васильев В.Ф. Баранов А.Н. Ригер	2,7–2,9	390	2–3	Применение основных и страховых гербицидов, минеральных и бактериальных удобрений, инсектицидов
4	Интенсивная на орошаемых землях	1976–1985	В.Ф. Баранов А.И. Лебедовский И.Н. Терентьева	3,5–3,7	350	3–4	Оптимальный режим орошения, применение гербицидов, инсектицидов, окуливания, инокуляция семян
5	В поукосных посевах	1980–1985	А.Н. Ригер А.Г. Ефимов	1,5–1,7	260	1–2	Посев сои после озимых на зелёный корм по минимальной обработке почвы оптимальными нормами инокулированных семян
6	В пожнивных посевах на орошаемых землях	1981–1988	В.Ф. Баранов В.Г. Каложный А.М. Волошина	1,2–1,5	180	1–2	Посев сои после ячменя по поверхностной обработке почвы сплошным способом, повышенной нормой семян. Полив для получения всходов. Уборка с досушкой семян при необходимости

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Интенсивная на неорошаемых землях	1980–1990	В.Ф. Баранов А.Н. Ригер А.Г. Ефимов	2,8–3,0	410	2–3	Применение основных и страховых гербицидов, ризоторфина, подкормок, инсектицидов. Интенсивные механические обработки почвы при уходе за посевами
8	Безгербицидная на неорошаемых землях	1987–1995	В.Ф. Баранов А.Г. Ефимов Уго Торо Корреа	2,6–2,8	460	0–1	Интенсивные механические приёмы уничтожения сорняков, активизация роста растений, инкрустирование семян КПИС
9	Совместного возделывания сои с кукурузой на зелёную массу и силос	1994–1996	В.Ф. Баранов В.Г. Каложный А.Г. Ефимов	37,0–42,0	450	0–1	Подбор и оптимальное соотношение компонентов, сплошной посев по безгербицидному фону, боронование по всходам
10	В рисовых севооборотах	1989–1996	В.Ф. Баранов В.Л. Махонин	3,0–3,5	430	1–2	Рациональная обработка почвы, высокоурожайные сорта, инкрустирование семян КПИС, страховые гербициды, окучивание
11	Влагосберегающая для засушливых степных районов	1994–1998	В.Ф. Баранов В.Г. Каложный З.Г. Любимова	2,0–2,5	340	0–1	Ширококорядный (140 см) посев низкой нормой высева семян, интенсивный механический уход без применения гербицидов

Продолжение таблицы 1							
1	2	3	4	5	6	7	8
12	Адап- тивная	1991– 1999	В.Ф. Баранов А.Г. Ефимов В.Г. Каложный Уго Торо Корреа	2,7–3,0	480	1–2	Инкрустирование семян, интенсив- ный механический уход, инсектициды и страховые гер- бициды при эконо- мическом пороге вреднонос- ности
13	Адек- ватная (ресур- со- сбере- гающая)	2000– 2010	В.Ф. Баранов Уго Торо Корреа В.Л. Махонин	2,8–3,2	380	2–3	Использование лучших для зоны сортов, наиболее эффективная реализация мате- риально- технических воз- можностей сель- хозпредприятия, применение РР и научно- технических дос- тижений

Основные результаты исследований за этот период были опубликованы в монографии «Соя», изданной в 1984 г. [10], брошюре «Соя. Интенсивная технология» [11], в ряде статей и в 15 рекомендательных пособиях.

В этот период, благодаря активному содействию партийно-хозяйственных руководящих органов страны, широко внедрялись в производство интенсивные (индустриальные) технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и сои. Начали функционировать научно-производственные системы как интеграционные структуры тесной увязки науки с производством. За годы широкого внедрения интенсивной технологии возделывания сои (1986–1990) по сравнению с предыдущей пятилеткой урожайность зерна этой культуры в Краснодарском крае возросла на 0,24 т/га (с 1,14 до 1,38 т/га), а валовой сбор его увеличился в 1,5 раза

(с 25,5 до 42,4 тыс. т). Это свидетельствует о ведущей роли интенсификации в увеличении урожайности сои.

С распадом СССР и реформированием политического и экономического уклада страны, начался с 1993 г. *адаптивно-синтезирующий этап* исследовательских работ. В связи с реструктурированием сельского хозяйства, приведшим к резкому спаду производства и снижению технической оснащённости коллективных хозяйств, возникла необходимость в разработке менее затратных адаптивных технологий возделывания. Соответственно потребовалась переориентация на биологическую составляющую технологии: подбор наиболее надежных сортов и их сочетаний, разработку специфических для них приемов возделывания с учетом морфофизиологических особенностей растений, выявление наиболее эффективных росторегуляторов и ризобияльных микробиологических препаратов, позволяющих с наименьшими затратами достичь высокой рентабельности.

Наиболее эффективным агромероприятием, разработанным ВНИИМК совместно с ООО Компанией «Соевый комплекс», является способ *предпосевного инкрустирования семян сои комплексом препаратов*, включающий ризоторфин, специальный прилипатель (№ 2), позволяющий сохранять жизнеспособность симбиотических микроорганизмов в течение нескольких суток, стимуляторы роста растений (гуматы) и микроэлементы (M_0). Метод комплексного предпосевного инкрустирования семян (КПИС) повышает технологичность инокуляции семян, позволяя обрабатывать на складе крупные партии семян на 3–5 дней посевных работ (при инокуляции полувлажным способом; с увлажнением семян водой, они должны высеваться сразу). Кроме того, благодаря такому комплексу препаратов эффективность предпосевной обработки возрастает в 1,5 раза за счёт активизации симбиотрофного процесса. При изучении этого метода на чернозёмах центральной экспериментальной базы (ЦЭБ) ВНИИМК прибавки

урожаев сои составляли 0,15–0,23 т/га (7–12 %), а в условиях производства на полях, где нет в почве резидентных форм клубеньковых бактерий, урожайность её в среднем возрастала на 35 %, содержание белка в семенах на 3,1 % (абсолютных) и увеличивался сбор белка на 288 кг/га (рис. 1).



Рисунок 1 – Эффективность предпосевного инкрустирования семян в повышении продуктивности сои

(в среднем по результатам 6 производственных опытов ВНИИМК, проведенных в 5 хозяйствах разных зон Краснодарского края в 1992–1999 гг.)

В 2004–2006 гг. на ЦЭБ ВНИИМК было проведено испытание новых *росторегуляторов*, результаты которых детально освещены в журнале «Агро XXI» [12]. Эффективность препаратов зависела от погодных условий вегетационного периода сои. Если в благоприятном по увлажнению 2004 году не наблюдалось достоверных прибавок урожайности под действием росторегуляторов по сравнению с фоновым контролем, то в последующие более засушливые годы достигнуто значительное увеличение его от применения альбита, бишофита и агростимулина.

Наибольшая урожайность семян сои была получена в варианте с применением альбита при инкрустировании семян во все 3 года опытов (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность семян сои сорта Вилана под воздействием роторегуляторов

ЦЭБ ВНИИМК

Вариант опыта (препарат)	Урожайность семян (т/га), по годам				Прибавка урожая	
	2004	2005	2006	сред- няя	т/га	%
Контроль (без обработки)	3,09	2,41	2,34	2,61	-	-
Обработка семян:						
КПИС (фон)	3,63	2,48	2,42	2,84	0,23	8,8
Агростимулин	3,54	2,74	2,65	2,98	0,37	14,2
Альбит	3,66	2,87	2,58	3,04	0,43	16,5
Лазерная обработка	3,51	2,58	2,54	2,88	0,27	10,3
Бишофит	3,50	2,93	2,55	2,99	0,38	14,6
Эмистим С	3,59	2,92	2,54	3,02	0,41	15,7
Некорневые опрыскивания растений:						
Альбит (по фону обработки им семян)	3,65	2,66	2,49	2,93	0,32	12,3
Альбит	3,53	2,70	2,44	2,89	0,28	10,7
Кристалон + Ca(NO ₃) ₂	3,58	2,65	2,53	2,92	0,31	11,9
НСР ₀₅	0,25	0,33	0,13	0,23	0,23	8,8

В среднем за 2004–2006 гг. урожайность составляла по этому варианту 3,04 т/га, что на 0,43 т/га (16,5 %) выше контроля (без обработки семян) и на 0,20 т/га (7,0 %) выше фона (КПИС). Эффективным было также применение эмистима С, повысившего урожайность по сравнению с фоном на 0,18 т/га (6,3 %), а с контролем – на 0,41 т/га (15,7 %). Бишофит и агростимулин обеспечили прибавки урожайности к фоновому варианту 0,15 и 0,14 т/га соответственно. Лазерная обработка семян показала близкий к фоновому варианту уровень урожайности с тенденцией к его возрастанию.

Опрыскивание посевов в фазе цветения сои альбитом, как на фоне обработки им семян (при добавлении его в состав КПИС), так и без нее, было менее эффективным и по влиянию

на урожайность семян, и по дополнительной затратности по сравнению с использованием его при предпосевном инкрустировании семян.

Опрыскивание посевов сои кристаллоном с кальциевой селитрой также по уровню урожайности уступило лучшим препаратам для инкрустирования семян альбиту и эмистиму С.

В среднем за 3 года испытания разных доз препаратов, наибольшая урожайность была получена в варианте с применением эмистима С с дозой 7,5 мл/т при инкрустировании семян. Она составила 2,23 т/га, что на 0,25 т/га выше контроля и на 0,22 т/га выше фона (КПИС). Такой же урожай семян получен по бишофиту в дозе 9,0 л/т и альбиту в дозе 50 мл/т, и по агростимулину в дозе 30 мл/т.

В настоящее время в список разрешённых к использованию на сое, наряду с альбитом включен препарат агропон С, аналогичный эмистиму С по росторегулирующему воздействию на растения и по применяемой дозировке. Эти стимуляторы рекомендуется добавлять в состав КПИС при инокуляции семян.

Следует отметить высокую экономическую эффективность этих росторегуляторов, так как затраты (40–70 руб./га) на их применение в 25–40 раз окупаются стоимостью прибавки урожая.

Благодаря активной деятельности Компании «Соевый комплекс» (в сотрудничестве с ВНИИМК), обеспечивающей сельхозпредприятия необходимыми препаратами и детальными инструкциями по их применению, методом КПИС ежегодно обрабатывались семена на площадь посева 30–40 тыс./га, а в 2010 г. – около 90 тыс. га.

За последнее десятилетие были расширены также *исследования по сортовой агротехнике* сои. Изучены сроки и способы посева, нормы высева семян и глубины их заделки для новых сортов разных групп спелости.

В опытах ВНИИМК 2002–2006 гг. по изучению шести сроков посева (с 15 апреля по 30 июня с интервалом 2 недели), различающихся по продолжительности вегетационного периода трех сортов сои (скороспелого Лира, раннеспелого Дельта и среднераннеспелого Вилана), прослеживается дифференциация их реакции на сроки посева в зависимости от складывающихся погодных условий. В 2002 г., характеризующемся обильным выпадением осадков во второй половине лета и в сентябре, наиболее продуктивными были поздние сроки посева (середина июня для сортов Дельта и Вилана и конец июня – для Лирь). Наоборот, в 2006 г. с преобладанием осадков в мае-июне и засухой в июле-августе, для всех сортов преимущество имели ранние – апрельские сроки.

В разрезе сортов из 5 лет изучения скороспелый сорт Лира в 3 года дал максимальный урожай при посеве в середине мая, 1 год – в конце апреля и 1 – в конце мая; раннеспелый Дельта в 2 года при посеве в середине мая, 2 – в середине апреля и в 1 год – в середине июня; среднераннеспелый Вилана – в 3 года при посеве в середине апреля, в 1 – в середине мая и 1 – в начале июня.

В среднем за 5 лет исследований максимальный урожай семян сформировали раннеспелые сорта Лира и Дельта в третьем сроке посева (15.05) – 2,66 и 2,42 т/га соответственно, а среднераннеспелый сорт Вилана – во втором (30.04) – 2,65 т/га. Следует также отметить высокую адаптивность сорта Вилана к разным срокам посева, так как урожаи в первые три срока были получены близкие (2,57–2,65 т/га), в отличие от раннеспелых сортов, у которых превалирование третьего срока посева (15.05) над другими было существенным (табл. 3, рис. 2).

Влияние сроков посева на урожайность различных сортов сои

ЦЭБ ВНИИМК

Сорт	Срок сева, (дата)	Урожайность семян, т/га, по годам					
		2002	2003	2004	2005	2006	средняя
Лира	1 (15.04)	2,17	1,37	3,11	2,11	2,58	2,27
	2 (29.04)	2,34	1,60	2,91	2,28	2,84	2,39
	3 (13.05)	2,69	2,23	3,22	2,52	2,66	2,66
	4 (28.05)	1,70	2,58	2,81	2,14	2,24	2,29
	5 (13.06)	1,95	1,95	3,05	2,04	2,11	2,22
	6 (27.06)	2,72	1,41	2,53	1,87	1,70	2,05
	НСР ₀₅	0,24	0,20	0,14	0,20	0,20	0,20
Дельта	1 (15.04)	1,53	1,69	2,65	2,59	2,55	2,20
	2 (29.04)	1,67	2,26	2,96	2,14	2,48	2,30
	3 (13.05)	1,85	2,65	3,16	2,16	2,26	2,42
	4 (28.05)	1,96	2,25	2,81	2,10	1,86	2,20
	5 (13.06)	3,00	1,61	2,98	1,78	(2,25)*	2,32
	6 (27.06)	2,47	1,69	2,25	1,89	1,42	1,94
	НСР ₀₅	0,34	0,22	0,24	0,25	0,19	0,25
Вилана	1 (15.04)	1,84	2,18	3,82	2,42	2,88	2,63
	2 (29.04)	2,06	2,65	3,62	2,17	2,76	2,65
	3 (13.05)	2,10	2,89	3,55	2,08	2,23	2,57
	4 (28.05)	3,28	2,23	2,90	2,01	2,03	2,49
	5 (13.06)	3,29	1,78	3,10	1,80	1,76	2,35
	6 (27.06)	3,07	1,94	2,56	1,92	1,81	2,26
	НСР ₀₅	0,30	0,18	0,29	0,31	0,21	0,26

* - восстановленная дата по Б.А. Доспехову (1979 с. 279.)

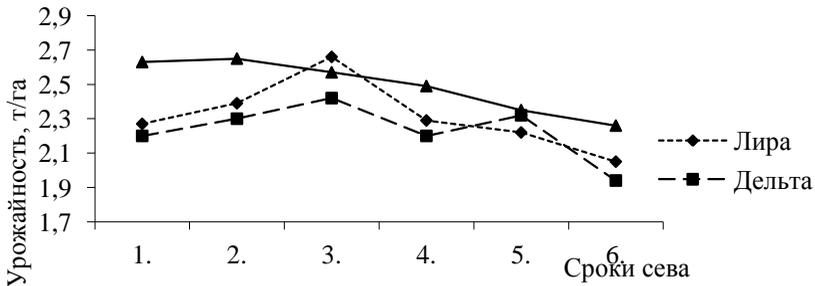


Рисунок 2 – Влияние сроков посева на урожайность различных сортов сои в среднем за 5 лет (ВНИИМК, 2002–2006 гг.)

Четко прослеживается закономерность: чем скороспелый сорт, тем нестабильней его реакции на разные сроки посева. Наибольшую адаптивность к разным условиям выращивания проявил среднераннеспелый сорт Вилана, что еще раз подтверждает его исключительно высокую технологичность. А наименьшей адаптивностью к условиям произрастания отличался скороспелый сорт Лира.

Таким образом, для среднераннеспелого сорта Вилана оптимальный срок посева в условиях центральной зоны Краснодарского края довольно продолжителен и составляет 30 дней (с середины апреля до середины мая), что позволяет маневрировать им исходя из организационно-экономических возможностей хозяйства и степени засоренности поля однолетними и многолетними сорняками. Для раннеспелых сортов сои Лира и Дельта преимущественны майские сроки посева: вторая и третья декада.

В опытах по изучению *способов посева* разных сортов сои также наблюдалась зависимость реакции их на рядовой посев от погодных условий, что видно из данных таблицы 4.

Таблица 4

Влияние способов посева на урожайность сортов сои в зависимости от погодных условий вегетационного периода по водообеспеченности

ЦЭБ ВНИИМК

Сорт	Ширина междурядий, см	Урожайность семян в т/га, по годам			
		2000 (умеренный)	2001 (засушливый)	2002 (увлажнённый)	средняя
Лада	15	1,95	0,98	2,47	1,80
	70	2,19	1,24	2,12	1,85
Лира	15	1,56	1,34	2,67	1,86
	70	1,66	1,47	2,37	1,83
Вилана	15	2,61	1,48	3,60	2,56
	70	2,16	1,50	3,11	2,26
Веста	15	1,37	1,20	3,12	1,90
	70	1,64	1,32	2,64	1,87
НСР ₀₅ для частных различий		0,25	0,21	0,18	

Все 4 изучаемые сорта сои положительно реагировали на широкорядный посев в засушливом 2001 г., а во влажном 2002 г. – в рядовом. В первом случае возрастание урожайности достигало 0,26 т/га (27 %) у скороспелого сорта Лада, а во втором – 0,49 т/га (16 %) у среднераннеспелого сорта Вилана. В умеренном по осадкам 2000 г. сорта Лада, Лира и Веста были более урожайными (на 0,10–0,27 т/га) в широкорядном посеве, а у среднераннеспелого сорта Вилана – в рядовом (на 0,45 т/га). В среднем за 3 года прибавка урожайности семян в рядовом посеве по сравнению с широкорядным составила у сорта Вилана 0,30 т/га, или 13 %, в то время как остальные сорта показали близкие уровни ее по обоим способам посева. Эти данные свидетельствуют о дифференцированной реакции сортов сои на способ посева в зависимости от генетических и морфофизиологических особенностей их растений, а также от погодных условий вегетации по степени влагообеспеченности. Широкий рядный посев имеет преимущество в засушливые годы за счет более рационального расходования влаги агроценозом сои, что подтвердили и наблюдения за влажностью почвы, которая была в метровом слое на 1,2–1,8 % выше в широкорядном посеве, чем в рядовом.

Проведенное в последнее десятилетие сравнительное изучение рядового (15 см) и широкорядного (70 см) способов посева у 12 новых сортов сои селекции ВНИИМК показало их дифференцированную реакцию на архитектуру агроценоза. В среднем за годы проведения опытов выявились 3 группы сортов по реакции на рядовой посев: слабо реагировали (прибавки урожая 4,5–5,1 % скороспелые сорта Лада и Лира и раннеспелый сорт Диана); средней степенью отзывчивости (8,6–13,3 %) характеризовались сорта Веста, Вилана, Дельта, Рента, Лакта, Славия и Альба; и высокой (прибавки урожая 18,5–21,1 %) раннеспелый сорт Ника и среднераннеспелый Валента (табл. 5). Также в разрезе лет по всем сортам проявлялась зависимость от погодных условий. Даже по средним показателям видно, что сорт Вилана в первой серии опытов,

когда из 4-х лет засушливым был только один (2001) год, обеспечил прибавку урожая зерна 0,34 т/га, а во второй – с двумя засушливыми годами (2006 и 2007) из четырёх – только 0,14 т/га, или в 2 раза меньше.

Таблица 5

Отзывчивость новых сортов сои на рядовой способ посева

ЦЭБ ВНИИМК

№ п/п	Сорт	Годы проведения полевых опытов	Средняя урожайность семян, т/га, при ширине междурядий, см		Прибавка урожайности от рядового посева	
			70	15	т/га	%
1	Лада	1999–2002	2,14	2,25	0,11	5,1
2	Лира	2001–2002	1,92	2,01	0,09	4,5
3	Диана	1999–2000	2,31	2,42	0,11	4,8
4	Веста	1999–2002	2,21	2,45	0,24	10,9
5	Вилана	1999–2002	2,59	2,93	0,34	13,1
6	Дельта	2003–2005	2,48	2,81	0,33	13,3
7	Ника	2003–2005	2,43	2,88	0,45	18,5
8	Рента	2003–2005	2,58	2,81	0,23	8,9
9	Валента	2003–2005	1,66	2,01	0,35	21,1
10	Лакта	2003–2005	2,69	2,93	0,24	8,9
11	Славия	2007–2009	1,75	1,90	0,15	8,6
12	Альба	2006–2009	1,81	1,97	0,16	8,8
	Вилана st	2006–2009	1,96	2,10	0,14	7,1
В среднем по всем сортам		1999–2009	2,19	2,42	0,23	10,5

В целом же, можно отметить положительную тенденцию отзывчивости новых сортов сои на рядовой способ посева, так как средняя по всем 12 сортам за 11 лет опытов прибавка урожайности зерна сои составила 0,23 т/га, или 10,5 %. Это обусловлено не только биологическими особенностями новых сортов, характеризующихся слабой ветвистостью и общей отзывчивостью растений сои на равномерность конфигурации площади питания, но и возросшей эффективностью новых гербицидов, позволяющих поддерживать посевы в чис-

тоте без механических обработок. Поэтому на окультуренных полях и наличии надёжных гербицидов, обычный рядовой посев современных сортов сои зерновыми сеялками вполне приемлем. Сою можно возделывать по «зерновой» технологии и в фермерских хозяйствах при отсутствии пропашных сеялок.

В повышении засухоустойчивости агроценозов сои велика роль оптимизации плотности их для рационального использования дефицитных ресурсов влаги, что подчеркнуто в специальной статье в сборнике «Повышение продуктивности сои» [13]. Излишнее загущение посевов сои приводит к перерасходу влаги на формирование вегетативных органов растений в ущерб генеративным.

Изучение 14 новых сортов сои при *густотах стояния* растений 200, 300 и 400 тыс./га подтвердило дифференцированность реакции сортов на загущение ценоза. Стабильно и существенно (на 0,10–0,22 т/га) снижали урожайность зерна в густых посевах по сравнению с редкими сорта Ходсон и Вилана. Положительно реагировали на загущение в изучаемых пределах скороспелые сорта Юг-30, Славия, Лира и раннеспелый – Дельта, обеспечившие прибавки урожайности 0,09–0,15 т/га, или 5,6–6,9 %. Остальные испытанные 8 сортов проявили индифферентность к плотностям агроценоза в изученном интервале (табл. 6).

Таблица 6

**Реакция новых сортов сои селекции ВНИИМК
на загущение агроценоза**

ЦЭБ ВНИИМК

№ п/п	Сорт	Годы проведения полевых опытов	Урожайность семян, т/га, по густотам стояния растений, тыс./га			± к урожайности при загущении посева от 200 до 400 тыс./га	
			200	300	400	т/га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ходсон	1989–1991	2,78	2,60	2,56	-0,22	-7,9
2	Диана	1998–2000	1,94	1,96	1,96	+0,02	+0,1
3	Вилана	-//-	2,52	2,51	2,42	-0,10	-4,0
4	Лада	1999–2001	1,94	1,93	2,01	+0,07	+3,6

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Ли́ра	2001–2004	2,17	2,24	2,32	+0,15	+6,9
6	Дельта	-//-	2,20	2,28	2,34	+0,14	+6,4
7	Веста	2002–2004	2,50	2,44	2,57	+0,07	+2,8
8	Альба	2005–2010	1,95	2,01	2,03	+0,08	+4,1
9	Лакта	2005–2006	2,37	2,37	2,34	-0,03	-1,3
10	Славия	2007–2008, 2010	1,51	1,63	1,57	+0,09	+6,0
11	Вилана, st	2007–2010	1,86	1,91	1,89	+0,04	+2,1

При этом отмечается закономерность, что в засушливые годы преимущественнее редкие посевы, а во влажные – более густые. В целом, на основании результатов многолетних опытов, можно отметить довольно высокую пластичность сои к плотности агроценоза за счёт способности её изменять в широких пределах индивидуальную семенную продуктивность растений (от 1,0 до 30,0 г). Поэтому при равномерном размещении растений по площади соя не снижает урожайность семян даже при густотах стояния 140–150 тыс./га. Этот порог плотности мы считаем критическим в широкорядном посеве, а для рядового он выше на 100–110 тыс. раст./га (250–260 тыс./га). Что касается верхнего его параметра, то безвредной для урожая можно считать густоту стояния растений 350 тыс./га для среднеспелых высокорослых сортов и 450 тыс. – для скороспелых и раннеспелых низкорослых. Более сильное загущение чревато негативными последствиями не только из-за нерационального расхода влаги на транспирацию, но и по причине возможного полегания растений от ливней.

В связи с пересыханием верхнего слоя почвы в засушливую весну 2003 г. во многих хозяйствах Краснодарского

края не удалось получить дружные всходы сои из-за мелкой их заделки в сухой слой. С учетом этого возникла потребность в *изучении возможности более глубокой заделки*. Поэтому в 2004–2008 гг. были проведены полевые опыты на ЦЭБ ВНИИМК по сравнительному изучению мелкой (4–6 см), средней (7–9 см) и глубокой (10–12 см) заделки семян сои сортов Вилана и Лира в весеннем (майском) и летнем (июньском) сроках посева.

В опытах заделка семян сои на 4–6 см была достаточной для получения нормальных всходов во все годы, даже когда в мае была засушливая погода. Глубокая (10–12 см) заделка в майский срок посева заметно (на 38 тыс./га) снижала густоту стояния растений по сравнению с мелкой (4–6 см). В июньском сроке посева густота стояния растений не снижалась, что свидетельствует о достаточной силе прорастания семян из глубокого слоя при оптимизации теплового режима почвы. Начальные ростовые процессы более интенсивно проходили у обоих сортов при мелкой заделке семян в первом сроке посева, что обусловлено лучшим прогреванием верхнего слоя почвы, а во втором сроке по глубокой заделке из-за лучшего увлажнения почвы в зоне роста первичных корней. В дальнейшем происходило некоторое выравнивание, но разница сохранялась как между сортами, так и между глубинами заделки семян.

Урожайность сои по вариантам опыта у сорта Вилана в первом (майском) сроке посева наиболее высокой была по средней глубине заделки в 2004 г., по глубокой – в 2005 г. и по мелкой – в 2006 г. В позднем июньском посеве четко отмечаются достоверные прибавки урожаев сои от глубокой заделки семян – 0,30 и 0,19 т/га по сравнению с мелкой соответственно в 2004 и 2005 гг. (табл. 7).

**Влияние глубины заделки семян по срокам посева
на урожайность сортов сои Вилана и Лира**

ЦЭБ ВНИИМК

Глубина заделки семян, см (В)	Густота стояния растений, тыс./га	Урожайность семян, т/га, по годам							
		2004	2005	2006	2007	2008	средняя за 2004-2006 и 2008 гг.		
							по вариантам	по фактору А	по фактору В
Сорт Вилана									
(А) Весенний посев (13–15 мая)									
4–6	326	3,38	2,32	2,76	0,90	1,45	2,48	2,48	2,24
7–9	308	3,49	2,46	2,64	0,88	1,44	2,51		2,29
1–12	288	3,37	2,49	2,54	0,98	1,49	2,47		2,31
(А) Летний посев (13–15 июня)									
4–6	370	2,86	1,84	1,91	-	1,38	2,00	2,08	
7–9	351	3,09	2,00	1,85	-	1,36	2,08		
10–2	370	3,16	2,03	1,75	-	1,65	2,15		
НСР ₀₅ для частных различий		0,31	0,22	0,18	0,03	0,08			
Сорт Лира									
(А) Весенний посев (13–15 мая)									
4–6	352	-	2,83	3,04	1,45	1,85	2,57	2,60	2,20
7–9	322	-	2,84	3,10	1,56	1,86	2,60		2,25
10–12	285	-	2,87	3,36	1,41	1,68	2,64		2,31
(А) Летний посев (13–15 июня)									
4–6	412	-	2,09	2,08	-	1,33	1,83	1,91	
7–9	382	-	2,01	2,07	-	1,62	1,90		
10–12	326	-	2,08	2,31	-	1,58	1,99		
НСР ₀₅ для частных различий		-	0,20	0,18	0,03	0,19			

В 2006 г. существенное снижение урожайности сои по глубокой заделке семян обусловлено изреженностью посевов её из-за снижения полевой всхожести семян. Так, во втором сроке посева густота стояния растений по глубокой заделке семян была на 47 тыс./га меньше, чем по мелкой (соответственно 349 и 396 тыс./га). В 2007 г. в весеннем посеве, наоборот, наибольший урожай сформировался по глубокой заделке семян.

В среднем за 4 года (2004–2006 и 2008 гг.) проведения исследований урожайность сорта Вилана в весеннем (майском) посеве была близкой по всем изученным глубинам, с явной тенденцией преимущества средней (7–9 см) по сравнению с мелкой и глубокой заделкой семян при посеве. А в июньском посеве наивысшую урожайность обеспечивала глубокая (10–12 см) заделка семян этого сорта.

Раннеспелый сорт Лира, не среагировав на глубину заделки семян в 2005 г., значительно (на 0,32 т/га в первом сроке и на 0,23 – во втором) повысил урожайность семян по глубокой заделке в сравнении с мелкой. В 2008 г. в весеннем посеве более продуктивными были посевы сои по мелкой и средней глубине заделки семян, а в летнем – по средней и глубокой.

В среднем за 3 года исследований прибавки урожайности семян сои сорта Лира от глубокой заделки семян составили 0,07 т/га в майском посеве и 0,16 т/га – в июньском.

Таким образом, эти результаты полевых опытов свидетельствуют о реальной возможности и эффективности для продукционного процесса агроценозов сои более глубокой (до 10–12 см) заделки семян по сравнению с ранее рекомендованной мелкой (6–8 см), особенно в позднем сроке посева, когда отмечается иссушение почвы в верхнем слое. Оптимизация посевных параметров с учётом конкретных почвенных и погодных условий является гарантией получения дружных всходов и основой продукционного функционирования агроценозов.

Из уходных мероприятий за посевами сои был разработан, испытан в производственных условиях и рекомендован для широкого внедрения эффективный приём – *окучивание растений в рядках* (присыпание). Он позволяет не только подавить всходы сорных растений в рядках, но и способствует большему накоплению конденсационной влаги в засушливые

периоды, улучшая влагообеспеченность растений, а также активизирует симбиотрофный процесс усвоения азота из воздуха.

В полевых опытах в среднем за 15 лет прибавка урожайности сои от этого агроприёма составила 0,28 т/га, или 12,2 % в сравнении с обычной культивацией междурядий. Глубокое рыхление междурядий было менее эффективно, что видно из данных таблицы 8.

Таблица 8

Влияние различных способов междурядной обработки почвы в широкорядных посевах сои на урожайность семян, т/га

Способ междурядной обработки почвы	ЦЭБ ВНИИМК (без орошения), годы, сорт, ширина междурядий, см				Учхоз «Краснодарское» (орошение), 1989–1991, Ходсон, 45	В среднем за 15 опыто- лет
	1988–1990, ВНИИМК 3895, 70	1989– 1992, Ходсон, 70	1989– 1992, Ходсон, 45	1993– 1995, Юг-30, 70		
Культивация на 6–8 см	2,34	2,42	2,02	1,64	2,91	2,29
Рыхление на 10–12 см	2,34	2,48	2,24	1,74	3,31	2,44
Окучивание (присыпание)	2,41	2,62	2,35	1,88	3,52	2,57
Рыхление и окучивание	-	2,59	-	1,79	3,37	-

Предложен для этой операции надёжный набор рабочих органов к пропашному культиватору, состоящий из стрельчатой лапы (впереди), лап-отвальчиков (по сторонам) и долотовидной лапы (сзади). При этом последняя устанавливается на 3–4 см глубже передних для разрыхления дна борозды. Такой способ был широко и успешно апробирован в ОАО «Кубань» Усть-Лабинского района Краснодарского края в 2001–2004 гг.

Сравнительное испытание этого приёма с применением гербицидов показало, что механическими приёмами (боронованиями до и по всходам и окучиванием при междурядных

обработках) можно обеспечить достаточно высокий уровень урожайности без применения гербицидов (табл. 9).

Таблица 9

Урожайность зерна сои в зависимости от приемов ухода за посевами

ЦЭБ ВНИИМК

Приёмы ухода за посевами	Урожайность семян, т/га, по годам:				В среднем за 4 года
	1996	1997	1998	1999	
Боронование до и по всходам сои (фон)	0,74	1,09	1,42	3,05	1,58
Фон + 2 культивации междурядий	1,24	1,55	1,52	3,61	1,98
Фон + 2 окучивания	1,32	1,68	1,51	3,75	2,07
Фон + страховые гербициды	1,04	2,28	1,49	3,61	2,13
НСП ₀₅	0,20	0,41	0,23	0,21	-

Средняя урожайность семян сои по таким механическим обработкам была близкой к варианту с применением повсходовых гербицидов. Это позволило рекомендовать к применению на окультуренных полях безгербицидной технологии возделывания сои, как наиболее экономичной и экологичной. Такая технология прошла успешное производственное испытание в ряде хозяйств Ленинградского, Каневского, Усть-Лабинского районов на тысячах гектаров.

Для северной засушливой степной зоны была разработана *влагосберегающая технология* возделывания сои на основе широкорядного посева, низкой плотности агроценоза и возделывания раннеспелых сортов, позволяющих более рационально использовать ограниченные ресурсы влаги. Полевые производственные опыты были проведены в 1994–1998 гг. В.Г. Калюжным в ПСХ «Советское» Ейского района Краснодарского края совместно с агрономом хозяйства З.Т. Любимовой. Посев сои осуществляли сеялкой СУПН-8 с механическим приспособлением для высева семян. Учеты урожая – комбайном Дон-1500 с учетной площади 0,5 га. Колебания урожайности сои составляли от 0,7–1,2 т/га в засушливых 1994 и 1996 гг., до 2,0 т/га в умеренном по осадкам 1995 г. и до 3,0 т/га – во влажном 1997 г.

Средняя за 4 года урожайность зерна сои составила 1,43–1,65 т/га (табл. 10).

Четко проявилась в этих условиях достаточность для продукционного процесса густота стояния растений 200 тыс./га, так как уровни урожайности близкие по сравниваемым вариантам. В сверх-широкорядном посеве (междурядья 140 см) отмечалось заметное снижение (на 0,17–0,23 т/га) урожайности сои, но за счёт большего сохранения влаги возрастала урожайность озимой пшеницы в последствии. Преимущество сверх-широкорядного посева сои проявлялось не только в сбережении почвенной влаги, но и в возможности уничтожить сорняки механическими приёмами в течение всей вегетации, поскольку здесь не происходило смыкание рядков сои. В посевах с междурядьями 70 см для обеспечения чистоты посева в 3 года из 4 потребовалось применение страховых гербицидов. Занятый соевый пар по такой технологии был запатентован 20.09.2000 г. под № 2156049 как «Способ создания получистого пара».

Таблица 10

Урожайность зерна сои и озимой пшеницы (в последствии) в зависимости от архитектуры посева в производственных опытах ВНИИМК

ПСХ «Советское» Ейского района Краснодарского края

Вариант опыта			Урожайность зерна, т/га, по годам						
сорт сои	междурядье, см	густота стояния растений, тыс./га	сочи						озимой пшеницы
			1994	1995	1996	среднее за 3 года	1997	среднее за 4 года	среднее за 1995, 1997, 1998 гг.
Юг-30	70	200	1,04	1,98	0,76	1,26	2,44	1,58	3,66
		300	1,24	20,1	0,76	1,34	-	-	-
	140	200	1,01	1,79	0,58	1,13	2,00	1,35	3,77
		300	0,99	1,83	0,57	1,13	-	-	-
Быстрица	70	200	1,08	1,69	0,88	1,22	3,02	1,65	3,66
		300	0,94	1,64	0,90	1,16	-	-	-
	140	200	1,06	1,51	0,78	1,12	2,61	1,48	3,75
		300	1,04	1,52	0,65	1,07	-	-	-

Из других разработанных ВНИИМК технологий возделывания сои следует особо выделить *рисоводческую*, специфика которой состоит в возможности нормализации влагообеспеченности сои в рисовых чеках поливами и высоким уровнем залегания грунтовых вод. Также здесь сложился своеобразный гербологический состав влаголюбивых сорняков (просянки, клубнекамыш) и почвы рисовников имеют более низкое эффективное плодородие в сравнении с черноземами степных районов. Такие особенности вносят существенные коррективы в технологию возделывания сои. Прежде всего это подбор сортов интенсивного типа, отзывчивых на орошение. Как показал опыт возделывания сои в этой зоне, наиболее надёжным является среднераннеспелый сорт Вилана, который дал рекордный урожай – свыше 5,50 т/га с 30 га в 2008 г. в ОАО «Анастасиевское» Славянского района, а в 2010 г. – с 1867 га – по 3,87 т/га и всего по этому району на 7 тыс. га – по 3,26 т/га.

Из агромероприятий здесь, наряду со своевременными поливами, следует отметить необходимость улучшения строения корнеобитаемого слоя почвы глубокими обработками, определенное в исследованиях преимущество фрезерной допосевной обработки, обеспечивающей мелкокомковатую структурность верхнего слоя. Улучшаются агрофизические условия произрастания растений и от окучивания растений, что установлено опытами В.Л. Махонина. Благодаря хорошей влагообеспеченности, здесь, в отличие от недостаточно увлажненных районов, эффективна более высокая плотность агроценозов – до 350–400 тыс./га растений.

Особое значение на почвах рисовых чеков имеет улучшение условий питания растений. Но соя, – культура малотребовательная к почвенному плодородию, обладающая способностью на 60–70 % обеспечивать себя азотом посредством симбиотической азотфиксации, а также извлекать фосфор и калий из труднорастворимых солей почвы.

Поскольку в почвах рисовников после риса, возделываемого при затоплении чеков слоем воды, отсутствуют резидентные (свободноживущие) клубеньковые бактерии, предпосевная инокуляция семян сои препаратами, содержащими активные штаммы симбиотических азотфиксирующих бактерий для этой культуры, является обязательным агроприёмом. По экономической отдаче инокуляция является в этих условиях наиболее эффективным, окупаемым во много раз приёмом, позволяющим в 1,5–2 раза и более повысить урожайность сои. Этот агроприём, наравне с орошением, является наиболее действенным фактором увеличения продуктивности посевов сои.

Из минеральных удобрений, как показали результаты опытов, проведенных в разные годы ВНИИМК и ВНИИ риса в хозяйствах Красноармейского района ЭЭСХ «Красное», СХП «Полтавское» и РГПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко по сравнению с инокуляцией семян ризоторфином, применение азотных туков – не эффективно (В. Ф. Баранов, А. И. Лебедевский, В. Ф. Шашенко, 1979; В.Л. Махонин, 1996). Применение суперфосфата в дозе 85 кг/га P_2O_5 обеспечивало среднюю прибавку урожайности зерна сои 0,24 т/га. Азотно-фосфорное удобрение (аммофос) в дозе $N_{20}P_{85}$, вносимое локально-ленточно при посеве, повышения урожайности семян не обеспечивало из-за угнетающего воздействия азотного компонента удобрения на работу симбиотического аппарата растений.

Высокий эффект (прибавка урожайности 16–26 %) показал в рисовых чеках широкорядный способ посева сои в сравнении с обычным рядовым. Это обусловлено не только более полным подавлением сорняков комплексом агроприёмов, но и улучшением водно-воздушного режима верхнего слоя почвы путём проведения междурядных обработок. Слабоструктурные почвы рисовых чеков подвержены быстрому уплотнению и образованию корки, что негативно сказывается

на продуцировании сои в сплошном посеве из-за невозможности проведения в них механических обработок, кроме боронований по всходам.

Таким образом, технология возделывания сои в рисовых севооборотах основана на агрокомплексе оптимизации агрофизических свойств почвы, питания растений сочетанием ризобии с фосфорными удобрениями и интегрированной защиты посевов от сорняков, вредителей и болезней.

На основании результатов исследований по разработке сортовой технологии возделывания сои, применению новых росторегуляторов и биопрепаратов за последнее десятилетие можно предложить обобщённо к использованию адекватную (ресурсосберегающую) технологию возделывания сои, заключающуюся в соответствии агрокомплекса материально-технической оснащённости коллективных и фермерских хозяйств, конкретным почвенно-погодным условиям, герботической и энтомолого-фитопатологической ситуации в агроценозе и биологическим особенностям возделываемого сорта. Она позволяет возделывать сою по пропашной, с использованием широкорядных сеялок, или зерновой, с применением обычных сеялок для рядового посева, технологиям, в зависимости от наличия той или другой в хозяйстве; применение различных видов удобрений и способов их внесения с учетом агрохимических характеристик почвы; внесение пестицидов по экономическому порогу вредоносности сорняков, вредителей и болезней; проведение механических обработок с учетом погодных условий и физического состояния почвы; возделывание лучших для данной местности сортов с учётом морфофизиологических особенностей растений. Эта технология является, по существу, промежуточной между *адаптивной* и *прецизионной* (точной полевой), представляя собой улучшенную первую и направленную на достижение задач, решаемых прецизионным земледелием, по мере разработки эффективных экспресс-методов почвенной и растительной диагностики потребности растений в факторах жизни.

Адекватная технология, как модернизированная адаптивная, получает все большее распространение по мере освоения производством новых сортов и рекомендаций ВНИИМК по их возделыванию, эффективных росторегуляторов и биопрепаратов, различных видов техники.

Завершая обзор итогов НИР по агротехнике сои, следует отметить, что за прошедшие с момента основания треть века деятельности лаборатории технологии возделывания сои, ее сотрудниками завершено изучение 82 агрономически-прикладных и методических вопросов, по которым оформлены заключительные отчёты о НИР. На основании разработанных агрокомплексов рекомендованы к внедрению 12 перечисленных в таблице 1 технологий возделывания этой культуры, различающихся по степени интенсификации, предназначению продукции, по зональным почвенно-погодным условиям выращивания, по спектру используемых сортов и особенностям существующих севооборотов и их специализации. Все они в той или иной степени нашли применение в производстве. Наибольшее распространение получили интенсивная технология в 80–90-х гг. прошлого века и адаптивная – с середины 90-х до 2010 г.

Успешному внедрению их способствовала организованная ВНИИМК как головным научным учреждением *научно-производственная система (НПС) «Соя»*, просуществовавшая успешно в течение 20 лет (1988–2007 гг.). В НПС за этот период прошли школу освоения соеводства специалисты из 91 хозяйства 21 районав Краснодарского края. Наиболее полно системой были охвачены хозяйства Курганинского, Кавказского, Кореновского, Выселковского, Усть-Лабинского, Ленинградского, Каневского районов края. Хозяйствам-участникам НПС научными сотрудниками отдела сои ВНИИМК оказывалась на местах конкретная помощь в освоении новых научных достижений и соблюдении современных агротребований на всех операциях по возделыванию этой новой для Кубани культуры. Анализируя итоги деятельности НПС, можно

четко проследить стабильное превышение урожайности в ней по сравнению с районными и краевыми показателями. В среднем за 20 лет прибавка урожайности сои в хозяйствах-участниках системы к среднекраевой составила 0,40 т/га, или 32,2 % (табл. 11).

Таблица 11

Основные итоги деятельности научно-производственной системы «Соя» в Краснодарском крае за 20-летний период

Показатели	Среднегодовые данные по пятилеткам, гг.				Среднегодовые данные за 20 лет (1988–2007 гг.)
	1988–1992	1993–1997	1998–2002	2003–2007	
Количество хозяйств-участников НПС	26	17	10	7	15
Площадь посева сои в хозяйствах НПС, тыс. га	6,2	4,5	3,2	4,8	4,7
Валовой сбор соевого зерна в хозяйствах НПС, тыс. т	10,8	5,4	4,5	10,0	7,7
Урожайность зерна в хозяйствах НПС, т/га	1,74	1,20	1,41	2,08	1,64
Средняя урожайность сои в крае, т/га	1,57	1,06	0,99	1,30	1,24
Прибавка урожайности в НПС т/га к среднекраевой, %	0,17	0,14	0,42	0,78	0,40
	10,8	13,2	42,4	60,0	32,2
Получено дополнительно зерна сои в НПС за счёт прибавки урожая, т	1054	630	1344	3744	1880
Площадь сои в Краснодарском крае, тыс. га	38,0	41,2	55,0	127,0	65,3
Валовой сбор соевого зерна в крае, тыс. т	59,8	43,5	54,6	165,2	80,8
Доля НПС в общекраевом сборе соевого зерна, %	18,1	12,4	8,2	6,1	9,5
Стоимость дополнительно полученного в НПС соевого зерна, млн. руб.*	4,7	2,8	7,4	26,2	22,6

* в фактических ценах за рассматриваемый период

В целом, за время существования НПС ее доля в общекраевом сборе соевого зерна составила в среднем 9,5 %, соб-

рано дополнительно 37600 т зерна на сумму 564 млн. руб. (из расчета по средней цене на товарное зерно сои в 2010 г. – 15 тыс. руб./т). Затраты на функционирование НПС за все годы суммарно составили 14,85 млн. руб., то есть они в десятки раз окупились суммой полученного дохода. Это свидетельствует о высокой роли контактного научного обеспечения производства для достижения прогресса в соеводстве.

Однако в результате широкой просветительской деятельности учёных ВНИИМК (публикации и распространение рекомендаций, рекламных изданий, буклетов и т.п.; проведение районных и зональных семинаров, «круглых столов», выставок, «дней поля» и других мероприятий для специалистов сельхозпредприятий и фермеров) спрос на непосредственное курирование посевов сои в хозяйствах сотрудниками ВНИИМК упал. К тому же, сельхозтоваропроизводители имеют возможность получать немедленные бесплатные консультации и рекомендации по всем конкретным текущим вопросам, связанным с процессом возделывания сои, зачастую с выездом учёных на места. Поэтому НПС в своей первоначальной форме прекратила существование.

Таковы основные итоги научной и внедренческой деятельности лаборатории технологии возделывания сои. Более детально они изложены в увязке с публикациями российских и зарубежных исследователей в 4-х книгах по сое [14; 15; 16; 17].

На предстоящие годы намечается дальнейшее совершенствование технологии возделывания сои в направлении ресурсосбережения, наиболее полной реализации биоприродного потенциала продуктивности новых сортов, адаптации агроценозов к стрессовым погодным аномалиям, повышения экологической безопасности технологии за счёт применения биологических препаратов и сокращения токсически опасных пестицидов. Намечается активизировать исследования по усовершенствованию интенсивной технологии возделывания сои в рисовых чеках, как крупного резерва роста производства ри-

са и сои за счет плодосменности этих культур в условиях сокращения посевов люцерны.

Список литературы

1. *Игнатьев, Б.К.* Влияние способов посева и площадей питания на урожай зеленой массы и зерна сои // Краткий отчет о НИР за 1959–1960 гг. (сб. науч. раб. ВНИИМК). – Краснодар, 1961. – С. 135–140.

2. *Анненкова, Г.И.* Химическая борьба с сорняками на посевах сои // Краткий отчет о НИР за 1961–1962 гг. – Краснодар, 1964. – С. 192–195.

3. *Енкина, О.В.* Влияние нитрагина на урожай и качество зерна сои // Краткий отчет о НИР за 1961–196 гг. – Краснодар, 1964. – С. 185–187.

4. *Игнатьев, Б.К.* Возделывание сои на Северном Кавказе // Соя / Под. ред. Ю.П. Мякушко. – М., 1963. – С.150–168.

5. *Уклеин, А.И.* Возделывание сои в орошаемых условиях Астраханской области // Сб. НИР по масличным и эфиромасличным культурам. – Краснодар, 1961. – С. 65–73.

6. *Васильев, Д.С.* Комбинированное использование гербицидов на посевах масличных культур / Д.С. Васильев, В.А. Дегтяренко, Р.Г. Чануквадзе // Применение гербицидов на посевах масличных культур (сб. НИР ВНИИМК). – Краснодар, 1975. – С. 39–45.

7. *Баранов, В.Ф.* Условия получения высоких урожаев сои на орошаемых землях / В.Ф. Баранов, А.И. Лебедевский // Земледелие. – М., 1976. – № 8. – С. 71–72.

8. *Цветкова, М.А.* Разработка приемов возделывания сои в условиях орошения / М.А. Цветкова, Р.А. Теремеяева // Агротехника и химизация масличных культур (сб. НИР ВНИИМК). – Краснодар, 1983. – С. 30–33.

9. *Решетников, В.Н.* Особенности технологии возделывания сои на обыкновенном чернозёме южной лесостепи Западной Сибири // Автореф. канд. дисс. – Краснодар, 1989. – 21 с.

10. Соя (монография) / Под ред. Ю.П. Мякушко и В.Ф. Баранова. – М.: Колос, 1984. – 333 с.

11. Соя. Интенсивная технология / Пенчуков В.М., Васильев Д.С., Мякушко Ю.П., Баранов В.Ф. и др. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 48 с.

12. *Баранов, В.Ф.* Эффективность новых регуляторов роста при предпосевном инкрустировании семян сои / В.Ф. Баранов, Уго Торо Корреа, О.М. Ширинян, Н.Ф. Чайка, Ю.П. Федулов Ивекор Уче Лоуренс // Агро XXI. – 2009. – № 1–3. – С. 19–21.

13. *Баранов, В.Ф.* Агрономические аспекты повышения засухоустойчивости ценозов сои // Сб. науч. тр. ВНИИМК: Повышение продуктивности сои. – Краснодар, 2000. – С. 71–76.

14. *Баранов, В.Ф.* О возможности возделывания сои в рисовых севооборотах Краснодарского края / В.Ф. Баранов, А.И. Лебедовский, В.Ф. Шашченко // Сб. Сибирское отделение ВАСХНИЛ. Селекция, семеноводство и агротехника сои. – Новосибирск, 1977. – С. 55–61.

15. *Махонин, В.Л.* Возделывание сои на чеках как фактор улучшения экологической обстановки в зоне рисосеяния // Экологические проблемы Кубани. – Краснодар, 1996. – № 1. – С. 92–94.

16. Соя: биология и технология возделывания // Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – 433 с.

17. *Баранов, В.Ф.* Сортовая специфика возделывания сои / В.Ф. Баранов, Уго Аламиро Торо Корреа. – Краснодар, 2007. – 184 с.

18. *Баранов, В.Ф.* Соя на Кубани / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 321 с.

19. *Баранов, В.Ф.* Соя в кормопроизводстве / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.И. Кононенко, А.Н. Ригер. – Краснодар, 2010. – 367 с.



Э.Б. Бочкарева,
*доктор биологических наук,
заслуженный деятель науки
Кубани, заведующая лабораторией
селекции рапса
отдела селекции масличных
культур ВНИИМК*

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАПСУ И СУРЕПИЦЕ

Селекция масличных культур рода *Brassica* во ВНИИМК начата с 1943 г. по инициативе профессора Е.Н. Синской и до 1969 г. осуществлялась ее ученицей, талантливым организатором, руководителем и исполнителем работ Г.С. Воскресенской. С 1969 по 1992 гг. организатором и руководителем работ по селекции капустных становится выдающийся селекционер, доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.И. Шпота, результаты работы которого неоднократно экспонировались на ВДНХ СССР, удостоены серебряной и бронзовых медалей. В 1988 г. В.И. Шпота награжден золотой медалью им. В.С. Пустовойта. Г.С. Воскресенская и В.И. Шпота являются наиболее яркими представителями «пустовойтовской школы» селекционеров масличных культур, сформировавшейся к концу 50-60-х годов прошлого столетия.

В связи с незначительным распространением рапса и сурепицы в СССР до 1980 г. селекция этих культур на зерновые цели велась в крайне ограниченном объеме. Единственным учреждением, работавшим в то время в этом направлении, была Винницкая государственная областная сельскохозяйственная опытная станция. Ее сорта озимого рапса Немерчанский 1, Немерчанский 2268, Винницкий 15/59

были районированы на Украине. Селекция ярового рапса в стране была прекращена в 40-х годах.

Начало селекционной работы по рапсу во ВНИИМК можно отнести к концу 60-х годов. В 1955–1966 гг. (В.И. Шпота, Г.С. Воскресенская). Были проведены обширные межвидовые скрещивания и изучение полученных гибридов по комбинации «горчица сарептская (*B. juncea*) x рапс (*B. napus*)» с целью создания нового исходного материала для селекции горчицы сарептской. Межвидовые гибриды рапсового типа, выделенные во втором-пятом поколениях, были включены в небольшом объеме в селекционную проработку на экспериментальной базе ВНИИМКа и на Винницкой опытной станции с целью выявления практической ценности межвидовой гибридизации для селекции озимого рапса. В 1967 г. из горчично-рапсового гибрида выделено элитное растение рапса озимого № 36151, потомство которого превысило стандарт сорт Немерчанский 1 по основным хозяйственным признакам. По результатам конкурсного испытания, убедительно показавшего преимущество нового сорта, он в 1976 г. под названием Краснодарский (В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина) был передан в государственное испытание. Затем в 1978 г. в государственное испытание был передан еще один сорт озимого рапса – Краснодарский 2 (В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Э.Б. Бочкарева), созданный методом индивидуально-семейственного отбора из коллекционного образца ВИР к – 4195.

До начала плановой селекции (1982 г.) во ВНИИМКе проводили теоретические исследования по озимому рапсу. В 1965–1970 гг. под руководством Г.С. Воскресенской были выполнены работы по изучению гетерозиса у межсортовых гибридов озимого рапса (В.Г. Шелкоуденко) и гетеростилии у рапса с перспективой использования короткочычковых форм для получения гибридных семян без ручной кастрации (С.Н. Алексеева-Охтенко). Исследования В.Г. Шелкоуденко

показали, что межсортовые гибриды F_1 озимого рапса характеризуются гетерозисом по урожаю семян и зеленой массы. В разные годы в условиях Краснодар гетерозис по этим признакам проявился в 70–100 % комбинаций скрещивания. В лучших комбинациях гибриды превысили более продуктивные родительские сорта по урожаю семян на 20–36 %, по урожаю зеленой массы – на 22 %, превышение над контролем составило соответственно 20–37 % и 28 %. Основным фактором, определяющим прибавку урожая, - число и продуктивность ветвей первого порядка. Было установлено, что межсортовые гибриды озимого рапса характеризуются наличием рецiproчного эффекта по урожаю, масличности и крупности семян. Наличие высокого гетерозиса у рецiproчных гибридов рапса позволило автору сделать вывод о перспективности метода получения гибридных семян при свободном переопылении родительских сортов, высеянных по типу смесей. Выращивание семян таких гибридов не требует дополнительных затрат.

Вторым путем использования гетерозиса у рапса является получение межсортовых гибридов на основе гетеростилии. С.Н. Алексеевой-Охтенко было выделено четыре типа гетеростилии цветка. Основным определяющим признаком – степень редукции длинных тычинок. В четвертом типе имеет место почти полная редукция андроцея. Этот тип гетеростилии по сходству его с мужской стерильностью назван мужскостерильной гетеростилией. Гетеростильные растения рапса четвертого типа имеют более мелкие цветки с нормальным пестиком и очень короткими тычинками с мелкими пыльниками, нацело (или почти) лишенными пыльцы. Эта форма названа короткотычинковой. Короткотычинковость у рапса наследуется по материнской линии и сохраняется в потомстве. С.Н. Алексеевой-Охтенко было предложено два способа получения короткотычинковых форм из популяций, склонных к гетеростилии: двукратный индивидуальный отбор при свободном цветении и однократный – при иллегитимном

скрещивании. Гибриды, полученные от скрещивания гетеростильных с обычными отцовскими сортами, превышали контрольный сорт Немерчанский 2268 по урожаю семян на 0,63–0,65 т/га.

Одной из основных задач селекции озимых капустных культур является повышение их морозостойчивости. В 1970–1975 гг. во ВНИИМКе были проведены исследования (Э.Б. Бочкарева) по изучению морозостойкости и разработке методов оценки и отбора селекционного материала озимых капустных культур. Было установлено, что озимые формы рапса и сурепицы для перезимовки должны пройти закаливание в две фазы. В камерах искусственного климата в стадии розетки первая фаза проходит при температуре $+5^{\circ}\text{C}$ в течение 5–10 дней и освещении 10000 лк, вторая – 3–5 дней при температуре -3°C . Закаливание обеспечивает переход озимых капустных к генеративному развитию. Дифференциация конуса нарастания у озимых рапса и сурепицы начинается в естественных условиях в конце ноября, и в зиму они уходят на IV–V этапах органогенеза. Подготовка озимого рапса и сурепицы к зиме сопровождается существенными физиолого-биохимическими изменениями в различных органах растений. Значительно изменяется общее количество и фракционный состав белка. Водоудерживающая способность клеток тканей к концу осенней вегетации значительно увеличивается. Было проведено сравнительное изучение методов оценки морозостойкости растений и их модификация применительно к объектам – озимому рапсу и сурепице, разработана схема селекции на морозостойкость.

В конце 70-х годов начинается новый этап в селекции рапса. В связи с проблемой увеличения пищевого масла и кормового белка в Союзе ССР серьезное внимание было уделено развитию селекционной работы в этом направлении по рапсу и сурепице. Для решения проблемы создания отечественных безэруковых и низкоглюкозинолатных сортов (тип

«00») АПК и ВАСХНИЛ, начиная с 1983 г. последовательно расширяли работы с рапсом и сурепицей сначала во ВНИИМКе и на его Сибирской опытной станции, а затем в ряде других учреждений страны.

В 1983 г. на центральной базе ВНИИМКа в составе отдела селекции и семеноводства масличных крестоцветных культур создается лаборатория селекции и семеноводства рапса и сурепицы. Главным направлением селекционной работы по этим культурам становится создание высокопродуктивных сортов с высоким качеством масла и шрота, то есть создание сортов типа «00» и «000», зимостойких, засухоустойчивых, устойчивых к полеганию.

Эта работа немыслима без освоения методов массового анализа селекционного материала на жирно-кислотный состав масла и количество глюкозинолатов в семенах. Разработка, модификация и освоение этих методов впервые были осуществлены во ВНИИМКе. Большая заслуга принадлежит доктору биологических наук Л.Н. Харченко. Благодаря ее разработкам (1968 г.) появилась возможность точной оценки жирно-кислотного состава масла в селекционном материале методом газожидкостной хроматографии. Содержание глюкозинолатов в семенах определяли полуколичественным методом «глюкотеста» и методом осаждения сульфата, которые были модифицированы научным сотрудником отдела биохимии ВНИИМКа В.Ф. Шавло. В.Е. Подколзиной были модифицированы методы экспрессной оценки селекционного материала масличных крестоцветных по содержанию эруковой кислоты в масле (метод криоскопии и метод осаждения). Позднее (1986 г.) ведущими научными сотрудниками отдела биохимии Н.С. Осик и П.С. Поповым были усовершенствованы методы определения содержания глюкозинолатов в семенах крестоцветных. Для массовой оценки селекционного материала стал применяться более точный метод тест-палладия. Стало возможным определение компонентного состава

глюкозинолатов с помощью газожидкостной хроматографии. В настоящее время для определения общего содержания глюкозинолатов в семенах используется ИК-анализатор (С.Г. Ефименко, Н.С. Осик, Ю.Ю. Поморова).

В 1980–1981 гг. начаты исследования по разработке методики селекции озимых рапса и сурепицы на качество масла и шрота. Генетический анализ наследования эруковой кислоты и глюкозинолатов подтвердил сложный тип детерминации этих признаков. Эффективность селекции рапса и сурепицы на снижение антипитательного компонента – эруковой кислоты в масле достигается созданием исходного материала для селекции скрещиванием высокоэруковых образцов с безэруковыми, последующим беккроссированием на безэрукового родителя и самоопылением расщепляющихся потомств.

Были проведены исследования по изучению взаимосвязи и изменчивости основных хозяйственных признаков у сортов и межсортовых гибридов ярового рапса (Э.Б. Бочкарева, Эль-Хасание Бахиж Хасан, М.Г. Коба). Определены параметры фенотипической и генотипической изменчивости основных хозяйственных признаков. С помощью анализа корреляционных связей по схеме коэффициентов путей Райта выделены главные и второстепенные признаки, формирующие урожай растений рапса. Наличие существенной изменчивости сортов по хозяйственно полезным признакам дает возможность дальнейшего отбора из них ценных генотипов. При создании качественно новых сортов предпочтение следует отдавать внутривидовой и межвидовой гибридизации.

Яровой рапс и сурепица. Изучение рапса как донора низкого содержания эруковой кислоты началось с 1972 г., когда была поставлена задача создать новый исходный материал для селекции яровой горчицы с улучшенным качеством масла. В.Е. Подколзиной и В.И.Шпотой из горчично-рапсовых гибридов по комбинации скрещивания «горчица сарептская низкоэруковая (13–19 %) сорт Юбилейная х рапс (безэруковый)

сорт Ого» были выделены безэруковые формы рапсового типа с низким ($\leq 5\%$) уровнем линоленовой кислоты. На основе этого исходного материала в 1979 г. создан первый отечественный сорт безэрукового ярового рапса (тип «0») Кубанский. Этот сорт отличался высоким качеством масла за счет низкого содержания линоленовой кислоты (3,9 % против 8–13 % у зарубежных сортов), что существенно повышало стойкость масла к окислению (табл. 1). Сорт Кубанский с 1983–1985 гг. был районирован по 32 областям страны.

Таблица 1

Характеристика сорта рапса ярового Кубанский

ВНИИМК, конкурсное испытание, 1977–1979 гг.

Сорт	Веgetационный период, дни	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Масса 1000 семян, г	Содержание жирных кислот, %	
						линоленовой	эруковой
Кубанский	87	1,78	41,9	0,66	3,6	3,9	0
Зефир (контроль)	90	1,58	41,5	0,58	2,9	6,1	0
НСР ₀₅	-	0,15	-	0,05	0,1	1,6	-

В связи с тем, что рапс и сурепица представляют интерес не только как источники пищевого масла, но и кормового белка, дальнейшие усилия были направлены на создание сортов двойного качества (тип «00»), не только безэруковых, но и низкогликозинолатных.

В работе по созданию сортов типа «00» были использованы методы многократного индивидуально-семейственного отбора из коллекционных образцов ВИР, образцов собственной селекции, а также из новых популяций внутривидовых гибридов.

Изучение изменчивости признаков в исходном материале у рапса и сурепицы показало значительную дифференциацию генотипов по содержанию эруковой кислоты в масле

и глюкозинолатов в семенах. В среднем за годы испытаний (1980–1998 гг.) коэффициент вариации по содержанию глюкозинолатов у сортов рапса составлял 18,86 %, у гибридных популяций – 45,61 %. По содержанию эруковой кислоты в масле значительное варьирование признака в исходном материале ($v\% = 89,5$) наблюдалось в первые годы работы (1980–1982 гг.), когда абсолютные значения этого признака колебались от 0,1 до 20 %. Целенаправленный отбор безэруковых биотипов и использование в межсортовых скрещиваниях низкоэруковых и бэруковых компонентов привели к тому, что уже в 1984–1988 гг. вариабельность содержания эруковой кислоты в исходном материале была незначительной ($v\% = 10$) при абсолютных значениях этого признака от 0,1 до 0,8 %.

Масличность семян является слабоизменчивым признаком. Коэффициент варьирования в среднем за 1980–1998 гг. не превышал 7,3 %. Аналогичные данные по характеру изменчивости признаков получены по яровой сурепице.

Результаты селекции рапса и сурепицы на качество масла и шрота показаны на рисунках 1 и 2.

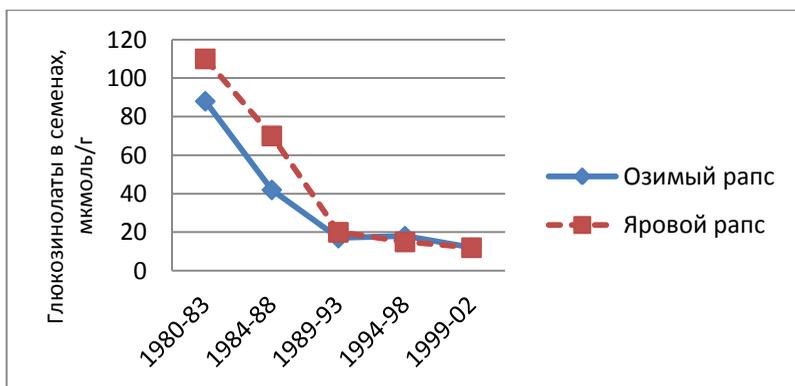


Рисунок 1 – Изменение содержания глюкозинолатов в семенах сортов рапса селекции ВНИИМК

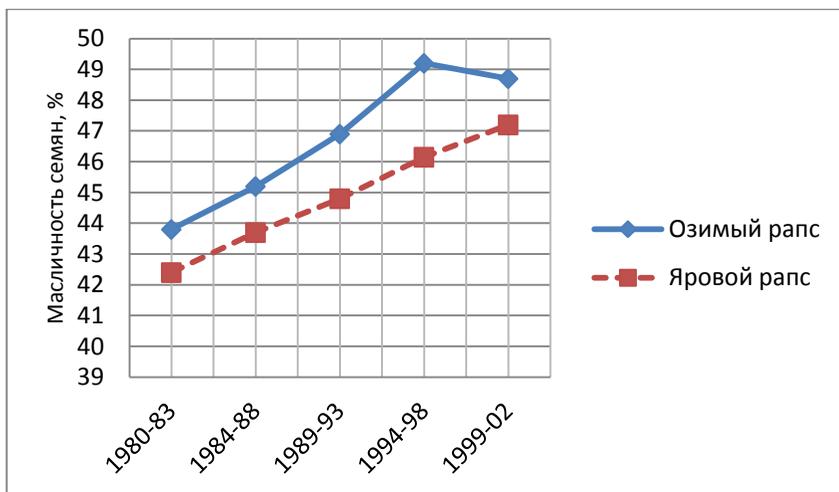


Рисунок 2 – Изменение содержания жира в семенах сортов рапса селекции ВНИИМК

Представленные средние данные конкурсного сортоиспытания демонстрируют два этапа заметного улучшения значений признаков рапса и сурепицы. Снижение содержания глюкозинолатов в семенах (у рапса почти в 2 раза, у сурепицы в 1,5 раза) и уменьшение эруковой кислоты в масле (у рапса в 3,3, у сурепицы – в 1,3 раза) было достигнуто селекционным путем в период с 1984 по 1988 гг. в результате создания сортов двухнулевого типа Шпат и Ярвэлон и желтосемянной (тип «000») яровой сурепицы Восточная. Первые отечественные сорта (тип «00») созданы методом многократного индивидуально-семейственного отбора с оценкой по потомству и обязательным контролем качества масла и общего содержания глюкозинолатов в семенах.

Второй этап значительного улучшения качества масла и шрота рапса и сурепицы приходится на период 1989–1993 гг. В среднем за эти годы у сортов ярового рапса в конкурсном сортоиспытании содержание глюкозинолатов сниже-

но по сравнению с предыдущим периодом в 2,6, у сурепицы – в 1,9 раза, а содержание эруковой кислоты в абсолютных значениях стало составлять 0,2–0,5 %. В этот период нами широко применялся метод внутривидовой гибридизации с вовлечением в скрещивания нового исходного материала зарубежной селекции в качестве доноров низкого содержания глюкозинолатов. В целом за период с 1980 по 1999 гг. содержание глюкозинолатов в семенах ярового рапса снижено с 87,9 до 15,9 мкмоль/г; у яровой сурепицы – с 73,5 до 25 мкмоль/г. Масличность семян у рапса и сурепицы хотя и является слабоизменчивым признаком, но, как показали наши исследования, обладает достаточно хорошей наследуемостью. В процессе селекции, в результате жесткой браковки низкомасличного селекционного материала, нам удалось повысить содержание масла в семенах ярового рапса с 42,4 % в среднем за 1980–1983 гг. до 47,6 % в среднем за 1994–1999 гг. У яровой сурепицы за этот же период масличность увеличилась с 41,6 до 47,1 %.

Первый отечественный сорт ярового рапса (тип «00») Эввин был выведен в 1981 году методом индивидуально-семейственного отбора из коллекционного образца ВИР и-363914, интродуцированного из Германии, с содержанием эруковой кислоты в масле 15,8 %. По данным сравнительного испытания во ВНИИМК, в среднем за 1986–1989 гг. сорт Эввин имел следующие значения признаков: вегетационный период 82 дня, урожайность семян 1,89 т/га, масличность семян 43,0 %, содержание эруковой кислоты в масле 0,1 %, глюкозинолатов в семенах 25,9 мкмоль/г. Районирован по 19 административным регионам СССР.

Сорт Шпат («00») выведен в 1984 г. методом отбора из сорта Эввин. В испытаниях 1986–1989 гг. этот сорт показал более высокую продуктивность по сравнению с сортом Эввин и и более высокое качество шрота (содержание глюкозинола-

тов в семенах составляет 21,1 мкмоль/г). В Госреестр был внесен с 1988 г. по 10 регионам России.

Сорт («00») Ярвэлон совместно с Сибирской опытной станцией ВНИИМКа создан в 1986 г. методом отбора из сорта Эввин и характеризовался более высокой продуктивностью по сравнению с сортами Эввин и Шпат. Сорт Ярвэлон был внесен в Госреестр с 1990 г. по 5 регионам России.

В 1990 г. был заключен договор между ВНИИМКом и семеноводческой фирмой «Каргилл» (США) о научно-техническом сотрудничестве по проблеме «Идентификация и создание высокопродуктивных сортов рапса типа «00» и «000»». В результате этого сотрудничества был создан новый материал для селекции рапса, а также совместный сорт рапса ярового Caviar, который с 1999 г. был официально зарегистрирован во Франции и Чехии.

Методом индивидуального отбора были выведены первые отечественные сорта сурепицы яровой.

Сорт (тип «0») Эввиса создан в 1982 г. отбором из сорта Спан, интродуцированного из Швеции. От исходного сорта отличался более высокой урожайностью семян (+ 0,4 т/га), масличностью семян (+ 1,5 %) и более низким содержанием глюкозинолатов в семенах (1,2 % против 2,0 % у сорта) Спан. Урожайность семян нового сорта яровой сурепицы на госсортоучастках в различных зонах страны колебалась от 0,80 до 2,75 т/га. Сорт Эввиса был районирован в 1985 г. по 11 областям и краям страны.

Сорт (тип «000») Восточная выведен в 1985 г. методом инбридинга из коллекционного образца ВИР и-427773, с последующим отбором желтосемянных форм. Это первый отечественный сорт сурепицы яровой, сочетающий беззруковость масла с низким содержанием глюкозинолатов в семенах и желтой окраской семенной оболочки. По данным сравнительного испытания ВНИИМКа сорт Восточная показал более высокую, чем сорт Эввиса, урожайность семян (+0,12 т/га),

масличность семян (+1,5 %) и низкое содержание глюкозинолатов в семенах (27,9 мкмоль/г). Кроме того, желтосемянный сорт Восточная характеризуется низкой лужистостью, доля семенной оболочки у этого сорта составляет 14,1 %, у сорта Эввиса – 21,2 %, что повышает его значимость для кормопроизводства, особенно для нежвачных животных и птицы. Внесен в Госреестр с 1990 г. по 9 регионам России.

Дальнейшее улучшение качества масла и шрота у рапса и сурепицы яровых было достигнуто целенаправленной селекционной работой путем использования метода внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридных популяций. На основе внутривидовых гибридов создан ряд высокопродуктивных сортов рапса и сурепицы.

Сорт (тип «00») Галант создан совместно с селекционерами ВНИПТИ рапса на основе гибридов от скрещивания сорта Эввин и шведского сорта Ханна. Сорт устойчив к полеганию. В условиях Липецкой области за 1987–1988 гг. урожайность семян составила в среднем 3,61 т/га против 2,85 т/га у сорта Эввин. По данным сравнительного испытания ВНИИМК за 1992–1999 гг., сорт Галант показал урожайность семян 1,43 т/га, масличность семян – 46,6 %, содержание глюкозинолатов составляло 16,8 мкмоль/г. На госсортоучастках страны урожайность этого сорта в разные годы была от 0,9 до 3,0 т/га. Сорт внесен в Госреестр по 5 регионам России.

Сорт (тип «00») ВНИИМК 214 выведен на основе гибридной популяции от скрещивания сорта Эввин с сортообразцом Мари из Дании, устойчив к полеганию, низкорослый. Оказался наиболее урожайным в экстремальных условиях засухи 1998 г. В Госреестр включен в 1994 г. по двум регионам России.

Сорт (тип «00») Крис выведен совместно с Сибирской опытной станцией ВНИИМКа на основе гибридной популяции от скрещивания селекционной линии ВНИИМК № 1260 и шведского сорта Актив. Характеризуется высокой урожайностью,

масличностью семян и низким содержанием глюкозинолатов. В Госреестр внесен в 1999 г. по двум регионам России.

На основе гибридов от скрещивания сорта Восточная и линии № 946, а также двух отселектированных ВНИИМКом линий № 4401 и № 929 совместно с Сибирской опытной станцией ВНИИМК выведены желтосемянные сорта сурепицы яровой (тип «000») Янтарная и Золотистая, характеризующиеся хорошей семенной продуктивностью, высокой масличностью и качеством масла и шрота. Сорт Янтарная внесен в Госреестр с 1994 г. по двум регионам Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому; сорт Золотистая – с 1999 г. по Северо-Кавказскому региону.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве используется сорт рапса ярового Таврион (тип «00»), созданный методом индивидуального отбора из гибридной популяции по комбинации «сорт Глобалъ x № 7814. Сорт характеризуется высокой продуктивностью, хорошо приспособлен к различным почвенно-климатическим условиям (табл. 2), максимальная урожайность в условиях Сибири составляла 3,3 т/га (2001 г.). Внесен в Госреестр в 2005 г. по 2 регионам России.

Таблица 2

Характеристика используемых в производстве сортов рапса ярового (тип «00»)

2008–2009 гг.

Сорт	Урожайность семян, т/га			Масличность семян, %	Содержание	
	Краснодар	Омская обл.	Липецкая обл.		глюкозинолатов в семенах, мкмоль/г	линоленовой кислоты в масле, %
Таврион	1,80	2,32	2,42	47,6	14,9	6,8
Викинг-ВНИИМК	1,64	2,20	2,36	47,5	13,5	4,0

Новым этапом в селекции рапса на улучшение жирнокислотного состава масла является создание сортов (тип «00») с низким содержанием линоленовой кислоты. Преимущество низколиноленового масла – его большая стойкость к окисле-

нию в сравнении с обычным (7–13 %), так как нарастание кислотного и перекисного чисел в процессе хранения происходит в меньшей степени. В результате многолетней работы методом ступенчатого внутривидового скрещивания по комбинации «сорт Apollo (Канада) x линия 23116 (сорт Кубанский x сорт Бронковский)» выведен сорт Викинг-ВНИИМК, близкий по основным хозяйственным признакам сорту Таврион. Отличительной особенностью является улучшенный жирнокислотный состав масла, содержание линоленовой кислоты снижено до 4,0 %. В Госреестр внесен в 2006 г. по Северо-Кавказскому региону.

Созданные во ВНИИМК сорта рапса «00» и сурепицы «000» содержат в семенах безэруковое высокоолеиновое масло и представляют интерес для масложировой промышленности как источник высококачественного масла, а для кормопроизводства – источник высокобелкового корма в виде зеленой массы и шрота (жмыха).

Результаты селекции рапса и сурепицы яровых на ЦЭБ ВНИИМК представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты селекции по рапсу и сурепице яровым
во ВНИИМК за 1979–2006 гг.**

Культура, сорт	Исходный материал	Тип сорта	Год районирования	Автор
1	2	3	4	5
1. Метод межвидовой гибридизации				
<i>Рапс:</i> Кубанский	Горчица сарептская x рапс	0	1979	В.И. Шпота, В.Е. Подколзина, Н.Г. Коновалов, Э.Б. Бочкарева, Л.Н. Харченко
2. Метод отбора из образцов коллекции и сортов – популяций				
<i>Рапс:</i> Эввин	И 363914 (Германия)	00	1985	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, В.Ф. Шавло
Шпат	Эввин	00	1988	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Н.С. Осик
Ярвэлон	Эввин	00	1990	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.Г. Коновалов, Н.С. Осик, Л.Н. Харченко, В.М. Старикова

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
<i>Сурепица</i> : Эввиса	Спан (Швеция)	0	1985	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, В.М. Старикова
Восточная	И 427773	000	1990	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина
3. Метод внутривидовой гибридизации				
<i>Рапс</i> : Галант	Эввин х Ханна	00	1993	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, В.В. Карпачев
ВНИИМК 214	Эввин х Мари	00	1994	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, М.Э. Матяшова, С.А. Харламова, В.М. Старикова
Крис	№ 1260 х Актив	00	1999	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, В.И. Шпота, В.М. Старикова
Таврион	Глобалъ х № 7814	00	2005	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, Л.А. Халилова (Горлова)
Викинг-ВНИИМК	Аполло х 23116 (Кубанский х Броновский)	00	2006	Э.Б. Бочкарева, В.В. Сердюк, С.Л. Горлов, Л.А. Халилова (Горлова)
<i>Сурепица</i> : Янтарная	Восточная х № 946	000	1994	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, В.С. Иванча, М.Р. Сергиенко, Н.С. Осик, В.М. Старикова
Золотистая	№ 4401 х № 929	000	1999	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, В.И. Шпота, В.М. Старикова

Озимый рапс и сурепица. В работе по созданию сортов рапса и сурепицы с высоким качеством масла и шрота широко использовался генофонд ВИР. С расширением научно-технических связей с рядом стран (Польша, Франция, Германия) также осуществлялся обмен исходным материалом по этим культурам. За период с 1977 по 1990 гг. было изучено более 300 коллекционных образцов рапса озимого и ярового и сурепицы яровой. В результате оценки коллекции ВИР в 1973–1980 гг. были выделены образцы с пониженным содержанием эруковой кислоты в масле и глюкозинолатов в семенах.

Методом двукратного индивидуального отбора из образца ВИР к-4491 (сорт Бринк, Швеция), содержащего в масле 19,6 % эруковой кислоты, в 1981 г. выведен первый отечест-

венный сорт низкоэрукового рапса озимого ВЭМ, который выгодно отличался от стандарта Немерчанский 1 не только качеством масла, но и превышал его по урожайности, масличности семян, сохраняя высокую зимостойкость.

Методом индивидуального отбора из образца ВИР и-362593 (сорт Рапора, Германия) выведен также сорт рапса озимого Проминь, сочетающий безэруковость масла с пониженным содержанием глюкозинолатов в семенах и отличающийся высокой продуктивностью зеленой массы. Сорт ВЭМ был районирован в 16, а Проминь – в 7 республиках и областях бывшего СССР

Рекомбинация генов, контролирующих различные хозяйственно ценные признаки, необходимые новому сорту, осуществлялась классическим методом путем межсортовой гибридизации. С использованием этого метода по комбинации «Сорт Проминь х Сорт Жет Неф (Франция)» совместно с селекционерами Белорусского НИИ земледелия создан сорт рапса озимого Отрадненский. В 1992 г. сорт Отрадненский районирован в Беларуси, а с 1993 г. – по Северо-Кавказскому региону. Этот сорт более 10 лет был широко распространен в производстве, характеризовался высокой семенной продуктивностью, зимостойкостью. Почти полное отсутствие эруковой кислоты в масле и низкое (на уровне мирового стандарта) содержание глюкозинолатов в семенах давало возможность использовать маслосемена сорта Отрадненский для получения пищевого масла, состоящего на 80 % из физиологически активных триглицеридов олеиновой и линолевой кислот.

На основе внутривидовых гибридов были созданы также сорта рапса озимого Оникс и Дракон.

Сорт (тип «00») Оникс выведен индивидуальным отбором из гибридной популяции «сорт Бьенвеню (Франция) х сорт ВЭМ». В Краснодарском крае он созревает за 269–280 суток. Высокое качество масла (0,1–0,2 % эруковой кислоты) и шрота (15–17 мкмоль/г глюкозинолатов в семенах) высокая масличность в сочетании с семенной продуктивностью, хорошая адаптивность к почвенно-климатическим условиям Се-

верного Кавказа (табл. 9) позволили ему найти широкое распространение в производстве в 2000–2005 гг. Внесен в Госреестр в 1999 г.

Сорт (тип «00») Дракон выведен индивидуальным отбором из гибридной популяции от скрещивания линии ВНИИМК № 887 и сорта Тандем (Франция). В экологическом испытании в Краснодарском и Ставропольском краях показывал хорошую продуктивность. Одним из достоинств этого сорта, по сравнению с ранее созданными, было низкое содержание глюкозинолатов в семенах (от 12,8 до 14,9 мкмоль/г), сорт Дракон позднеспелый, высокорослый, характеризуется замедленными темпами роста и развития растений в ранневесенний период, что снижает риск поражения посевов заморозками. В Госреестр был внесен в 2001 г. по Северо-Кавказскому региону.

При создании исходного материала в селекции рапса многие селекционеры наряду с методом индивидуального отбора растений при свободном цветении применяют метод инбридинга. Во ВНИИМК С.Л. Горловым (1987–1995 гг.) изучен уровень инбредной депрессии по урожайности у рапса озимого в течение четырех инцухт-поколений и показана возможность использования самоопыления в качестве эффективного метода создания исходного материала для селекции. С помощью этого метода был создан раннеспелый сорт рапса озимого (тип «00») Метеор. Основные преимущества этого сорта: скороспелость и низкорослость, устойчивость к полеганию, выравненность по высоте, дружности цветения и созревания. Обладает высокими темпами роста и развития в осенний и весенний периоды вегетации. В Госреестр внесен в 2003 г. по Северо-Кавказскому региону.

В последние годы с применением метода инбридинга выведено еще три сорта рапса озимого типа «00» (табл. 4).

Новые сорта рапса озимого (тип «00»)

ВНИИМК, конкурсное испытание, 2007–2009 гг.

Сорт	Вегетационный период, дни	Урожайность семян, т/га	Масличность семян %	Глюкозинолатов в семенах, мкмоль/г	Устойчивость к полеганию, балл	Поражаемость фомозом (R, %)
Элвис	267	4,56	46,0	11,9	5,8	9,6
Лорис	268	4,26	45,8	11,9	5,5	9,6
Меот*	264	4,27	45,4	14,9	7,3	7,2

*- сорт находится в государственном испытании

Два из них, Элвис и Лорис, внесены в Госреестр по Северо-Кавказскому региону с 2006 г. и 2008 г. соответственно. Сорт Меот находится в государственном испытании. Новые сорта характеризуются высокой продуктивностью, отсутствием эруковой кислоты в масле, содержание глюкозинолатов не превышает 15 мкмоль/г, выровнены по высоте, дружности цветения и созревания. Сорт Меот отличается низкорослостью растений (на 10–20 см ниже существующих сортов), высокой устойчивостью к полеганию, более высокой устойчивостью, по сравнению с другими сортами, к ряду патогенов (бактериоз корней, пероноспороз, фомоз), устойчивостью к растрескиванию стручков.

Сурепица озимая является по сравнению с рапсом озимым более зимостойкой культурой, что повышает ее хозяйственную значимость для районов рискованного возделывания рапса. Вегетационный период сурепицы озимой на 10–12 дней короче рапса, что делает культуру незаменимой в кормовых севооборотах, так как это наиболее ранний весенний корм для животных.

В мировой практике сорт безэруковой сурепицы озимой Пер впервые создан в Швеции (1986 г.). Первый отечественный безэруковой сорт этой культуры ВНИИМК 213 создан

в 1990 г. на основе внутривидовых гибридов от скрещивания лучшего селекционного образца высокоэруковой сурепицы озимой № 4516 с безэруковым сортом сурепицы яровой Торч канадской селекции.

В конкурсном испытании в условиях Краснодара сорт ВНИИМК 213 показал урожайность семян 2,48, зеленой массы – 36,1 т/га. Уступая по этим показателям рапсу озимому, сурепица озимая дает высокобелковый зеленый корм на 9–10 дней раньше. В Госреестр включен в 2000 г. по всем регионам России.

Методом внутривидовой гибридизации от скрещивания высокозимостойкой сурепицы из коллекции ВИР к-3025 и сорта сурепицы яровой Candle (Канада) создан селекционный материал желтосемянной сурепицы озимой. Гомозиготные желтосемянные семьи были отобраны в F₈. Кроме желтой окраски семян, контролировались признаки: зимостойкость, масличность, содержание эруковой кислоты в масле и глюкозинолатов в семенах. В процессе селекции желтосемянных образцов в 2000 г. создан первый отечественный сорт сурепицы озимой (тип «000») Злата. В Госреестр включен в 2002 г. по всем регионам России. Следующий сорт сурепицы озимой (тип «000») Любава выведен в 2006 г. В Госреестре зарегистрирован с 2007 г. Сорта желтосемянной сурепицы по сравнению с сизосемянной характеризуются высокой масличностью, низким содержанием клетчатки и глюкозинолатов в семенах. Мало, получаемое из семян таких сортов относится к группе пищевых жиров, а шрот (жмых) – высококачественный кормовой концентрат, пригодный для кормления практически всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. Сорт Любава характеризуется более высокой урожайностью и крупностью семян, чем сорт Злата (табл. 5).

**Характеристика сортов желтосемянной сурепицы
озимой (тип «000»)**

ВНИИМК, конкурсное испытание, 2007–2009 гг.

Сорт	Веgetационный период, сутки	Урожайность семян, %	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Глюкозино-тов в семенах, мкмоль/г	Масса 1000 семян, г
Любава	258	2,64	47,0	1,24	13,3	2,93
Злата	258	2,73	46,6	1,27	13,1	3,10
НСР ₀₅		0,1	-	-	-	-

Большая заслуга в выполнении работы по созданию сортов рапса и сурепицы типов «00» и «000», наряду с сотрудниками, принадлежит коллективу лаборантов-исследователей и в первую очередь М.Р. Гридневой (Сергиенко), работающей в институте с 1971 г. и являющейся соавтором двух сортов сурепицы и участником выведения 24 сортов рапса и сурепицы. В настоящее время в лаборатории добросовестно трудятся лаборанты-исследователи Н.Н. Салькова, О.А. Салькова, м. н. с. В.Н. Шкет.

Результаты селекции рапса и сурепицы озимых на ЦЭБ ВНИИМК представлены в таблице 6.

Новые направления в селекции. Повышение продуктивности сортов рапса возможно традиционными методами, но более перспективным является использование гетерозисного эффекта. Исследования по созданию гибридов ведутся почти во всех странах, возделывающих эту культуру. Наиболее активно в этом направлении работают селекционеры Франции, Германии, Канады, Польши, Китая. Данные их исследований показали, что гетерозисный эффект по урожайности семян может достигать 30–40 %. Во ВНИИМК (С.Л. Горлов, 1987–1995) изучены характер, степень и частота проявления гетерозисного эффекта у межсортовых гибридов рапса. Установлен уровень гетерозисного эффекта у озимого рапса (его средняя величина составляет 20,7 %) и у ярового рапса (18,2 % в

сравнении со среднеродительскими показателями). Лучшие гибриды как озимого, так и ярового рапса превышали сорта-стандарты по урожаю семян на 40–60 %. Изучены закономерности проявления гетерозиса по урожайности семян и элементам продуктивности у первого и последующих поколений гибридов рапса озимого.

Таблица 6

**Результаты селекции по рапсу и сурнице озимым
во ВНИИМК за 1985–2008 гг.**

Культура, сорт	Исходный материал	Тип сорта	Год районирования	Автор
Метод отбора из образцов коллекции ВИР				
Рапс: ВЭМ	К – 4491 (Швеция)	0	1985	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина
Проминь	И -362593 (Германия)	0	1987	- // -
Метод внутривидовой гибридизации				
Рапс: Отраденский	Проминь х Жет Неф (Франция)	00	1993	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Г.И. Шейгеревич
Оникс	Бьвнюю (Франция) х ВЭМ	00	1999	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, В.И. Шпота
Дракон	№ 887 х Тандем (Франция)	00	2001	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, Л.А. Халилова (Горлова)
Сурепица: ВНИИМК 213	№ 4516 х Торч (Канада)	0	2000	В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, М.Р. Сергиенко, И.В. Шведов
Злата	К -3025 х Кендл (Канада)	000	2002	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, Л.А. Халилова (Горлова)
Любава	- // -	000	2007	- // -
Метод внутривидовой гибридизации и инбридинга				
Рапс: Метеор	№ 1.053 х Дармор (Франция)	00	2003	Э.Б. Бочкарева, С.Л. Горлов, В.В. Сердюк, Л.А. Халилова (Горлова)
Элвис	№ 1.045 х Дармор	00	2006	- // -
Лорис	Сильвия (Германия) х х № 23627	00	2008	- // -

В 1999 г. начата разработка методики селекционной работы на гетерозис с использованием системы Ogura-ЦМС (получена по контракту из INRA, Франция). Создан банк линейного материала. Создаются и изучаются аналоги родительских линий и экспериментальные гибриды.

Перспективным направлением селекции рапса остается дальнейшее улучшение качества масла. Рапсовое масло содержит в своем составе две эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты – линолевую и линоленовую (омега-6 и омега-3). Линолевая кислота является основным компонентом клеточных мембран, линоленовая играет фундаментальную роль в кислородном обмене нервных клеток. Как упоминалось выше, повышенное содержание линоленовой кислоты в массе семян рапса отрицательно сказывается на его окислительной стабильности. Оптимальным соотношением этих кислот принято считать 3 : 1.

Во ВНИИМК исследования по созданию низколиноленовых форм рапса ярового (тип «00») были начаты в 1995 г. (В.В. Сердюк). В работе использовались гибридные популяции от скрещивания низколиноленового сорта Кубанский (Россия) с сортами Глобаль (Швеция), Стелла, Аполло (Канада). Методом индивидуального отбора, а также методом инбридинга из гибридных популяций выделены линии рапса ярового с содержанием линоленовой кислоты в масле 2,2–4,0 %, а также линии с повышенным (70,0–76,2 %) содержанием олеиновой кислоты.

Одним из перспективных направлений в селекции рапса и сурепицы является создание сортов с желтой окраской семени (тип «000»), являющихся источником слабопигментированного растительного масла и высококачественного кормового концентрата. Желтые семена рапса и сурепицы имеют более тонкую семенную оболочку, за счет чего увеличивается масличность и содержание белка, и в конечном итоге выход масла при переработке и энергетическая ценность шрота. Установлено (Ю.Ю. Поморова, Н.С. Осик, 2001–2005), что масло, получаемое из желтых семян рапса обладает высокой оксистабильностью, обусловленной повышенным, по сравнению с сизосемянными формами, накоплением в его липидном комплексе γ -формы токоферола и пониженным – хлорофил-

ла. Как было сказано выше, во ВНИИМЖе создано три сорта желтосемянной сурепицы яровой и два сорта озимой.

Работа по созданию желтосемянного рапса ярового была начата в 1984 г. Методом мутагенеза (обработка $\dot{\gamma}$ -лучами в дозе 100 кр.), межвидовой гибридизации (*Brassica juncea* x *Brassica napus*; *Brassica napus* x *Brassica rapa*) и инбридинга в 1989-1991 гг. был получен исходный материал для селекции сортов рапса ярового типа «000» (В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева), характеризующийся высоким содержанием жира и протеина, суммарное содержание которых составляет более 73–75 %, низким содержанием глюкозинолатов и клетчатки (от 6,8 до 10,2 % против 12,6 % у сизосемянных сортов). В 1997–1999 гг. Л.А. Горловой (Халиловой) были изучены биологические особенности желтосемянного рапса ярового. Исследования показали, что признак желтой окраски семенной оболочки сочетается со специфическими морфологическими особенностями строения репродуктивных органов у этой культуры: меньшими размерами бутона, цветка и его элементов – лепестков венчика, тычиночных нитей и пыльников, столбиков с рыльцами и завязей в сравнении с сизосемянным рапсом. Кроме того, желтосемянные образцы рапса ярового характеризуются пониженной семенной продуктивностью и повышенной чувствительностью к фузариозу, однако диапазон изменчивости признаков семенной продуктивности и составляющих ее элементов достаточно широкий, что определяет возможность эффективного отбора перспективных биотипов. В настоящее время в предварительном испытании выделены образцы рапса ярового типа «000», практически не уступающие по продуктивности сизосемянному сорту-стандарту Таврион.

Основные задачи на перспективу. Приоритетными направлениями исследований по селекции рапса и сурепицы является:

- высокая продуктивность за счет создания гибридов на основе ЦМС;
- высокая масличность и качество масла и шрота;
- селекция на устойчивость к основным болезням;
- устойчивость к абиотическим факторам среды (зимостойкость, засухоустойчивость);
- устойчивость к полеганию и осыпаемости;
- технологичность.



С.Л. Горлов,
кандидат сельскохозяйственных
наук, заведующий отделом селекции
масличных культур ВНИИМК

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВУ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ, ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ И РЫЖИКА

Среди культур большого семейства *Brassicaceae* – капустных (крестоцветных) культур наиболее известной является горчица, имеющая около 40 видов и разновидностей, среди которых наибольшее распространение как в нашей стране, так и в мире в целом, получили горчица сизая (сарептская) – *Brassica juncea* и горчица белая – *Sinapis alba*.

Различные виды горчицы и их формы существенно отличаются друг от друга по целому комплексу морфологических, биологических, биохимических и иных хозяйственно значимых признаков. Если урожайность наиболее распро-

страненного в производстве вида – горчицы сарептской (*Br. juncea*) принять за 100 % (13–18 ц/га), урожайность горчицы белой составит 65–70 %. Наиболее урожайной является озимая горчица сарептская, превосходящая яровую форму по семенной продуктивности почти вдвое. По содержанию масла в семенах (43–45 %) горчица сарептская значительно превосходит белую. Содержание эфирного масла у горчицы сарептской составляет 0,65–0,85 %, у белой – 0,22–0,25 % в абсолютно сухих семенах. По крупности семян выделяется горчица белая с массой 1000 семян 5,5–6,5 г, в то время как у сарептской горчицы этот показатель составляет 3,5–3,8 г.

При промышленной переработке семян горчицы получают масло, используемое на пищевые и технические цели, горчичное эфирное масло, жмых для производства горчичного порошка и корма для скота. Зеленая масса обоих видов горчицы все шире начинает использоваться в РФ на кормовые цели и как сидерат.

За годы работы селекционерами ВНИИМК создано 25 сортов яровой горчицы сарептской, 3 сорта горчицы белой и 3 сорта озимой формы горчицы сарептской.

С использованием межвидовой гибридизации во ВНИИМК созданы безруковые сорта яровой горчицы сарептской – Славянка, Росинка и Золушка, горчицы белой – Радуга. Производимое из них масло обладает высокими вкусовыми и диетологическими характеристиками и относится к группе ценных пищевых жиров.

Методом ресинтеза создана несуществующая в природе озимая форма горчицы сарептской, сорта которой являются источником как технического (сорт Суздальская), так и пищевого (сорта Снежинка и Джуна) масла.

С использованием химического мутагенеза созданы высокопродуктивный безруковый сорт яровой горчицы Ракета и исходный материал для селекции горчицы черной с желтой окраской семенной оболочки.

Основными направлениями исследовательской работы с горчицей во ВНИИМК в настоящее время и в обозримом будущем являются: селекция на урожайность, масличность и эфиромасличность семян, оптимизация жирно-кислотного состава масла, создание зимостойких (для озимых), скороспелых, устойчивых к болезням сортов.

Горчица сизая или сарептская (*Brassica juncea* L.)

Родиной горчицы принято считать Восточный Китай, где ее ввели в культуру. В России первое упоминание о горчице появилось в 1781 г. в работе известного агронома А.Т. Болотова: «О битье горчичного масла и о полезности оного». Горчичное масло было рекомендовано для растирания при судорогах рук и ног. Уже тогда были хорошо известны и горчичники, которые при необходимости готовили в каждой семье. Свое русское название горчица получила от города Сарепты в Поволжье, где в 1765 г. переселенцы из Германии, прибывшие по приглашению Екатерины II, основали первый завод для получения горчичного масла. В настоящее время Сарепта – один из районов Волгограда. Сарептская горчица долгое время считалась лучшей в мире, а само растение в Европе нередко называют русской горчицей.

Среди масличных культур в РФ она занимает пятое место после подсолнечника, сои, рапса и льна масличного. Наибольшая площадь ее посевов была отмечена в России в 1951 г. – около 500 тыс. га, в последние годы она составляет 100–110 тыс. га. Средняя урожайность семян горчицы сарептской не превышает 0,5–0,7 т/га, при средней масличности семян 42–45 %. Отличительной особенностью горчицы сарептской от других капустных масличных культур является ее засухоустойчивость, меньшая восприимчивость к болезням и устойчивость к осыпанию семян. При размещении ее в благоприятных клима-

тических условиях, на высоком агрофоне, она может реализовывать свою потенциальную урожайность на уровне 2,0–2,5 т/га.

Ее возделывают преимущественно в засушливых районах страны на площади около 100–150 тыс. га, где среднегодовое количество осадков, как правило, не превышает 280–400 мм. Основной целью производства горчицы является получение пищевого масла, горчичного порошка и зеленого корма для животных.

Горчичное масло богато такими витаминами, как А, В₆, РР, Д, Е, К, Р. В сравнении с другими растительными маслами имеет самый низкий кислотный показатель и дольше других сохраняет свои вкусовые свойства, стойко к окислению при хранении и термической обработке. Оно нашло свое применение в пищевой, парфюмерной, полиграфической, металлургической и других отраслях промышленности, а также активно используется в медицине. В перспективе возможна его переработка в биологическое топливо.

Горчичный жмых содержит ряд макро- и микроэлементов, около 30 % белка, богатого лизином, и до 1 % эфирного масла. Он широко используется в виде горчичного порошка для приготовления столовой горчицы и в качестве кормовой добавки для животных. За счет наличия в жмыхе (порошке) эфирного горчичного масла он обладает антимикробными, антисептическими, бактерицидными, дезинфицирующими, дезодорирующими, фитонцидными и фунгицидными свойствами. Горчичный жмых относится к числу лучших концентрированных кормов для животных, в нем содержится 31,7 % азотистых веществ, в том числе 24,7 % белка, 6,5 % жира, 30,8 % безазотистых экстрактивных веществ, 11,9 % клетчатки, 8,68 % золы и 11,46 % воды. В одном килограмме жмыха горчицы содержится 0,98 % кормовых единицы, 274 г переваримого протеина.

Горчица является растением, используемым как зеленое удобрение, так как отличается способностью усваивать

труднодоступные формы питательных веществ и переводит их в усвояемую форму. Эффективность зеленого удобрения примерно такая же, как и навоза. Мощные стержневые корни горчицы хорошо разрыхляют почву, пронизывая ее на глубину до 160 см и более, извлекают пищу из глубоких ее слоев и обогащают пахотный слой корневыми остатками.

Горчица – прекрасный медонос, позволяющий собрать до 100 кг меда с 1 гектара посева. При условии удовлетворительного влагообеспечения продолжительность периода цветения горчицы сарептской составляет 20–25 и более дней.

Селекционная работа с сарептской горчицей в Российской Федерации была начата в 1929 г. на Сталинградской сельскохозяйственной опытной станции и была продолжена с 1947 г. Камышинской селекционной станцией (ныне Нижневолжский НИИСХ). Селекционная работа с горчицей ведется на центральной экспериментальной базе ВНИИМК с 1952 г., на Донской опытной станции с 1950 г., на Сибирской опытной станции с 1963 г. За этот период изучены биологические особенности культуры, характер изменчивости и наследования основных хозяйственно ценных признаков, их корреляционные связи, разработаны методики селекции на продуктивность, эфиромасличность, крупносемянность, скороспелость, разработан методресинтеза горчицы из элементарных видов рода *Brassica*, создана система улучшающего семеноводства, на основе горчично-рапсовых гибридов, а также методом ресинтеза получена несуществующая в природе озимая форма горчицы сарептской.

С 1973 г. новым этапом в селекции горчицы во ВНИИМК стало создание сортов, семена которых не содержали эруковой кислоты, вредной для здоровья живых организмов. Был изучен жирно-кислотный состав масла, корреляционная связь между содержанием основных жирных кислот и важнейшими хозяйственными признаками. Результатом научных исследований стала разработка методики селекции горчицы на каче-

ство масла и методы точной и экспрессной оценки селекционного материала по признаку содержания эруковой кислоты в масле семян.

Ценным исходным материалом для создания низко- и безэруковых сортов горчицы стали межвидовые горчично-рапсовые гибриды, на основе которых созданы безэруковые сорта горчицы, что создало необходимые предпосылки для промышленного производства в стране пищевого горчичного масла.

ВНИИМК – единственное учреждение в России занимающееся селекцией и семеноводством безэруковых сортов горчицы. Институт является оригинатором безэруковых сортов яровой горчицы сарептской (Рушена, ВНИИМК 517, ВНИИМК 519, Славянка, Ракета, Росинка, Лера, Люкс, Золушка), озимой горчицы сарептской (Снежинка и Джуна), горчицы белой (Радуга). Масло, получаемое из семян безэруковых сортов горчицы, относится к группе пищевых, обладает высокими вкусовыми достоинствами. Содержание эруковой кислоты в масле семян современных сортов горчицы селекции ВНИИМК не превышает 1,0 %.

Методом многократного индивидуального отбора из сортовых популяций сарептской горчицы во ВНИИМК были созданы первые три низкоэруковых сорта горчицы: ВНИИМК-11 (с содержанием эруковой кислоты 20,8 %), ВНИИМК-12 (с содержанием эруковой кислоты 18 %) и ВНИИМК-13 (с содержанием эруковой кислоты 13–15 %).

Для создания низкоэруковых и безэруковых сортов горчицы сарептской селекционерами использовалась межвидовая гибридизация по комбинации горчица сарептская x рапс безэруковый. Данным методом получены низкоэруковые сорта ВНИИМК-14 (содержание эруковой кислоты в масле семян 13 %), Южанка-15 (8–10 %), безэруковые сорта Рушена (3–4 %), ВНИИМК-517 (2–3 %), ВНИИМК-519 (0,5 %), Славянка (0 %).

При помощи метода химического мутагенеза был создан высокопродуктивный, крупносемянный, высокомасличный сорт горчицы Ракета.

Начало селекции горчицы в институте приходится на 1952 г. С 1969 по 1992 гг. исследования по селекции и семеноводству горчицы возглавлял доктор сельскохозяйственных наук В.И. Шпота, с 1992 по 2006 г. кандидат сельскохозяйственных наук Н.Г. Коновалов, с 2006 г. по настоящее время кандидат сельскохозяйственных наук С.Л. Горлов.

Селекционную работу по горчице в институте вели и ведут следующие селекционеры: кандидат сельскохозяйственных наук Г.С. Воскресенская (1952–1969), доктор сельскохозяйственных наук В.И. Шпота (1958–1996), кандидат сельскохозяйственных наук Н.Г. Коновалов (1967–2009), доктор биологических наук Н.И. Бочкарев (1968–1972), доктор сельскохозяйственных наук Бочкарева Э.Б. (1969–1983), кандидат сельскохозяйственных наук В.Е. Подколзина (1969–1986), кандидат сельскохозяйственных наук П.М. Галкин (1986–2001), старший научный сотрудник Г.Г. Галкина (1994–2007), кандидат сельскохозяйственных наук С.Л. Горлов (с 2006 г. по настоящее время), научный сотрудник В.С. Трубина (с 2006 г. по настоящее время).

Г.С. Воскресенской и ее учениками были разработаны схемы селекции и улучшающего семеноводства горчицы сарептской.

Селекцию горчицы сарептской до 1973 г. проводили с использованием метода многократного индивидуального отбора из сортовых популяций и мировой коллекции ВИР, межсортовых и межвидовых гибридов, а также из исходного материала, полученного путем ресинтеза. Главным направлением селекции являлось создание сортов, обеспечивающих высокий сбор масла и горчичного порошка с единицы площади.

Основными признаками отбора являлись: скороспелость, урожайность семян, крупность семян, содержание жир-

ного масла, засухоустойчивость, а с 1956 г. по требованию горчично-маслобойной промышленности – содержание эфирного масла.

Под руководством Г.С. Воскресенской были созданы сорта горчицы сарептской:

Скороспелка – методом семейственно-группового отбора из Восточно-Китайского образца (автор: Г.С. Воскресенская), районирован в 1963 г.;

ВНИИМК-405 (Южанка) – методом индивидуального отбора из казахстанской популяции (авторы: Г.С. Воскресенская, Н.Ф. Дублянская), районирован в 1965 г.;

Заря – методом индивидуального отбора из сорта Южанка (авторы: Г.С. Воскресенская, Н.Ф. Дублянская), районирован в 1968 г.;

Юбилейная – методом многократного индивидуального отбора из сорта Южанка (авторы: Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, П.С. Попов), районирован в 1978 г.

Эффективность системы улучшающего семеноводства, разработанной академиком В.С. Пустовойтом для подсолнечника, побудила селекционеров лаборатории селекции и семеноводства горчицы к изучению этой проблемы и на горчице. До 1966 г. в первичном семеноводстве горчицы во ВНИИМК применялась стандартная 4-звенная («подсолнечная») схема: питомник отбора, питомник оценки потомств и формирования производственного маточника, суперэлита, элита. С целью повышения эффективности семеноводческой работы к 1970 г. была разработана новая, 5-звенная схема и методика, получившая название: «Улучшающее семеноводство сортов горчицы методом множественных маточников». За счет введения дополнительного звена оценки элементарных маточников и формирования производственного маточника был обеспечен контроль за улучшением сорта по любому хозяйственно полезному признаку.

Эффективность данного метода при использовании на сорте Скороспелка, районированного с 1963 г., была столь существенна, что он с 1978 г. был районирован как новый сорт под названием Скороспелка 2 (авторы: Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина).

Одним из направлений исследовательской работы с горчицей сарептской стала селекция на оптимизацию жирнокислотного состава масла, чтобы было обусловлено необходимостью снижения содержания эруковой кислоты.

Известно, что масло горчицы состоит из триглицеридов жирных кислот: ненасыщенных – олеиновой, линолевой, линоленовой, эруковой и эйкозеновой, а также насыщенных – пальмитиновой и стеариновой. Изучение физиологического действия эруковой кислоты на животный организм позволило установить, что эта кислота вызывает различные патологические изменения мышцы сердца, скелетных мышц, печени, почек, органов пищеварения, способствует развитию атеросклероза и тромбоза сосудов, а также накоплению холестерина в коре надпочечников, приводит к депрессии животных и стерильности мужских особей. Установлено также, что наличие эруковой кислоты в пище животных приводит к ее накоплению в жировых тканях.

Выполненные Институтом питания Академии медицинских наук СССР (г. Москва) исследования по изучению горчичного масла (1971–1972 и 1974–1976 гг.) показали, что масло горчицы сарептской, содержащее 33,7 % эруковой кислоты, имеет невысокую физиологическую ценность. Попытки улучшения пищевой ценности горчичного масла за счет его купаживания с подсолнечным («Волжское салатное») не нашли поддержки покупателей (ГОСТ 2.114-70, г. Волгоград, завод горчичников, 1976 г.). Стала очевидной необходимость создания селекционным путем сортов, в семенах которых был бы изменен процесс биосинтеза жирных кислот, вплоть до полного прекращения синтеза нежелательной эруковой кислоты.

Методом многократного индивидуального отбора из сортовых популяций сарептской горчицы во ВНИИМК были созданы первые три низкоэруковые сорта горчицы: ВНИИМК-11 с содержанием эруковой кислоты 21 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Л.Н. Харченко), ВНИИМК-12 с содержанием эруковой кислоты 19 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Э.Б. Бочкарева), ВНИИМК-13 с содержанием эруковой кислоты 17 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Э.Б. Бочкарева, А.С. Кушнир) (табл. 1).

Таблица 1

Низкоэруковые сорта горчицы сарептской, полученные методом многократного индивидуального отбора

Конкурсное сортоиспытание, ВНИИМК

Сорт	Вегетационный период, сутки	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Эфиромасличность семян, %	Масса 1000 семян, г	Содержание в масле эруковой кислоты, %
1975–1977 гг.							
ВНИИМК 11	81	1,89	46,1	0,78	0,70	3,3	20,8
ВНИИМК 405 (стандарт)	87	1,80	46,3	0,74	0,69	3,3	34,7
1978–1980 гг.							
ВНИИМК 12	82	2,26	44,8	0,89	0,80	3,1	18,9
ВНИИМК 405 (стандарт)	84	2,06	44,9	0,81	0,81	3,5	34,1
1980–1982 гг.							
ВНИИМК 13	81	2,09	45,8	0,85	0,82	3,3	17,2
ВНИИМК 11 (стандарт)	78	1,82	45,0	0,72	0,78	3,5	21,4

Создание безэруковых сортов горчицы было бы невозможным без разработки и усовершенствования специальных точных и экспрессных методов оценки содержания жирных кислот в масле. В лаборатории селекции горчицы были усо-

вершенствованы методы экспрессной оценки селекционного материала на содержание эруковой кислоты, разработанные Свен Охе Йохансеном, – метод криоскопии (Швеция), Мак Грегором – метод осаждения (Канада).

Для создания новых, низкоэруковых и безэруковых сортов горчицы сарептской широко использовалась межвидовая гибридизация по комбинации «горчица сарептская × рапс безэруковый». Этим методом были созданы низкоэруковые сорта ВНИИМК 14 – с содержанием эруковой кислоты 14 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Э.Б. Бочкарева, Л.Н. Харченко, А.С. Кушнир), Южанка 15 – с содержанием эруковой кислоты в масле 9 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, Э.Б. Бочкарева, А.С. Кушнир), безэруковые сорта Рушена – с содержанием эруковой кислоты в масле 3,8 %, ВНИИМК 517 – с содержанием эруковой кислоты в масле 2,3 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, П.М. Галкин, Г.Т. Бойко), ВНИИМК 519 – с содержанием эруковой кислоты в масле 0,5 %, (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, В.Е. Подколзина, П.М. Галкин, Л.А. Макаренко) и сорт Славянка – с содержанием эруковой кислоты в масле 0,3 % (авторы: В.И. Шпота, Н.Г. Коновалов, П.М. Галкин, В.Е. Подколзина, Л.А. Макаренко, Г.Т. Бойко, Е.В. Картамышева) (табл. 2 и 3).

С 1988 по 1990 гг. в лаборатории селекции горчицы проводилась работа по созданию нового исходного материала для селекции горчицы на основе химического мутагенеза. Результатом данных исследований стало создание сорта Ракета (авторы: Н.Г. Коновалов, П.М. Галкин).

Таблица 2

**Низкоэруковые и безэруковые сорта горчицы сарептской,
полученные методом межвидовой гибридизации**

Конкурсное сортоиспытание, ВНИИМК

Сорт	Ве-ге-таци-онный период, сутки	Урожай-ность семян, т/га	Маслич-ность семян, %	Сбор масла, т/га	Эфиро-маслич-ность семян, %	Масса 1000 семян, г	Содержа-ние в масле эруковой кислоты, %
1983–1985 гг.							
Южанка 15	83	2,33	45,6	0,94	0,69	3,4	8,8
ВНИИМК 11 (стандарт)	83	2,25	44,0	0,87	0,69	3,4	20,0
1986–1988 гг.							
Рушена	83	2,11	42,0	0,77	0,72	3,5	3,8
ВНИИМК 11 (стандарт)	85	1,91	43,2	0,73	0,68	3,5	20,5
1986–1990 гг.							
ВНИИМК 517	83	2,22	42,8	0,83	0,64	3,2	2,3
ВНИИМК 11 (стандарт)	90	2,04	42,8	0,77	0,68	3,1	18,8
1991–1993 гг.							
ВНИИМК 519	81	1,76	43,3	0,66	0,66	3,3	0,5
Рушена (стандарт)	81	1,41	40,1	0,55	0,67	3,1	2,7
1992–1994 гг.							
Славянка	84	2,36	44,5	0,92	0,64	3,2	0,2
Рушена (стандарт)	84	2,10	41,6	0,76	0,64	3,2	2,7

В 2005 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве, был включен высокопродуктивный безэруковый сорт горчицы сарептской Росинка (авторы: Н.Г. Коновалов, Г.Г. Галкина, Г.Л. Воробьева).

До 2006 г. при создании сортов горчицы сарептской во ВНИИМК использовался метод многократного индивидуального отбора элитных растений из сортовых популяций при свободном цветении, т.е. схема селекционно-семеноводческой

работы с культурой предполагала создание в виде конечного продукта сортов-популяций. Результатом этой многолетней работы стали 20 районированных сортов яровой и 2 сорта озимой горчицы сарептской.

Однако производство современной конкурентоспособной продукции предполагает эволюционное развитие селекции горчицы сарептской, т.е. целенаправленное, методичное и последовательное движение от создания сортов-популяций через линейные сорта к гибридам.

Биологические особенности опыления у амфидиплоидных видов *Brassica* (к примеру, рапса) позволяют использовать самоопыление растений в селекционной практике в качестве способа генетической дифференциации исходных популяций и метода создания ценного по комплексу хозяйственно полезных признаков селекционного материала.

В рамках изучения возможности использования многократного индивидуального отбора элитных растений с применением принудительного самоопыления для создания исходного материала было установлено, что сорта горчицы сарептской представляют собой сложные популяции генетически разнородных особей, что позволяет использовать существующее генетическое разнообразие в селекции культуры (аспирант В.С. Трубина).

В 2006–2009 гг. были проведены исследования по изучению эффективности использования самоопыления в качестве приема, позволяющего выделять более продуктивные в сравнении с исходной популяцией биотипы. Опыты были проведены в семеноводческих питомниках сортов Славянка и Росинка.

Образцы семян сортов горчицы сарептской, полученные на базе инбредных линий, продемонстрировали очевидное преимущество по урожайности, маслячности семян и сбору масла в сравнении с образцами, формируемыми из группы потомств свободно цветущих растений (табл. 4).

Индивидуальный отбор в семеноводстве сортов-популяций горчицы сарептской при условии объективности оценки хозяйственной ценности выделяемых линий, позволяет в короткие сроки существенно повысить продуктивность сортов. Использование принудительного самоопыления при отборе с последующей оценкой по потомству и дальнейшим испытанием лучших потомств, позволяет идентифицировать линии, превышающие по сбору масла исходную популяцию на 20–35 %.

Таблица 4

Эффективность массового и индивидуального отбора в первичном семеноводстве сортов яровой горчицы сарептской

ВНИИМК, 2009 г.

Сорт, год урожая	Метод отбора	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Содержание эфирного масла, %
Славянка, 2005 г.	Массовый при свободном цветении	1,80	43,4	0,72
Славянка, 2005 г.	Индивидуальный при свободном цветении	1,95	43,0	0,70
Славянка, 2005 г.	Индивидуальный при самоопылении (S ₁)	2,01	44,4	0,68
Славянка, 2005 г.	Индивидуальный при самоопылении (S ₂)	2,12	45,3	0,67
Росинка, 2005 г.	Массовый при свободном цветении	1,78	42,5	0,80
Росинка, 2005 г.	Индивидуальный при свободном цветении	2,13	44,1	0,72
Росинка, 2005 г.	Индивидуальный при самоопылении (S ₁)	2,20	43,7	0,71
Росинка, 2005 г.	Индивидуальный при самоопылении (S ₂)	2,26	45,0	0,67

НСР₀₅

0,22

1,3

0,03

Индивидуальный отбор в сочетании с принудительным самоопылением в семеноводстве сортов-популяций горчицы

сарептской позволяет идентифицировать биотипы с оригинальными биохимическими признаками семян, что наглядно видно на примере, демонстрирующем эффективность методов отбора по признаку содержания олеиновой кислоты в масле (табл. 5).

Таблица 5

Жирно-кислотный состав масла семян сорта горчицы сарептской Росинка в зависимости от применяемого в первичном семеноводстве метода отбора

ВНИИМК, 2009 г.

Год урожая	Метод отбора	Содержание жирных кислот в масле, %						
		пальмитиновая (C _{16:0})	стеариновая (C _{18:0})	олеиновая (C _{18:1})	линолевая (C _{18:2})	линоленовая (C _{18:3})	эйкозеновая (C _{20:1})	эруковая (C _{22:1})
2005	Массовый при свободном цветении	3,1	2,0	50,4	33,9	9,1	1,0	0,06
2006	Индивидуальный при свободном цветении	3,0	2,1	51,1	33,4	8,6	1,1	0,17
2007	Индивидуальный при самоопылении (S ₁)	2,9	2,3	53,6	30,9	8,9	1,0	0,02
2008	Индивидуальный при самоопылении (S ₂)	2,7	1,9	54,5	30,9	8,6	1,0	0,05

Методом многократного индивидуального отбора элитных растений с использованием самоопыления из межвидовой гибридной популяции по комбинации «горчица сарептская эл. 18561 × рапс яровой эл. 33472» создан сорт горчицы сарептской Золушка (авторы: С.Л. Горлов, В.С. Трубина, Н.Г. Коновалов).

По результатам сортоиспытания 2007–2009 гг. сорт Золушка превысил сорт-стандарт Славянку по урожайности семян – на 0,4 т/га, масличности семян – на 3,4 %, сбору масла – на 33 %. Сорт Золушка отличается от сорта-стандарта полным отсутствием в масле семян эруковой кислоты, меньшей высотой растений, повышенной толерантностью к основным патогене-

нам, большей устойчивостью к полеганию, выравниваемостью растений по высоте, дружности цветения и созревания (табл. 6).

Таблица 6

Характеристика сорта яровой горчицы сарептской Золушка

ВНИИМК, 2008–2009 гг.

Сорт	Урожайность семян		Масличность семян		Сбор масла		Содержание	
	т/га	%	%	± к ст.	т/га	%	эфирного масла	олеиновой кислоты
Золушка	2,10	124	46,9	+3,4	0,89	133	0,60	53,7
Славянка	1,70	-	43,5	-	0,67	-	0,68	50,8
НСР ₀₅	0,24			1,2	0,13			

Дальнейшая перспектива селекционной работы с горчицей, равно как и перспектива культуры в целом, будет связана с созданием сортов, качество которых будет аналогично качеству семян сортов рапса типа «00», т.е. не только безэруковых, но и низкоглюкозинолатных, что позволит получать не только ценное пищевое масло, но и высокобелковый корм для животных.

Горчица озимая

С целью увеличения потенциальной продуктивности культуры, а также создания принципиально нового исходного материала для селекции во ВНИИМК методом ресинтеза (озимая форма *Brassicacampestris* (A) × *Brassicanigra* (B)) была создана не существовавшая в природе озимая форма горчицы сарептской. Потенциальная урожайность семян озимой горчицы в сравнении с яровой формой в среднем выше на 30–35 %, достигая 3,0 и более тонн с 1 га. Основным недостатком озимой

формы горчицы является ее слабая (в сравнении с озимым рапсом) зимостойкость.

Первый сорт новой масличной культуры озимой формы *Br. juncea* – Суздальская был зарегистрирован в 1995 г. (авторы: В.И. Шпота, Э.Б. Бочкарева, Н.И. Бочкарев, Г.С. Воскресенская, В.Е. Подколзина, Н.Г. Коновалов). Семена данного сорта содержали в масле 35–37 % эруковой кислоты, что делало невозможным его использование на пищевые цели. Методом внутривидовой гибридизации озимой горчицы и безэруковой яровой горчицы с последующим индивидуальным отбором был создан сорт Снежинка (авторы: Н.Г. Коновалов, П.М. Галкин, Г.Г. Галкина, Г.Л. Воробьева), у которого содержание эруковой кислоты составляет менее 3,0 % (табл. 7).

Таблица 7

**Характеристика сортов горчицы озимой
Снежинка и Суздальская**

Конкурсное испытание ВНИИМК, 1999–2001 гг.

Сорт	Вегетационный период, сутки	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Эфиромасличность семян, %	Содержание жирных кислот в масле, %		
					эруковой	олеиновой	линолевой
Снежинка	273	3,32	46,7	0,73	1,5	45,3	0,7
Суздальская	273	3,04	47,5	0,72	36,2	19,5	21,2

В 2004 г. из популяции сорта Снежинка с использованием самоопыления была выделена группа линий, превосходящих исходный сорт по урожайности, масличности семян, и характеризующихся отсутствием эруковой кислоты в масле.

По результатам полевых испытаний в 2006–2007 гг. была выделена линия ВН-21766, превысившая сорт Снежинку по урожайности и масличности семян и характеризующаяся полным отсутствием в масле семян эруковой кислоты, выравненностью по высоте растений, дружности цветения и созревания.

В 2007–2009 гг. линия ВН-21766 показала урожайность семян 3,4 т/га, масличность семян 44 %, содержание эфирного масла 0,72 %, содержание эруковой кислоты в масле 0,0 %, высота растений 210 см, продолжительность вегетационного периода 265 дней (табл. 8).

Таблица 8

Характеристика сорта горчицы озимой Джуна

ВНИИМК, 2007–2009 гг.

Сорт	Урожайность семян, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га	Содержание, %		Вегетационный период, сутки	Высота растения, см
				аллилового масла	эруковой кислоты в масле		
Джуна	3,38	43,9	1,3	0,72	0,0	265	210
Снежинка – ст.	2,43	42,3	0,9	0,72	2,1	265	219

НСР₀₅ 0,45 0,4

Растения линии ВН-21766 способны кратковременно выдерживать минимальные температуры воздуха на уровне -14 °С при отсутствии снежного покрова, и температуры почвы на уровне -7 °С на глубине 3 см.

Цитогенетическими исследованиями установлено, что плоидность линии ВН-21766 составляет $2n=24$, в то время как у сортов Снежинка и Суздальская $2n=36$. При этом растения линии ВН-21766 не имеют существенных отличий от зарегистрированных сортов озимой горчицы сарептской ни по одному из важнейших морфологических признаков листа, стебля, цветка, плода и семени, свойственных *Brassica juncea* с типичной для данного вида плоидностью.

Линия ВН-21766 получила название Джуна и была зарегистрирована как сорт в 2010 г. (авторы: С.Л. Горлов, В.С. Трубина, Н.Г. Коновалов). Сорт горчицы озимой Джуна был удостоен золотой медали 12-ой Российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2010».

Таким образом, во ВНИИМК впервые в отечественном и зарубежном производстве созданы высокопродуктивные безэруковые сорта горчицы сарептской, обеспечивающие промышленное производство горчичного масла, обладающего высокими пищевыми достоинствами.

Горчица белая

Белая горчица происходит из Средиземноморья, откуда растение распространилось почти по всему Северному полушарию, в том числе в Индию и Японию, а также в Америку. В Индии белую горчицу выращивают на севере как овощ, молодые листья которого используют зимой. В России эта горчица появилась только в XVIII веке в Нижнем Поволжье. В настоящее время эту культуру в основном сеют в Нечерноземье как кормовое растение или на зеленое удобрение.

Горчица белая возделывается для получения пищевого масла и высококачественного жмыха. В ее семенах содержится до 30–33 % жирного масла с содержанием в нем 25–40 % эруковой кислоты, а эфиромасличность не превышает 0,2 %. Из жмыха, содержащего 30–35 % белка, традиционно получают мягкую столовую горчицу.

Селекционная работа с горчицей белой начата во ВНИИМК с 1943 г. На Московском опорном пункте ВНИИМК был выведен первый высокопродуктивный сорт ВНИИМК 162 методом индивидуального отбора из куйбышевского образца (автор А.М. Кучеряева), который был районирован с 1945 г.

При создании сортов горчицы белой во ВНИИМК использовали методы индивидуального и индивидуально-семейственного отбора из местных сортов и мировой коллекции ВИР.

Основными признаками отбора, на которые была направлена селекционная работа по горчице белой во ВНИИМК, являлись: скороспелость, урожайность, содержание жирного

масла, крупность семян, содержание эруковой кислоты в масле.

На центральной базе ВНИИМК было создано 3 сорта горчицы белой: ВНИИМК 518, Радуга и Колла.

Сорт горчицы белой ВНИИМК 518 создан методом индивидуально-семейственного отбора из сорта ВНИИМК 162 (авторы: Н.Г. Коновалов, В.И. Шпота, П.М. Галкин, Л.А. Макаренко); районирован с 1994 г.

Первый отечественный безэруковый сорт Радуга был выведен методом индивидуально-семейственного отбора из коллекционного образца, полученного из Германии (авторы: Н.Г. Коновалов, П.М. Галкин, Г.Г. Галкина, Г.Л. Воробьева); районирован с 2000 г.

Сорт горчицы белой Колла выведен в 2003-2008 гг. методом индивидуального отбора из коллекционного образца ВИР – к-4182 (авторы: С.Л. Горлов, Э.Б. Бочкарева, В.С. Трубина, В.В. Сердюк, Л.А. Горлова, В.Н. Шкет) (табл. 9).

Таблица 9

Характеристика сорта горчицы белой Колла

ВНИИМК, 2006–2008 гг.

Сорт	Вегетационный период, сутки	Высота растения, см	Урожай, т/га		Масличность семян, %
			семян	зеленой массы	
Колла	84	110	1,2	22,0	30,5
Радуга	79	92	1,0	15,4	28,7
НСР ₀₅			0,11	4,7	1,1

Новый сорт отличается большей высотой растений, большим количеством листьев и их размером в сравнении со стандартом. Сорт Колла рекомендован для возделывания на зерно, зеленый корм и зеленое удобрение во всех регионах РФ.

Рыжик

Рыжик – ценная масличная культура, традиционно возделываемая в условиях Сибири и Северного Казахстана. Площадь её посева сократилась с 350–400 тыс. га в 1950–1951 гг. до 11,3 тыс. га в 2009 г. Культура отличается скороспелостью (65–85 дней), хорошей масличностью (37–40 %), потенциальной урожайностью семян (1,0–1,5 т/га) при содержании белка до 30–33 %. Рыжиковое масло как пищевой продукт пользуется спросом у жителей Сибири.

Селекционная работа с рыжиком начата во ВНИИМК Г.С. Воскресенской в 1945 г.

Основными признаками отбора являлись: скороспелость, содержание жирного масла, крупность семян, засухоустойчивость. При создании сортов рыжика во ВНИИМК использовались методы массового и индивидуального отбора из местных сортов и мировой коллекции ВИР. Во ВНИИМК с 1945 по 1996 гг. было создано 2 сорта ярового рыжика: ВНИИМК 17 и ВНИИМК 520.

ВНИИМК 17 выведен методом массового отбора из местного московского рыжика (автор Г.С. Воскресенская); районирован с 1977 г.

ВНИИМК 520 выведен методом многократного индивидуально-семейственного отбора из сорта ВНИИМК 17 (авторы: Н.Г. Коновалов, В.И. Шпота, С.В. Рабканов); районирован в 1994 г.

За 58 лет работы по селекции горчицы во ВНИИМК было районированы 20 сортов яровой горчицы сарептской, 3 сорта горчицы белой и 3 сорта озимой формы горчицы, защищены десять диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук и одна – на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук.

В 2010 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве, включены 12 сортов горчицы селекции ВНИИМК, которые занимают более 80 % площадей в Российской Федерации.



Н.М. Тишков,
доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом земледелия ВНИИМК

АГРОХИМИЯ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

В области агрохимии масличных культур первые исследования начаты в 1930 г. под руководством З.С. Кувики. В опытах изучали дозы и формы внесения удобрений под подсолнечник, клещевину, арахис.

После создания в 1932 г. Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур (ВНИИМК) в секторе агрохимии и почвоведения тематикой исследований предусматривалось изучение отзывчивости подсолнечника, клещевины, льна масличного, горчицы, арахиса на внесение различных доз и форм минеральных и местных удобрений (З.С. Кувика), динамики влажности почвы и питательных веществ под масличными культурами (С.Ф. Неговелов).

С 1937 г. проводили исследования по изучению физико-химических свойств черноземов и микробиологических процессов в почве (Т.Т. Демиденко, И.С. Киселев, М.Г. Тягны-Рядно), а также применению удобрений в севообороте с масличными культурами (З.С. Кувика, А.А. Хотин).

Было установлено, что из минеральных удобрений подсолнечник лучше всего реагировал на фосфорное и азотно-фосфорное удобрение, а из местных удобрений – на навоз. Оптимальные дозы их внесения – P_{60} , $N_{45}P_{60}$ и 20 т навоза.

При этом фосфорное удобрение лучше вносить осенью под вспашку, а азотное можно применять и весной под боронование зяби. Эффективным было сочетание осеннего внесения удобрения под вспашку с весенним внесением в рядки сбоку семян невысоких доз фосфора. Это способствовало лучшему развитию растений и повышало урожайность семян.

Большой объем исследовательских работ выполнен по изучению эффективности подкормок удобрениями масличных культур (И.С. Киселев); влияния многолетних трав в травопольном севообороте на плодородие почвы и урожайность возделываемых культур (Б.К. Игнатъев); минерального питания масличных растений и определения критических периодов потребления элементов питания у подсолнечника, клещевины, сои, льна масличного, арахиса, а также применению минеральных удобрений под подсолнечник и лен масличный (Т.Т. Демиденко, Р.А. Баринаова, В.П. Голле, Н.М. Рухлядева).

Проведенные в разных регионах возделывания подсолнечника исследования по изучению видов, форм, состава, доз, способов и сроков внесения минеральных и органических удобрений показали высокую отзывчивость подсолнечника на их применение (Б.К. Игнатъев).

Установлено, что из изученных органических удобрений наибольшее положительное влияние на урожайность подсолнечника оказывал навоз. При внесении его в дозах 15–20 т/га осенью под вспашку зяби урожайность семян возрастала на 0,2–0,3 т/га, а последствие на урожай последующих культур в севообороте проявилось в течение 4–5 лет.

Из минеральных удобрений на черноземных почвах наиболее эффективно внесение азотно-фосфорного удобрения и только в засушливые годы – фосфорного удобрения. Высокие урожаи семян подсолнечника получены при совместном внесении половинных от рекомендованных доз навоза и минеральных удобрений. Было также выявлено, что положительное действия фосфора на урожайность семян подсолнеч-

ника при оптимальной густоте стояния растений в сильной степени зависит от содержания влаги в почве и увеличения дозы фосфора свыше P_{45} при внесении под вспашку зяби снижает эффективность фосфорного удобрения.

Результаты исследований показали, что на черноземах наибольший положительный эффект от удобрений достигается при внесении их осенью под вспашку зяби. Удобрения, особенно фосфорные, внесенные весной под культивацию, малоэффективны, так как их основная масса оказывается в почве выше зоны деятельности корневой системы подсолнечника и питательные элементы слабо усваиваются растениями. Так же было установлено, что при заделке удобрений плугом на глубину 32–35 см в сравнении со вспашкой на глубину 20–22 см их эффективность заметно снижается.

Наряду с основным удобрением во ВНИИМК проводили широкие исследования по изучению эффективности внесения удобрений под подсолнечник в рядки и гнезда.

Установлено, что наиболее эффективно внесение в рядки фосфорного удобрения в дозе P_{10-15} , или азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{10}P_{15}$, которые улучшали минеральное питание молодых растений и повышали урожайность семян. В связи с переходом в эти годы на квадратно-гнездовой способ посева подсолнечника отмечено, что внесение в гнезда вместе с семенами при посеве суперфосфата даже в дозе P_5 приводило полностью к замедлению прорастания семян на черноземах выщелоченных и не оказывало отрицательного влияния на появление всходов на черноземах обыкновенных (карбонатных). Так же было установлено, что более высокий положительный эффект от удобрений достигается при размещении их не вместе с семенами, а сбоку гнезд семян. При внесении N_5P_5 сбоку гнезд урожайность семян подсолнечника повышалось на 0,10–0,12 т/га. При этом удобрения оказывали стимулирующее действие на развитие аммонифици-

рующих и фосфорных бактерий (Б.К. Игнатъев, О.П. Плюснина, Н.Т. Агаркова, О.В. Енкина).

По результатам проведенных во ВНИИМК исследований, для повышения эффективности использования удобрений производству было рекомендовано вносить органические (навоз) и основные минеральные удобрения под вспашку зяби и применять при посеве подсолнечника невысокие дозы фосфорных (P_{10-15}) или азотно-фосфорного ($N_{10}P_{15}$) удобрения сбоку гнезд.

В 1953–1957 гг. ВНИИМК проводил исследования по изучению эффективности применения удобрений под подсолнечник в условиях орошения в Куйбышевской (Самарской) и Ростовской областях (П.Г. Семихненко, Б.К. Игнатъев, В.А. Павленко, А.П. Запороженко). Полученные авторами опытные данные позволили установить, что на фоне влагозарядкового полива удобрения, внесенные осенью под вспашку зяби, весной под культивацию зяби и в подкормку растений в начале вегетации подсолнечника, значительно повышают урожайность семян.

Опыты ВНИИМК, проведенные в 50–60-е годы прошлого столетия, показали, что почвенно-климатические условия и приемы возделывания оказывают влияние на потребление подсолнечником основных элементов питания (В.А. Павленко, 1959; Д.Н. Белёвцев, 1962; Н.Т. Агаркова, 1965; Б.К. Игнатъев, 1967; П.А. Бузинов, Н.Т. Агаркова, Л.Г. Стороженко, 1968). В результате проведенных ими исследований было установлено:

1. Содержание азота и фосфора в растениях подсолнечника во влажных условиях вегетационного периода выше, чем на недостатке влаги в почве.

2. При выращивании подсолнечника в условиях орошения усиливается поступление элементов питания в растения и повышается урожайность семян.

3. При посеве подсолнечника в оптимальные сроки улучшаются условия питания и повышается использование растениями азота, фосфора и калия.

4. Интенсивное потребление элементов питания достигается при хороших запасах влаги в почве и оптимальной площади питания растений.

5. Внесение удобрений способствует более активному поглощению растениями питательных веществ и формированию более высокого урожая семян.

Обобщенные результаты исследований ВНИИМК (Б.К. Игнатьев, 1968) свидетельствуют, что во всех почвенно-климатических зонах выращивания подсолнечника наиболее высокие и устойчивые урожаи семян обеспечивают азотно-фосфорное удобрение, а внесение калия, в том числе в сочетании с азотом и фосфором, нецелесообразно.

Исследования ВНИИМК на черноземах Краснодарского края и Ростовской области показали, что эффективность применения удобрений под подсолнечник зависит и от способа их внесения (П.А. Бузинов, В.П. Суетов, 1966, 1968; Д.Н. Белевцов, 1968; Б.К. Игнатьев, 1968).

Установлено, что навоз и основное минеральное удобрение наибольший положительный эффект дают при внесении осенью под отвальную вспашку с предшественником, весеннее поверхностное внесение удобрений под культивацию резко снижает эффективность их в сравнении с осенним внесением, а локальное применение азотно-фосфорного удобрения весной лентами с помощью культиваторов-растениепитателей по эффективности приближалось к осеннему внесению под вспашку.

На большинстве почвенных разностей под подсолнечник наиболее эффективно азотно-фосфорное удобрение с преобладанием в его составе фосфора (Б.К. Игнатьев, 1968). Обобщение результатов многолетних исследований ВНИИМК (с 1932 г.) показывают, что наиболее эффективными дозами

азотно-фосфорного удобрения под подсолнечник являются $N_{40}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}$ (Б.К. Игнатьев, 1975; А.И. Лукашев, 1983).

Во ВНИИМК разработан локальный способ применения удобрений одновременно с посевом подсолнечника, который позволяет значительно повысить и эффективность (В.П. Суетов, 1968; А.И. Лукашев, В.П. Суетов, Н.М. Тишков, 1980; Н.М. Тишков, 1982). Было также установлено, что вокруг очага внесенного локального лентами азотно-фосфорного удобрения в зависимости от его дозы создается зона повышенной и очень высокой концентрации азота и фосфора в почвенном растворе, в несколько раз превышающая концентрацию элементов питания при разбросном поверхностном внесении тех же доз под вспашку зяби. Вместе с тем высокие концентрации аммонийного и нитратного азота при непосредственном контакте с семенами подсолнечника задерживают их прорастание и даже снижают их полевую всхожесть. Поэтому при использовании удобрений локально при посеве между семенами и лентами удобрений обязательно должна быть создана прослойка почвы в 2–4 см (Н.М. Тишков, 1982).

Исследованиями, в том числе и с использованием ^{32}P , установлено что наиболее полное и своевременное использование фосфора и других элементов питания из локально внесенного азотно-фосфорного удобрения и самая высокая урожайность семян подсолнечника достигается при размещении очагов (лент) удобрения на расстоянии от 2 до 10 см сбоку от семян на глубину 10–15 см (В.П. Суетов, 1968; Н.М. Тишков, 1982).

Одной из причин недостаточно высокой эффективности применения минеральных удобрений под подсолнечник является их использование без учета содержания подвижных форм элементов питания и потребности в них сортов и гибридов, то есть без учета результатов почвенной и растительной диагностики.

Во ВНИИМК, используя ранее полученные научные данные, разработана система удобрения подсолнечника с ис-

пользованием показателей содержания элементов питания в почве и в молодых растениях в фазе образования 2–4 пар настоящих листьев и локального внесения удобрений при посеве культуры (А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, В.П. Суетов и др., 1986). Дозу основного и припосевного удобрения устанавливают по показателям почвенной диагностики, а необходимость и дозу подкормки – по диагностическому показателю обеспеченности растений элементами питания.

В 1978–1983 гг. во ВНИИМК (А.И. Лукашев, Н.М. Тишков) проведены исследования по изучению доз, соотношений и способов применения удобрений на клещевине. Результаты исследований показали, что повышенные и высокие дозы минеральных удобрений с различным содержанием соотношений элементов питания в них не способствовали значительному росту урожайности семян, но окупаемость при этом снизилась.

Установлено, что на черноземе выщелоченном под клещевину наиболее выгодно вносить дозы $N_{40}P_{60}$ или $N_{60}P_{60}K_{40}$ под вспашку зяби, которые обеспечивали прибавки урожая семян на 0,19–0,23 т/га. При локальном внесении при посеве клещевины $N_{20}P_{30}$ урожайность семян возрастала на 0,17 т/га, а $N_{20}P_{30}K_{20}$ – на 0,11 т/га. При внесении с посевом дозы $N_{20}P_{30}$ по показателям урожайности семян она равна дозе $N_{40}P_{60}$ (1,73 и 1,74 т/га соответственно). Включение в состав азотно-фосфорного удобрения ($N_{20}P_{30}$ и $N_{40}P_{60}$) калия (K_{20} и K_{40} соответственно) при локальном припосевном внесении оказалось нецелесообразным. Увеличение же дозы азотно-фосфорного удобрения для внесения при посеве до $N_{80}P_{120}$ приводило к снижению урожайности семян клещевины на 0,22 т/га (12,7 %) по сравнению с дозой $N_{20}P_{30}$.

Изучение возможности повышения эффективности применения минеральных удобрений под клещевину путем внесения части азота весной в подкормку ($N_{20}P_{60}$ осенью под зябрь + N_{20} весной в подкормку) показало, что этот прием аг-

рономически равноценен разовому внесению $N_{40}P_{60}$ под основную обработку почвы осенью: урожайность семян в среднем за 1978–1982 гг. составила 1,64–1,68 т/га.

Исследования по выявлению эффективности разбросного (под вспашку зяби, весной под культивацию зяби) и локального при посеве способов применения дозы $N_{40}P_{60}$ под клещевину показали, что по сравнению с неудобренным контролем урожайность семян повысилась от внесения $N_{40}P_{60}$ осенью под основную обработку почвы на 0,27 т/га (19,7 %), весной под культивацию зяби – на 0,14 т/га (10,2 %), при посеве на 2–3 см сбоку семян на глубину 10 см – на 0,36 т/га (26,3 %).

В 1964 г. Б.К. Игнатьев заложил один из первых в Краснодарском крае стационарный полевой опыт по изучению систем удобрений в зернопропашном севообороте с масличными культурами, который просуществовал до 1993 г. В течение полных трех ротаций севооборота сотрудники лаборатории агрохимии изучали закономерность изменения агрохимических показателей плодородия чернозема выщелоченного, формирование продуктивности подсолнечника, сои, клещевины, совместных посевов сои с кукурузой и озимой пшеницы, потреблению ими питательных элементов, определению хозяйственного баланса гумуса, азота, фосфора и калия в зависимости от доз и состава удобрения, количества поступающих в почву послеуборочных остатков культур изучаемого севооборота. В этих исследованиях непосредственное участие принимали: Б.К. Игнатьев (1964–1975 гг.), Н.Т. Агаркова (1965–1979 гг.), Л.И. Токарева (1966–1976 гг.), В.А. Павленко (1976–1981 гг.), Н.М. Тишков (1974–1992 гг.).

В результате обобщения полученных результатов сделаны основные выводы (Н.М. Тишков, 2006).

В зернопропашном севообороте с масличными культурами в результате интенсивного сельскохозяйственного использования ежегодные потери гумуса в черноземе выще-

лоченном достигали в пахотном слое (0–20 см) 0,70–0,93 т/га, в слое 21–40 см – 0,86–1,09 т/га, в слое 41–60 см – 0,94–1,09 см, а в слое 0–60 см – 2,50–3,11 т/га.

Возврат в почву в севообороте в среднем 5,0 т/га надземных растительных остатков возделываемых культур способствует снижению ежегодных потерь гумуса в пахотном слое почвы на 0,22 т/га (26,5 %), в слое 21–40 см – на 0,80 т/га (78,4 %) и в слое 41–60 см – на 0,57 т/га (57,0 %). На фоне возврата в почву 6,6–6,8 т/га растительных остатков внесение $N_{67-83}P_{55-80}$ стабилизирует содержание гумуса в слоях почвы 0–20 и 21–40 см, а внесение органоминерального удобрения (6,7 т/га навоза + $N_{70}P_{55}$) повышает его количество в среднем в год на 0,023 % в слое 41–60 см (в абсолютных величинах). Внесение в среднем ежегодно полного минерального удобрения в дозе $N_{93}P_{95}K_{63}$ способствует снижению потерь гумуса (в относительных величинах) на 31,4 % в пахотном слое и на 72,7–80,2 % в нижних слоях чернозема выщелоченного.

Стерневые и корневые остатки масличных культур и озимой пшеницы повышают в среднем ежегодно содержание подвижного фосфора (в вытяжке по Чирикову) на 0,11–0,12 мг/100 г почвы и обеспечивают количество подвижного калия (в вытяжке по Масловой) на уровне 87,9–97,3 % от исходного содержания в почве при закладке опыта. Внесение в среднем ежегодно P_{37-99} в составе удобрений повышает содержание подвижного фосфора в пахотном слое на 0,32–0,52 мг/100 г в год.

Послеуборочные растительные остатки масличных культур и озимой пшеницы (в среднем 5,0 т/га) повышают содержание в пахотном слое подвижного фосфора на 0,15 мг/100 г в год, а внесение на фоне 6,6–6,8 т/га растительных остатков минеральных и органоминерального удобрения увеличивает его количество в среднем в год на 2,23–2,72 мг/100 г в зависимости от доз и соотношений удобрения. Содержание обменного калия выросло до исходного коли-

чества только в пахотном слое при внесении органоминерального или полного минерального удобрения.

Длительное применение в зернопропашном севообороте с масличными культурами в среднем ежегодно $N_{96}P_{98}K_{68}$ приводит к накоплению в 2-метровом слое чернозема выщелоченного нитратного азота в 2,4 раза больше, чем в неудобренной почве. Максимальное содержание нитратного азота к весне накапливается в слое почвы 61–160 см – 23,8 мг/кг при внесении удобрений и 8,5 мг/кг в неудобренном контроле. В слое почвы 0–60 см весной перед посевом масличных культур максимальное содержание нитратного азота (22,4–30,0 мг/кг) установлено под клещевинной. Под соей его количество составляло 17,4–26,4 и под подсолнечником 12,1–19,4 мг/кг почвы. Удобрения повышают содержание нитратного азота под масличными культурами на 4,6–7,9 мг/кг (22,3–48,1 %) относительно контроля.

Интенсивное 16-летнее использование чернозема выщелоченного на фоне отчуждения основной массы послеуборочных растительных остатков масличных культур и соломы озимой пшеницы с поля приводит к увеличению в пахотном слое обменной кислотности на 12,9–16,1 %, гидролитической кислотности на 4,5–27,3 %, снижению суммы поглощенных оснований на 11,2–18,5 % и степени насыщенности почвы основаниями на 2,3–5,5 %. Высокие дозы удобрения ($N_{91-97}P_{93-99}K_{8-69}$) оказывают более сильное влияние на физико-химические свойства чернозема выщелоченного по сравнению со средними ($N_{48}P_{37}K_4$) дозами.

Соя является лучшим предшественником озимой пшеницы, чем клещевина и подсолнечник. Без применения удобрения на фоне возврата в почву в среднем 3,7 т/га растительных остатков сои урожайность озимой пшеницы составила 4,68 т/га, в то время как на фоне 5,0 т/га растительных остатков клещевины – 4,22 т/га, а 6,3 т/га растительных остатков подсолнечника – 3,13 т/га. На фоне растительных остатков

при внесении $N_{90-120}P_{60-90}K_{0-60}$ урожайность озимой пшеницы после сои была выше на 0,44–0,74 и 1,49–1,55 т/га, чем после клещевины и подсолнечника соответственно.

В 1984–1987 гг. в лаборатории агрохимии ВНИИМК проведены исследования по агрохимическому обоснованию применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник (А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, Г.И. Еремин).

Проведенными исследованиями (Г.И. Еремин, 1990) установлено, что:

- жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) марки 10-34-0 в равной степени с эквивалентными дозами сухих комплексных удобрений влияют на потребление элементов питания растениями подсолнечника и формирование урожая семян;

- лучшим азотным компонентом для выравнивания соотношения азота к фосфору в ЖКУ до 1:1,5 является водный раствор карбамида и аммиачной селитры;

- наиболее эффективным способом внесения ЖКУ является ленточное припосевное удобрение в дозе $N_{20}P_{30}$ на глубину 10 см и на 6–10 см сбоку от рядка семян, обеспечивающим прибавки урожая семян 0,21–0,27 т/га;

- внесение жидких комплексных удобрений в дозах $N_{40}P_{60}$ и $N_{20}P_{30}$ весной под культивацию зяби малоэффективно, прибавки урожая семян не превышают 0,09 т/га;

- внутривидовая подкормка растений в дозе $N_{20}P_{30}$ в фазе образования 2–3 пар настоящих листьев с помощью культиватора - растениепитателя повышает урожайность семян на 0,12–0,14 т/га.

В 1986-1990 гг. в лаборатории агрохимии ВНИИМК проведены исследования по удобрению подсолнечника на основе использования методов почвенной и растительной диагностики (А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, С.В. Чешенко).

В результате проведенных исследований установлено (С.В. Чешенко, 1997), что:

- наиболее информативной фазой роста и развития подсолнечника по потреблению элементов питания является период образования 2–10 настоящих листьев;

- из агрохимических показателей чернозема выщелоченного растения подсолнечника наиболее четко реагирует на изменение содержания в почве подвижного фосфора, поэтому концентрация фосфора в молодых растениях является наиболее надежным показателем растительной диагностики;

- применение экспресс-метода диагностики минерального питания растений по В.В. Церлинг свидетельствует о большей надежности показателя содержания в растениях подсолнечника фосфора по сравнению с показателями содержания азота и калия);

- оптимальным сроком отбора образцов для растительной диагностики минерального питания подсолнечника при определении необходимости подкормки растений является фаза образования 2–3 пар настоящих листьев (10–12-дневные растения);

- система удобрения подсолнечника на основе почвенной диагностики эффективна при содержании в черноземе выщелоченном подвижного фосфора (в вытяжке по Чирикову) менее 20–22 мг/100 г; при содержании подвижного фосфора более 24–25 мг/100 г почвы дополнительное внесение минерального удобрения не эффективно;

- подкормка растений по результатам растительной диагностики эффективна при содержании в 10–12-дневных растениях валового фосфора менее 0,8 % или при содержании ортофосфатов по шкале В.В. Церлинг менее 1,5 балла.

С 1978 г. в лаборатории агрохимии (А.И. Лукашев, Н.М. Тишков) проводятся исследования по изучению отзывчивости сортов и гибридов подсолнечника на удобрение. Полевые опыты, проведенные на черноземах выщелоченных и типичных, характеризующихся повышенным и высоким содержанием доступных растениям форм азота, фосфора и калия, нейтральной или слабокислой реакцией почвенного

раствора, показали, что на уровне прибавок урожая семян (в процентах), в сравнении с неудобренным контролем, изучаемые сорта и гибриды по-разному реагировали на внесение оптимальной дозы $N_{40}P_{60}$ под основную обработку почвы и их можно выделить в условные три группы: 1) повышенная отзывчивость (10 % и выше), 2) средняя отзывчивость (5,1–10,0 %) и 3) низкая отзывчивость (до 5,0 %). Из изученных 40 сортов и 30 гибридов более 70 % их отнесены ко второй группе (Н.М. Тишков, 2003).

В 1994–1997 гг. в условиях Воронежской области изучали продуктивность сорта Воронежский 436 (стандарт), гибридов Кубанский 371, Донской 22 и С-207 в зависимости от способов применения азотно-фосфорного удобрения: $N_{40}P_{60}$ и $N_{20}P_{30}$ при посеве с помощью сеялки СУПН-8 и $N_{20}P_{30}$ в подкормку растений с помощью культиватора-растениепитателя при образовании 2–3 пар настоящих листьев (Н.М. Тишков, А.В. Горшков, 2003).

В результате проведенных исследований установлено:

- при средней и повышенной обеспеченности чернозема типичного подвижными формами элементов питания оптимальной дозой удобрения является $N_{20}P_{30}$ при посеве, обеспечивающая прибавки урожая семян к неудобренному контролю в среднем у Кубанского 371 на 0,26 т/га (10,7 %), С-207 на 0,22 т/га (9,1 %), Воронежского 436 и Донского 22 – по 0,17 т/га (8,0 %);

- в среднем по изучаемым сортообразцам подсолнечника, в сравнении с неудобренным контролем, прибавки урожая составили от внесения при посеве $N_{40}P_{60}$ 0,22 т/га, $N_{20}P_{30}$ – 0,21 т/га и $N_{20}P_{30}$ в подкормку растений в фазе 2–3 пар листьев – 0,15 т/га, при средней урожайности в контроле 2,28 т/га;

- изучаемые сортообразцы подсолнечника проявили различную отзывчивость на подкормку растений $N_{20}P_{30}$ в фазе 2–3 пар листьев: прибавки урожая семян по сравнению с контролем составили у Воронежского 436 (стандарт) 0,08 т/га,

Донского 22 – 0,12 т/га, С-207 – 0,18 т/га и Кубанского 371 – 0,20 т/га;

- урожайность семян гибрида Кубанский 371 в большей степени определяется степенью подвижности фосфатов ($r=0,43$), чем содержанием подвижного фосфора в почве ($r=0,43$), а гибрида С-207, наоборот, содержанием подвижного фосфора ($r=0,82$), чем степенью фосфатов ($r=0,54$);

- сорт Воронежский 436 и гибрид Донской 22 примерно в равной степени реагировали величиной урожая семян на содержание подвижного фосфора в почве ($r=0,67-0,70$) и степень подвижности фосфатов ($r=0,59-0,65$).

В 2000–2003 гг. на светло-каштановой почве в засушливой зоне Ставропольского края проведены исследования по изучению отзывчивости подсолнечника сортов Березанский, Р-453 (Родник) и гибрида Кубанский 930 на способы и дозы применения минеральных удобрений ($N_{40}P_{60}$ под вспашку почвы, $N_{20}P_{30}$ при посеве и $N_{20}P_{30}$ в подкормку растений) на фонах отвальной вспашки, безотвальной обработки почвы и плоскорезной обработки (Н.М. Тишков, А.А. Гончаров).

Применение удобрений оказывало положительное влияние на урожайность семян подсолнечника, но в разной степени в зависимости от способа их внесения и способа основной обработки почвы.

В среднем за 2000–2003 гг. урожайность семян в сравнении с неудобренным контролем (1,05 т/га) возростала при внесении $N_{40}P_{60}$ вразброс под основную обработку почвы на 0,12 т/га, $N_{20}P_{30}$ при посеве сеялкой СУПН-8 – на 0,22 т/га, а $N_{20}P_{30}$ в подкормку с помощью культиватора-растениепитателя в фазе 2–4 пар настоящих листьев – всего на 0,04 т/га.

Относительно контроля прибавки урожая семян составили на фонах плоскорезной и безотвальной обработок почвы при внесении вразброс под обработку почвы осенью $N_{40}P_{60}$ 0,12 т/га, $N_{20}P_{30}$ при посеве – 0,21 т/га, $N_{20}P_{30}$ в подкормку –

0,03 т/га, и на фоне отвальной вспашки – 0,14; 0,25 и 0,05 т/га соответственно.

Урожайность семян при внесении $N_{20}P_{30}$ при посеве возрастала относительно неудобренного контроля сорта Березанский на 0,24–0,30 т/га (24,3–27,5 %), сорта Р-453 – на 0,18–0,22 т/га (20,0–21,2 %), гибрида Кубанский 930 – на 0,17–0,22 т/га (14,5–20,2 %).

От применения $N_{20}P_{30}$ в подкормку растений в фазе 2–4 пар настоящих листьев урожайность семян увеличивалась на 0,03–0,08 т/га.

В условиях засушливой зоны самая высокая урожайность семян скороспелого сорта Р-453, раннеспелого сорта Березанский и раннеспелого гибрида Кубанский 930 формируется при внесении при посеве $N_{20}P_{30}$ при всех изучаемых способах обработки светло-каштановой почвы. Применение $N_{40}P_{60}$ вразброс осенью под основную обработку почвы в среднем в 1,8 раза менее эффективно, чем $N_{20}P_{30}$ при посеве, в максимальной степени положительно влияет при внесении под отвальную вспашку и в наименьшей степени – под плоскорезную обработку. Внесение $N_{20}P_{30}$ в подкормку растений при образовании 2–4 пар настоящих листьев существенного влияния на величину урожая семян подсолнечника не оказывает.

В 1999–2001 гг. в полевых опытах изучена отзывчивость сортов и гибридов подсолнечника скороспелой, раннеспелой и среднеспелой групп на внесение при посеве азотно-фосфорного удобрения в дозах $N_{40-60}P_{60}$ и $N_{20-30}P_{30}$ на фоне средней обеспеченности чернозема выщелоченного подвижным фосфором, повышенной обеспеченности минеральным азотом, высокой обеспеченностью обменным калием. Результаты исследований показали, что применение удобрений способствовало повышению урожайности семян на 0,23–0,29 т/га, но скороспелые сортообразцы увеличивали урожайность на 13–15 %, а ранне- и среднеспелые – на 9–10 %. При этом вы-

явлено, что внесение при посеве $N_{20-30}P_{30}$ по величине прибавки урожая семян не уступало дозе $N_{40-60}P_{60}$ (Н.М. Тишков, В.И. Ветер, 2002).

Исследования лаборатории агрохимии за 1998–2006 гг. (Н.М. Тишков, 2007) по изучению эффективности внесения азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{40-60}P_{60}$ под вспашку зяби и $N_{20-30}P_{30}$ локально при посеве под сорта и гибриды подсолнечника скороспелой, ранне- и среднеспелой групп спелости на черноземе выщелоченном показали близкую отзывчивость на удобрение: прибавки урожая семян достигали у представителей скороспелой группы 0,27–0,29 т/га, раннеспелой группы – 0,24–0,25 и среднеспелой группы – 0,19–0,27 т/га.

При этом уменьшение дозы удобрения с $N_{40-60}P_{60}$ под зябь до $N_{20-30}P_{30}$ локально при посеве не приводило к снижению урожайности семян. Но окупаемость 1 кг д. в. удобрений прибавками урожая семян и сбора масла, полученными от их применения, при внесении при посеве $N_{20-30}P_{30}$ возрастает у сортов и гибридов скороспелой группы в 1,9 и 2,0 раза, раннеспелой группы – в 1,9 и 2,2 раза и среднеспелой группы – в 1,4 и 1,6 раза соответственно по сравнению с применением $N_{40-60}P_{60}$ под основную обработку почвы.

От внесения при посеве $N_{20-30}P_{30}$ урожайность семян относительно неудобренного контроля возрастала в среднем на 13,7 % у скороспелых, на 9,0 % у раннеспелых и на 7,1 % у среднеспелых сортов и гибридов, а сбор масла увеличивался на 11,5; 8,1 и 6,3 % соответственно.

В 2005–2007 гг. в лаборатории агрохимии изучали реакцию сортов (Бузулук, Альбатрос) и гибридов (Триумф, Юпитер) подсолнечника на разные способы применения удобрений на черноземе выщелоченном: предпосевная обработка семян микроэлементами с регуляторами роста, внесение при посеве $N_{30}P_{30}$, некорневая подкормка растений комплексными минеральными удобрениями в фазе образования 2–4 пар

настоящих листьев, а также сочетание этих приемов использования удобрений (Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов, 2008).

Установлено, что на фоне повышенного содержания в почве минерального азота, подвижного фосфора, высокого содержания обменного калия и низкой обеспеченностью подвижными формами бора, молибдена, кобальта и серы применение удобрений способствовало увеличению числа семян в корзинке, завязываемости семян и массы 1000 семян. Урожайность семян возрастала от применения в подкормку акварина 5 (3,0 кг/га) на 0,13 т/га (4,7 %), предпосевной обработки семян МиБАС + силк + эмистим С – на 0,16 т/га (5,8 %), внесение при посеве $N_{30}P_{30}$ – на 0,27 т/га (9,7 %), сочетание предпосевной обработки семян с внесением при посеве $N_{30}P_{30}$ – на 0,35 т/га (12,6 %). Некорневая подкормка растений акварином 5 в дозе 3,0 кг/га на фоне сочетания предпосевной обработки семян с внесением при посеве $N_{30}P_{30}$ в годы исследований оказалась малоэффективной.

В 2000–2002 гг. на центральной экспериментальной базе ВНИИМК на черноземе выщелоченном с повышенным содержанием доступных форм азота и фосфора, высоким содержанием обменного калия, слабокислой реакцией почвенного раствора, средним и низким содержанием подвижных форм микроэлементов (цинк, медь, кобальт, бор, молибден, сера) изучали отзывчивость сортов льна масличного ВНИИМК 620, ВНИИМК 630, Ручеек, Циан на сроки и способы применения азотного, азотно-фосфорного и полного минерального удобрения (Н.М. Тишков и др, 2005). Удобрения вносили взброс весной под культивацию зяби в дозах: N_{30} , $N_{30}P_{30}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$; N_{30} в подкормку растений в фазе «елочки»; сочетания внесения удобрений под культивацию зяби с подкормкой в дозе N_{30} в фазе «елочки».

Результаты исследований показали, что в среднем по изучаемым сортам наиболее высокие прибавки урожая семян получены при внесении N_{30} под культивацию зяби (0,35 т/га)

и сочетание внесения N_{30} под культивацию зяби с подкормкой N_{30} в фазе «елочки» (0,42 т/га), или 15,1 и 18,1 % по сравнению с неудобренным контролем. Азотно-фосфорное и полное минеральное удобрение при внесении весной под культивацию зяби повышали урожайность семян на 0,30 т/га (12,9 %) и 0,25 т/га (10,8 %) соответственно, а от подкормки растений в фазе «елочки» азотом в дозе N_{30} прибавка урожая семян составила 0,20 т/га (8,6 %). Применение удобрений способствовало снижению содержания масла в семенах сортов льна масличного на 0,6–1,0 %, однако за счет повышения урожайности семян сбор масла возрастал на 0,08–0,16 т/га (8,0–16,0 %) в сравнении с контролем. Максимальная прибавка сбора масла получена при сочетании внесения N_{30} под культивацию зяби с N_{30} в подкормку растений в фазе «елочки» (0,16 т/га), а также N_{30} под культивацию зяби (0,14 т/га).

В 2001–2002 гг. на светло-каштановой почве в Ставропольском крае сорта льна масличного ВНИИМК 620, ВНИИМК 630 и Ручеек также положительно реагировали на внесение под весеннюю культивацию зяби N_{30} , P_{30} , K_{30} , $N_{30}P_{30}$, $N_{30}K_{30}$, $P_{30}K_{30}$ и $N_{30}P_{30}K_{30}$ (Н.М. Тишков и др., 2005).

Выявлено, что по сравнению с неудобренным вариантом при раздельном внесении N_{30} и P_{30} повышали урожайность семян на 0,10–0,11 т/га (7,7–8,5 %), K_{30} – на 0,05 т/га (3,8 %), $N_{30}P_{30}$ – на 0,18 т/га (13,8 %), $N_{30}K_{30}$ и $P_{30}K_{30}$ – по 0,15 т/га (11,5 %) и $N_{30}P_{30}K_{30}$ – на 0,21 т/га (16,2 %) в сравнении с неудобренным контролем.

В отличие от чернозема выщелоченного, на светло-каштановой почве наиболее эффективно азотно-фосфорное удобрение $N_{30}P_{30}$, внесение которого обеспечивает прибавку урожая семян 0,18 т/га и окупаемость 1 кг д. в. удобрения прибавкой урожая 3,0 кг семян.

В 2004–2006 гг. проведены исследования на черноземе выщелоченном по изучению влияния обработки растений в начале цветения агрохимикатами на урожайность и качество

сои сорта Дельта (Н.М. Тишков и др., 2007). Наиболее высокие прибавки урожая семян к контролю получены от применения молибденовокислого аммония – 0,17 т/га (7,6 %) против 0,09–0,14 т/га (4,0–6,9 %) при использовании в подкормку сульфатов цинка, кобальта, меди, марганца, борной кислоты, лигногумата калия, акварина 5, кристалона специального, силка, эмистима С, КМУС-1 и аквамикса. От применения смеси хелатов (Zn, Co, Cu, Mn) с борной кислотой и молибденовокислым аммонием, а также с силком и эмистимом С урожайность семян по сравнению с контролем повышалась на 0,28–0,32 т/га (12,6–14,3 %).

В 2006–2009 гг. в лаборатории агрохимии проводили исследования по изучению отзывчивости сои (сорт Альба) на некорневую подкормку растений в фазы образования второго тройчатого листа, бутонизации и цветения микроэлементами Zn, Mo, Cu, Mn, B, Co, удобрениями акварин 5, соллюбор ДФ, нутривант плюс, аквамикс и регулятором роста растений мивал (Н.М. Тишков, О.И. Асокин).

В результате исследований установлено, что изучаемые агрохимикаты максимальный положительный эффект по урожайности семян, содержанию в них протеина и сбору протеина с урожаем семян оказали при опрыскивании растений в фазе цветения. В среднем по изучаемым агрохимикатам, относительно неудобренного контроля, урожайность семян возросла при обработке семян в фазе образования второго тройчатого листа на 0,16 т/га (8,1 %), в фазе бутонизации – на 0,22 т/га (11,2 %) и в цветение – на 0,30 т/га (15,2 %), а сбор протеина увеличился на 60,88 и 122 кг/га соответственно.

Наиболее эффективным было применение молибденовокислого аммония, бора, аквамикса и мивала, а самым слабым действием отличались сульфат меди, кобальта и марганца при всех изучаемых сроках обработки растений. Применение сульфата цинка эффективнее в более поздние сроки, но лучшее – в цветение.

При обработке растений в фазе цветения урожайность семян сои повышалась от применения в оптимальных дозах аквамикса на 0,29 т/га, молибденовокислого аммония и мивала – на 0,20 т/га, солюбора ДФ – на 0,17 т/га, нутривана плюс – на 0,14 т/га.

С 2010 г. в лаборатории агрохимии исследования проводят по совершенствованию приемов эффективного использования агрохимикатов при выращивании материнских линий и новых гибридов подсолнечника, сортов сои.

Основные научные публикации по агрохимии масличных культур (в хронологическом порядке)

1. *Демиденко, Т.Т.* Корневое питание подсолнечника / Т.Т. Демиденко, Р.А. Барина, В.П. Голле // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 123–168.

2. *Демиденко, Т.Т.* Подрезка корней, транспирация и поступление питательных веществ в подсолнечник / Т.Т. Демиденко, В.П. Голле // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 175–188.

3. *Демиденко, Т.Т.* Минеральное питание здорового и пораженного болезнью подсолнечника / Т.Т. Демиденко, В.В. Киселева // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 189–198.

4. *Ирликов, Н.И.* Отзывчивость подсолнечника на минеральные удобрения и время их внесения / Н.И. Ирликов // Масличные культуры. – Краснодар, 1940. – С. 62–63.

5. *Киселёв, И.С.* Агротехническое обоснование подкормки подсолнечника / И.С. Киселёв // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 224–243.

6. *Кувика, З.С.* Удобрение подсолнечника / З.С. Кувика // Подсолнечник. – Краснодар, 1940. – С. 199–223.

7. *Кувика, З.С.* Время и способы внесения удобрений под подсолнечник / З.С. Кувика // Масличные культуры. – Краснодар, 1940. – С. 52–55.

8. *Плюснина, О.П.* Способы внесения удобрения при квадратно-гнездовом посеве подсолнечника / О.П. Плюснина // Сб.: Достижения научных учреждений Краснодарского края. – Краснодар, 1954. – Вып. 2. – С. 46–50.

9. *Игнатъев, Б.К.* Эффективность применения удобрения под масличные культуры / Б.К.Игнатъев // Бюл. науч.-техн. информ. по масличным культурам. – Майкоп, ноябрь 1967. – С. 72–75.

10. *Бородулина, А.А.* Использование подсолнечником фосфатных удобрений в зависимости от обеспеченности почвы фосфором / А.А. Бородулина, В.П. Суетов // Бюл. науч.-техн. информ. по масличным культурам. – Краснодар, май 1968. – С. 47–51.

11. *Бузинов, П.А.* Влияние условий выращивания на потребление и вынос питательных веществ подсолнечником / П.А. Бузинов, Н.Т. Агаркова, Л.Г. Стороженко // Сб.: Агротехника масличных культур. – Краснодар, 1968. – С. 312–325.

12. *Игнатъев, Б.К.* Удобрение подсолнечника / Б.К. Игнатъев // Агрохимия и удобрения полевых культур. – Краснодар, 1968. – С. 156–169.

13. *Игнатъев, Б.К.* Удобрение масличных культур / Б.К. Игнатъев // Агрохимия масличных культур. – Краснодар, 1968. – С. 298–311.

14. *Суетов, В.П.* Особенности применения фосфорных удобрений на выщелоченном сверхмощном чернозёме / В.П. Суетов // Агротехника масличных культур. – Краснодар, 1968. – С. 326–338.

15. *Косолапова, А.И.* Динамика минеральных фосфатов в выщелоченном чернозёме Кубани под подсолнечником / А.И. Косолапова // Почвоведение. – 1971. – № 5. – С. 67–73.

16. *Суетов, В.П.* Влияние условий азотно-фосфорного питания на использование подсолнечником фосфора / В.П. Суетов // Сб. науч.-исслед. работ ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1971. – С. 69–75.

17. *Игнатъев, Б.К.* Влияние комплексных удобрений на урожай и масличность семян подсолнечника / Б.К. Игнатъев, Л.И. Токарева // Бюл. науч.-техн. информ. по масличным культурам. – Краснодар, 1974. – Вып. 1. – С. 25–26.

18. *Косолапова, А.И.* О доступности разных форм фосфатов растениям подсолнечника / А.И. Косолапова // Агрохимия. – 1974. – № 9. – С. 30–36.

19. *Енкина, О.В.* Удобрение подсолнечника / О.В. Енкина, Б.К. Игнатъев, Н.Т. Агаркова, Д.Н. Белёвцев // Подсолнечник. – М.: Колос, 1975. – С. 287–309.

20. *Карцев, Ю.Г.* Удобрение подсолнечника / Ю.Г. Карцев, Ю.Л. Сеницын, Б.К. Игнатъев, Д.И. Карастан, Л.И. Токарева // Географические закономерности действия удобрений. – М.: Колос, 1975. – С. 271–287.

21. *Суетов, В.П.* Влияние условий минерального питания подсолнечника на урожай семян и качество масла / В.П. Суетов, Т.А. Панченко // Сб.: Вопросы физиологии масличных культур в связи с задачами селекции и агротехники (ВНИИ масличных культур). – Краснодар, 1975. – С. 53–57.

22. *Игнатъев, Б.К.* Влияние минеральных удобрений на качество урожая подсолнечника и клещевины / Б.К. Игнатъев, Л.И. Токарева // Тр. ЦИНАО. – М., 1976. – Вып. 4. – Ч. 2. – С. 107–112.

23. *Косолапова, А.И.* О выносе азота и зольных элементов растениями клещевины и возможности использования ею труднорастворимых фосфатов кальция / А.И. Косолапова // Агрохимия. – 1976. – № 3. – С. 20–25.

24. *Лукашев, А.И.* Результаты работ по изучению локального способа внесения основного удобрения под подсолнечник / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков // Основная обработка почв и удобрения под масличные культуры / ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1977. – С. 67–80.

25. *Лукашев, А.И.* Влияние локального способа внесения основного удобрения на урожай и качество семян подсолнечника / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, Н.Н. Прядков // Бюл.

науч.-техн. иформ. по масличным культурам. – Краснодар, 1977. – Вып. 1. – С. 48–50.

26. *Агаркова, Н.Т.* Влияние минеральных удобрений на урожай и качество кукурузно-соевой смеси на выщелоченном чернозёме Кубани / Н.Т. Агаркова, Л.И. Токарева // Бюл. науч.-техн. иформ. по масличным культурам. – Краснодар, 1978. – Вып. 1. – С. 41–45.

27. *Игнатъев, Б.К.* Системы удобрений в севообороте с масличными культурами / Б.К. Игнатъев, Л.И. Токарева, Н.Т. Агаркова // Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями по зонам страны // Тр. ВИУА. – 1978. – Вып. 6. – С. 92–107.

28. *Лукашев, А.И.* Применение минеральных удобрений под подсолнечник / А.И. Лукашев, Н.Н. Прядко, Н.М. Тишков, В.Я. Лефтер // Материалы VII международной конференции по подсолнечнику. – М.: Колос, 1978. – С. 279–282.

29. *Тишков, Н.М.* Локальное внесение минеральных удобрений и их влияние на всхожесть и продуктивность подсолнечника / Н.М. Тишков // Бюл. науч.-техн. иформ. по масличным культурам. – Краснодар, 1978. – Вып. 2. – С. 26–31.

30. *Лукашев, А.И.* Под подсолнечник – локально / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, Н.Н. Прядко // Земледелие. – 1979. – № 7. – С. 52–54.

31. *Лукашев, А.И.* Повышение эффективности применения минеральных удобрений под подсолнечник / А.И. Лукашев, В.П. Суетов, Н.М. Тишков, Н.Н. Прядко // Селекция, семеноводство и технология возделывания технических культур. – М.: Колос, 1980. – С. 202–207.

32. *Лукашев, А.И.* Использование локального способа внесения минерального удобрения под подсолнечник / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, Н.Н. Прядко // Бюл. ВИУА. – 1980. – № 55. – С. 17–22.

33. *Лукашев, А.И.* Удобрение / А.И. Лукашев. – Клещевина. – М.: Колос, 1980. – С. 238–245.

34. Суетов, В.П. Минеральное питание / В.П. Суетов. – Клещевина. – М.: Колос, 1980. – С. 85–87.

35. Лукашёв, А.И. Результаты исследований по применению удобрений под подсолнечник / А.И. Лукашёв // Агротехника и химизация масличных культур. – Краснодар, 1983. – С. 34–42.

36. Павленко, В.А. Влияние систематического применения удобрений на накопление и превращение фосфора и калия в почве / В.А. Павленко, Н.М. Тишков // Агротехника и химизация масличных культур. – Краснодар, 1983. – С. 54–65.

37. Суетов, В.П. Содержание фосфора в растениях подсолнечника как показатель фосфорного питания и возможности его использования для обоснования подкормок / В.П. Суетов, С.М. Полянская // Агротехника и химизация масличных культур. – Краснодар, 1983. – С. 83–90.

38. Павленко, В.А. Влияние длительного систематического внесения удобрений на химический состав подсолнечника и клещевины и вынос элементов питания с урожаем / В.А. Павленко, Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1985. – Вып. IV (91). – С. 11–16.

39. Ерёмин, Г.И. Дозы, сроки и способы внесения жидких комплексных удобрений под подсолнечник / Г.И. Ерёмин // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1986. – Вып. 2. – С. 31–34.

40. Лукашев, А.И. Новая система применения минеральных удобрений под подсолнечник на выщелоченных чернозёмах / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, А.А. Лукашев // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1986. – Вып. 1 (92). – С. 14–21.

41. Лукашев, А.И. Удобрение подсолнечника на основе почвенной и растительной диагностики / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, В.П. Суетов [и др.] // Методические указания. – Краснодар, 1986. – 12 с.

42. *Лукашев, А.И.* Подсолнечник / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков // Локальное внесение удобрений под полевые культуры / Рекомендации. – Краснодар, 1988. – С. 13–15.

43. *Лукашев, А.И.* Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, Г.И. Еремин, А.А. Лукашев // Технические культуры. – 1988. – № 5. – С. 9–10.

44. *Павленко, В.А.* Азотный режим почвы при длительном применении удобрений / В.А. Павленко, Н.М. Тишков, О.В. Енкина // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1989. – Вып. 2 (105). – С. 19–24.

45. *Павленко, В.А.* Изменение плодородия выщелоченного чернозёма Краснодарского края под действием удобрений / В.А. Павленко, Н.М. Тишков, О.В. Енкина // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1989. – Вып. 3 (106). – С. 26–29.

46. *Тишков, Н.М.* Влияние применения удобрений в севообороте на параметры почвенного севооборота и продуктивность сои / Н.М. Тишков, О.В. Енкина, Е.А. Храмцова // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1989. – Вып. 4 (107). – С. 34–38.

47. *Лукашев, А.И.* Влияние применения удобрений в севообороте на урожайность подсолнечника, его химический состав и вынос питательных веществ / А.И. Лукашев, Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1989. – Вып. 4 (107). – С. 39–41.

48. *Тишков, Н.М.* Применение удобрений под подсолнечник весной / Н.М. Тишков, А.И. Лукашев // Технические культуры. – 1990. – № 2. – С. 10–11.

49. *Пенчуков, В.М.* Рекомендации по применению удобрений под подсолнечник на основе почвенно-растительной диагностики на выщелоченных и карбонатных чернозёмах / В.М. Пенчуков, А.И. Лукашев, Н.М. Тишков, Г.И. Еремин [и др.]. – Краснодар, 1990. – 9 с.

50. *Тишков, Н.М.* Диагностика и удобрение подсолнечника / Н.М. Тишков, А.И. Лукашев, Г.И. Еремин // Научная конференция 20-22 июня 1992 г. – Болгария. – Генерал Тошево, 1990. – С. 283–287.

51. *Тишков, Н.М.* Изменение агрохимических, физико-химических и биологических свойств выщелоченного чернозёма при внесении удобрений под масличные культуры в севообороте / Н.М. Тишков, О.В. Енкина // Проблемы агрохимии в Северо-Кавказком регионе. – М.: РАСХН, 1991. – С. 51–52.

52. *Тишков, Н.М.* Параметры агрохимических, физико-химических и биологических свойств чернозёма выщелоченного для получения высоких урожаев масличных культур / Н.М. Тишков, О.В. Енкина // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1991. – Вып. 1 (112). – С. 42–49.

53. *Лукашев, А.И.* Удобрение подсолнечника / А.И. Лукашев, О.В. Енкина, Н.М. Тишков // Биология, селекция и возделывание подсолнечника. – М.: Агропромиздат, 1992. – С. 172–180.

54. *Тишков, Н.М.* Почвенное плодородие и урожайность масличных культур / Н.М. Тишков, О.В. Енкина // Технические культуры. – 1995. – № 1-2. – С. 9–11.

55. *Тишков, Н.М.* Влияние удобрений в севообороте на содержание гумуса и физико-химические свойства выщелоченного чернозёма / Н.М. Тишков, // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1995. – Вып. 116. – С. 106–110.

56. *Бражник, В.П.* Применение микроэлементных композиций под подсолнечник на выщелоченном чернозёме Краснодарского края / В.П. Бражник, Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко, И.В. Шведов // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1996. – Вып. 117. – С. 115–117.

57. *Павленко, В.А.* Плодородие выщелоченного чернозёма при длительном применении удобрений / В.А. Павленко, Н.М. Тишков, О.В. Енкина. – Краснодар, 1996. – 107 с.

58. *Тишков, Н.М.* Особенности поглощения и усвоения элементов питания различными генотипами подсолнечника /

Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1997. – Вып. 118. – С. 52–55.

59. *Тишков, Н.М.* Влияние длительного применения удобрений на почвенное плодородие и продуктивность культур севооборота / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1997. – Вып. 118. – С. 56–60.

60. *Тишков, Н.М.* Реакция сортов и гибридов подсолнечника на густоту стояния и удобрение / Н.М. Тишков, А.В. Горшков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1999. – Вып. 120. – С. 39–40.

61. *Тишков, Н.М.* Отзывчивость гибридов подсолнечника на различные уровни минерального питания / Н.М. Тишков, В.И. Ветер // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1999. – Вып. 120. – С. 62–63.

62. *Тишков, Н.М.* Влияние обеспеченности растений подсолнечника фосфором и калием на формирование урожая семян и сбор масла / Н.М. Тишков, С.В. Чешенко // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1999. – Вып. 121. – С. 47–48.

63. *Тишков, Н.М.* Изменение плодородия выщелоченного чернозёма в зернопропашном севообороте с масличными культурами / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1999. – Вып. 121. – С. 51–53.

64. *Тишков, Н.М.* Продуктивность возделываемых культур и зернопропашного севооборота при различных нормах внесения удобрений / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1999. – Вып. 121. – С. 61–65.

65. *Тишков, Н.М.* Эколого-агрохимические аспекты удобрения подсолнечника / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1999. – Вып. 121. – С. 66–67.

66. *Бражник, В.П.* Системы удобрения подсолнечника / В.П. Бражник, Н.М. Бочкарев, Н.М. Тишков // Системы удобрения основных полевых культур. – Краснодар, 2001. – С. 16–20.

67. *Тишков, Н.М.* Применение микроудобрений и регуляторов роста растений при возделывании подсолнечника и льна масличного / Н.М. Тишков, А.С. Бушнев, И.И. Шуляк, В.И. Ветер // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2001. – Вып. 124. – С. 139–142.

68. *Тишков, Н.М.* Развитие исследований по земледелию и растениеводству во ВНИИМК / Н.М. Тишков // История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет. – Краснодар: Сельские зори, 2002. – С. 148–167.

69. *Тишков, Н.М.* Совершенствование системы удобрения как элемента сортовой технологии возделывания льна масличного / Н.М. Тишков, А.С. Бушнев, И.И. Шуляк // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2002. – Вып. 127. – С. 48–54.

70. *Тишков, Н.М.* Сортовая специфика реакции новых гибридов и сортов подсолнечника на удобрение / Н.М. Тишков, В.И. Ветер // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2002. – Вып. 127. – С. 18–25.

71. *Тишков, Н.М.* Плодородие почвы и продуктивность клещевины при длительном применении удобрений в севообороте с масличными культурами / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2002. – Вып. 127. – С. 72–82.

72. *Тишков, Н.М.* Влияние способов обработки почвы и удобрений на продуктивность сортов и гибридов подсолнечника / Н.М. Тишков, А.А. Гончаров // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2002. – Вып. 127. – С. 33–41.

73. *Тишков, Н.М.* Исследования по агрохимии масличных культур во ВНИИМК / Н.М. Тишков // Материалы международной конференции, посвященной 90-летию ВНИИМК (Науч. тр. ВНИИ масличных культур). – Краснодар, 2002. Вып. 127. – С. 33–41.

74. *Тишков, Н.М.* Влияние системы удобрений в зерно-пропашном севообороте с масличными культурами на плодородие выщелоченного чернозёма и продуктивность озимой

пшеницы после клещевины / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2003. – Вып. 1(128). – С. 82–93.

75. *Тишков, Н.М.* Влияние удобрений в зернопропашном севообороте с масличными культурами на плодородие выщелоченного чернозёма и продуктивность подсолнечника / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2003. – Вып. 1(128). – С. 43–63.

76. *Тишков, Н.М.* Изменение агрохимических свойств чернозёма выщелоченного при длительном применении удобрений в севообороте с масличными культурами / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2003. – Вып. 2(129). – С. 37–46.

77. *Тишков, Н.М.* Аспекты сортовой отзывчивости льна масличного на минеральное питание / Н.М. Тишков, А.С. Бушнев // Современные проблемы генетики, биотехнологии и селекции растений. – Харьков, 2003. – С. 219–220.

78. *Тишков, Н.М.* Эффективность удобрений в совместных посевах сои и кукурузы на выщелоченном чернозёме Западного Предкавказья / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2004. – Вып. 1(130). – С. 17–23.

79. *Тишков, Н.М.* Эффективность удобрения озимой пшеницы после сои и совместных ее посев с кукурузой на выщелоченном чернозёме / Н.М. Тишков // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2004. – Вып. 1(130). – С. 26–29.

80. *Тишков, Н.М.* Реакция сои на почвенное плодородие и минеральное удобрение в севообороте / Н.М. Тишков // Соя: биология и технология возделывания. – Краснодар, 2005. – С. 67–74.

81. *Тишков, Н.М.* Реакция сортов и гибридов подсолнечника на уровне минерального питания и кислотность выщелоченного чернозёма / Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко, В.И. Ветер // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 2005. – Вып. 1(132). – С. 53–65.

82. *Тишков, Н.М.* Эффективность применения удобрений на посевах льна масличного в условиях Северного Кавказа / Н.М. Тишков, А.С. Бушнев, Н.Г. Михайлюченко, С.В. Костевич, П.И. Юрков // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2005. – Вып. 2(133). – С. 63–68.

83. *Тишков, Н.М.* Применение агрохимикатов при выращивании льна масличного на выщелоченном чернозёме / Н.М. Тишков, А.С. Бушнев, Н.Г. Михайлюченко, С.В. Костевич // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2005. – Вып. 2(133). – С. 76–80.

84. *Тишков, Н.М.* Влияние растительных остатков и удобрений в севообороте с масличными культурами на плодородие чернозёма выщелоченного / Н.М. Тишков // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2006. – Вып. 2(135). – С. 76–80.

85. *Тишков, Н.М.* Продуктивность сои при некорневой подкормке растений микроудобрениями и обработке регуляторами роста на чернозёме выщелоченном / Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко, А.А. Дряхлов // Масличные культуры Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2007. – Вып. 2(137). – С. 91–97.

86. *Тишков, Н.М.* Эффективность ленточного внесения удобрений при посеве подсолнечника / Н.М. Тишков // Энтузиасты аграрной науки. – Краснодар, 2007. – Вып. 6. – С. 246–249.

87. *Тишков, Н.М.* Продуктивность подсолнечника в зависимости от способов применения агрохимикатов / Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко, А.А. Дряхлов, Р.В. Пихтярев // *Энтузиасты аграрной науки.* – Краснодар, 2007. – Вып. 6. – С. 250–253.

88. *Тишков, Н.М.* Содержание белка в семенах сои при подкормке растений микроудобрениями / Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко // *Энтузиасты аграрной науки.* – Краснодар, 2007. – Вып. 6. – С.124–127.

89. *Тишков, Н.М.* Технология возделывания / Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко, А.С. Бушнев, А.А. Дряхлов, Г.Н. Кузнецова // *Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки.* – Краснодар: МС-Центр, 2008. – С. 87–138.

90. *Тишков, Н.М.* Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника при различных способах применения удобрений на чернозёме выщелоченном / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов // *Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК.* – Краснодар, 2008. – Вып. 2(139). – С. 30–36.

92. *Тишков, Н.М.* Влияние способов применения микроэлементов и регуляторов роста растений на продуктивность подсолнечника / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов // *Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК.* – Краснодар, 2008. – Вып. 2 (139). – С. 37–40.

93. *Тишков, Н.М.* Потребление элементов питания сортами и гибридами подсолнечника в зависимости от способов внесения удобрений / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов, Р.В. Пихтярев // *Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК.* – Краснодар, 2009. – Вып. 1(140). – С. 42–50.



О.В. Енкина,
*кандидат биологических наук,
с 1951 по 1990 гг.
заведующая группой почвенной
микробиологии при отделе
земледелия ВНИИМК*

ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МИКРОБИОЛОГИИ ПОЧВ

Первые наблюдения за отдельными представителями почвенной микрофлоры во ВНИИМКе проведены в 30-е годы (М.Г. Тягны-Рядно). Должного развития они не получили и вскоре были прекращены. Систематическое изучение биологической активности почвы начато в 1951 г., когда по инициативе директора института И.А. Минкевича при отделе земледелия была создана новая структурная единица – группы почвенной микробиологии. Преследовалась цель изучить влияние разрабатываемых в отделе различных приемов возделывания масличных культур на микробоценоз почвы. Работа в этом направлении велась почти 40 лет (1951–1990 гг.). Краткие результаты столь длительного микробиологического мониторинга черноземов Кубани приводятся ниже.

Микрофлора черноземов Кубани

Характерными особенностями состава и функционирования микробоценоза выщелоченного и обыкновенного черноземов являются:

- глубокий микробиологический профиль с высокой биогенностью не только пахотного, но и подпахотного (20–40 см) слоев почвы. Резкое снижение численности микроорганизмов наступает только на глубине 1 м. Микробоценоз пахотного

слоя на 90 % и более представлен бактериями, доля актиномицетов составляет 2–5 %, микроскопических грибов 0,1–0,3 % от общего количества определяемых микроорганизмов;

- большая плотность заселения пахотного слоя микроорганизмами, участвующими в трансформации азота и мобилизации фосфора из труднодоступных органических и минеральных фосфатов. Суммарная фосфатазная активность микроорганизмов в ризосфере подсолнечника и клещевины в 3–5 раз выше, чем под кукурузой, что, возможно, снижает отзывчивость этих культур на фосфорные удобрения;

- в составе микофлоры доминируют представители родов *Penicilium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*. При насыщении почвы минеральными удобрениями увеличивается количество видов *Penicilium* и *Fusarium*;

- общий уровень биологической активности изучаемых черноземов отличается высокой интенсивностью минерализационных процессов, усиление которых может иметь негативные последствия в результате быстрого разложения органического вещества самой почвы.

Сезонная динамика численности и активности почвенных микроорганизмов

На основании круглогодичных наблюдений за динамикой биологической активности выщелоченного чернозема в полевых опытах и в биометрах выявлены важные закономерности. Установлено, что численность микроорганизмов нельзя отождествлять с интенсивностью вызываемых ими процессов. Сезонные изменения общей биогенности почвы и общей биохимической активности микроорганизмов (определяемой по количеству продуцируемой почвой углекислоты) имеют различную направленность. Так, в условиях умеренного климата Кубани общая биогенность почвы достигает максимума зимой или ранней весной, значительно снижается летом и вновь возрастает осенью. Вместе с тем, общая биохимическая актив-

ность микрофлоры в холодные периоды резко падает, нарастая затем по мере прогревания почвы. Однако отдельные сообщества микроорганизмов сохраняют высокую жизнедеятельность и при низких температурах. Так, процессы аммонификации и нитрификации при температурах близких к нулю идут весьма интенсивно. Показатель азотминерализующей способности почвы в зимний период остается высоким.

Выявлено, что актуальная нитрификационная способность почвы на фоне различных форм азотных удобрений зимой колеблется в пределах 42,0–81,7 мг/кг N-NO₃. Вследствие этого аммиачный и амидный азот, внесенный осенью, до момента активного потребления растениями успевает на 80–85 % нитрифицироваться. Это ведет к потерям нитратного азота в процессах вымывания и денитрификации. Сделан вывод о нецелесообразности внесения азотных удобрений осенью (О.В. Енкина, 1970, 1974, 1978). Позже сотрудниками отдела земледелия была доказана высокая эффективность локально-ленточного способа внесения минеральных удобрений весной при посеве (А.И. Лукашев, В.П. Суетов, Н.М. Тишков, Н.Н. Прядко, 1980).

Биологическая активность почвы в полевых севооборотах при использовании различных видов удобрений

Бактериальные удобрения

В 50–60-е годы прошлого столетия в нашей стране широко пропагандировались различные бактериальные удобрения (азотобактерин, фосфобактерин, силикатные бактерии). Нами было проведено их изучение в посевах подсолнечника, клещевины, льна масличного, горчицы сарептской, кукурузы и сахарной свеклы. Наиболее тщательно исследовался фосфобактерин, содержащий *Bac. megaterium var. phosphaticum*. Испытывались повышенные его дозы, различные штаммы, сроки и способы внесения, сочетание фосфобактерина с органическими и минеральными удобрениями. Ни один из испытанных приемов не дал положительного результата (Б.К. Игнатъев, О.В. Енкина, 1958; О.В. Енкина, 1963). Поиск при-

282

чины неэффективности этих препаратов показал неспособность вносимых бактерий выдерживать конкуренцию со стороны антагонистов местной почвенной микрофлоры.

Этот факт, в частности, хорошо иллюстрирует лабораторный опыт, в ходе которого на питательную среду в чашках Петри поверх «газонного посева» чистой культуры *Vac. megaterium* были рассеяны мелкие частицы выщелоченного чернозема. Через несколько дней по всей поверхности питательной среды появился сплошной рост бактериальных колоний, но вокруг многих комочков почвы образовались стерильные зоны, где бактерии не развивались, что свидетельствовало о бактерицидном действии данной почвы на изучаемые бактерии (рис. 1).

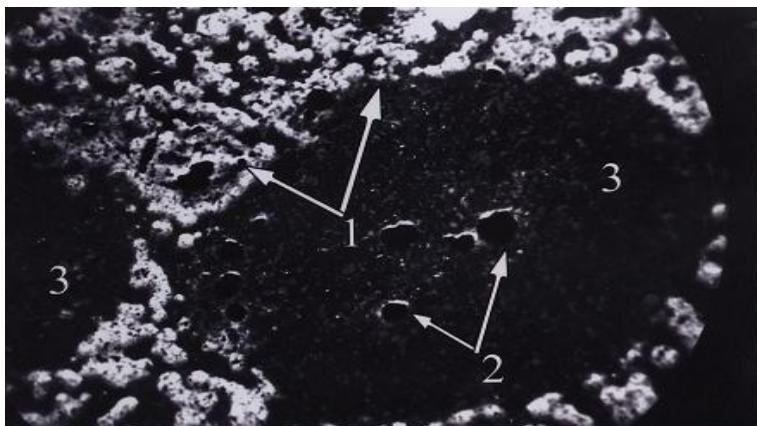


Рисунок 1 – Проявление бактерицидных свойств выщелоченного чернозема по отношению к *Vac. megaterium var. phosphaticum*:

- 1 – сплошной рост колоний *Vac. megaterium*; 2 – комочки почвы;
3 – стерильные зоны вокруг комочков почвы

В ходе дальнейших исследований нами из выщелоченного чернозема был выделен целый ряд актиномицетов и грибов, сильных антагонистов по отношению к *Vac. megaterium var. phosphaticum*.

Нецелесообразность применения перечисленных бактериальных удобрений вскоре была установлена и другими

научно-исследовательскими учреждениями страны, поэтому их производство было прекращено.

В ходе изучения фосфоробактерина из ризосферы различных культур были выделены неспоровые бактерии *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas liquefaciens*, обладающие высокой фосфатазной активностью, способные интенсивно растворять труднодоступные минеральные фосфаты и продуцировать значительное количество биологически активных веществ. Можно полагать, что создание в почве благоприятных условий для их развития будет способствовать оптимизации фосфорного питания растений (О.В. Енкина, 1962, 1963).

Минеральные удобрения

Изменение естественного хода микробиологических процессов в почве под влиянием удобрений наиболее четко проявляется при их длительном применении. Во ВНИИМКе этот вопрос исследовался в стационарном многолетнем опыте в зернопропашном севообороте на выщелоченном черноземе при использовании минеральной системы удобрений. В течение 24 лет (1964–1988 гг.) был проведен большой объем микробиологических и агрохимических наблюдений (О.В. Енкина, 1978, 1996; Н.М. Тишков, О.В. Енкина, 1991). Полученные результаты в очень краткой форме можно свести к следующим основным положениям:

- внесение азотно-фосфорных удобрений быстро повышает общую биогенность почвы прежде всего за счет роста численности аммонифицирующих, денитрифицирующих бактерий и олиготрофов. Более медленными темпами идет накопление в почве микроскопических грибов;

- возрастает напряженность процессов минерализации: повышается количество выделяемой почвой углекислоты, растет суммарное содержание в почве свободных аминокислот, усиливается интенсивность нитрификации и разложения целлюлозы. Сила влияния удобрений на эти процессы прямо зависит от их дозы;

- нарушение естественного хода микробиологических процессов происходит не только в том слое почвы, куда вносятся удобрения, но и на значительной глубине. Пусковым механизмом при этом является нитратный азот. Накапливаясь в результате интенсивной нитрификации в пахотном слое, а затем промываясь, он активизирует минерализационные процессы в более глубоких слоях. Это приводит к насыщению почвенного профиля нитратами, их миграции за пределы корнеобитаемого слоя, к потерям азота и загрязнению окружающей среды. Так, во второй ротации севооборота содержание нитратов на глубине трех метров весной в контроле составляло 3,0 мг/кг почвы, а в варианте, где применялись высокие дозы удобрений ($N_{120-180}P_{90-120}$), оно возросло до 12 мг/кг. На глубине 5 м эти показатели были 2,2 и 7,5 мг/кг соответственно. В свете полученных данных стало ясно, что основное внесение высоких доз азота нерационально в экономическом и вредно в экологических отношениях (О.В. Енкина, 1979).

Результаты проведенных исследований и данные литературы свидетельствует о том, что активизация минерализационных процессов под воздействием азотных удобрений приводит к более быстрому использованию азота самой почвой (общего азота, гумуса). В итоге эффективное плодородие почвы повышается, но падает потенциальное (Н.А. Сапожников, 1974; О.В. Енкина, 1988).

Особый интерес представляют исследования биодинамики почвы во времени. Установлено, что по мере продвижения 3-х ротаций севооборота общая биологическая активность почвы затухала, в структуре микробоценоза произошли негативные изменения. Общее количество бактерий снизилось на 32–52 %, численность актиномицетов уменьшилась в 2,3–2,7 раза. Вместе с тем на 41–64 % возросла плотность заселения почвы микроскопическими грибами, увеличилась численность олиготрофов и нитрифицирующих бактерий. Произошло снижение почвенного плодородия. Детальный анализ данных агрохимической лаборатории показал, что потери общего азота из слоя 0–60 см во второй ротации севооборота по сравнению

с первой составляли в контроле 2800 кг/га, при внесении средних доз ($N_{60-90}P_{60-90}$) удобрений – 1925 кг/га, высоких ($N_{180}P_{120}$) – 2550 кг/га. Потери гумуса в конце третьей ротации по сравнению с исходным его содержанием соответственно были 30,92; 16,28; 22,81 т/га (В.А. Павленко, Н.М. Тишков, О.В. Енкина, 1996). Следовательно, темпы деградации выщелоченного чернозема на неудобряемых делянках и при использовании высоких доз азотно-фосфорных удобрений были близкими. Это говорит о вреде слишком высокой биологической активности почвы при использовании больших количеств минеральных удобрений. Средние дозы удобрений замедляли этот опасный процесс, но не прекращали его.

Темпы изменения гумусного состояния изучаемых почв с течением времени нарастали. Так, содержание гумуса в пахотном слое почвы на выщелоченных черноземах, по литературным данным, колеблется в пределах 4–6 % (А.И. Симакин, 1969). На полях опытной станции «Круглик» в 1927 г. оно было 4,15 % (Е.С. Блажний, 1929). При закладке вышеописанного стационарного опыта в 1964 г. содержание гумуса составляло 3,92 %. К концу третьей ротации севооборота – в 1987 г. оно снизилось на контрольных неудобряемых делянках до 3,50 %. Простой расчет показывает, что потеря гумуса в течение одного года из пахотного слоя вначале составляла 155 кг/га, а через 23 года она увеличилась до 271 кг/га. Эти цифры говорят о том, что в изучаемых почвах, обладающих высокой энергией минерализационных процессов, идет быстрая потеря гумуса.

Очевидно, что на черноземах Кубани, применяя только минеральную систему удобрений, невозможно обеспечить оптимальный уровень интенсивности и направленности микробиологических процессов, связанных с синтезом и деструкцией гумуса.

Органоминеральные удобрения

Действие органоминеральных удобрений и навоза на состав и функционирование микробоценоза изучалось нами на

черноземе обыкновенном в стационарном опыте, заложенном на экспериментальной базе СКНИПТИАП в Выселковском районе Краснодарского края. Мониторинг биологической активности почвы проводили в 10-польном зернотравяно-пропашном севообороте в течение 6 лет (1993–1999). Исследовали влияние различных систем удобрений. Установлено, что все виды удобрений повышали общую биогенность и общую биологическую активность почвы. Но на отдельные группы микроорганизмов действие различных видов удобрений имело различную направленность. Так, минеральные удобрения в опыте на обыкновенном черноземе, также как и в опытах на выщелоченном черноземе, увеличивали в составе микробоценоза долю бактерий, участвующих в минерализации гумусовых веществ и микроскопических грибов (в том числе патогенных). Органоминеральные удобрения и навоз, напротив, ослабляли развитие этих микроорганизмов, но усиливали активность сапрофитов, разлагающих свежие растительные остатки. Следовательно, под влиянием удобрений происходит перестройка почвенного микробоценоза и меняется соотношение различных групп микроорганизмов между собой. Этот факт хорошо иллюстрирует расчет микробиологических показателей интенсивности минерализационных процессов (коэффициент минерализации, коэффициент олиготрофности, индекс педотрофности). Корреляционный анализ позволил установить, что между этими показателями и содержанием гумуса в почве существует высокая степень обратной связи ($r = -0,50 \dots -0,96$). При минеральной системе удобрений значения коэффициента минерализации и индекса педотрофности повышались, содержание гумуса при этом снижалось. При внесении органоминеральных удобрений и навоза наблюдалась обратная картина – микробиологические показатели интенсивности минерализации уменьшались, что сопровождалось повышением количества гумуса в почве (О.В. Енкина, Н.Ф. Коробской, 1999).

Эти данные показывают, что гумусное состояние почвы в большей степени зависит от соотношения отдельных

групп микроорганизмов в микробоценозе, чем от общей биогенности почвы.

Состав микробоценоза в значительной мере обуславливает и такой показатель как биологическая токсичность почвы. В нашем случае, при использовании высоких доз минеральных удобрений, увеличивалась плотность заселения почвы микроскопическими грибами и резко возросла ее токсичность. Органоминеральные удобрения не оказывали заметного влияния на численность микофлоры, токсичность почвы несколько снизилась. Расчет коэффициента корреляции показал существование прямой зависимости между этими двумя показателями ($r = + 0,79$).

Таким образом, исследования, проведенные на обыкновенном черноземе, показали, что минеральные удобрения негативно влияли на состав и функционирование почвенной микрофлоры, повышали биологическую токсичность почвы, усиливали минерализацию гумуса. Органоминеральные удобрения и навоз, напротив, оптимизировали состав микробоценоза, сдвигали направленность микробиологических процессов в сторону более медленного использования органического вещества самой почвы, снижали содержание фитотоксичных веществ в ней.

Обобщенный результат двух многолетних стационарных опытов, проведенных на выщелоченном черноземе (ВНИИМК) и на обыкновенном черноземе (СКНИПТИАП), убедительно свидетельствует о том, что эти почвы крайне нуждаются в обогащении органическим веществом (органические и органоминеральные удобрения, запахивание растительных остатков, сидераты и др.).

Влияние способов основной обработки почвы на ее микрофлору

Исследованиями в длительном стационарном опыте на выщелоченном черноземе установлено, что интенсивная обработка (ежегодные вспашки) создает благоприятные условия для активной минерализационной деятельности микрофлоры

во всем обрабатываемом слое почвы (0–30 см). Минимальные и поверхностные обработки (лемешное и дисковое лущение на 12–14 см и 8–10 см) повышают интенсивность микробиологических процессов в верхнем слое (0–10 см) и угнетают в нижнем (20–30 см). Со временем такая биологическая разноразнокачественность почвенных слоев возрастает.

Особого внимания заслуживает выявленная зависимость между биологической активностью отдельных слоев почвы и динамикой эффективного и потенциального плодородия в них. Ежегодные вспашки, повышая интенсивность процессов минерализации, увеличивают содержание элементов минерального питания, но ускоряют деструкцию гумуса. Регулярные мелкие рыхления, напротив, способствуют лучшему сохранению гумуса за счет усиленной гумификации большой массы растительных остатков в верхнем слое почвы и затухания минерализационной деятельности микроорганизмов в нижних, уплотненных слоях. Такая закономерность наметилась уже во второй половине первой ротации севооборота и усилилась с течением времени. Через 20 лет, на фоне общего снижения гумуса во всех вариантах опыта, на делянках с поверхностными обработками потери гумуса были в 1,5–2 раза меньше, чем при интенсивной обработке (О.В. Енкина, П.Н. Ярославская, 1977).

Можно полагать, что на черноземах Кубани, при условии высокой культуры земледелия, возможно длительное применение энергосберегающих поверхностных обработок без снижения урожаев возделываемых культур и при сохранении благоприятной динамики гумусного состояния почвы.

Действие гербицидов на биодинамику выщелоченного чернозема

Изучение экологических последствий применения гербицидов является одной из важнейших задач почвенной микробиологии. Во ВНИИМКе работа в этом направлении проводилась многие годы (1965–1990).

Было исследовано более 30 препаратов различной химической природы. Выявлено, что кратковременное применение гербицидов в производственных дозах не является той нагрузкой, которая может вызвать существенные устойчивые изменения в структуре и функционировании микробоценоза пашни (О.В. Енкина, Д.С. Васильев, 1974; О.В. Енкина, 1975). Вместе с тем, когда гербициды вносят систематически, они превращаются в постоянно действующий экологический фактор, изменяющий не только макро-, но и микробоценоз почвы. Так, длительное (12 лет) ежегодное применение комплекса гербицидов (2,4-Д, трефлан, тилам) на фоне мелких обработок почвы в зернопропашном севообороте привело к угнетению общей биологической активности почвы. Ингибирующее действие гербицидов носило избирательный характер на отдельные таксономические группы микроорганизмов. Наиболее чувствительными оказались процессы нитрификации и целлюлозоразрушающая способность почвы. Содержание гумуса в пахотном слое почвы снижалось в абсолютном выражении по отношению к контролю на 0,44 и на 0,50 % в сравнении с его исходным количеством (О.В. Енкина, Н.Ф. Коробской, 1999).

Причинами такого негативного влияния длительного применения гербицидов служит как прямое токсичное действие их на наиболее чувствительные группы микроорганизмов, так и косвенное, из-за сниженного поступления в почву растительных остатков в результате уничтожения сорняков.

По литературным данным, степень отрицательного действия гербицидов во многом определяется размерами остаточных количеств гербицидов, накапливающихся в почве, и скоростью их детоксикации. Разложение гербицидов идет в основном путем их микробиологической трансформации и может быть усилено добавлением в почву легкодоступных источников питания. Потребляя эти соединения, микроорганизмы путем кометаболизма превращают гербициды в нетоксические продукты (Л.А. Головлева, Г.К. Скрябин, 1976). Есть основание полагать, что снизить или даже полностью избежать негативных экологических последствий применения

гербицидов можно внося в почву достаточное количество органических удобрений.

Роль «биологического» азота в продуктивности агроценоза

Потребность сельскохозяйственных культур в азоте может в значительной степени удовлетворяться за счет «биологического» азота, фиксируемого симбиотическими и свободноживущими микроорганизмами из воздуха.

В 70–90-х годах во ВНИИМКе над этой проблемой работал большой коллектив сотрудников отделов земледелия и сои (О.В. Енкина, В.Ф. Баранов, А.И. Лебедовский, И.Н. Терентьева, В.И. Марин, М.А. Цветкова, А.Н. Ригер). Изучалась целесообразность инокулирования семян масличных культур различными представителями азотфиксирующих микроорганизмов.

Эффективность нитрагинизации в посевах сои и арахиса

В посевах сои исследовалось действие нитрагина, содержащего специфическую группу бактерий – *Rhizobium japonicum*. Опыты закладывали на выщелоченном, слабощелочном и обыкновенном черноземах в орошаемых и неорошаемых условиях. Исследован комплекс факторов, влияющих на эффективность инокуляции: форм, доз, способов внесения нитрагина, влажности почвы, различных доз минеральных удобрений и микроэлементов, наличия в почве спонтанных форм клубеньковых бактерий (*Rh. j.*). Проверены вирулентность и нитрогеназная активность более 30 штаммов *Rh. japonicum* на 10 сортах сои (О.В. Енкина, Т.Н. Волкова, В.Ф. Баранов, А.Н. Ригер, 1987). Установлено, что эффективность бобово-ризобиального симбиоза в большей степени определяется физиологическими особенностями сорта сои, чем штамма бактерий (Т.Н. Волкова, О.В. Енкина и др., 1985). Это говорит о перспективности селекции сои на азотфиксирующую способность. Выявлено пять наиболее активных штаммов *Rh. Japonicum*, существенно повышающих урожайность сои и содержание белка в ее зерне. Два из них (634⁰, 639⁶) уже

в начале 80-х годов прошлого века получили широкое распространение в соесеющих хозяйствах края. Доказано, что сочетание инокуляции с внесением повышенных доз азотно-фосфорных удобрений резко снижает эффективность этого приема из-за негативного влияния минерального азота на формирование и продуктивность симбиотического аппарата сои. Так, применение инокуляции на фоне удобрений ($N_{30-90}P_{30-60}$) снижало количество клубеньков по сравнению с неудобренным контролем на 13–36 %. Азотфиксирующая способность одного растения падала на 28–39 %, количество азота, фиксируемого из воздуха за вегетационный период одним гектаром посева сои, уменьшилось на 25–33 кг/га. Потребление же минерального азота из почвы повысилось соответственно в 1,2 и 3,4 раза. Хороший результат был достигнут при использовании нитрагина на фоне основного внесения фосфора (P_{60}) и поздних азотных подкормок сои весной (N_{20}) (О.В. Енкина, 2005). Роль фосфорного удобрения четко проявилась в активизации формирования клубеньков на корнях (рисунок, вариант 3).

Рост урожая сои, в проведенных опытах, сопряжен с развитием на ее корнях количества клубеньков ($r = +0,79$) и их нитрогеназной активности ($r = +0,99$). В свою очередь, уровень азотфиксирующей активности клубеньков очень тесно связан с количеством летних осадков, особенно выпадающих в июле–августе ($r = +0,92$). Поэтому на неорошаемых землях Краснодарского края в зонах неустойчивого увлажнения эффективность инокуляции сои ниже, чем на орошаемых участках и сильно меняется в зависимости от погодных условий года.

По средним данным многолетних (1975–1995 гг.) опытов, проведенных ВНИИМКом на 3-х типах черноземов, инокуляция сои лучшими штаммами клубеньковых бактерий без использования минеральных удобрений давала прибавку урожая в неорошаемых условиях 0,17 т/га, содержание белка в семенах возрастало на 2,3 %, сбор белка с гектара увеличивался на 134 кг. В условиях орошения эти цифры соответственно были 0,22 т/га, 3,1 %, 162 кг. Нитрагинизация сои в Красно-

дарском крае получила широкое распространение и была признана обязательным агроприемом при ее возделывании.

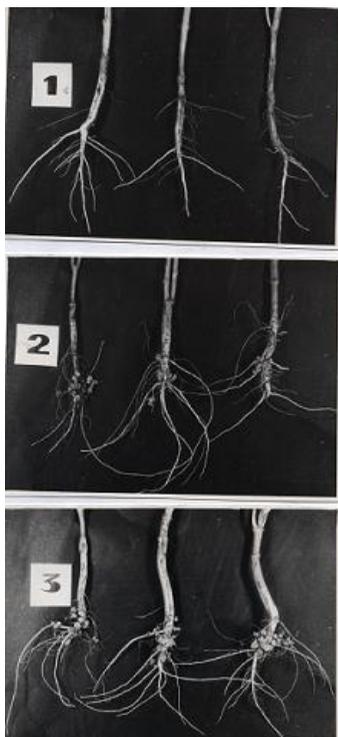


Рисунок 2 – Клубеньки на корнях сои по вариантам: 1 – контроль, без инокуляции семян; 2 – инокуляции семян нитрагином штамм 646; 3 – инокуляция семян (шт. 646) на фоне P_{60} (ЦЭБ ВНИИМК, 1975 г.)

Арахис, согласно литературным данным, слабо использует симбиотрофный тип питания. Это объясняется незначительным количеством на его корнях специфических клубеньковых бактерий – *Rhizobium vigna*. Нами, совместно с сотрудниками ВНИИСХМ, из клубеньков арахиса был выделен штамм *Rhizobium spp* № 33, обладающий высокой азотфиксирующей способностью.

По средним данным трех полевых опытов, при инокуляции арахиса он обеспечивал повышение урожая бобов на 0,31 т/га и содержание в них белка на 2,2 %. В 1986 г. на этот новый штамм было получено авторское свидетельство за номером 1240004. Он был рекомендован для промышленного изготовления нитрагина для арахиса.

Действие ассоциативных азотфиксаторов в посевах подсолнечника

Возможность использования «биологического» азота, продуцируемого свободноживущими микроорганизмами, изучалась нами в посевах подсолнечника в течение 1987–1990 гг.

Апробировано четыре культуры ассоциативных diaзотрофов, полученных от ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. В годы с достаточным количеством осадков достигнут положительный эффект от препаратов, содержащих культуры *Arthrobacter* шт. 7 и *Flavobacterium* шт. 30. Под влиянием инокуляции этими препаратами в ризосфере подсолнечника нитрогеназная активность почвы была выше по сравнению с контролем на 16-46 %, повысилось содержание органических и минеральных форм азота. Урожай подсолнечника вырос на 0,18 и 0,26 т/га. Сбор масла с гектара увеличился соответственно на 112 и 161 кг. Эти результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований оптимизации азотного питания подсолнечника путем обогащения его ризосферы ассоциативными азотфиксаторами.

Заключение. Пахотные почвы многих регионов страны, как известно, подвергаются деградации. Одной из основных причин негативного последствия хозяйственной деятельности человека на плодородие почвы следует назвать слабую изученность и, как следствие этого, недооценку влияния антропогенных факторов на почвенную биоту.

На Северном Кавказе ВНИИМК является единственным научно-исследовательским учреждением, где в течение почти 40 лет (1951–1990 гг.) систематически изучались биологические свойства черноземов Кубани. Было установлено, что возделывание масличных культур в севообороте оказывает сложное многогранное влияние на микробиологическую активность почвы. Оно может играть как позитивную, так и негативную роль в формировании почвенного плодородия.

На основании проведенных исследований впервые:

- была дана характеристика микрофлоры почвенного профиля выщелоченного чернозема Кубани;
- изучена сезонная динамика численности и активности микрофлоры этих почв;

– выявлены изменения в интенсивности и направленности почвенных микробиологических процессов под влиянием используемых агротехнологий;

– установлена зависимость между уровнем активности микробиологических процессов в почве ее азотным режимом и плодородием.

Полученные материалы и результаты других исследователей свидетельствуют о том, что в настоящее время земледелие ведется в условиях нарушенного экологического равновесия. В большинстве агроэкосистем, в результате используемых агротехнологий, изменяется естественный ход биохимической деятельности микроорганизмов, который в целинных почвах обеспечивает устойчивое равновесие процессов синтеза и разложения гумуса. В пахотных почвах нарушается природный гомеостаз экосистем, ухудшается их фитосанитарное состояние, снижается содержание гумуса.

В микробиологическом аспекте агроприемами, оптимизирующими направленность микробиологических процессов в почве и способствующими сохранению почвенного плодородия на черноземах Кубани, как мы полагаем, могут быть:

– исключение использования высоких доз минеральных азотных удобрений;

– максимальное сближение сроков внесения минеральных удобрений с периодом их активного потребления растениями;

– обогащение почвы органическим веществом (органические удобрения, растительные остатки, сидераты);

– минимализация основной обработки почвы;

– исключение применения гербицидов в таком режиме, когда они превращаются в постоянно действующий экологический фактор, негативно влияющий на функционирование микробиоценоза почвы;

– максимальное использование потенциала биологической фиксации азота воздуха путем расширения посевов бо-

бовых культур и применения бактериальных удобрений на основе симбиотических и ассоциативных азотфиксаторов.

Изложенное убеждает в необходимости включения в систему агроэкологического мониторинга изучение почвенной биоты, как одного из основных факторов, обуславливающих гумусное состояние почв.

Список литературы

1. *Блажний, Е.С.* К характеристике почв «Круглик 1» / Е.С. Блажний // Тр. Кубанского СХИ. – Краснодар, 1929. – Т. 8.

2. *Волкова, Т.Н.* Соотношение роли растительного и микробного компонентов в эффективности бобово-ризобиального симбиоза / Т.Н. Волкова, О.В. Енкина // Микробиология. – 1985. – Вып. 5.

3. *Головлева, Л.А.* Эколого-биохимические аспекты микробиологической деградации ксенобиотиков / Л.А. Головлева, Г.К. Скрыбин // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1976. – № 3.

4. *Енкина, О.В.* Применение фосфоробактерина на предкавказском выщелоченном черноземе // Вестник с.-х. науки. – М., 1962. – № 6.

5. *Енкина, О.В.* Применение бактериальных удобрений под масличные культуры // Масличные и эфиромасличные культуры. – М., 1963.

6. *Енкина, О.В.* Эффективность фосфоробактерина и некоторые вопросы биологического превышения фосфора в выщелоченном черноземе Кубани / Ольга Вадимовна Енкина // Авт. реф. дис. на соиск. уч. ст. к. б. н. – Краснодар, 1963.

7. *Енкина, О.В.* Изменение количества почвенной микрофлоры в севообороте с масличными культурами в зависимости от сезонов года // Бюл. науч.-техн. инфор. по масличным культурам. – Краснодар, 1970 (июнь). – С. 32–38.

8. *Енкина, О.В.* Сезонная динамика биологической активности почвы в условиях Кубани // Динамика микробиоло-

гических процессов в почве и обуславливающие ее факторы. – Таллин, 1974. – Ч. I.

9. *Енкина, О.В.* Влияние рамрода и лассо на микробиологическую активность почвы на посевах подсолнечника / О.В. Енкина, Д.С. Васильев // Химия в сельском хозяйстве. – 1974. – № 10.

10. *Енкина, О.В.* Биологическая активность почвы при внесении нитрофора, трефлана и 2,4-Д // Сб.: Применение гербицидов на посевах масличных культур. – Краснодар, 1975.

11. *Енкина, О.В.* Биологическая активность почвы при различных системах ее основной обработки в севообороте / О.В. Енкина, П.Н. Ярославская // Сб.: Основная обработка и удобрения под масличные культуры. – Краснодар, 1977. – С. 60–66.

12. *Енкина, О.В.* К вопросу о влиянии азотных удобрений на динамику некоторых показателей биологической активности почвы // Микробиологические основы повышения плодородия почвы. – Таллин, 1978.

13. *Енкина, О.В.* Микробиологическая активность почвы в связи с применением минеральных удобрений // Материалы VII международной конференции по подсолнечнику, 27 июня–3 июля 1976 г. – М.: Колос, 1978.

14. *Енкина, О.В.* Микробиологическая активность почвенного профиля при осеннем внесении минеральных удобрений // Материалы II симпозиума «Биодинамика почв». – Таллин, 1979.

15. *Енкина, О.В.* Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза при использовании различных штаммов Rh. j. / О.В. Енкина, Т.Н. Волкова, В.Ф. Баранов, А.Н. Ригер // Труды ВНИИСХМ. – Л., 1987. – Т. 57.

16. *Енкина, О.В.* Динамика биологической активности черноземов Кубани при длительном применении удобрений // Биодинамика почв (III Всероссийский симпозиум 25–27 октября 1988 г.). – Таллин, 1988.

17. *Енкина, О.В.* Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани / О.В. Енкина, Н.Ф. Коробской. – Краснодар, 1999.

18. *Енкина, О.В.* Симбиотическая азотфиксация // Соя: биология и технология возделывания. – Краснодар, 2005. – С. 56–64.

19. *Игатьев, Б.К.* Об эффективности применения бактериальных удобрений на западно-предкавказском выщелоченном черноземе / Б.К. Игатьев, О.В. Енкина // Краткий отчет о научно-исследовательской работе ВНИИМК за 1958 г.

21. *Лукашев, А.И.* Оптимизация дозы и соотношения НРК в основном удобрении подсолнечника при различных способах его внесения / А.И. Лукашев, В.П. Суетов, Н.М. Тишков, Н.Н. Прядко // Законченная НИР ВНИИМК, 1980.

22. *Павленко, В.А.* Плодородие выщелоченного чернозема при длительном применении минеральных удобрений / В.А. Павленко, Н.М. Тишков, О.В. Енкина. – Краснодар, 1996.

23. *Сапожников, Н.А.* Трансформация азота удобрений в дерново-подзолистых почвах. Динамика микробиологических процессов в почве // Материалы симпозиума 4–5 сентября, 1974). – Таллин, 1974. – Ч. I.

24. *Симакин, А.И.* Агрохимическая характеристика Кубанских черноземов / А.И. Симакин. – Краснодар, 1969.

25. *Тишков, Н.М.* Изменение агрохимических, физико-химических и биологических свойств выщелоченного чернозема при внесении удобрений под масличные культуры в севообороте. Проблемы агрохимии в Северо-Кавказском регионе / Н.М. Тишков, О.В. Енкина // Тезисы докл. секции агрохимии РАСХН 22–25 октября 1991. – Краснодар, 1991.



А.С. Бушнев,
*кандидат сельскохозяйственных
наук, доцент, заведующий
лабораторией агротехники
отдела земледелия ВНИИМК*

АГРОТЕХНИКА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

После основания в 1932 г. ВНИИМК, в институте были созданы секторы агротехники, агрохимии и почвоведения, а в 1935 г. они были объединены, и в общем секторе агротехники образованы рабочая группа по механизации, группа агробиологии (А.Я. Максимова, С.А. Геворкянц), группа сорняков (Н.И. Куколев), группа севооборотов (Ю.М. Полещук).

Исследования по агротехнике масличных культур ведутся во ВНИИМК с начала его создания. Естественно, многие агротехнические рекомендации довоенных лет морально устарели, но некоторые решения принципиальных вопросов не потеряли своего значения и до сих пор способствуют получению высоких урожаев масличных культур в различных почвенно-климатических зонах. Это рекомендации по густоте стояния, правильному размещению масличных культур в севообороте и др. [23].

В первое послевоенное десятилетие (1946–1956 гг.), когда поля страны были значительно засорены, нарушены севообороты, не хватало средств химизации, основное место в исследованиях по агротехнике занимали вопросы повышения общей культуры земледелия. В эти годы на основании результатов опытов обобщения работы передовиков были внесены

существенные изменения в систему чередования культур в травопольных севооборотах, (Б.К. Игнатъев). Малопродуктивные зерно-бобовые смеси были заменены люцерной, позволившей получать сено более высокого качества и на 5–6 ц/га больше, а также улучшить пласт многолетних трав как предшественник озимой пшеницы. Было предложено пласт люцерны использовать не под яровую, а под озимую пшеницу, что обеспечивало получение 5–6 ц/га зерна ежегодно. В целях борьбы с отрастанием люцерны ВНИИМК рекомендовал производству применять предварительное лущение вслед за последним (2 или 3) укосом трав плугами с удлиненными лемехами на глубину 10–12 см, а после подсыхания подрезанных корневых шеек люцерны – вспашку с прикатыванием и боронованием на глубину 20–22 см. Предложенная институтом система обработки травяного поля устраняла отрастание люцерны, значительно снижала засоренность посевов озимой пшеницы и повышала ее урожай на 2,5–3 ц/га в сравнении с применяющейся с глубокой вспашкой без предварительного лущения [23].

Коллектив сектора агротехники в середине 40-х годов прошлого века занимался вопросом о сроках возврата подсолнечника из-за поражения его заразихой, ложной мучнистой росой и другими болезнями. При определении места подсолнечника в севообороте большое внимание было уделено его влагообеспеченности. Было установлено, что после люцерно-злаковой смеси запасы влаги во влажной зоне Краснодарского края полностью восстанавливаются на третий год после их распашки (С.А. Геворкянц, А.Я. Максимова 1946) [24].

В то время на основании всестороннего изучения были определены лучшие места возделывания масличных культур в севооборотах с травосеянием для Краснодарского края (С.А. Геворкянц), Ростовской области (Н.И. Калинин), ЦЧО (А.П. Кузьмина, Г.А. Рубин). Правильное размещение масличных

культур в севооборотах с многолетними травами повышало урожай семян на 1,5–2,5 ц/га [23].

Геворкянц С.А. также были разработаны и уточнены ряд приемов возделывания арахиса, клещевины, подсолнечника, горчицы сарептской, кориандра, шалфея мускатного, мяты перечной и розы эфиромасличной. Среди них – место клещевины и арахиса в севооборотах, площади питания, сроки посева, сроки и способы уборки арахиса. Для Ростовской области была выявлена отзывчивость подсолнечника, горчицы сарептской, клещевины и льна масличного на припосевное внесение гранулированного суперфосфата. Разработаны агротехнические условия раздельной уборки сарептской горчицы и шалфея мускатного. Для условий Кубани была установлена возможность многолетней культуры мяты и получение двух укосов мяты на плантациях второго года без полива и ряд других вопросов. Результаты исследований были опубликованы в научных трудах ВНИИМК, периодической печати и в ежегодных научных отчетах, а сделанные выводы включены в агроуказания и рекомендации [25].

Большой объем работ был проведен сотрудниками лаборатории агротехники по изучению такой сельскохозяйственной культуры, как арахис, были разработаны приемы его возделывания. По результатам наблюдений плановые посевы арахиса в Краснодарском крае были проведены еще в 1929 г. на площади 100 га. С этого времени посевная площадь под арахисом с каждым годом начала увеличиваться и в конце 40-х годов Краснодарский край по значимости возделывания арахиса занимал второе место в Союзе, уступая только Закатало-Нухинской зоне Азербайджана. Росту посевных площадей способствовало появление Кубанского сорта ВНИИМК 344 (селекционер Умен Д.П.), дававшего высокие и устойчивые урожаи бобов. Исследования по агротехнике арахиса начаты с организации Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур в 1932 г. Институтом в 40-х годах, в дово-

енный период, был разработан основной комплекс агротехники для сортов ВНИИМК 344 и ВНИИМК 107 (районированных в то время), обеспечивающий получение устойчивых урожаев бобов. Исследованиями ВНИИМК установлено (С.А. Геворкянц, 1947–1949), что посевы арахиса можно размещать на третий год после запашки трав, при этом обеспечивается получение более высокого урожая бобов в сравнении с посевами в полях, удаленных от трав. Как предшественник озимых и яровых злаковых культур, арахис не уступает клещевине и подсолнечнику. Арахис при правильной обработке и уходе за посевами оставляет поля по чистоте от сорняков и рыхлости, уступающие только чистым парам. Работами института и Закавказской опытной станции выявлено, что при повторном посеве арахиса (посев арахиса по арахису,) повышается количество (в %) растений, болеющих болезнями увядания. Исследованиями института (Н.И. Куколёв) доказано, что глубокая вспашка с предварительным лущением стерни повышает урожай и качество семян арахиса. Глубокая зяблевая вспашка способствует улучшению физико-химических свойств почвы, (влажность, рыхлость, структура) и создаются условия, обеспечивающие активную мобилизацию нитратного азота в почве. Специальными исследованиями ВНИИМК (Г.Я. Дуда, С.А. Геворкянц) было установлено, что искусственная досушка арахиса может производиться при температуре 40 °С на настилах, слоем от 5 до 7 см в зависимости от влажности бобов. Была разработана технология возделывания арахиса на базе комплексной механизации (С.А. Геворкянц) [26].

Исследованиями по основной обработке почв Кубани (М.И. Куколев, А.Я. Максимова, П.Н. Ярославская), ЦЧО (М.Н. Иванов, А.Я. Максимова, З.М. Магазинова, А.С. Карионова), Ростовской области (И.С. Акиндинов) была выявлена отзывчивость различных полевых культур на углубление пахотного слоя, длительность действия глубокой вспашки в севообороте и экономическая ее эффективность, влияние

способов основной обработки почвы на культурные и сорные растения. Было установлено, что на сильно засоренных полях глубокая, до 30–32 см вспашка под масличные культуры уменьшает число сорняков в 3–4 раза и обеспечивает прибавки урожая семян на 15–20 %. Наиболее отзывчивыми на углубление пахотного слоя оказались: клещевина, арахис, сахарная свекла. Подсолнечник в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения слабо реагировал на увеличение глубины основной обработки почвы. Озимая пшеница при непосредственном углублении под ее посев часто снижала урожай по сравнению с более мелкими обработками, особенно заметно в засушливых условиях. 2–3-ярусные вспашки на глубину 45–55 см даже на засоренных полях не приводили к увеличению урожая масличных культур, но удорожали его стоимость и были отклонены как экономически невыгодные. Безотвальные способы обработки почвы под масличные культуры не имели преимущества перед вспашкой, так как способствовали засорению посевов однолетними и многолетними сорняками, что приводило к снижению урожая. Разработанные на основе многолетних исследований принципы построения системы обработки почвы в севооборотах с масличными культурами до сих пор успешно применяются в колхозах и совхозах [23].

В комплексе мероприятий, направленных на повышение общей культуры земледелия, важная роль принадлежит приемам очищения полей от многолетних корнеотпрысковых сорняков. В результате опытов, проведенных на экспериментальной базе ВНИИМК (А.Я. Максимова, П.Н. Ярославская), в колхозах и совхозах Краснодарского края (Н.И. Куколев, А.С. Кайдаш) в конце 50 – начале 60-х годов была разработана и рекомендована сельскохозяйственному производству система послонных обработок почвы при подготовке зяби под подсолнечник и другие пропашные культуры, которая обеспечивала уничтожение 70–80 % сорных растений и по-

вышение урожая масличных культур на 1,5–2,5 ц/га. Положительное влияние приемов основной обработки почвы, направленных на борьбу с корнеотпрысковыми сорняками, сказывалось и на урожае озимой пшеницы, высеваемой после пропашных. В среднем за 5 лет опытов прибавка зерна озимой пшеницы составила 2,3 ц/га. Система послышной обработки почвы в осенне-зимний период для борьбы с корнеотпрысковыми сорняками широко и успешно применяется в производстве. Под урожай масличных культур в 1976 г. в Краснодарском крае эти приемы проводились на площади более 120 тыс. га. В результате затраты на уход за посевами снизились на 480 тыс. руб., собрано дополнительно около 18 тыс. тонн маслосемян [23].

В период с 1956 по 1976 гг. большое внимание уделялось изучению совершенствования приемов возделывания масличных культур в восточных районах СССР.

В результате исследований, проведенных в 1955–1958 гг. в Алтайском крае (А.И. Лукашев), были внесены существенные поправки в технологию возделывания подсолнечника в этой зоне. Было рекомендовано высевать подсолнечник не в ранние, а в средние сроки, что позволило повысить эффективность предпосевной культивации в уничтожении сорняков, получать более дружные и сильные всходы культурных растений на чистом поле. При этом урожай семян повышался на 1,5–1,8 ц/га, а затраты на уход за посевами снижались на 20–27 % [23].

В 1959–1962 гг. для условий Зауралья (Р.И. Смирнова) и Западной Сибири (М.Е. Педенко) были разработаны эффективные приемы основной, допосевной обработки почвы под подсолнечник, площади питания и способы посева, сроки уборки и приемы искусственного подсушивания урожая на корню с помощью химических препаратов. Разработанные и рекомендованные институтом способы десикации подсолнечника обеспечивали проведение уборки на 8–10 дней раньше и

получение семян с хорошими товарными и посевными свойствами [23].

В этот же период были разработаны рациональные приемы возделывания льна для Целинного края (Ю.П. Буряков) и горчицы для Западной Сибири (В.И. Семак), обеспечивающие получение стабильных урожаев семян этих культур при высоком их качестве. Только за счет предложенного институтом способа отдельной уборки в результате устранения осыпания урожаем семян льна повышался на 20–25 %, а горчицы – на 15–18 % по сравнению с обычным однофазным [23].

Наибольшие площади подсолнечника размещены на Северном Кавказе, в ЦЧО, Поволжье и Украине. До 60-х годов существовало представление, что подсолнечник – культура раннего срока сева и во всех основных зонах возделывания его высевали одновременно с ранними яровыми или вслед за ними. Всходы сорняков в допосевной период не уничтожались, посевы сильно засорялись и требовали больших затрат на уход, а урожай семян снижался. С целью устранения этих недостатков были проведены опыты по уточнению приемов предпосевной обработки почвы и сроков сева подсолнечника на экспериментальной базе ВНИИМК (П.Г. Семихненко), Воронежской (З.Т. Сильченко), Белгородской (Н.А. Муш, А.С. Карионова), Ростовской (Д.Н. Белевцев) опытных станциях, а также в Куйбышевской области (П.И. Самарин) и на Украине. Было установлено, что наиболее благоприятные условия для прорастания семян современных высокомасличных сортов подсолнечника создаются при прогревании почвы до 8–12 °С. Это совпадает с появлением массовых всходов ранних сорняков, которые уничтожаются предпосевной культивацией. Сев подсолнечника в оптимальные, а не в ранние сроки, позволяет выращивать более высокие урожаи при значительном сокращении затрат ручного труда по уходу [23].

С 60-х годов XX века сотрудниками лаборатории агротехники был выполнен большой объем исследовательских ра-

бот по изучению размещения в севообороте подсолнечника. Установлено, что лучший рост растений на протяжении всей вегетации (193,8–197,1 см) наблюдался по предшественникам кукурузе и клещевине. Количество хлорофилла в листьях подсолнечника после кукурузы было в 1,3–1,5, а после клещевины – в 1,8–2,0 раза больше, чем в растениях, которые росли после озимой пшеницы и сахарной свеклы. На основании опытных данных было определено, что на полях, чистых от сорняков, хорошими предшественниками подсолнечника могут быть кукуруза и клещевина. Урожай семян подсолнечника после них в среднем за 3 года исследований (1960–1962) получен на 1,2–1,3 ц/га выше, чем после озимой пшеницы. Однако лучшим из них была признана кукуруза, так как в отличие от клещевины она не засоряет посеvy подсолнечника падалицей (Б.К. Игнатьев, Н.Т. Агаркова, С.А. Геворкянц). В результате исследований было выявлено, что в семянках подсолнечника повышенное содержание масла накапливается при достаточных запасах почвенной влаги и отсутствии в период формирования семян суховеев и чрезмерно высоких температур. Недостаток влаги в почве, действие суховеев и высоких температур в фазы цветения и формирования семян являются причиной большой пустозерности и низкой масличности семян. Те же неблагоприятные условия отрицательно сказываются на наливе семян. Хорошие запасы влаги в почве во всем корнеобитаемом слое значительно сглаживают отрицательное влияние суховеев и высоких температур. Внесение азотных и фосфорных удобрений, с преобладанием фосфорных, при оптимальной площади питания способствуют более экономному использованию влаги растениями. Поэтому приемы возделывания, направленные на получение своевременных и дружных входов, с тщательной расстановкой растений и полнотой их стояния, а также приемы, направленные на создание достаточных запасов влаги во всем корнеобитаемом слое и внесение удобрений при правильном соотношении, имеют

решающее значение для формирования высоких урожаев семян подсолнечника с высокой масличностью (П.Г. Семихненко) [24].

При изучении размещения клещевины в севообороте было установлено, что лучшим предшественником для нее на полях, недостаточно очищенных от сорняков, можно считать озимую пшеницу, после уборки, которой можно очищать поля от сорняков, применяя системы полупаровой и послонной обработки почвы. При изучении изменения агрофизических свойств почвы в связи со способами основной обработки почвы по результатам многолетних (1955–1960 гг.) исследований было определено, что для западно-предкавказских сверхмощных выщелоченных черноземов, отличающихся тяжелым механическим составом, большое значение имеет глубокая вспашка – прием, ведущий к улучшению их физических свойств (А.Я. Максимова, П.Н. Ярославская) [24].

Анализ многолетних экспериментальных данных по видовому составу показал, что послонные механические обработки почвы в системе ее зяблевой подготовки наиболее полно уничтожают осот розовый и значительно слабее вьюнок полевой и ежевику.

Для ликвидации устойчивых видов многолетников в 1959–1963 гг. была разработана система зяблевой обработки почвы, включающая одно лущение и обработку корневых отпрысков сорняков гербицидами 2,4-Д (Д.С. Васильев). Сочетание механических и химических средств борьбы обеспечивало гибель 96 % вьюнка полевого и повышало урожай подсолнечника в среднем за годы исследований на 1,4 ц/га. Разработанный институтом метод очищения полей от многолетних корнеотпрысковых сорняков с помощью 2,4-Д включен в систему рекомендаций по ведению хозяйства на 1976–1980 гг. и успешно используется колхозами и совхозами Кубани, Ставрополя, Ростовской области [24].

Сотрудники лаборатории агротехники, во главе с ведущей лабораторией Ярославской Пелагеей Николаевной,

изучали изменение структурного состава пахотного слоя при глубокой отвальной вспашке. По данным ВНИИМК, этот процесс вел к большому накоплению влаги осенне-зимних осадков. Однако исследования сотрудников лаборатории показали зависимость накопления влаги в почве не только от глубины, но и от срока проведения вспашки. Ранняя глубокая зябь (август – первая декада сентября) не обеспечивала лучшего сбережения осенней влаги по сравнению с октябрьской вследствие довольно высоких средних температур и потери влаги из-за испарения. Было установлено, что безотвальная обработка почвы на черноземных почвах не имеет преимуществ в накоплении влаги в почве перед вспашкой с оборотом пласта (П.Н. Ярославская, А.Я. Максимова, И.С. Акиндинов, 1968) [27].

Повышение общей культуры земледелия, увеличение производства и поставок сельскохозяйственному производству гербицидов, более совершенных машин, создание новых высокопродуктивных сортов масличных и других полевых растений поставило перед агротехнической наукой ряд новых проблем, которые успешно решаются отделом земледелия ВНИИМК.

Институтом разработаны приемы минимальной допосевной обработки почвы под подсолнечник, клещевину (П.Г. Семихненко, В.И. Кондратьев, А.Н. Ригер), сою и арахис (В.И. Марин). Установлено, что в основных зонах возделывания масличных культур на черноземных почвах вместо 3–4 обработок до посева можно ограничиться одной предпосевной культивацией. При исключении ранневесенних обработок зяби лучше сохраняется влага в верхних горизонтах почвы и более полно уничтожаются до посева всходы сорных растений. Экономия прямых затрат на каждом гектаре по сравнению с применявшейся раньше технологией допосевной обработки составляет 1,16–1,96 рубля. Расход горючего на каждом гектаре сокращается на 5,2 килограмма. Рекомендации института по возделыванию масличных культур при минимальной допосевной обработке почвы успешно внедряются в производство.

На Северном Кавказе, в ЦЧО такая обработка ежегодно применяется на площади более 500 тыс. га, что позволяет ежегодно экономить более 750 тыс. рублей и 2,5 тыс. тонн горючего [23].

Коллективом лаборатории агротехники в начале 70-х годов XX века был проведен ряд работ, направленных на изучение возможности сокращения допосевных обработок почвы под подсолнечник. Исследованиями, проведенными П.Г. Семихненко и В.И. Кондратьевым (1969) на выщелоченном черноземе, было установлено отрицательное значение ранневесенних обработок. Было отмечено, что они снижают эффективность борьбы с сорняками, задерживая их прорастание, в связи с чем приводят к запаздыванию с посевом подсолнечника. На черноземных почвах, не склонных к заплыванию и образованию корки, как правило, следовало ограничиться проведением одной предпосевной культивации. Проведение этой операции до посева подсолнечника позволяло на 4-6 дней раньше получить всходы сорняков и соответственно ускорить посев, что способствовало повышению урожая подсолнечника. Кроме того, было доказано, что исключение ранневесенних обработок позволяет все работы по посеву производить при наступлении спелости почвы, не допуская переуплотнения пахотного слоя. Если на пропашных полях проводится минимальная обработка в весенне-летний период и пахотный слой не переуплотняется, то при подготовке почвы под озимые культуры отпадает необходимость вспашки и даже глубокого рыхления. Достаточно ограничиться поверхностной обработкой (П.Г. Семихненко, А.Н. Ригер) [28].

В этот же период сотрудниками лаборатории (С.А. Геворкянц и В.М. Кононов) на Волгоградской областной сельскохозяйственной опытной станции были проведены опыты по определению оптимальных сроков и способов уборки сарептской горчицы в условиях этой зоны возделывания. На основании обобщения результатов исследований были определены пять основных фаз созревания сарептской горчи-

цы в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области и составлена их характеристика. Было установлено, что уборку горчицы следует проводить отдельным способом в фазе восковой спелости, а при уборке прямым комбайнированием в фазе полного созревания уменьшается урожайность семян и ухудшается их качество [29].

На основании результатов исследований 1971–1974 гг. (П.Н. Ярославская, А.Н. Ригер), разработаны и рекомендованы для сельскохозяйственного производства дифференцированные сроки и способы основной обработки почвы под подсолнечник и другие пропашные культуры в зависимости от погодных-климатических условий, степени и характера засоренности полей, которые обеспечивают прибавку урожая семян 1,2–1,5 ц/га [23].

В 1973–1976 гг. (П.Н. Ярославская, П.Я. Богомолов) разработаны приемы основной и допосевной обработки подсолнечника для районов, подверженных ветровой эрозии. Опытами, проведенными в ОСХ «Березанское» Кореновского района и в зоне Армавирского коридора (В.С. Поплаухин) Краснодарского края, установлено, что наиболее надежно защищает почву от ветровой эрозии плоскорезная система обработки с оставлением стерни. Разработанные институтом эффективные приемы допосевной подготовки почвы и способы применения гербицидов обеспечивают получение урожая подсолнечника при противозерозионной обработке не ниже, чем при обычной агротехнике. В ОСХ «Березанское» в среднем за 3 года урожай семян подсолнечника при противозерозионной обработке составил по 29,5 ц/га, на Армавирской опытной станции 23,3 и 21,1 ц/га соответственно [23].

В 1971–1976 гг. в стационарных опытах, проведенных на экспериментальной базе ВНИИМК (П.Н. Ярославская, А.Н. Ригер), Донской (Д.Н. Белевцев, Н.А. Зорин), Казахской (В.П. Поплаухин, Г.Я. Семенова), Армавирской (В.П. Поплаухин) опытных станциях, разработана минимальная система основ-

ной обработки почвы на базе применения трефлана в звеньях севооборота с подсолнечником и клещевиной. На выщелоченных, карбонатных сверхмощных и среднемощных черноземах при использовании высокоэффективных гербицидов ежегодную глубокую вспашку можно заменять мелкими на 12–14 см лемешными обработками под масличную культуру и дисковым лушением на 8–10 см под озимую пшеницу. Урожай семян масличных культур и зерна озимой пшеницы при минимальной системе не снижается, а затраты на обработку почвы сокращаются на 38–40 % [23].

Важным звеном этой системы является поверхностная подготовка полей под озимую пшеницу после подсолнечника и клещевины. При поверхностной обработке почвы исключается недобор зерна в годы с сухой осенью. Так, в среднем за 1974–1976 гг. сбор зерна пшеницы после подсолнечника и клещевины составил: по дисковому лушению на 8–10 см – 48,1 ц/га, по вспашке на 20–22 см – 46,4 ц/га. Стоимость обработки 1 га почвы снижалась с 7,54 руб. при вспашке до 2,98 руб. по лушению. Вместе с тем, поверхностная обработка под озимые после подсолнечника и клещевины способствует устойчивости почвы к эрозии.

Поверхностная обработка почвы под озимые успешно внедряется в хозяйствах Ленинградского, Приморско-Ахтарского, Кореновского и др. районов Краснодарского края на площади более 300 тыс. гектаров.

С 1974 г. в связи с расширением посевов сои в европейской части Союза, и в частности, в Краснодарском крае, отделом земледелия (В.И. Марин) начато изучение сортовой агротехники этой ценной белково-масличной культуры при возделывании на зерно. Институтом разработаны рациональные приемы допосевной подготовки почвы, определены оптимальные сроки сева, площади питания и способы размещения растений. Выявлены наиболее эффективные штаммы нитрагина для районированных сортов.

В 1976 г. на Кубани, по рекомендованной институтом технологии, сою выращивали на площади более 4 тыс. гектаров. Средний урожай составил 18,2 ц/га. В передовых хозяйствах края урожай получен по 25,2 ц/га – в госплемзаводе «Венцы Заря», в совхозах «Ладожский» Усть-Лабинского и «Кубань» Кавказского районов получено по 20 ц/га [23].

За период с 1976 по 1981 гг. коллективом лаборатории было представлено 12 научно-исследовательских работ, в том числе 7 по вопросам минимальной и противоэрозионной обработки почвы. Четыре законченные НИР по агротехнике были отмечены премиями.

С 1971 по 1974 гг. сотрудники лаборатории под руководством В.И. Марина работали по теме: «О противоэрозионной обработке почвы под масличные культуры на карбонатных черноземах». Был получен материал, позволяющий сделать вывод о возможности применения плоскорезной обработки почвы под масличные культуры на Кубани, при условии применения высокоэффективных гербицидов и правильного использования минеральных удобрений. С 1974 г. проводились исследования возделывания сои для новых сортов в неорошаемых условиях.

Коллектив сотрудников отдела земледелия и лаборатории агротехники работал также по тематике минимализации основной обработки почвы на посевах масличных культур, индустриальной технологии возделывания подсолнечника и клещевины на Кубани, допосевной обработки почвы, проводил исследования о сроках посева и густоты стояния растений новых сортов подсолнечника, опубликовал работы «Значение глубины разрыхленного слоя в сохранении почвенной влаги и о продолжительности проведения сева и уборки подсолнечника» и др. (В.И. Марин, В.И. Кондратьев).

В отделе земледелия проведены оригинальные исследования по химическому мульчированию почвы хлоргидратом для сокращения потерь влаги на физическое испарение,

по сокращению числа междурядных обработок подсолнечника на фоне применения высокоэффективного гербицида трефлан. Работы проводились под руководством старшего научного сотрудника отдела Баранова Валентина Федоровича. Десять лет он являлся также руководителем темы «Орошение масличных культур». Им был разработан режим орошения подсолнечника, сои и клещевины для условий Северного Кавказа с учетом биологических особенностей растений. Изучены дозы и способы внесения удобрений на посевах подсолнечника и сои в условиях орошения. Предложен новый метод диагностирования оптимальных сроков полива подсолнечника и сои по электропроводности листьев (В.Ф. Баранов, А.Г. Ефимов).

При изучении агротехнических аспектов возделывания сои в Краснодарском крае в лаборатории в конце 80-х годов был разработан ряд рекомендаций, включавших место сои в севообороте, посев и систему основной обработки под эту культуру. Установлено, что оптимальной густотой стояния растений сои является 350–400 тыс. на 1 га. Был разработан метод химической десикации посевов, подсушивающий надземную массу растений и ускоряющий уборку урожая. Соблюдение всего комплекса приемов возделывания сои позволяла получать высокие урожаи семян (15–20 ц/га) (В.И. Марин).

Сотрудники лаборатории разрабатывали агротехнические приемы возделывания сои в условиях орошения, способствовавшие дальнейшему широкому внедрению сои в Краснодарском крае. В 1976–1980 гг. велась работа над темой 5-летнего координационного плана МСХ СССР о разработке прогрессивной технологии возделывания сои на орошаемых землях юга Европейской части СССР, обеспечивающей повышение урожайности на 15–20 %. В результате исследований 1971–1975 гг. было установлено влияние вегетационных поливов и дробного внесения удобрений на урожайность сои в предгорной зоне; выявлена возможность возделывания сои в

рисовых севооборотах Краснодарского края. Был сделан вывод о том, что в условиях Краснодарского края лучшими условиями для орошаемого возделывания сои являются рисовые севообороты (А.И. Лебедевский, Уго Торо Корреа).

При изучении агротехнических приемов и сроков посева сои в середине 70-х годов лабораторией были разработаны соответствующие рекомендации. В условиях Краснодарского края лучшие условия по температуре и влажности для посева сои сортов Днепровская 12 и Комсомолка создавались в конце второй декады апреля. При этом сроке сева применение одной культивации перед посевом позволяло полностью уничтожить ранние однолетние сорные растения (В.И. Марин, А.И. Лебедевский, 1977).

С середины прошлого века совершенствование приемов агротехники возделывания подсолнечника продолжалось при возрастающей роли механизации и проявлении новых машин и орудий в полеводстве. Проводимые институтом и его опытной сетью агротехнические исследования были подчинены трем основным взаимосвязанным задачам: максимальному накоплению, сохранению и рациональному использованию запасов почвенной влаги, эффективному уничтожению сорняков и улучшению питания растений. Решение этих задач было направлено на разработку комплекса механизированных приемов возделывания для получения высоких урожаев с минимальными затратами труда и средств на единицу продукции.

Широкое внедрение индустриальных технологий возделывания масличных культур началось по стране в 1980 г. По данным ЦСУ СССР, эта технология за 1980–1984 гг. внедрена под подсолнечник на площади 4 млн. 264 тыс. гектаров, средняя прибавка урожая составила 4,8 ц/га, а дополнительный чистый доход – 41 руб./га (паспорт НТД). По клещевине эта технология внедрена в 1981–1984 гг. на общей площади 220 тыс. гектаров, средняя прибавка урожая 2,4 ц/га, экономический эффект 161 руб./га (паспорт НТД).

В Краснодарском крае с 1980 по 1984 гг. под подсолнечник площади возделывания по индустриальной технологии возросли с 20 до 101 тыс. гектаров, клещевина в 1984 г. возделывалась по этой технологии на всей площади посева. Данные технологии были внедрены в хозяйствах Щербиновского, Староминского и Кореновского районов Краснодарского края.

В 80-х годах при разработке способов основной обработки почвы под подсолнечник сотрудниками лаборатории в районах, подверженных ветровой и водной эрозии, была разработана система противозерозионной обработки почвы, включавшая в себя два мелких (на 8–10 и 10–12 см) рыхления стерни плоскорезами и обработку плоскорезами-глубокорыхлителями на 20–25 см в сентябре–октябре. После этого на поверхности оставалось около 55 % стерни, надежно защищавшей почву от выдувания и смыва. Однако при этом засоренность полей возрастала в 2 раза и более по сравнению с вспашкой. Поэтому такую обработку необходимо было сочетать с применением гербицидов (В.И. Марин, Л.И. Токарева, 1988).

Отдел земледелия ВНИИМК, в частности сотрудники лаборатории агротехники, проводили исследования по минимизации обработки почвы при возделывании масличных культур. Лаборатория участвовала в разработке индустриальной технологии возделывания подсолнечника и клещевины. Были разработаны рекомендации по площади питания новых сортов и гибридов подсолнечника и густоты стояния растений клещевины. При изучении приемов основной обработки почвы было установлено, что использование высокоэффективных гербицидов и применение рациональных доз минеральных удобрений ведет к тому, что глубина вспашки под подсолнечник без ущерба для урожая может быть уменьшена до 12–14 см. Это позволило снизить затраты на выполнение операции на 40 % (В.И. Марин, Л.И. Токарева, 1988).

В конце 80-х – начале 90-х годов был разработан эффективный способ возделывания сои в пожнивном посеве при

орошении, рентабельность от которого была выше в 5–7 раз и составляла 159–221 % против 29 % на контроле без орошения (В.Ф. Баранов, В.Г. Калужный, 1990).

С конца 80-х годов сотрудники отдела земледелия стали активно заниматься исследованиями в области агротехники, направленными на разработку новых адаптивных биологизированных ресурсо-, энергосберегающих, экологически безопасных технологий возделывания подсолнечника и других масличных культур. Предусматривалось изучить закономерности изменения плодородия почвы в стационарном полевом опыте; разработать адаптивные специализированные севообороты с короткой ротацией; сортовые агротехники возделывания и агроэкологические паспорта новых и перспективных гибридов и сортов подсолнечника; систему мероприятий борьбы с сорной растительностью в посевах подсолнечника, сои, льна масличного, озимого рапса; технологию возделывания льна масличного с экономической и энергетической оценкой отдельных элементов и технологий в целом (Н.М. Тишков, В.И. Марин, А.И. Дряхлов).

Ускоренному внедрению научных достижений способствовала созданная в начале 90-х годов на базе ВНИИМК сеть научно-производственных систем (НПС) «Масличные культуры». За четыре года функционирования системы урожайность подсолнечника в хозяйствах Краснодарской НПС повысилась в среднем на 3,4 ц/га, было получено дополнительно семян на 16860,4 тыс. руб., а урожайность сои в хозяйствах, вошедших в НПС, возросла с 14,5 до 17,9 ц/га и было получено 2408 тыс. руб. дополнительной прибыли (А.И. Бортников, А.И. Лебедевский, 1991).

Сотрудниками отдела земледелия для предотвращения развития и распространения болезней, а также для ускорения созревания клещевины было предложено проведение предуборочной десикации растений с помощью сельскохозяйственной авиации. В качестве десикантов предлагалось

использовать 60 %-ный раствор хлорат магния (15–20 кг/га), реглон (2–3 л/га), 45 %-ный водный раствор эдила (2 кг/га) (В.И. Марин, Л.И. Токарева, Н.В. Головань, 1991).

При изучении в стационарном севообороте закономерностей изменения плодородия при альтернативных способах ее обработки сотрудниками лаборатории агротехники было установлено, что наиболее эффективной является интенсивная обработка (вспашка под пропашные и озимые), при которой урожайность подсолнечника составила 3,95 т/га (1992 г.). Урожайность этой культуры при разноглубинной, минимальной и поверхностной обработках была ниже на 0,15; 0,26 и 0,62 т/га соответственно (В.И. Марин, В.И. Кондратьев).

Обобщение многолетних исследований (1965–1992 гг.) в стационарном опыте позволило установить, что в результате интенсификации земледелия в севообороте изменяется вся совокупность агрохимических и биологических свойств почвы, усиливается влияние самих культур на почвенное плодородие. По сравнению с исходными запасами (1965 г.) содержание гумуса в почве уменьшилось на 0,44–0,85 % (абсолютное значение). Ежегодно почва теряла вследствие минерализации в пахотном слое 750–800 кг/га гумуса.

Было установлено преимущество ярусной вспашки (20–40 см) и чизелевания (40 см) перед обычной вспашкой: плотность почвы в слое 20–40 см снижалась на 0,03–0,07 г/см³, запасы продуктивной влаги в слое 0–200 см увеличивались весной на 20–29 мм, засоренность посевов уменьшалась почти в 3 раза. В результате урожайность подсолнечника при ярусной вспашке возрастала на 0,22 т/га, а при чизелевании – на 0,12 т/га.

При изучении в условиях Кубани сроков сева новых гибридов и сортов подсолнечника в условиях 1994 г. наибольший урожай (2,05 т/га) был получен при первом сроке сева (22 апреля), при втором (11 мая) и третьем (29 мая) урожай снижался соответственно на 0,10 и 0,30 т/га.

В 1992–1996 гг. в лаборатории агротехники продолжились и углубились исследования по разработке элементов новых биологизированных ресурсосберегающих экологически безопасных технологий возделывания масличных и эфиромасличных культур с целью активизации воспроизводства плодородия почв и повышения урожайности культур.

Изучение влияния размещения подсолнечника в севообороте на его урожайность, проводимое в рамках лаборатории в течение нескольких лет, показало, что при возврате подсолнечника на прежнее место через 8, 6, 4, 3, 2, 1 год и посева подсолнечника по подсолнечнику урожайность его падает и в 1996 году составила соответственно 3,40; 2,97; 2,93; 2,38; 2,36; 2,23 и 2,06 т/га. При сокращении сроков возврата подсолнечника на прежнее место севооборота с 9 лет до 0 (подсолнечник по подсолнечнику) было отмечено снижение его урожайности на 36 % (по данным 1997 г.). Отрицательно сказывалось на урожайности подсолнечника и сокращение сроков его размещения после сои: 2,04 т/га – при разрыве между их посевами в 7 лет и 1,68 т/га – при посеве подсолнечника после сои.

В стационарном опыте, ведущемся с 1971 г. на базе лаборатории агротехники, в условиях 1999 г. продолжилось изучение способов основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами. На фоне внесения нового гербицида нитран в вариантах с интенсивной, разноглубинной, минимальной и поверхностной обработками почвы была установлена тенденция к уменьшению урожая семян клещевины (1,40; 1,37; 1,29 и 1,24 т/га соответственно). При минимальной обработке без гербицидов был получен урожай 1,31 т/га. Уровень урожайности озимой пшеницы после клещевины на этих вариантах был практически одинаковым – 5,3 и 5,6 т/га.

В этом же году был повторен опыт по замене зяблевой вспашки на глубину 20–22 см весенней обработкой плоскорезом КПШ-3,6; дисковой бороной БДТ-3 и обычным культивато-

тором КПС-4. Перед посевом подсолнечника запасы продуктивной влаги в слое 0–200 см по вариантам опыта составили: 274,0; 269,5; 241,5 и 246,1 мм соответственно. Объемная масса почвы в слое 0-30 см составила: 1,10; 1,16; 1,20 и 1,18 г/см³ соответственно. Средняя урожайность подсолнечника сорта Флагман составила: 3,10; 2,77; 2,36 и 2,45 т/га, сорта Родник – 2,48; 2,05; 1,98 и 1,68 т/га соответственно.

Результаты опыта однозначно свидетельствовали о преимуществе зяблевой вспашки под подсолнечник над весенней поверхностной обработкой почвы. Аналогичные результаты были получены и по культуре сои.

Сотрудниками лаборатории агротехники в 2000 г. был продолжен полевой опыт, начатый в 1999 г., о влиянии густоты стояния (40, 60 и 80 тыс. раст./га) на урожайность подсолнечника. Изучение проходило на сортах Родник, Березанский, Флагман селекции ЦЭБ ВНИИМК и гибриде Орион селекции Донской ОС ВНИИМК. Было выявлено, что при густоте стояния 80 тыс. раст./га существенно снижалась урожайность семян растений у всех сортов (на 0,10–0,40 т/га) и особенно у гибрида (на 0,2 т/га), имеющего большой габитус растения и более интенсивно использующего почвенную влагу при этой густоте.

Изучение различных вариантов весенней обработки не вспаханных своевременно участков с целью рационального использования пашни позволило установить, что существенное снижение урожайности наблюдалось при весенней обработке почвы, и особенно в варианте без прополки (на 0,60–0,10 т/га).

В лаборатории агротехники в этот период продолжились исследования по определению оптимальных сроков сева сортов подсолнечника: Р 453, Березанский и Мастер, а также гибрида Кубанский 941 селекции ВНИИМК. Посев проводился 28 апреля, 8 и 18 мая. Лучший урожай по всем сортам и гибриду получен при первом сроке сева (третья декада апреля). Прибавка урожая составила 0,04–0,32 т/га.

Изучение различных модификаций интенсивной технологии возделывания подсолнечника показало, что средняя урожайность составила при гербицидной технологии 2,40 т/га, безгербицидной – 2,36 т/га.

Многолетние (1992–2001 гг.) экспериментальные опыты, проводимые в лаборатории агротехники, свидетельствовали о том, что при одинаковой густоте стояния растений (15 и 20 тыс./га) ширина междурядий (70, чередование 70 и 140, а также 140 см) не оказывает существенного влияния на величину урожая семян подсолнечника. Семена, выращенные при различных междурядьях, также обеспечивали в потомстве получение одинаковых урожаев семян подсолнечника.

Данные опытов, проводимых в течение нескольких лет в лаборатории, убедительно показали, что минимизация основной обработки почвы на выщелоченном черноземе, даже на фоне использования гербицидов приводит к существенному снижению урожая подсолнечника. Так, урожайность озимой пшеницы после подсолнечника (в среднем 5,22 т/га), полученная в 2002 году, оказалась несколько меньше, чем после гречихи (в среднем 6,59 т/га), что объясняется меньшими запасами влаги в слое 0–200 см весной после подсолнечника. При ежегодной поверхностной обработке в севообороте также было получено достоверное снижение урожайности озимой пшеницы: после подсолнечника – 4,98 т/га (меньше на 12,5 %), после гречихи – 6,34 т/га (меньше на 6,9 %) по сравнению с разноглубинной, взятой в качестве контроля (В.И. Марин и др., 2002).

В 2003 г. в рамках стационарного опыта были завершены исследования в 4-й ротации севооборота с подсолнечником. В опыте были отмечены несколько большие показатели объемной массы почвы в горизонтах 10–20 и 20–30 см при минимальной (поверхностной) основной обработке почвы, практически равные запасы влаги в почве весной во всех вариантах опыта.

В первой ротации севооборота на фоне предшествующей высокой культуры земледелия средняя урожайность подсолнечника при минимизации основной обработки почвы существенно не различалась. Высокая степень засоренности посевов двудольными сорняками в четвертой ротации севооборота способствовала значительному снижению урожайности подсолнечника (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность подсолнечника при различных системах основной обработки почвы в севообороте

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, ц/га				
	1971–1974 гг. (I ротация)	1982–1984 гг. (II ротация)	1993–1995 гг. (III ротация)	2001–2003 гг. (IV ротация)	средняя
Интенсивная	30,8	29,3	29,1	19,1	27,1
Разноглубинная (контроль)	30,5	29,4	27,4	19,2	26,6
Минимальная	30,5	29,0	27,0	18,4	26,2
Минимальная без гербицидов	30,2	28,5	25,6	18,0	25,6
Мелкая безотвальная	29,6	30,0	24,6	17,0	25,3
НСР ₀₅	0,6	1,2	2,1	1,1	-

Урожайность подсолнечника снизилась при мелкой безотвальной основной обработке почвы только в третьей и четвертой ротациях севооборота, что объясняется в основном увеличением засоренности посевов устойчивыми к трейлану сорняками в третьей ротации на 8–27 %, а в четвертой – на 25–46 % по сравнению с контролем. В четвертой ротации севооборота засоренность на всех вариантах была в 3,2–4,7 раза выше по сравнению с третьей ротацией. В связи с этим при выборе гербицида необходимо иметь в виду, что в случае высокой численности сорняков, устойчивых к данному гербициду, снижение урожайности культуры может достигать 30 % и

более, причем это снижение будет значительно выше, чем замена вспашки мелкой отвальной или безотвальной обработкой почвы.

На основании многолетних исследований установлено, что при использовании новых высокоэффективных гербицидов обычную вспашку на глубину 20–22 или 30–32 см, при отсутствии корнеотпрысковых сорняков, вполне возможно и целесообразно заменить более мелкой отвальной обработкой корпусным лущильником на глубину 12–14 см. При этом снижение урожайности культуры составит 0,4 ц/га, или 1,5 %, а расход горюче-смазочных материалов уменьшится на 35–40 %. Применение мелкой безотвальной обработки почвы, при условии эффективной борьбы с сорной растительностью, способствует уменьшению урожайности подсолнечника на 1,3 ц/га, или на 5,1%. Полученный урожай культуры при такой системе обработки почвы экономически будет оправдан (А.С. Бушнев, 2008).

С 2003 г. лаборатория агротехники под руководством Бушнева А.С. проводит исследования в стационарных опытах по изучению влияния способов основной обработки почвы на продуктивность масличных культур и оценке их продуктивности в севооборотах с различной ротацией.

В звене клещевина – озимая пшеница в среднем за 2003–2005 гг. было установлено, что наибольшая урожайность клещевины (1,23–1,29 т/га) и сбор масла (0,58–0,66 т/га), а также урожайность озимой пшеницы (4,89–4,82 т/га) и продуктивность звена севооборота с этими культурами (7,03–7,25 т з.е./га) формируется при интенсивной и разноглубинной системах основной обработки почвы (табл. 2; 3; 4; 5).

Таблица 2

**Урожайность семян клещевины в зависимости
от способов обработки почвы**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т/га		
	2003 г.	2004 г.	средняя
Интенсивная	1,45	1,00	1,23
Разноглубинная (контроль)	1,53	1,25	1,39
Минимальная	1,14	0,72	0,93
Минимальная без гербицидов	0,95	1,00	0,98
Мелкая безотвальная	0,96	1,14	1,05
НСР ₀₅	0,23	0,21	-

Таблица 3

**Масличная продуктивность клещевины
в зависимости от способов обработки почвы**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Сбор масла, т/га		
	2003 г.	2004 г.	средняя
Интенсивная	0,69	0,46	0,58
Разноглубинная (контроль)	0,73	0,58	0,66
Минимальная	0,53	0,34	0,44
Минимальная без гербицидов	0,44	0,47	0,46
Мелкая безотвальная	0,45	0,52	0,49
НСР ₀₅	0,05	0,10	-

Таблица 4

**Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости
от последствий способов обработки почвы**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т/га		
	2004 г.	2005 г.	в среднем за 2004-2005 гг.
Интенсивная	5,06	4,71	4,89
Разноглубинная (контроль)	5,02	4,61	4,82
Минимальная	3,70	4,45	4,08
Минимальная без гербицидов	3,50	4,43	3,97
Мелкая безотвальная	4,26	4,22	4,24
НСР ₀₅	0,15	0,14	-

Продуктивность звена зернопропашного севооборота клещевина озимая пшеница в зависимости от способов обработки почвы

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т з.е./га		
	2003–2004 гг.	2004–2005 гг.	средняя
Интенсивная	7,59	6,46	7,03
Разноглубинная (контроль)	7,70	6,79	7,25
Минимальная	5,65	5,71	5,68
Минимальная без гербицидов	5,16	6,18	5,67
Мелкая безотвальная	5,94	6,22	6,08
НСП ₀₅	0,24	0,37	-

При минимальных и мелкой безотвальной обработках урожайность клещевины снижается на 17–30 %, озимой пшеницы – на 12–18 % и продуктивность звена в целом – на 14–20 % (А.С. Бушнев, 2005).

При изучении вопроса о размещении подсолнечника в короткоротационных (3–4-польных) севооборотах был сделан вывод о том, что продуктивность изучаемых сортов этой культуры зависит от предшественника и в среднем за 2005–2007 гг. при размещении подсолнечника по льну масличному показатели урожайности и сбора масла оказываются существенно выше, чем по предшественнику озимая пшеница (А.С. Бушнев, С.П. Подлесный, 2007).

Изучение водопотребления сортами подсолнечника, имеющими различный период вегетации при размещении их в короткоротационных севооборотах по предшественникам лен масличный и озимая пшеница, позволило выявить существенные различия в этом вопросе в течение 2005–2007 гг. исследований (С.П. Подлесный, 2007).

На основании 4-летних исследований (2005–2008 гг.) в звене севооборота соя – озимая пшеница было установлено, что наибольшая урожайность сои и сбор белка формируется

при разноглубинной системе основной обработки почвы – 1,73 и 0,63 т/га, а при бессменной поверхностной, мелкой безотвальной и минимальной обработках эти показатели снижаются на 14,5–14,9 %. Способы обработки почвы не влияли существенно на содержание белка в семенах (табл. 6; 7; 8).

Таблица 6

Урожайность сои в зависимости от способов обработки почвы

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность зерна, т/га				Отклонение от контроля, ± т/га
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	в среднем	
Интенсивная	1,64	2,15	1,06	1,62	-0,11
Разноглубинная (контроль)	1,74	2,25	1,20	1,73	0,00
Мелкая безотвальная	1,40	2,08	1,01	1,50	-0,23
Мелкая отвальная	1,48	2,00	1,05	1,51	-0,22
Бессменная поверхностная	1,45	2,01	0,90	1,45	-0,28
НСР ₀₅	0,05	0,19	0,09	-	-

Таблица 7

Содержание белка в семенах сои в зависимости от способов обработки почвы

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Содержание белка в семенах, %				Отклонение от контроля, ± т/га
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	в среднем	
Интенсивная	41,3	42,9	43,6	42,6	-0,1
Разноглубинная (контроль)	40,9	43,2	44,0	42,7	0,0
Мелкая безотвальная	41,5	43,0	43,9	42,8	0,1
Мелкая отвальная	41,5	43,4	44,3	43,1	0,4
Бессменная поверхностная	41,6	43,3	44,3	43,1	0,4
НСР ₀₅	0,4	0,3	0,4	-	-

Таблица 8

**Содержание белка в агроценозе сои в зависимости
от способов обработки почвы**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Сбор белка, т/га				Отклонение от контроля, ± т/га
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	в среднем	
Интенсивная	0,58	0,76	0,40	0,58	-0,05
Разноглубинная (контроль)	0,62	0,80	0,46	0,63	0,00
Мелкая безотвальная	0,50	0,74	0,38	0,54	-0,09
Мелкая отвальная	0,53	0,71	0,40	0,55	-0,08
Бессменная поверхностная	0,52	0,71	0,34	0,52	-0,11
НСР ₀₅	0,03	0,04	0,05	-	-

Наибольшая урожайность озимой пшеницы, возделываемой по сое в годы проведения исследований (2006–2008 гг.), получена в варианте с разноглубинной обработкой почвы – 5,48 т/га, а наименьшая – в вариантах с мелкой безотвальной и минимальной системах основной обработки – 5,03 т/га (табл. 9).

Таблица 9

**Урожайность озимой пшеницы в зависимости
от последствий способов обработки почвы**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т/га			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	в среднем за 2006–2008 гг.
Интенсивная	3,95	6,13	5,99	5,36
Разноглубинная	3,99	6,22	6,24	5,48
Мелкая безотвальная	3,74	5,69	5,66	5,03
Минимальная	3,83	5,66	5,60	5,03
Бессменная поверхностная	3,48	5,88	5,82	5,06
НСР ₀₅	0,24	0,15	0,21	-

Наибольшая продуктивность звена зернопропашного севооборота соя–озимая пшеница (табл. 10) в среднем за 2005–2008 гг. получена при разноглубинной и интенсивной системах основной обработки почвы – 8,60 и 8,27 тонн зерновых единиц с 1 га (А.С. Бушнев, 2008).

Таблица 10

Продуктивность звена зернопропашного севооборота соя – озимая пшеница в зависимости способов обработки почвы

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т з.е./га			
	2005–2006 гг.	2006–2007 гг.	2007–2008 гг.	средняя
Интенсивная	6,90	10,00	7,90	8,27
Разноглубинная	7,12	10,27	8,40	8,60
Мелкая безотвальная	6,26	9,43	7,48	7,72
Минимальная	6,49	9,26	7,49	7,75
Бессменная поверхностная	6,09	9,50	7,44	7,68
НСР ₀₅	0,24	0,30	0,22	-

При анализе продуктивности звеньев зернопропашного 8-польного севооборота со льном и горчицей было установлено, что при возделывании озимой пшеницы по предшественникам лен и горчица возможно получение зерна сильной группы по хлебопекарным качествам, что дает высокую оценку изучаемым предшественникам. В изучаемом специализированном севообороте продуктивность звена лен масличный – озимая пшеница с различными сортами льна масличного стабильна по годам исследований. В условиях Северного Кавказа на выщелоченных черноземах альтернативой ведущим традиционно масличным культурам как в крупных, так и в малых сельскохозяйственных предприятиях, может служить возделывание льна масличного и горчицы (В.М. Лукомец, А.С. Бушнев, Ю.В. Мамырко, 2008).

В результате изучения в 2005–2008 гг. продуктивности сортов подсолнечника разных групп спелости (СУР, Бузулук,

Лакомка и Мастер) в зависимости от предшественников в зернопропашном севообороте было установлено, что при размещении его по льну масличность семян изучаемых сортов была ниже на 1,0–1,5 %, чем по озимой пшенице, однако урожайность и общий сбор масла ультрараннего сорта СУР в этом варианте были выше на 24,8 и 25,2 %, раннеспелого Бузулук – на 19,2 и 16,4 % и среднеспелых сортов Лакомка и Мастер – на 10,0 и 7,5 и 9,0 и 6,2 % соответственно (А.С. Бушнев, С.П. Подлесный, 2009).

Исследованиями, проведенными в 2006–2009 гг. по изучению влияния способов основной обработки почвы на продуктивность рапса озимого было установлено, что на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в зоне недостаточного увлажнения наибольшая урожайность семян озимого рапса (2,47–2,54 т/га) и сбор масла (1,03–1,15 т/га) формируются при интенсивной системе основной обработки почвы (отвальная вспашка, полупар). При благоприятных погодных условиях осени, оптимальном состоянии водно-воздушного режима почвы и ее агрофизических свойств наибольшая урожайность семян и сбор масла озимого рапса формируются при мелкой безотвальной (4,34 и 1,69 т/га) и интенсивной (4,23 и 1,64 т/га) обработках почвы (табл. 11). Глубокая безотвальная, мелкие и поверхностная обработки почвы способствуют снижению урожайности озимого рапса на 8–20 % (А.С. Бушнев, С.Л. Горлов, 2009). При изучении продуктивности озимой пшеницы, возделываемой по озимому рапсу, и звена севооборота рапс озимый – пшеница озимая (2006–2010 гг.) наибольшая урожайность озимой пшеницы (5,23–6,70 т/га) и продуктивность звена севооборота с этими культурами (10,72 т з.е./га) формируется при интенсивной системе основной обработки почвы (табл. 12; 13). Глубокая безотвальная, мелкие и поверхностная обработки почвы способствуют снижению урожайности озимого рапса на 8–20 %, озимой пшеницы – на 2–16 % и продуктивность звена в целом – на 7–9 % (А.С. Бушнев, 2010).

Таблица 11

**Влияние способов основной обработки почвы на урожайность,
масличность и сбор масла озимого рапса**

ВНИИМК, 2007–2009 гг.

Вариант обработки почвы	Урожайность семян, т/га				Масличность семян, %				Сбор масла, т/га			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007–2009 гг.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007–2009 гг.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007–2009 гг.
Отвальная вспашка (20–22 см) – контроль	2,47	2,54	4,23	3,08	47,3	51,3	44,2	47,6	1,03	1,15	1,64	1,27
Глубокая безотвальная обработка (25–27 см)	2,02	2,21	4,14	2,79	47,7	50,7	43,8	47,4	0,85	0,98	1,59	1,14
Мелкая безотвальная (дисковое лущение, 12–14 см)	1,99	1,80	4,34	2,71	46,8	50,2	44,2	47,1	0,82	0,79	1,69	1,10
Мелкая отвальная (корпусное лущение, 12–14 см)	2,06	2,29	3,96	2,77	48,2	51,6	44,0	47,9	0,87	1,04	1,53	1,15
Поверхностная (дисковое лущение, 6–8 см)	1,97	2,06	3,79	2,61	47,1	49,8	43,2	46,7	0,82	0,90	1,44	1,05
НСР ₀₅	0,09	0,25	0,30	-	1,18*	1,55*	0,64	-	0,04	0,11	0,12	-

* - Различия не существенны

Таблица 12

**Урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости
от последствий способов обработки почвы под рапс озимый**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т/га			
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	в среднем за 2008–2010 гг.
Отвальная вспашка (20–22 см) – контроль	6,70	5,83	5,23	5,92
Глубокая безотвальная обработка (25–27 см)	6,91	5,48	4,81	5,73
Мелкая безотвальная (дисковое лущение, 12–14 см)	6,59	5,04	5,12	5,58
Мелкая отвальная (корпусное лущение, 12–14 см)	6,53	5,11	5,37	5,67
Поверхностная (дисковое лущение, 6–8 см)	6,80	5,49	5,11	5,80
НСР ₀₅	0,12	0,32	0,22	-

**Продуктивность звена зернопропашного севооборота
рапс озимый – пшеница озимая в зависимости
от способов обработки почвы**

ВНИИМК

Система основной обработки почвы	Урожайность, т з.е./га			
	2007–2008 гг.	2008–2009 гг.	2009–2010 гг.	в среднем за 2007–2010 гг.
Отвальная вспашка (20–22 см) – контроль	10,55	9,79	11,83	10,72
Глубокая безотвальная обработка (25–27 см)	10,07	8,93	11,27	10,09
Мелкая безотвальная (дисковое лущение, 12–14 см)	9,69	7,84	11,89	9,81
Мелкая отвальная (корпусное лущение, 12–14 см)	9,74	8,68	11,55	9,99
Поверхностная (дисковое лущение, 6–8 см)	9,87	8,70	11,02	9,86
НСР ₀₅	0,20	0,36	0,52	-

При обобщении опыта, проведенного в лаборатории агротехники ВНИИМК и многолетних исследований по изучению особенностей обработки почвы под подсолнечник, было установлено, что минимизация основной обработки почвы в севообороте не оказывает отрицательного действия на агрофизические свойства (плотность, структуру и влажность) почвы. При замене вспашки дисковым лущением уже в первой ротации в первый год и в середине, и в конце вегетации подсолнечника отмечается переуплотнение почвы: на глубине 10–20 см – до 1,34–1,42 г/см³, в слое 20–30 см – до 1,37–1,39 г/см³, хотя влажность почвы в этот период колеблется в пределах 19–21 %. Во второй и третьей ротациях севооборота в вариантах без вспашки плотность почвы весной в пахотном слое достигает 1,26–1,28 г/см³ и перед уборкой – 1,29–1,39 г/см³, в то время как в вариантах со вспашкой весной – 1,22 и перед уборкой – 1,24–1,25 г/см³. При минимальной системе обработки в третьей ротации севооборота плотность почвы благоприятна для роста и развития культурных растений (А.С. Бушнев, 2009).

В лаборатории в течение нескольких лет проводили исследования по изучению продуктивности сортов льна масличного (ВНИИМК 620 и ВНИИМК 630) в зависимости от условий выращивания в плане размещения его в севообороте и способах основной обработки почвы под культуру льна. В результате проведенных опытов в условиях 2004–2008 гг. было сделано заключение о том, что норма реакции изучаемых сортов на срок возврата в наибольшей степени проявляется при благоприятных погодных условиях, складывающихся в период вегетации. При отвальной вспашке урожай льна масличного формируется незначительно выше, чем по поверхностной обработке почвы, что говорит о возможности возделывания его по минимальным технологиям. Возделывание льна масличного в 5- и 8-польном севооборотах позволит получать стабильные урожаи культура на уровне 1,69 т/га и сбор масла выше 0,67 т/га (А.С. Бушнев, Ю.В. Мамырко, С.П. Подлесный, 2009).

При изучении особенностей обработки почвы под сою сотрудниками лаборатории было выявлено, что наиболее продуктивными в среднем за 2005–2007 гг. оказались варианты с применением глубокого безотвального рыхления чизелем и классической отвальной вспашки под сою. Преимущество безотвального рыхления перед вспашкой объяснялось более экономным расходом влаги растениями в этом варианте, а значит и увеличением жаро- и засухоустойчивости посевов (А.С. Бушнев, 2010).

В настоящее время перед учеными лаборатории агротехники поставлены важные задачи: разработка адаптивных систем обработки почвы в севооборотах с масличными культурами и адаптивных севооборотов с подсолнечником с короткой ротацией для хозяйств различной специализации сельскохозяйственного производства. Остается первоочередной задачей разработка сортовых агротехник возделывания масличных культур.

Большое внимание будет уделяться внедрению в сельскохозяйственное производство новых и ранее разработанных эффективных приемов агротехники.

Список использованных научных работ сотрудников
отдела земледелия (лаборатории агротехники)

1. *Бушнев, А.С.* Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота клещевина-озимая пшеница / А.С. Бушнев // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 2 (141). – С. 115–119.

2. *Бушнев, А.С.* Продуктивность сортов подсолнечника в севооборотах короткой ротацией / А.С. Бушнев, С.П. Подлесный // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур (материалы IV Междунар. конф. молод. ученых и специалистов, ВНИИМК). – Краснодар, 2007. – С. 218–221.

3. *Бушнев, А.С.* Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота соя–озимая пшеница / А.С. Бушнев // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – Вып. 2 (139). – С. 72–79.

4. *Лукомец, В.М.* Продуктивность звеньев зернопропашного севооборота со льном и горчицей / В.М. Лукомец, А.С. Бушнев, Ю.В. Мамырко // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – Вып. 1 (138). – С. 87–91.

5. *Бушнев, А.С.* Продуктивность сортов подсолнечника после льна масличного и озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.С.Бушнев,

С.П.Подлесный // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 1(140). – С. 50–53.

6. *Бушнев, А.С.* влияние способов основной обработки почвы на продуктивность рапса озимого начерноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.С. Бушнев, С.Л. Горлов // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2010. – Вып. 2 (144-145). – С.112–121.

7. *Бушнев, А.С.* Особенности обработки почвы под подсолнечник / А.С. Бушнев // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 13–16.

8. *Бушнев, А.С.* Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от условий выращивания (севооборот, способ основной обработки почвы) на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья / А.С. Бушнев, Ю.В. Мамырко, С.П. Подлесный // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 1(140). – С. 134–140.

9. *Марин, В.И.* Основная обработка почвы под подсолнечник / В.И. Марин, Л.И. Токарева // Технические культуры. – 1988. – № 5. – С. 7–8.

10. *Максимова, А.Я.* Изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы в связи со способами основной обработки почвы / А.Я. Максимова, П.Н. Ярославская // Агротехника масличных культур. – Краснодар, 1968. – С. 46–64.

11. *Марин, В.И.* Минимализация основной обработки почвы в севообороте / В.И. Марин, В.И. Кондратьев, О.В. Панфилова, В.В. Емельянчикова / Научн.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2002. – Вып. 127. – С. 89–93.

12. *Бушнев, А.С.* Особенности обработки почвы под сою / А.С.Бушнев // Земледелие – 2010. – № 3. – С. 21–23.

13. *Подлесный, С.П.* Водопотребление сортами подсолнечника в зависимости от предшественника / С.П. Под-

лесный // Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур (материалы 4-й Междунар. конф. молодых ученых, ВНИИМК). – Краснодар, 2007. – С. 222–225.

14. *Баранов, В.Ф.* Безгербицидная технология возделывания сои на орошаемых землях / В.Ф. Баранов, А.Г. Ефимов // Технические культуры. – 1991. – № 5. – С. 34–40.

15. *Марин, В.И.* Предпосевная обработка почвы и сроки посева сои / В.И. Марин, А.И. Лебедевский // Бюл. НТИ по масличн. культурам. – Краснодар, 1977. – Вып. 4. – С. 29–32.

16. *Марин, В.И.* Агротехника возделывания сои в Краснодарском крае / В.И. Марин // Бюл. НТИ по масличн. культ. – Краснодар, 1977. – Вып. 2. – С. 27–29.

17. *Марин, В.И.* Густота стояния и продуктивность / В.И. Марин, Н.В. Конарева // Технические культуры. – М., 1990. – № 2. – С. 9–10.

18. *Баранов, В.Ф.* Режим орошения сои в пожнивном посеве / В.Ф. Баранов, В.Г. Калюжный // Технические культуры. – М., 1990. – № 3. – С. 13–15.

19. *Марин, В.И.* Основная обработка почвы под подсолнечник / В.И. Марин, Л.И. Токарева // Технические культуры. – М., 1988. – № 5. – С. 7–8.

20. *Тишков, Н.М.* Эффективность применения ЖКУ под подсолнечник / Н.М.Тишков, А.И. Лукашев, Г.И. Еремин, А.А. Лукашев // Технические культуры. – М., 1988. – № 5. – С. 9–10.

21. *Бортников, А.И.* НПС – эффективный путь сотрудничества / А.И. Бортников, А.И. Лебедевский // Технические культуры. – М., 1991. – № 5. – С. 2–6.

22. *Марин, В.И.* Подготовка семян к севу и уход за посевами клещевины / В.И. Марин, Л.И. Токарева, Н.В. Головань // Технические культуры. – М., 1991. – № 2. – С. 25–28.
23. *Ярославская, П.Н.* Агротехника / П.Н. Ярославская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1977. – Вып. 3. – С. 58–62.
24. *Игнатъев, Б.К.* Предшественники масличных культур / Б.К. Игнатъев, Н.Т. Агаркова, С.А. Геворкянц // Агротехника масличных культур (сб. науч. работ отдела земледелия ВНИИМК). – Краснодар, 1971. – С. 26–45.
25. Агротехника масличных культур (сб. науч. работ отдела земледелия ВНИИМК). – Краснодар, 1971. – С. 204–219.
26. *Геворкянц, С.А.* Приемы возделывания арахиса / С.А. Геворкянц // Агротехника масличных культур (сб. науч. работ отдела земледелия ВНИИМК). – Краснодар, 1971. – С. 204–208.
27. *Максимова, А.Я.* Изменение агрофизических и агрохимических свойств почвы в связи со способами основной обработки почвы / А.Я. Максимова, П.Н. Ярославская // Агротехника масличных культур (сб. науч. работ отдела земледелия ВНИИМК). – Краснодар, 1971. – С. 46–64.
28. *Семихненко, П.Г.* Предпосевная обработка почвы под подсолнечник с минимальным числом операций / П.Г. Семихненко, Ю.М. Подолянский, В.И. Кондратьев, Н.Я. Сергиенко // Агротехника масличных культур (сб. науч. работ отдела земледелия ВНИИМК). – Краснодар, 1971. – С. 169–178.
29. *Геворкянц, С.А.* Сроки и способы уборки сарептской горчицы в условиях Волгоградской области / С.А. Геворкянц, В.М. Кононов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1970. – Вып. 4. – С. 50–54.



В.Т. Пивень,
*доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель
науки РФ, заведующий отделом
защиты растений ВНИИМК*

80-ЛЕТИЕ (1932-2012) НАУЧНОГО ПОИСКА ОТДЕЛА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ – ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Рассмотрены этапы научной деятельности отдела защиты растений ВНИИМК за период 1932–2012 гг. и основные результаты научных исследований по различным направлениям в области защиты масличных культур от вредных организмов. Намечены приоритеты исследований на ближайшее пятилетие.

Минуло 80 лет со времени организации отдела защиты растений ВНИИМК. Создание отдела свидетельствовало о серьезном внимании академика В.С. Пустовойта к фитосанитарным проблемам масличных культур.

Уже в начальный период деятельности отдела ученые выполнили ряд исследовательских работ по изучению вредителей и возбудителей болезней растений во взаимодействии с растениями-хозяевами. Были выявлены закономерности формирования вредной фауны в условиях Северного Кавказа. Основной тематикой было изучение видового состава и биологических особенностей вредных организмов на посевах масличных культур.

В эти годы (1937–1952) пристальное внимание в исследованиях отдела, его ведущих учёных уделялось мониторингу,

изучению ржавчины, склеротинии, серой гнили, альтернариозу, луговому мотыльку, подсолнечной огнёвке, ряду других.

Проведение обследований посевов давало представление о состоянии поражения масличных культур вредными организмами на территории бывшего союза. Главное внимание при обследовании было уделено вопросу взаимоотношения подсолнечника с заразихой и ржавчиной.

По каждому из названных выше объектов исследования были выполнены многолетние комплексные работы, охватывающие в первую очередь изучение причин массовых вспышек, развития и распространения, степень вредоносности и разработка наиболее экономичных путей борьбы с ними.

В своих работах заведующий отделом защиты растений В.Д. Водолагин писал: «Добиться высокой эффективности борьбы с вредителями и болезнями масличных культур возможно лишь при условии выполнения всего комплекса мероприятий и в первую очередь высокой агротехники, а также широко использовать биологические и химические средства борьбы».

С 1962 г. расширяются исследования по выявлению видового состава и хозяйственного значения вредителей и болезней.

В этот период тематика отдела предусматривала разработку теоретических работ с решением практических задач фитосанитарии. Были решены важные вопросы биологии по отдельным вредителям и болезням: проволочникам, крестоцветным блошкам, луговому мотыльку, ржавчине, ложной мучнистой росе, белой гнили и другим.

Среди многих видов вредных насекомых большое отрицательное экономическое значение имеют на масличных и других культурах проволочники – личинки жуков щелкунов (сем. *Elateridae*). Представители этого многочисленного семейства широко распространены. Проволочники многоядны, их изучением занимаются исследователи многих стран мира.

Затруднения в разработке системы мероприятий по борьбе с проволочниками происходят из-за малой изученности биологии и экологии этих вредителей.

В процессе исследований были выявлены и описаны новые виды проволочников на Кубани (Н.Е. Степанова, 1959–1961). Изучением жуков-щелкунов в Краснодарском крае Наталья Евгеньевна занималась в период прохождения аспирантуры ВНИИМК. Она описала 50 видов щелкунов в различных почвенно-климатических зонах края, уточнила отличительные морфологические признаки жуков и личинок, изучила биологию и экологию отдельных видов, характеризующихся большой вредоносностью.

Она доказала, что видовой состав вредных щелкунов не одинаков в разных районах Кубани, в каждом районе существует свой комплекс видов, которые и наносят повреждения культурам, причём, как правило, в одной зоне вредит не более пяти видов.

С.М. Ерошкиной (1965–1967) при исследовании лесостепной зоны Западной Сибири по выявлению вредителей горчицы удалось уточнить видовой состав, вредоносность крестоцветных блошек, капустной моли, рапсового пилильщика, горчичного листоеда, клопов и белянки. Автором установлены основные места зимовки главнейших вредителей горчицы в Западной Сибири – колки и окружающие их участки. Автор впервые предложила метод точного дозирования и прочного закрепления на семенах различных пестицидов при помощи высокополимерных водорастворимых и высыхающих пленкообразователей.

Проведенные В.Т. Пивнем и Н.Ф. Метус в 1967 г. проверочные работы в Волгоградской области (Камышинская опытная станция) показали, что испытанные в Западной Сибири химические приемы оказались эффективными и в основной зоне возделывания горчицы.

В 1966–1980 гг. в тематике отдела большое место за-

нимали исследования по изучению биологии и разработке мер борьбы с вредителями всходов подсолнечника. В этой большой комплексной работе, выполнявшейся под общим научным руководством заведующего отделом защиты растений О.И. Тихонова и энтомолога Р.В. Бартеневой, были изучены многие вопросы биологии вредителей всходов (проволочники, сверчок степной и др.), установлены причины массового размножения, разработано эколого-биологическое обоснование системы борьбы.

В 1968–1970 гг. внимание в исследованиях отдела уделялось выяснению зональных особенностей развития и проявления вредоносности обыкновенного паутинного клеща на арахисе. Эти исследования были проведены С.М. Вдовиченко. Он изучил влияние внешних условий (температура, влажность, пища) на развитие, длительность жизни и плодовитость паутинного клеща. Автор определил видовой состав кормовых растений, зимовочные станции, места ранневесенней концентрации, динамику накопления паутинного клеща на сорных растениях и арахисе.

С.М. Вдовиченко доказал высокую биологическую пластичность клеща, свидетельствующую о большом ареале, охватывающем очень контрастные климатические зоны, широкий видовой спектр кормовых растений, приспособленность к перенесению суровых условий, а также большое количество генераций в течение весенне-летне-осеннего периода.

В эти годы большое внимание в исследованиях отдела уделялось растительоядным клопам. Необходимо отметить определенный вклад в первоначальную разработку этого направления исследований А.М. Питерской (1959–1963).

Несколько позже (1971–1974) В.Т. Пивнем и Н.Ф. Метус были выполнены многолетние комплексные исследования, охватывающие в первую очередь изучение причин массового размножения растительоядных клопов, их миграции, степени вредоносности, динамики их численности; разработан рентге-

нографический метод определения характера повреждения семян подсолнечника, очистка семенного материала. Совместные исследования с отделом физиологии растений ВНИИМК показали, что у растений подсолнечника при увеличенных площадях питания семянки и цветоложе корзинок разрастаются в значительно большей степени, чем околоцветники. Поэтому между венчиками цветков образуются большие просветы, через которые к семянкам могут свободно проникать не только мелкие клопы, но и личинки старших возрастов ягодного клопа, которые сильно повреждают семена. В связи с этим особое значение имеет плотность расположения оснований венчиков трубчатых цветков. Просветы между основаниями венчиков расширяются по мере увеличения выпуклости корзинок. Таким образом, селекция подсолнечника на повышенную устойчивость к клопам вполне возможна, причём оценка селекционного материала может проводиться глазомерно по размерам просветов между основаниями венчиков трубчатых цветков в корзинках. Предложены защитные мероприятия.

В области фитопатологии необходимо отметить значительный вклад О.И. Тихонова (1961–1967) в изучение биологических особенностей и путей снижения вредоносности возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника в Краснодарском крае. Исследования О.И. Тихонова, М.И. Спесивец показали, что для заражения подсолнечника первичной инфекцией возбудителя ложной мучнистой росы обязательной предпосылкой является выпадение осадков в период начального роста растений. При этом наблюдается прямая корреляция между периодом выпадения осадков и течением болезни. Он установил новые формы поражения подсолнечника ложной мучнистой росой: а) поздняя форма проявления болезни, несущая внешние признаки поражения, – сектор засохших цветков и мелких щуплых семян с лицевой стороны корзинки и участок уплотненной ткани с тыльной стороны; б) поздняя

форма скрытого течения болезни, при которой крупные, хорошо выполненные семена являются носителями инфекции. В последующие годы (1968–1991) под его руководством проведены исследования по биологическим особенностям возбудителей серой, белой, пепельной и сухой гнилей, разработке мер борьбы с ними, по созданию инфекционных фондов для оценки селекционного материала на устойчивость к болезням.

В годы массового развития фузариоза на клещевине (1960–1970) отдел подключил к изучению этой болезни научных сотрудников Л.Т. Андрееву и Т.П. Алифирову. За короткий срок был создан инфекционный фон в условиях теплицы для высококвалифицированной оценки в зимний период и отбора растений клещевины на устойчивость к фузариозному увяданию. Уточнены диагностические признаки заболевания, выяснены некоторые условия взаимодействия хозяина и патогена, изучены фитопатогенные свойства фузариоза, поражающего клещевину, по отношению к растению-хозяину уточнена специализация некоторых изолятов.

В исследованиях по биологическим особенностям возбудителя склеротиниоза подсолнечника О.Н. Краснокутской (1967–1971) большое внимание было уделено определению условий прорастания склероциев в мицелии, а также образования на склероциях совершенной стадии прорастания аскоспор и заражения ими подсолнечника. На основании полученных материалов автор заключает, что корневая и прикорневая формы белой гнили подсолнечника могут развиваться в широких пределах температур (12–28 °С) и проявляться в разной степени в зависимости от погодных условий во всех районах возделывания этой культуры. Заражение корзинок подсолнечника аскоспорами в ранние периоды роста (бутонизация, цветение) возможно лишь при наличии омертвленных тканей, дающих возможность преодолеть действие фракций фитонцидов неповреждённых тканей корзинок, а в период созревания – и без них, так как к концу вегетации растений уг-

нетающее действие летучих фракций фитонцидов неповреждённых частей корзинок ослабевает.

В 1971–1973 гг. В.К. Неделько установлено широкое распространение пепельной гнили подсолнечника в различных по увлажнённости зонах Краснодарского края. Сделан вывод, что количество пораженных растений колеблется по годам и зонам. Резкие колебания количества больных растений в первую очередь объясняются агроклиматическими условиями зон выращивания подсолнечника. Наибольшее количество поражённых растений (72,8 %) отмечено в Ейском районе, в зоне недостаточного увлажнения, в то время как в Белореченском районе (зоне избыточного увлажнения) количество пораженных растений не превышало 34 %.

Широкое распространение пепельной гнили отмечается в районах, где ГТК находится в пределах 0,6–0,8, однако в отдельные годы необходимо ожидать появления заболевания и в более влажных районах.

Автор доказала, что у больных растений снижение урожая обусловлено уменьшением размера корзинки и массы 1000 семян. Так, в среднем диаметр корзинки пораженного растения был равен 14 см, здорового – 22 см, т.е. поражение растений пепельной гнилью вызывало уменьшение диаметра корзинки на 34,8 %.

Помимо снижения урожая, уменьшения диаметра корзинки и массы 1000 семян (13 до 36 %) у пораженных растений резко изменяется структура урожая – отмечается увеличение щуплых и пустых семян.

Т.Ф. Тарасенко изучен видовой состав грибов на свежубранных семенах подсолнечника. Показано, что период 1973–1975 гг. представлен одними и теми же возбудителями, но их соотношение изменяется в зависимости от агроклиматических условий возделывания культуры и погодных условий, складывающихся в предуборочный период в той или иной зоне. Автор отмечает, что в зоне недостаточного увлаж-

нения наиболее часто на корзинках и семенах подсолнечника встречаются *Botrytis cinerea* Pers., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, в полузасушливой и засушливой зонах - *Rhizopus nodosus* Namysl. *R. nigricans* Ehrenberg, *Phomos*. Во всех зонах на семенах развиваются грибы из рода *Alternaria* и *Cladosporium*.

Обследованиями посевов подсолнечника на Кубани установлено, что альтернариозная гниль поражает главным образом корзинки в период желто-бурой спелости. Распространение болезни колеблется по годам в зависимости от количества выпавших осадков в период созревания подсолнечника и достигает 75–95 % при степени развития от 35 до 65 % и выше (В.Г. Светов, 1975). Позже исследования показали, что большинство семян подсолнечника (до 80 %) имело наружную инфекцию, которая существенного влияния на всхожесть не оказывала. Проникновение же патогена в ткани почечки и заражение корешка непосредственно через материнское растение вызывало гибель зародыша до 18 %. Установлено также, что сроки сева не оказывают влияния на степень заболевания, а сроки уборки имеют существенное значение. Уборка в более поздние сроки снижала качество семян.

Исследования по биологическому методу борьбы с вредителями и болезнями были начаты в 1975 г. в отделе защиты растений с разработки комплекса биологических мер борьбы с основными вредителями масличных культур, выращиваемых в теплицах в целях ускорения селекционного процесса.

Работы эти проводились под руководством О.И. Тихонова и Р.В. Бартеневой. В результате исследований разработана система биологических мер борьбы с паутинным клещом и тепличной белокрылкой на подсолнечнике с применением хищного клеща фитосейулюса и специализированного паразита тепличной белокрылки – энкарзии (Л.В. Маслиенко, 1975).

С 1981 г. в институте проводятся исследования по разработке биологических мер борьбы с основными патогенами под-

солнечника в условиях открытого грунта. Исследования проводились Л.В. Маслиенко под руководством О.И. Тихонова. В разные годы в этих работах принимали участие Н.Б. Клинкава (1985–1987), С.В. Косова (1993–1997), Н.П. Ретюнских (1997).

С 1963 г. ведущие институты вместе с другими по защите растений включились в организационное становление и методическое обеспечение географической сети токсикологических лабораторий ВИЗР, создаваемых для осуществления государственных регистрационных испытаний препаратов в различных агроклиматических регионах страны в системе Госкомиссии при МСХ СССР (руководители К.В. Новожилов, П.В. Сазонов).

Токсикологическая лаборатория ВИЗР располагалась на территории ВНИИМК (1965–1980) и проводила совместные испытания препаратов с отделом защиты растений. Руководителем лаборатории был В.Н. Руденко. В этой ответственной работе участвовали Г.Н. Глазьева, В.Н. Неделько, А.А. Курунина, О.В. Самарская и др. Благодаря их усилиям обеспечена надежность получаемых результатов и решений о применении того или иного препарата.

Вследствие активной и плодотворной деятельности лаборатория токсикологии переросла существовавшие организационные рамки и была реорганизована и переведена в отдел защиты растений.

В конце 70-х – начале 80-х годов одной из причин, сдерживающих рост урожая и снижающих валовые сборы маслосемян подсолнечника, стала широкая распространенность различных болезней. Большой экономический ущерб урожаю этой культуры наносят белая, серая и пепельная гнили, вызываемые грибами: *Sclerotium* (Lib.) de Bary, *Botrytis cinerea* (Pers.), *Sclerotinia bataticola* (Taub.).

Работа по исследованию патогенов и совершенствованию химического метода борьбы с гнилями проводилась в лаборатории по разработке мер борьбы с белой и серой гнилями

подсолнечника, образованной решением ученого совета ВНИИМК (протокол № 5 от 20 февраля 1981 г.). С деятельностью лаборатории связаны имена заведующего лабораторией В.Т. Пивня и научных сотрудников в области химической защиты растений подсолнечника от болезней: О.И. Тихонова, А.В. Головина, И.И. Шуляка, Т.П. Алифировой, Н.Г. Михайлюченко, А.И. Лебедевского, И.С. Арустамовой, С.А. Семеренко и других сотрудников, а также лаборантов.

В эти годы коллектив лаборатории успешно занимался изучением влияния внешних факторов среды на развитие возбудителей белой и серой гнилей, их вредоносности и биологических особенностей развития, разрабатывал методы учета распространения патогенов и защиты от них подсолнечника. Изучением серой гнили занимался А.В. Головин, белой гнили – И.И. Шуляк (1978–1999).

В 1990 г. А.В. Головиным детально изучены биологические особенности возбудителя серой гнили подсолнечника и показано влияние погодных факторов на развитие болезни. Впервые предложен метод, обеспечивающий быстрое и массовое получение аскоспор из мицелия гриба. Для массовой оценки фунгицидов в теплицах и полевых условиях разработан метод искусственной инокуляции корзинок чистой культурой гриба, выращенной на семянках подсолнечника. Метод нашел широкое применение во ВНИИ масличных культур и других научно-исследовательских учреждениях страны. Автор испытал десятки химических препаратов для обеззараживания семян подсолнечника. Разработал технологию авиационного применения ронилана для защиты подсолнечника от серой гнили в период вегетации. Им обоснована высокая эффективность десикации в ограничении развития болезни на корзинах подсолнечника. На участках с применением десикантов кислотное число масла колебалось от 7,1 до 8,3 единиц, на необработанных участках оно было равно 25,4 мг КОН.

В середине 90-х годов И.И. Шуляк экспериментально

установил влияние агротехнических приемов на снижение вредоносности склеротиниоза на подсолнечнике и доказал достаточно высокую эффективность разработанной системы защитных мероприятий от болезней. Он определил оптимальные сроки и условия проведения химических обработок, предложил эффективные фунгициды для защиты всходов и корзинок подсолнечника от склеротиниоза, установил зависимость сохранения склероциев от способа основной обработки почвы. Для производства предложил новые биологически активные композиции для инкрустирования семян подсолнечника. Разработал технологию применения препаратов для защиты культуры подсолнечника от белой гнили в период вегетации.

С момента основания лаборатории проводились исследования по созданию и последующему совершенствованию ассортимента фунгицидов за счет изыскания и оценки биологической активности препаратов отечественного и зарубежного производства, наиболее отвечающих требованиям растениеводства, и разработка метода химической защиты растений от патогенов. При изучении фунгицидов большое внимание уделялось не только их эффективности, но и экологичности, экономической целесообразности применения, изучению механизмов действия, проблеме возникновения резистентности к ним у фитопатогенов. Благодаря научным сотрудникам А.В. Головину, И.И. Шуляку, С.А. Семеренко было испытано более 600 различных соединений.

С 1991 г. руководителем отдела защиты растений избран В.Т. Пивень, ныне доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, который бессменно находится на этом посту. За этот период исследования в отделе были сосредоточены на решении фундаментальных и прикладных проблем защиты масличных культур от вредителей, болезней и сорной растительности.

Разработанные методы и способы защиты подсолнечника от болезней и вредителей внедрены в практику хозяйств России и ряда стран СНГ. Разработки отдела по обеззараживанию семян от фитофагов внедрены за период 1991–2011 гг. на площади 900 тыс. га.

Проведены значительные теоретические, методические и прикладные исследования по биологическим особенностям возбудителей болезней подсолнечника (ложной мучнистой росы, фомопсиса, белой, серой, пепельной и сухой гнилей), по созданию инфекционных фонов для оценки селекционного материала на устойчивость к болезням и методы борьбы с ними. В поле зрения ученых находятся и проблемы снижения вредоносности опасных вредителей масличных культур, изучение новых сроков и способов ее снижения.

В отделе трудится плеяда молодых талантливых ученых, которых воспитал Василий Тимофеевич и они составляют ядро будущего поколения исследователей отдела защиты растений.

Под его руководством на новый уровень поставлены исследования по разработке повышения эффективности применения препаратов. За этот период созданы научные основы улучшения препаративных форм фунгицидов путем подбора соответствующих наполнителей и добавок. Были найдены и рекомендованы к производству добавки растительного происхождения, которые увеличивали стартовое укоренение роста растений, прилипаемость к семенам, растекаемость и проникаемость действующих веществ фунгицидов. В качестве прилипателей для протравливания семян был рекомендован ассортимент пленкообразователей. Найдены полимеры, добавление которых в растворы препаратов увеличивает эффективность и пролонгирует их действие. Среди биологически активных полимеров весьма перспективными добавками при обработке семян наряду с NaKMЦ оказались поливиниловый спирт, танол, катанол и другие.

Изыскание и разработка новых приемов протравливания семян показали, что протравливание с увлажнением – наиболее приемлемая технология использования протравителей. Были выполнены исследования по повышению качества протравливания семян, по разработке технологий совместного использования протравителей с биологически активными веществами, биопрепаратами, микроэлементами. Рекомендовано производству совместное применение протравителей и семян с биорегуляторами и микроудобрениями (И.И. Шуляк, С.А. Семеренко).

Систематические экспедиции (1991–2000) под руководством В.Т. Пивня и при участии О.И. Тихонова, И.И. Шуляка, С.А. Семеренко, А.И. Лебедовского, Т.П. Алифировой и других позволили разработать основные принципы использования биологически активных композиций против малоизученных объектов, обосновать ассортимент препаратов, определить место их в общей системе защиты растений и технологию применения.

Исследования отдела в 2001 г. внесли необходимые коррективы в стратегию интегрированной защиты масличных культур и послужили вкладом ВНИИМК в решение проблемы повышения экономической эффективности защитных мероприятий и обеспечение их экономической безопасности для окружающей среды. Профилактический аспект использования пестицидов получил отражение в исследованиях учеников И.И. Шуляка, С.А. Семеренко, В.В. Солдатовой, Н.С. Ментюкова, Е.Г. Долженко, В.Е. Ластовецкого, Н.В. Мурадасиловой, А.И. Дряхлова, Н.А. Бушневой, О.А. Сердюк, Н.В. Ермаковой, Г.М. Саенко, И.А. Комарь, Б.В. Петрова, И.А. Гроть и др.

Для снижения поражённости масличных культур фунгицидоустойчивыми популяциями патогенов, а также для предупреждения этого явления было предложено чередование в использовании протравителей и фунгицидов, различающихся по действующему веществу и механизму действия, а также

использование комбинированных препаратов (как синергетических смесей двух и более действующих веществ).

Одновременно в отделе велись энтомологические исследования. Научная работа по защите подсолнечника от вредителей направлена на экологизацию и ведется в двух направлениях: защита семян в период хранения от амбарных вредителей и всходов (от почвообитающих вредителей, в частности, от проволочников). По первому направлению научными сотрудниками О.М. Шабалтой и Н.Г. Михайлюченко проведен поиск веществ-репеллентов для основных вредителей семян при хранении – южной амбарной огневки и зерновой огневки. Установлено, что применение дибутилфталата (ДБФ) методом обработки мешкотары из расчета $2,4 \text{ г/м}^2$ эффективно против бабочек названных видов огневки. Также установлено, что для профилактики заселения огневками семян, хранящихся в мешках, использовать 2,5 % к.э. дециса 0,5 %-ной концентрации методом обработки поверхности мешков предпочтительнее фумигации и влажной дезинсекции в экономическом, экологическом и санитарно-гигиеническом отношении.

Н.В. Ермаковой (2005–2008) уточнен современный видовой состав вредителей запасов подсолнечника в зоне исследований. Выявлено 49 видов насекомых.

Изучена динамика численности, установлены особенности фенологии, биологии и экологии южной амбарной огневки. Впервые определена вредоносность основных вредителей запасов семян подсолнечника в условиях Краснодарского края. Проведена оценка повреждаемости семян подсолнечника разных сортов комплексом вредителей запасов. Оценена экономическая эффективность применения биологических и химических препаратов для защиты семян подсолнечника от насекомых-вредителей в период хранения. На основе экспериментальных материалов ею защищена кандидатская диссертация.

С 1996 г. в отделе развивается направление по разработке ряда составов для инкрустирования семян подсолнечника, включающих инсектициды против проволочников, фунгициды против фузариоза и пепельной гнили.

С.А. Семеренко проведено всестороннее изучение метода инкрустирования семян и принципов составления композиций для предпосевной обработки семян. Им изучена степень удерживаемости на семенах плёнкообразователей и готовых пестицидных композиций, а также влияние пленкообразователей, фунгицидов, инсектицидов и готовых пестицидных композиций на посевные качества семян подсолнечника. Определена экономическая эффективность метода.

В последние годы в отделе ведется активная работа по мониторингу, изучению биологических особенностей фитофавов подсолнечника, рапса, горчицы и льна масличного и совершенствованию методов борьбы с ними.

При методическом руководстве В.Т. Пивня и сотрудников отдела защиты растений с использованием экспериментальной базы отдела в 1993–1998 гг. Б.В. Петровым изучены биологические особенности развития шелкоунов на юге Центрально-Черноземного региона и разработана экологически безопасная система защиты подсолнечника от проволочников для этой зоны.

В 1996–1999 гг. В.Т. Пивнем, Е.Г. Долженко и Т.П. Алифировой изучено новое карантинное заболевание подсолнечника в Краснодарском крае – фомопсис. Исследователями впервые в России обнаружены сорные растения, являющиеся резерваторами патогена *Phomopsis helianti* (дурнишник обыкновенный *Xanthium strumarum* L., циклахена дурнишниковидная *Cyclachaena Xanthifolia* Natt. Fresen, осот колючий *Sonchus asper* (L.) Hill, канатник Теофраста *Abutilon theophrastii* Med, лопух малый *Lappa minor* Hill). Установлено, что на территории Краснодарского края, на сорной растительности паразитируют три вида гриба рода *Phomopsis*: *Ph.*

helianti, *Ph. arctii*, *Ph. sp.* Доказана возможность формирования половой стадии спороношения патогена на пораженных семенах подсолнечника. Установлена идентичность возбудителя фомопсиса в шести европейских странах.

В 1998–2000 гг. В.Е. Ластовецким изучены крестоцветные блошки и рапсовый цветоед на рапсе. Им проведена ревизия видового состава крестоцветных блошек рода *Phyllotreta* на яровом рапсе.

Установлены места зимовки крестоцветных блошек и рапсового цветоеда и источник заселения ярового рапса этими вредителями в условиях центральной зоны Краснодарского края. Изучена динамика численности и распределение вредителей на посевах ярового рапса. Определена вредоносность крестоцветных блошек и рапсового цветоеда на яровом рапсе в центральной зоне Краснодарского края, найдены новые эффективные инсектициды для инкрустирования семян ярового рапса против крестоцветных блошек и опрыскивания посевов против рапсового цветоеда.

А.И. Дряхловым (2002–2010) впервые на Кубани определен экономический порог вредоносности сорняков на посевах сои. Выявлен критический период во взаимоотношениях между сорными и культурными растениями. Выявлены перспективные препараты для сои и определены оптимальные дозы, сроки внесения и способы заделки их в почву. Автором доказано, что рекомендуемые химические препараты для применения на посевах сои не оказывали негативного последующего действия на последующую культуру севооборота – озимую пшеницу.

Увеличение площадей под рапсом в Российской Федерации (2000) сопровождается расширением перечня болезней, поражающих эту культуру. В связи с ограниченностью генофонда новых сортов, внедрением гетерозисных гибридов с однородной цитоплазмой и наличием большого количества патогенов в регионах, где насыщаемость севооборотов рапсом

велика, существует реальная угроза эпифитотий.

В результате комплексных работ лаборатории селекции рапса и отдела защиты растений (2001–2004) по созданию источников и доноров устойчивости к распространённым в условиях Западного Предкавказья патогенами, как наиболее рационального способа защиты растений рапса и разработки технологии протравливания семян, был получен положительный результат.

Цикл работ по данной тематике был выполнен научным сотрудником, кандидатом биологических наук В.В. Солдатовой. Она уточнила видовой состав патогенной микрофлоры в различные фазы вегетации рапса, выявила наиболее вредоносные виды микозов и дополнила сведения об особенностях их биологии.

Автором изучена вредоносность фузариозного увядания в зависимости от времени появления симптомов болезни на растениях желтосемянного ярового рапса. Разработана балльная шкала для определения интенсивности поражения ярового рапса фузариозным увяданием. Оценена устойчивость зарубежных и отечественных сортов и сортообразцов ярового рапса к возбудителям альтернариоза, пероноспороза, фузариоза и пепельной гнили.

Большой интерес представляют материалы, посвящённые видовому составу, распространению и вредоносности патогенов на посевах подсолнечника в Волгоградской области. В этих исследованиях непосредственное участие принимал Н.С. Ментюков (2002–2004). Он определил видовой состав патогенной микрофлоры семян подсолнечника в регионе, выявил наиболее вредоносные виды микозов и показал влияние погодных условий на их распространение. Автором установлены места локализации возбудителя белой гнили в семенах подсолнечника, доказано влияние возбудителя белой гнили на качество масла и посевные качества семян подсолнечника в зависимости от степени развития болезни.

О.А. Сердюк определено влияние метеорологических факторов и концентрации грибов рода *Althernaria* Nees. в воздухе на динамику распространённости и развития альтернариоза горчицы сарептской в течение вегетации культуры, уточнён современный видовой состав грибов рода *Althernaria* Nees. на горчице сарептской, впервые выделен вид *A. consortiale* (Thiim.) Hughes., изучены вредоносность и патогенность наиболее фитотоксичного гриба *A. brassicicola* (Schw.) Wilts., разработан метод искусственного заражения проростков горчицы сарептской альтернариозом для первичной оценки сортов и сортообразцов на устойчивость к болезни, который возможно использовать в селекционно-генетических работах. О.А. Сердюк предложены эффективные фунгициды для снижения вредоносности альтернариоза на семенах и вегетирующих растениях горчицы сарептской, установлены сроки их применения. Она продолжает осуществлять фитопатологический мониторинг болезней на других озимых и яровых масличных культурах: рапсе, сурепице, горчице белой. Проводит поиск фунгицидов, эффективно снижающих вредоносность наиболее опасных болезней данных культур.

Расширение площадей под сою, нарушение севооборотов, системы обработки почвы, сокращение объёмов применения средств защиты растений и изменение климатических условий способствуют формированию и накоплению комплекса вредных насекомых разных таксономических групп.

Исследованиями Н.А. Бушневой (2003–2006) установлены виды фитофагов ранее не вредящие посевам сои: хлопково-огородный клоп, крестоцветная и льняная блошки. Выявлены места зимовки и источники заселения сои акациевой огневкой и хлопковой совкой и динамика их численности. Установлены сроки сева, влияющие на повреждаемость бобов сои фитофагами, определены различия в повреждённости бобов перспективных сортов сои гусеницами акациевой огнёвки

и хлопковой совки в зависимости от способов и сроков посева. Автором разработаны мероприятия для защиты посевов сои и определена хозяйственная и экономическая эффективность их использования в условиях Северного Кавказа.

С 2003 г. в отделе защиты растений продолжены исследования по изучению патогенной микрофлоры семян подсолнечника.

Необходимость этой работы была продиктована актуальностью уточнения видового состава наиболее распространенных и вредоносных болезней подсолнечника и патогенного комплекса семян для решения вопросов, связанных с обоснованием путей снижения вредоносности патогенов в условиях ухудшения фитосанитарного состояния посевов и внедрения в производство новых сортов и гибридов.

Основные исполнители этой тематики – фитопатологи отдела защиты растений ВНИИМК кандидаты биологических наук И.И. Шуляк, Н.В. Мурадасилова и старший научный сотрудник Т.П. Алифирова впервые в своих исследованиях отдали приоритет выявлению разных форм сохранения инфекционного начала возбудителей болезней в семенах подсолнечника. С помощью разработанных оригинальных методов фитоэкспертизы появилась возможность более полно выявлять видовой и количественный состав патогенной микрофлоры семян, что, в конечном итоге, ведет к совершенствованию способов борьбы с внутренней и скрытой семенной инфекцией, опираясь на обоснованное применение средств защиты.

Разработанные методы, позволяют более полно определять количественный и видовой состав патогенной микрофлоры семян подсолнечника, включающие обнаружение внутреннего и скрытого инфицирования. Разработанные приемы и средства включены в систему защитных мероприятий против болезней подсолнечника.

Проводимые в 2003–2009 гг. маршрутные обследования подсолнечника на полях Кубани выявили видовой состав

болезней, из которых наиболее значимыми по вредоносности оказались фузариоз, пепельная гниль, фомопсис, ложная мучнистая роса, белая гниль; высокий уровень распространенности альтернариоза и фомоза – болезней, не причиняющих пока хозяйственно ощутимого вреда. Незначительно распространены эмбеллизия, сухая гниль, бактериозы.

Маршрутные обследования, проведенные в разных агроклиматических зонах Краснодарского края, предполагали не только мониторинг болезней, но и отбор семян с растений, пораженных наиболее опасными из них, для изучения их инфицированности, а также посевных качеств и урожайных свойств.

При фитоэкспертизе семян изучали внутреннюю инфекцию, выделяющуюся с тканей перикарпа и из зародыша. К внутренней инфекции относится также и скрытое инфицирование, требующее иного подхода к его обнаружению.

Модификация методики Н.А. Наумовой (1960), с помощью которой зараженность семян подсолнечника выявляют при проращивании их во влажной камере при постоянной температуре (25,0 °С) в течение пяти суток. Модификация этой методики заключалась в отдельном изучении авторами микрофлоры плодовой оболочки и семени, а также в изменении температурного режима и сроков инкубирования образцов.

При поражении фомопсисом, семена отбирали с растений, имеющих симптомы болезни на корзинках или только на стеблях.

Вопрос о возможной инфицированности семян фомопсисом при поражении стебля представляет наибольший интерес, так как, согласно существующим в литературных источниках сведениям, только пораженные корзинки являются поставщиками больных семян.

Авторами впервые изучены элементы структуры урожая и посевных качеств семян, а также их потенциальная возможность быть носителями инфекционного начала, в случае поражения стеблей подсолнечника.

При поражении стебля подсолнечника фомопсисом все показатели структуры урожая ниже по сравнению с контролем (здоровые растения). У больных растений приостанавливается рост и развитие корзинок, значительно снижается масса семян, что ведет к существенным потерям урожая. Возможна преждевременная гибель растений. Наибольшая вредоносность выявлена при поражении стеблей в начале цветения. Растения подсолнечника в большинстве случаев погибают, семян в корзинках практически нет (21 шт.). Количество семян с одной корзинки в 85,8 раза, масса семян с одной корзинки – в 69,2 раза и масса 1000 семян – в 4,8 раза меньше по отношению к контролю. При поражении растений подсолнечника в фазе конца цветения вредоносность болезни то же велика: диаметр корзинки меньше в 2,1 раза, количество семян с корзинки – в 5,6 раза, масса семян с одной корзинки – в 15,8 раз и масса 1000 семян – в 3,3 раза. Вредоносность фомопсиса при поражении в фазе начала налива семян меньше: диаметр корзинки уменьшается в 1,8 раза, количество семян с корзинки – в 2,7 раза, вес семян с одной корзинки – в 3,5 раза и масса 1000 семян – в 1,8 раза.

Наименьшая вредоносность отмечена при поражении растений в конце налива: диаметр корзинки уменьшается в 1,3 раза, количество семян с корзинки – в 1,5 раза, масса семян с одной корзинки – в 2,5 раза и масса 1000 семян – в 1,5 раза.

Единого мнения относительно передачи инфекционного начала фомопсиса через семена нет. Отдельные исследователи полагают, что инфицированные семена не могут быть источником инфекции, так как на перикарпе не формируется совершенная стадия гриба – перитеции. Органы бесполого спороношения – пикниды с β -конидиями не могут прорасти и являться источником заражения, так как содержат деформированное ядро. Ряд исследователей, изучая эту проблему, имеют противоположное мнение, так как ими получено сум-

чатое спороношение гриба (*Diaporthe*) на семенах и проростках подсолнечника в лабораторных условиях.

Проведенная в отделе защиты растений фитоэкспертиза семян, отобранных с пораженных корзинок, выявила 100 %-ное заражение патогеном перикарпов и такое же – зародышей. Анализ образцов семян, отобранных с растений с пораженным стеблем со степенью развития болезни 3–4 балла по 4-балльной шкале, выявил инфицирование перикарпов 29,5 %, зародышей – 89,5 % и скрытое инфицирование – 0,5 % на гипокотылях проростков.

Существование грибов в скрытой форме обнаруживается по побурению тканей гипокотыля или по образованию на нем перетяжек. При выявленном впервые скрытом патогенезе фомопсиса на пораженных гипокотылях проростков образуются пикниды, в которых формируются или β -споры (*Phomopsis helianthi*), или β - и λ -споры (*Ph. arctii*). В количественном соотношении скрытое инфицирование *Phomopsis helianthi* составило 5,7 %, *Ph. arctii* – 0,3 %.

На зародышах семян, отобранных с пораженных корзинок и растений с симптомами болезни на стеблях, получены перитеции гриба на картофельно-глюкозном агаре (КГА) через 28–30 дней культивирования в обычных лабораторных условиях при колебании температуры воздуха от 13 до 25 °С, дневном свете при светопериоде от 8 до 16 ч.

В исследованиях по длительности сохранения инфекционного начала возбудителей фомопсиса в семенах установлено, что через 9 месяцев хранения в лабораторных условиях зараженность семян полностью сохраняется. После 18-месячного хранения происходит естественное оздоровление семян, и возбудитель фомопсиса из них не выделяется.

При поражении подсолнечника прикорневой формой белой гнили в конце цветения – начале налива семян количество семян с одной корзинки уменьшается на 80,8 %, урожай – на 93,4 %. При более позднем проявлении болезни недобор семян с

одной корзинки составляет 5,7 %, урожая – 44,1 %. Масса 1000 семян снижается у ранопогибших растений на 72,0 %, у растений с более поздним проявлением болезни – на 41,8 %. Всхожесть семян у раньше погибших растений снижается на 42,0 %, семян с корзинок подсолнечника, погибшего в конце налива – на 16,0 %.

Возбудитель склеротиниоза из семян растений подсолнечника с прикорневым поражением стебля при известных методах фитоэкспертизы (Наумова, 1960; Долгова, 1988) не выделяется. Инфицированные *Sclerotinia sclerotiorum* семена были обнаружены только в случае применения разработанной в отделе защиты растений оригинальной методики. Суть ее заключается в следующем: ядра семян помещали на КГА и на 6-е сутки проводили учет комплекса выделившихся патогенов. На 7-е сутки изменяли температурный режим инкубирования, переходя с температуры 22–24 °С, на режим переменных температур с колебанием от 18 до 25 °С. Учет выросших колоний возбудителя белой гнили проводили на 14–15-е сутки при появлении склероциев.

В результате выявлено, что семена с растений с пораженным белой гнилью стеблем инфицированы возбудителем болезни. Инфекционное начало белой гнили выделено на плодовой оболочке (поверхностное инфицирование) – 2,0 %, а из зародыша (внутреннее инфицирование) – 74,0 %. Через 9 месяцев хранения образцов в лабораторных условиях поверхностное инфицирование не было обнаружено, внутреннее снизилось до 25,0 %, а скрытое проявилось на гипокотильях проростков – 28,0 %.

Фитоэкспертиза семян с поражённых белой гнилью корзинок выявила 84,9 % семян с инокулюмом возбудителя на плодовой оболочке и 61,0 % в зародыше. Скрытого инфицирования не обнаружено. После 9-месячного хранения поверхностное и внутреннее инфицирование незначительно снизилось (80,2 и 60,5 % соответственно). Проявилась скры-

тая форма сохранения инокулюма – 4,0 % на гипокотильях проростков.

Установлено влияние ЛМР на элементы структуры урожая и посевные качества семян на примере растений подсолнечника с известными симптомами при проявлении второй формы болезни и растений с вновь обнаруженными симптомами позднего проявления ЛМР.

Вредоносность ложной мучнистой росы проявилась в уменьшении диаметра корзинок, количества выполненных семян в корзинке, снижении массы 1000 семян, всхожести и урожая с одной корзинки. Наиболее низкие показатели элементов структуры урожая и посевных качеств отмечены у семян с растений при раннем проявлении болезни, а у семян растений с поздним проявлением ЛМР они приближались к контрольным.

Лабораторное определение зараженности семян подсолнечника возбудителем ложной мучнистой росы (ЛМР) выполняли по разработанному в отделе защиты растений методу, суть которого заключается в создании благоприятных условий для проявления симптомов болезни на различных органах проростков. Подтверждение наличия инокулюма *Plasmopara helianthi* устанавливали микроскопированием срезов тканей с симптомами болезни.

Учеты зараженности семян *Plasmopara helianthi* проводили в два этапа. На первом этапе проводили учет на 7-дневных проростках, полученных в условиях влажной камеры, отмечая количество растений с неразвившимися корешками, с некротическими штрихами на гипокотильях, с некрозами на семядолях. Во втором этапе внешне здоровые 7-дневные проростки помещали в сосуды с дистиллированной водой и через 7–8 дней учитывали количество растений с симптомами скрытого инфицирования: хлоротичные пятна на лицевой стороне семядолей. При микроскопировании срезов тканей в области

некрозов и хлорозов в межклеточном пространстве обнаружены гифы гриба *Plasmopara helianthi*.

Анализом семян с растений с симптомами 5-й формы проявления ЛМР мицелий *Plasmopara helianthi* обнаружен на 25,8 % зародышей, в том числе 9,3 % – скрытое инфицирование. Фитоэкспертиза семян после 9-месячного хранения не выявила значительных изменений в их инфицированности.

В ходе исследований зараженности семян подсолнечника с симптомами второй формы проявления ЛМР выявлено наличие скрытого инфицирования во всех органах проростков в пределах от 30,0 до 42,0 %.

Возбудители болезни *Alternaria spp.* получили развитие на перикарпе 91,5 % семян, на семенной оболочке – 86,3 %; сгнило – 16,7 % семян. Отмечено, что при проникновении инфекционного начала грибов рода *Alternaria* в зародыш семени, наряду с гибелью семян, происходит отмирание главного корня проростка. При анализе семян на всхожесть количество проростков с такими корнями колебалось от 2,0 до 10,0 %. При переувлажнении почвы в период проливных дождей растения подсолнечника, изначально лишенные основной части главного зародышевого корня, полегают.

Состав грибов рода *Alternaria*, паразитирующих на подсолнечнике, дополнен новым видом – *Alternaria concortiale* (Thiim.) Hughes., который в чистой культуре формирует микросклероции. Гриб выделен с семян подсолнечника и некрозов на стеблях.

Изучены элементы структуры урожая и посевных качества семян с пораженных растений пепельной гнилью. Урожай уменьшается в основном за счет снижения массы 1000 семян. Посевные качества семян существенно от контроля не отличаются. В результате полученных экспериментальных данных впервые выявлено, что, в зависимости от степени поражения растений подсолнечника пепельной гнилью, семена несут инфекционное начало болезни не только на поверхности

плодовой оболочки (1,6–8,0 %), но и на поверхности семени (0,5–1,7 %).

Поражение растений подсолнечника фузариозом в основном проявляется по типу трахеомикозного увядания.

Фитозэкспертиза семенного материала подсолнечника показала постоянное стабильное выделение фузариумов с внешне здоровых семян. Грибы рода *Fusarium* легко выделяются при обычных способах фитозэкспертизы (Наумова, 1960) при температуре 24,0–25,0 °С.

В среднем, поражение перикарпа составило 6,8 %; семени – 5,7 %; количество сгнивших семян – 2,4 %.

Инфекционное начало грибов рода *Fusarium*, находящееся в зародыше семени, вызывает либо полную гибель семянки – за счет чего происходит снижение всхожести, либо поражение главного корня проростка.

Впервые установлено, что растения с признаками трахеомикозного увядания также, как и растения с пораженными корзинками, являются поставщиками зараженных фузариозом семян.

Ядра семянков растений с симптомами трахеомикозного фузариозного увядания, несли инфекционное начало грибов рода *Fusarium* в 33,6 % случаев. Скрытое инфицирование семян составило 40,2 %, что больше контрольных показателей (семена здоровых растений) в 9,6 и 4,6 раз соответственно.

Заражение корзинок подсолнечника возбудителем серой гнили *Botrytis cinerea* в годы исследований происходило через трубчатые цветки в фазе цветения. Болезнь проявлялась в основном с лицевой стороны корзинок в виде очагов со слабо или сильно развитыми мицелием и спороношением гриба. В пораженных корзинках инфекционное начало серой гнили выделено с 8,3–26,1 % семян.

Потери урожая с таким типом поражения корзинок серой гнилью в зависимости от интенсивности развития болезни составляют 18,7–86,9 %, всхожести – от 19,2 до 40,2 %. От-

сутствие признаков болезни на тыльной стороне корзинок затрудняет удаление пораженных корзинок при проведении фитосанитарных прочисток на семеноводческих посевах.

Выявлено, что наибольший вред возбудители болезни – грибы рода *Rhizopus* наносят посевным качествам семян и структуре урожая при раннем заражении корзинок. Влияние грибов в начале налива семян существенно по всем показателям: масса 1000 семян уменьшается по сравнению с контролем на 28,4 %, урожай с одной корзинки – на 39,7 %, всхожесть – на 37,2 %. В конце налива семена меньше реагируют на влияние патогенов и обладают более высокими посевными показателями.

При раннем поражении корзинки, инфекционное начало грибов рода *Rhizopus* выделяется в 26,1 % случаев. При позднем проявлении болезни на корзинках, количество сгнивших от *Rhizopus* ядер уменьшается в 2,5 раза.

В процессе исследований авторы пришли к выводу, что более достоверные результаты получаются при анализе ядер, инкубированных на картофельно-глюкозном агаре при переменных температурах с амплитудой колебания от 18,0 до 25,0 °С в течение более длительного времени – до 14–15 суток. За это время успевают появляться не только колонии быстро растущих грибов *Alternaria spp.*, *Fusarium spp.*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium bataticola*, но и колонии грибов с более компактным мицелием – *Verticillium dachliae*, *Embellisia helianthi*, *Phomopsis spp.* Модифицированный метод фитоэкспертизы наиболее эффективен при выделении возбудителей фомопсиса, белой гнили из семян с растений подсолнечника с пораженным стеблем при отсутствии симптомов болезни на корзинках.

Модифицирование методики Е.М. Долговой (1988) дало возможность расширить спектр болезней, инфекционное начало возбудителей которых обнаружено во внешне здоровых проростках. Впервые выявлено скрытое инфицирование

семян подсолнечника возбудителями фомопсиса (*Phomopsis helianthi* и *Phomopsis arctii*), альтернариоза (*Alternaria consortiale*) и вертициллеза (*Verticillium dahlia*).

Разработан лабораторный метод определения инфицированности семян подсолнечника грибом *Plasmopara helianthi* – возбудителем ложной мучнистой росы. Отработка методики велась на семенах растений подсолнечника, пораженных двумя наиболее распространенными формами ЛМР, при которых возможно получение урожая (разновидность 2-й формы при раннем проявлении и 5-я форма – при позднем проявлении болезни).

В отделе защиты растений с 2007 г. совместно с отделом сои ВНИИМК ведется важное научное направление по изучению биологических особенностей возбудителя пепельной гнили – гриб *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., характера взаимоотношений патогена с растением сои, в том числе в стрессовых условиях острой засухи; меры борьбы с грибом крайне ограничены. До сих пор ни у одного растения, в том числе и у сои, так и не была обнаружена генетическая устойчивость к этому патогену, и в мире отсутствуют иммунные сорта сои.

Эти исследования проведены Г.М. Саенко по биологии гриба *M. phaseolina* в онтогенезе сои, выделены формы сои, в инфицированных тканях которых вероятность образования микросклероциев минимальна для создания на их основе материала для селекции макрофомино- и засухоустойчивых сортов сои для условий Западного Предкавказья.

Г.М. Саенко проводит анатомические исследования растений сои, пораженных пепельной гнилью; ею обнаружено в каких тканях стебля находится наибольшее количество микросклероциев. Выявлено, на какой стадии онтогенеза сои в тканях растений, которые выращивали на инфекционном фоне в камере искусственного климата, были обнаружены гифы патогена. Зафиксировано начало образования микросклероциев как из одной гифы мицелия гриба, так и из нескольких их гиф.

Биологические особенности возбудителя пепельной гнили и специфический характер взаимоотношений с растением-хозяином позволили автору сформулировать основные положения теории осмотически зависимого склероциеобразования в онтогенезе сои, основанные на градиенте осмотического давления внутри и вне мицелия гриба.

Проведены исследования динамики осмотического давления клеточного сока (ОДКС) в онтогенезе как возбудителя, так и в тканях сои. С этой целью выделены засухоустойчивые формы сои с докритическими концентрациями клеточного сока, в условиях водного стресса не вызывающие образование микросклероциев. По итогам исследований свыше 700 соротообразцов были выделены типы динамики изменения ОДКС в онтогенезе, условно названные нами типы А, В и С. Кроме этого, выделены переходные, промежуточные типы онтогенетической динамики ОДКС в тканях сортов сои.

В целом, совокупность полученных данных позволила Г.М. Саенко сформулировать четкие принципы отбора исходного материала для селекции сои на комплексную устойчивость не только к возбудителю пепельной гнили, но и к фузариозу.

Результаты работ отдела защиты растений последних лет показали, что решение подобных задач невозможно без проведения наукоёмких фундаментальных работ в области изучения агробиоценозов разного уровня сложности, изучения агробиоценологических процессов, изучения закономерностей процессов расообразования вредных организмов, их популяционной экологии.

Основными задачами коллектива по защите масличных культур уже в ближайшее время следует считать:

- в области фитопатологии – углубление исследований по совершенствованию мониторинга фитосанитарного со-

стояния масличных культур. Разработать новые средства и способы защиты вегетирующих растений подсолнечника, рапса, горчицы от болезней, выявить и синтезировать эффективные препараты на основе изучения механизма взаимоотношений в системе паразит–хозяин;

- на основе более детального изучения цикла развития возбудителя фомопсиса выявить условия, вызывающие массовое заражение растений подсолнечника этим патогеном. Разработать методы определения фитосанитарного состояния семян подсолнечника;

- провести оценку сортов и гибридов рапса на устойчивость к поражению болезнями;

- в области энтомологии – испытать препараты для борьбы с вредителями подсолнечника, рапса, горчицы, сои;

- исследовать метод токсикации всходов воздействием малых доз химических препаратов.

При формировании нового ассортимента пестицидов особое внимание будет обращено на возможности максимального уменьшения норм расхода и кратности обработок, детальное исследование экологических последствий применения пестицидов.

Одновременно с исследовательской работой сотрудники отдела защиты растений занимаются внедрением своих разработок и достижений зарубежной и отечественной науки в производство. С самого начала создания отдела защиты растений велась работа по внедрению передовых приемов защиты масличных культур от вредителей и болезней. Большую серию опытов отдел защиты растений провел в хозяйствах Краснодарского края (ОПХ «Березанское», ОПХ «Рассвет», АО «Сергиевское», АО им. Кирова и других), в Ставропольском крае, Белгородской области, Западной Сибири и других

регионах страны. Особенно много внимания, сил и времени отдали производству О.И. Тихонов, В.Т. Пивень, Т.П. Алифинова, С.А. Семеренко, А.В. Головин, И.И. Шуляк, А.И. Лебедовский, А.И. Дряхлов, Н.В. Мурудасилова.

С 1994 г. отдел защиты растений начал большую работу по внедрению в производство инкрустированных семян биологически активными композициями. Начинаясь эта работа в 1994 г. и продолжалась до 2011 г. в ОСХ «Березанское» Кореновского района Краснодарского края и колхозе им. Ипатова Ипатовского района Ставропольского края; сохраненный урожай составил 0,14–0,3 т/га.

С 1998 г. ВНИИМК ежегодно инкрустирует свыше 1000 тонн семенного материала масличных культур. Наиболее организованно инкрустирование семян проводится в Новокубанском районе, который стал занимать первое место в крае по урожайности подсолнечника.

В системе интегрированной защиты растений масличных культур протравлению семян нужно уделять первостепенное внимание. В практику защиты растений от болезней и вредителей нужно внедрить понятие о том, что обеззараживание семян – абсолютно обязательный и незаменимый прием в наших условиях.

Большое внимание отдел защиты растений уделяет подготовке научных кадров. За последние 13 лет под руководством В.Т. Пивня защищены: одна докторская и 15 кандидатских диссертаций. По результатам исследований сотрудниками опубликовано 250 научных работ, некоторые из них опубликованы в соавторстве в 3 книгах, 24 рекомендации, 3 методических указания, получено одно авторское свидетельство и одиннадцать патентов на изобретения.



Л.В. Маслиенко,
*доктор биологических наук,
заведующая лабораторией
биометода отдела биологических
исследований ВНИИМК*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ

Исследования по биологическому методу борьбы с вредителями и болезнями во ВНИИМКе начаты в 1975 г. в отделе защиты растений с разработки комплекса мер борьбы с основными вредителями масличных культур, выращиваемых в теплицах в целях ускорения селекционного процесса.

Работа проводилась Л.В. Маслиенко под руководством Г.А. Беглярова, О.И. Тихонова и Р.В. Бартеновой. В результате исследований разработана система биологических мер борьбы с паутинным клещом и тепличной белокрылкой на сое и подсолнечнике с применением хищного клеща фитосейулюса и специализированного паразита тепличной белокрылки – энкарзии.

Разработаны оптимальные нормы, сроки и кратность применения фитосейулюса в зависимости от сроков и плотности заселения вредителем растения-хозяина.

Изучены: биологические особенности тепличной белокрылки и ее вредоносность на подсолнечнике; видовой состав белокрылок в центральной зоне Краснодарского края и со-

ставлен их определитель; биологические особенности энкарзии; разработана методика ее размножения, определены оптимальные нормы и сроки выпуска паразита. Для применения фитосейулюса и энкарзии в общей системе защиты подсолнечника и сои от вредителей и болезней подобраны препараты, малотоксичные и имеющие короткий период остаточного действия для биоагентов. В результате исследований изданы рекомендации по применению энкарзии в условиях закрытого грунта и защищена кандидатская диссертация.

С 1981 г. в институте проводятся исследования по разработке биологических мер борьбы с основными патогенами подсолнечника в условиях открытого грунта. Исследования проводились Л.В. Маслиенко под руководством О.И. Тихонова.

С 1993 г. организована лаборатория биометода, которую возглавляет доктор биологических наук Л.В. Маслиенко. В составе лаборатории успешно трудятся научный сотрудник Д.А. Курилова (с 2006 г.), лаборант-исследователь М.В. Качан (с 2003 г.). В разные годы в работах лаборатории принимали участие С.В. Косова (1993–1997), Н.П. Ретюнских (1997), О.А. Лавриченко (1993–2005), Н.В. Мурадасилова (1994–2002), Н.В. Склярова (1997–2006), Е.Ю. Шипиевская (1997–2011), А.М. Асатурова (2004–2010).

Основная задача исследований – решение теоретических и практических вопросов по разработке эффективного, экологически безопасного метода снижения вредоносности основных патогенов подсолнечника и других масличных культур.

Исследования направлены на:

– изыскание и скрининг штаммов антагонистов наиболее опасных патогенов подсолнечника, сои и рапса (возбудителей белой, серой, пепельной гнилей, вертициллёзного увядания, фомопсиса, фузариоза и ложной мучнистой росы);

– разработку технологии производства новых, эффективных, экологически безопасных микробиопрепаратов на основе наиболее активных, с широким спектром действия штаммов антагонистов как живых культур, так и их метаболитов;

– разработку технологии применения микробиопрепаратов для защиты семян, вегетирующих растений и почвы с учетом фитосанитарного мониторинга, стадий развития растений, гидротермических условий в интегрированной системе защиты масличных культур от вредителей и болезней.

На основе этих исследований разрабатывается система биологических мер борьбы с болезнями подсолнечника, включающая:

– защиту семян от внешней, внутренней и почвенной инфекции;

– снижение запаса инфекции в почве и, как следствие, сокращение поражения патогенами вегетирующих растений;

– защиту вегетирующих растений методами оперативного сдерживания;

– подавление комплекса патогенов в семенном материале в период хранения.

В основе разработанной нами концепции целенаправленного создания микробиопрепаратов для защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезней лежит поиск штаммов антагонистов безопасных для человека, не патогенных к защищаемой культуре, проявляющих высокую активность в широко варьируемых условиях против комплекса возбудителей заболеваний, обладающих полифункциональным типом действия и оптимальными технологическими характеристиками (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема концепции целенаправленного создания микробиопрепаратов для защиты подсолнечника и других сельскохозяйственных культур от болезней

Антагонистов выделяли из склероциев белой и серой гнилей, почвы, ризосферы, а также из надземной части больных и здоровых растений. При этом осваивались различные методы выделения штаммов антагонистов (ловушек, почвенного разведения, обогащения почвы патогенами, прямой инокуляцией почвы и различных частей растений и другие).

Ступенчатый скрининг выделенных микроорганизмов включает первичную и вторичную оценку.

Первичный скрининг выделенных штаммов включает оценку антагонистической активности *in vitro* к наиболее распространенным и вредоносным возбудителям болезней сельскохозяйственных культур различными методами (двойных или встречных культур, серийных разведений, лунок, дисков и др.) и определение фитотоксичности штаммов к защищаемой культуре, с дальнейшей выбраковкой и отбором микроорганизмов.

Метод двойных или встречных культур (Ваксман, 1947; Егоров, 1957) позволяет определять тип антагонистической активности и оценить взаимоотношения выделенных штаммов с возбудителями болезней (гиперпаразитизм, антибиогенез или смешанный тип).

Возможное патогенное или токсичное действие на культуру определяют методом замачивания семян в суспензии антагониста и методом «стаканчиков», когда проростки с подрезанной корневой системой помещают в суспензию спор антагониста (Буданова, Никитина, 1976).

Вторичный скрининг включает испытание отобранных штаммов на фоне искусственного заражения патогенами в лабораторных условиях, устанавливается защитный и колонизирующий эффект различными методами:

- защитный эффект во влажной камере устанавливают методом агаровых блоков (накладыванием кусочков агара с мицелием патогена к семенам защищаемой культуры, предварительно обработанных биопрепаратами) (Зайчук, 1983);

- колонизирующую активность определяют методом перфорированных чашек Петри (Антонова, Саукова, 2006);

- защитный эффект в почве устанавливают методом инокуляции почвы патогенами по модифицированной нами методике (Дьякунчак, 1988).

Для перспективных штаммов, показавших высокую активность к патогенам и не проявивших фитотоксичности к защищаемой культуре разрабатывали лабораторный регламент наработки микробиопрепарата. Для этого изучали морфолого-культуральные свойства и физиологические признаки штаммов-продуцентов, определяли оптимальные условия и продолжительность выращивания штамма в состоянии покоя и глубинного культивирования на твердых и жидких питательных средах, определяли оптимальные питательные среды для получения различных препаративных форм, создавали условия и устанавливали сроки хранения этих форм микробиопрепаратов.

С целью разработки технологии применения созданных микробиопрепаратов определяли оптимальные способы, нормы и сроки их применения для снижения семенной, почвенной и аэрогенной инфекций. Полевые испытания микробиопрепаратов проводили на фонах искусственного заражения и естественного поражения патогенами на центральной экспериментальной базе ВНИИМКа, в предгорной зоне Краснодарского края (Отраденский район), в Адыгее (ст. Даховская), в Белгородской, Тамбовской, Ростовской и других областях. Испытывали различные способы внесения микробиопрепаратов: обработка семян с различными прилипателями, внесение бороздами по краям от рядка, сплошное внесение, обработка вегетирующих растений в разные сроки, обработка растительных остатков перед заделкой в почву и др. Определяли возможность снижения семенной инфекции в период хранения способом заблаговременной обработки семян микробиопрепаратами. С целью применения микробиопрепаратов в интегрированной защите подсолнечника от вредителей и болезней устанавливали их совместимость с перспективными инсектицидами, фунгицидами и биологически активными веществами.

Постоянный поиск новых штаммов, а также селекция отобранных штаммов методом ступенчатого стабилизирующего отбора позволяет создавать микробиопрепараты различного целевого назначения.

В результате многолетних исследований методом ступенчатого скрининга создана коллекция перспективных штаммов грибов и бактерий антагонистов основных возбудителей болезней подсолнечника, сои и рапса – белой, серой, пепельной гнилей, фомопсиса, фузариоза и вертициллезного увядания, включающая штаммы грибов, относящихся к родам *Penicillium* Link, *Chaetomium* Kunze ex Fr., *Trichoderma* Pers ex Fr., *Sordaria* Cesati et de Notaris, *Gliocladium* Corda, *Aspergillus* Micheli, *Fusarium* Link, *Coniothyrium* Cda, *Talaromyces* Benj., *Trichothecium* Link и штаммы бактерий, относящихся к родам *Bacillus* и *Pseudomonas*, подавляющих рост нескольких возбудителей болезней, не патогенных к защищаемым культурам а, напротив, обладающих ростостимулирующей активностью.

На основе перспективных штаммов грибов-антагонистов РК-1 (ВИЗР-24) *Penicillium vermiculatum* Dang. (сумчатая стадия *Talaromyces flavus*), ХК-1 (ХК-1-4) *Chaetomium olivaceum* Cooke et Ellis, PV-3 *Penicillium verrucosum* var. *cyclopium*, PF-1 *Penicillium funiculosum* и бактерии Б-5 *Bacillus licheniformis* Cohn созданы новые, экологически безопасные, эффективные микробиопрепараты вермикулен, хетомин, веррукозин, фуникулозум и бациллин. Кроме того, выделены перспективные штаммы бактерий, продуценты микробиопрепаратов, проявивших высокую активность против возбудителей фузариоза на подсолнечнике и сое: Fa 4-1 и D 7-1 *Bacillus subtilis*, Sgrc-1 *Pseudomonas fluorescens*, Oif 2-1 *Pseudomonas* sp. и 14-3 *Pseudomonas chlororaphis*.

Новые биопрепараты – биофунгициды защитного и стимулирующего действия. Основное действующее начало – споры, мицелиальная масса, а также метаболиты (антибиотики, ферменты и др.), подавляющие возбудителей широкого круга болезней не только масличных, но и зерновых, овощных, плодово-ягодных культур и винограда (табл. 1).

Таблица 1

Перечень микробиопрепаратов лаборатории биометода ВНИИМК

Биопрепарат / штамм-продуцент, препаративная форма / норма расхода, л/т, л/га	Токсиколо- гигиениче- ская оценка	Механизм действия	Спектр действия		
			культура	возбудитель	биологи- ческая эффе- ктив- ность, %
1	2	3	4	5	6
Вермикулен/ ВИЗР 24 <i>Penicillium vermiculatum</i> Dang, жидкая культура / 3,0, паста / 0,2, порошок / 2,0	IV класс опасности (малоопасен), нефитоток- сичен	Антибиозис, гиперпара- зитизм, целлюлозо- литическая активность	Подсол- нечник	Белая гниль, фомопсис, фузариоз	63,3–100 25,6–53,5 24,2–70,6
			Зерновые	Корневые гнили, фузариоз колоса, септориоз, бурая ржавчина	52,9–53,3 40,5 7,0–35,0 36,4–64,6
			Яблоня	Парша, мучнистая роса, альтернариозная пятнистость	56,6–78,5 79,7–89,1 85,0–97,2
			Виноград	Оидиум	81,6–89,8
			Слива	Клястероспориоз	74,1–81,6
			Земляника	Белая и бурая пятнистости, антракноз серая гниль	56,8–87,5 70,8–80,2 76,4
			Карто- фель	Ризоктониоз, парша обык- новенная,	84,2 41,2 увеличе- ние коли- чества крупной фракции
			Малина	Пурпуровая пятнистость	42,4
Хетомин / Хк-1, Хк-1-4 <i>Chaetomium olivaceum</i> Cooke et Ellis, порошок / 2,0, водная суспензия / 3,0	IV класс опасности (малоопасен), нефитоток- сичен	Антибиозис, высокая целлюлозо- литическая активность	Подсол- нечник	Белая гниль (прикорневая форма), фомопсис, по пятнам, по перитециям, фузариоз	46,9–91,3 20,9–31,8 80,9–100 16,4–44,9
			Соя	Фузариоз	29,3
			Зерновые	Фузариозные гнили, фузариоз колоса, септориозно- фузариозные пятнистости, бурая ржавчина	75,0–93,0 28,0–41,0 25,7–43,8 55,0–62,0

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
			Яблоня	Парша, мучнистая роса, альтернариозная пятнистость	68,2–98,0 74,4–86,7 85,5
			Виноград	Оидиум	83,4
			Слива	Клястероспориоз	80,6
			Малина	Пурпуровая пятнистость	39,5
			Земляника	Белая и бурая пятнистости, антракноз, серая гниль	70,4 90,1 77,2
			Капуста	Фузариоз	54,5
			Картофель	Ризоктониоз, парша обыкновенная	70,0 55,2 (увеличение количества крупной фракции)
Бациллин/ Б-5 <i>Bacillus licheniformis</i> Cohn, жидкая культура / 3,0	Нефитотоксичен	Антибиозис	Подсолнечник	Белая гниль (прикорневая форма), фомопсис, фузариоз	73,9 10,4–51,4 17,4–75,3
			Зерновые	Корневые гнили, мучнистая роса	36,3 42,8
			Яблоня	Парша, мучнистая роса, альтернариозная пятнистость	62,5–97,6 82,3 88,4
			Виноград	Оидиум	98,4
			Слива	Клястероспориоз	93,5
			Малина	Пурпуровая пятнистость	45,5
			Земляника	Белая и бурая пятнистости, антракноз, серая гниль	97,8 40,2 71,6
Веррукозин / PV-3 <i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx	IV класс опасности (малоопасен),	Антибиозис, гиперпаразитизм	Подсолнечник	Фомопсис, фузариоз	23,3–37,7 28,8–47,4

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
<i>var. cyclopium</i> (Westling) Samson, Stolk et Hadlok, жидкая культура / 2,0, паста / 0,2	Нефитотоксичен		Яблоня	Парша, мучнистая роса	79,7–94,0 81,2–87,9
			Виноград	Оидиум	58,0–77,9
			Слива	Клястероспориоз	87,1–92,8
			Земляника	Серая гниль	72,4
			Овощная фасоль	Листовые инфекции	67,2
Фуникулосум / PF-1 <i>Penicillium funiculosum</i> Thom, жидкая культура / 3,0, паста / 0,2	IV класс опасности (малоопасен), нефитотоксичен	Антибиозис, гиперпаразитизм, целлюлозолитическая активность	Подсолнечник	Фомопсис, фузариоз	18,8–37,7 32,1–50,7
			Яблоня	Парша, мучнистая роса	72,6–83,5 86,0–86,7
			Виноград	Оидиум	67,1–98,8
			Слива	Клястероспориоз	85,7–90,8
			Земляника	Серая гниль	74,8
			Овощная фасоль	Листовые инфекции	49,2–86,0
			Картофель	Ризоктониоз	48,0–79,0 увеличение количества крупной фракции
Fa 4-1 <i>Bacillus subtilis</i> , жидкая культура / 3,0	Нефитотоксичен	Антибиозис, синтез гидролитических ферментов, гиперпаразитизм	Подсолнечник	Фузариоз, фомопсис	25,7–29,9 14,6
D 7-1 <i>Bacillus subtilis</i> , жидкая культура / 3,0	Нефитотоксичен	Антибиозис, синтез гидролитических ферментов, гиперпаразитизм	Подсолнечник	Фузариоз, фомопсис	27,0–48,7 35,7
			Овощная фасоль	Листовые инфекции	86,0
			Картофель	Ризоктониоз	69,0 увеличение количества крупной фракции
Sgrc-1 <i>Pseudomonas fluorescens</i> , жидкая культура / 3,0	Нефитотоксичен	Антибиозис, синтез гидролитических ферментов	Капуста	Фузариоз	51,5
			Подсолнечник	Фузариоз, фомопсис	31,3–35,9 24,1
			Капуста	Фузариоз	24,1

Продолжение таблицы 1					
1	2	3	4	5	6
Oif 2-1 <i>Pseudomonas sp.</i> , жидкая культура / 3,0	Нефитотоксичен	Антибиозис, синтез гидролитических ферментов	Подсолнечник	Фузариоз, фомопсис	23,9–26,5 34,2
			Овощная фасоль	Листовые инфекции	89,0
			Картофель	Ризоктониоз	86,0–87,0 увеличение количества крупной фракции
14-3 <i>Pseudomonas chlororaphis</i> , жидкая культура / 3,0	Нефитотоксичен	Антибиозис	Соя	Фузариоз	27,8

Примечание:

– все представленные биопрепараты обладают высоким ростостимулирующим действием: сохранение урожая от 10 до 32 % на различных сельскохозяйственных культурах;

– все представленные штаммы-продуценты испытывались в различных сочетаниях с целью увеличения экологической пластичности, доказано, что подобные сочетания биопрепаратов более эффективны, чем применение биопрепаратов на основе монокультуры (эффективность по этим тестам в таблице и в статье не приводятся).

Вермикулен – первый микробиопрепарат, разработанный ВНИИМКом на основе гриба РК-1 *Penicillium vermiculatum* Dang. (сумчатая стадия *Talaromyces flavus*). В 1989 г. на штамм получено авторское свидетельство, а в 2008 г. на отселектированный штамм ВИЗР-24 – патент. С 1993 г. микробиопрепарат зарегистрирован Госхимкомиссией и внесен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в РФ» как перспективный биофунгицид для протравливания семян подсолнечника. Штамм продуцент и препарат прошли полную токсиколого-гигиеническую оценку. По показателям вирулентности, диссеминации, токсичности и токсигенности штамм продуцент безопасен для теплокровных животных, не вызывает аллергии, не токсичен для пчел.

Разработана последовательность технологических процессов при различных способах производства микробиопрепарата вермикулен (рис. 2).



Рисунок 2 – Последовательность технологических процессов при различных способах производства микробиопрепарата вермикулен

На начальном этапе разработана технология получения порошка Вермикулена на твёрдых питательных средах.

С 1994 г. разработана технология получения поверхностным способом препаративной формы паста. Препарат имел высокий титр $3,0-3,5 \times 10^9$ КОЕ/г, был технологичен в применении, но выход с одного литра питательной среды составлял 35–40 г.

Поэтому с 1997 г. разработана технология глубинного культивирования, по которой были получены препаративные формы жидкая культура и паста. Для препаративной формы паста, получаемой при глубинном культивировании, разработаны технические условия и технологический регламент.

В препаративной форме «паста» микробиопрепарат применялся ежегодно в Краснодарском крае на площади 8–10 тыс. га с нормой расхода для обработки семян 0,2 кг/т в комплексе с препаратами против ложной мучнистой росы (в случае неустойчивого сорта или гибрида) и проволочника. Кроме того, препарат успешно прошел испытания в Белгородской, Ростовской, Воронежской, Волгоградской, Тамбовской, Оренбургской областях и в Ставропольском крае. Эффективность предпосевной обработки семян против прикорневой формы белой гнили на среднем фоне поражения составила 63,3–100 %, против фомопсиса – 25,6–53,5 %. Обработка вегетирующих растений подсолнечника микробиопрепаратом в комплексе с обработкой семян повышала эффективность применения препарата против фомопсиса, и на невысоком и среднем фонах поражения она составила 57,0–65,0 %, обеспечив дополнительный урожай семян от 0,2 до 0,6 т/га.

Испытания последних лет (2008–2011 гг.) в ГНУ Тамбовском НИИСХ, подтверждают высокую эффективность комплексной обработки семян и вегетирующих растений двух препаративных форм вермикулена (жидкой культуры и пасты) против прикорневой и корзиночной формы белой гнили (70,9–78,8 %), превышающую химический эталон (виннер + альбит) – 32,7–43,6 %, (Фирсов, Чухланцев, 2008, 2009; Чухланцев, Фирсов, Маслиенко, 2010; Чухланцев, 2010; Фирсов, Чухланцев, Маслиенко, Мустафин, 2010).

Испытание вермикулена на сое показало эффективность этого препарата против белой гнили и фузариоза, не уступающую фундазолу. В отличие от фунгицида вермикулен

не подавлял действие ризобиума. Дополнительный урожай семян составил 0,15–0,20 т/га.

В 1994–1996 гг. вермикулен испытывался Краснодарским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (КНИИСХ) против комплекса болезней озимой пшеницы. Обработка семян озимой пшеницы вермикуленом (0,2 кг/т) способствовала снижению развития гнилей по сравнению с контролем в 1,4 раза и не уступала обработке семян байтаном, взятым в качестве эталона. Биологическая эффективность вермикулена к возбудителям фузариозной гнили составила 75,0 %. Кроме того, вермикулен сдерживал развитие септориоза листьев на 7,0–35,0 %, фузариоза колоса – на 40,5 %. Обработка семян в комплексе с обработкой вегетирующих растений в фазе начала колошения снижала поражение листьев септориозной пятнистостью на 40,0 % и обеспечивала дополнительный урожай 0,45 т/га (Зазимко, Жалиева, Маслиенко, 1999).

В 1996–1999 гг. вермикулен испытывался против комплекса болезней пшеницы Среднерусским филиалом ВНИИ-Фа. Установлено, что наиболее эффективной схемой защиты посевов пшеницы является комплексная обработка семян и вегетирующих растений. При этом биологическая эффективность против бурой ржавчины и септориоза составила от 36,4 до 64,6 %, хозяйственная – от 0,29 до 0,64 т/га и была выше, чем при использовании агата-25 и ризоплана. При двукратной обработке только вегетирующих растений озимой и яровой пшеницы Вермикуленом в фазы трубкования и начала колошения пораженность растений бурой ржавчиной снижалась на 55,3–61,8 %, септориозом – на 53,5–64,9 %. Достоверная прибавка урожая составила 0,34–0,58 т/га.

В 2001 г. вермикулен испытывался в Кубанском государственном аграрном университете (КГАУ) против комплекса болезней озимой пшеницы. Предпосевная обработка семян обеспечила биологическую эффективность против корневых

гнилей в фазе трубкования и колошения 52,9–53,3 %. Против септориозно-гельмитоспориозно-фузариозных пятнистостей биологическая эффективность обработки семян и двукратной обработки вегетирующих растений составила 36,2–36,7 %. Прибавка урожая составила 0,97 т/га (Маслиенко, Пикушова, 2004).

С 1993 г. и по настоящее время Северо-Кавказским зональным научно-исследовательским институтом садоводства и виноградарства (СКЗНИИСиВ) вермикулен испытывается против болезней винограда. Установлено, что двукратная обработка винограда вермикуленом обеспечивала эффективность против оидиума на 81,6–89,8 %, что равносильно применению контактных фунгицидов, при этом подчеркивается пролонгированное действие биопрепарата на возбудителя оидиума. Дополнительный урожай по сравнению с применением комплекса хозяйственных обработок составил 0,14–0,89 т/га, а по сравнению с контролем – 2,90–3,75 т/га (Талаш, Юрченко, Маслиенко, 1998; Юрченко, Маслиенко, 2011).

В 2005–2007 гг. при оценке вермикулена против комплекса болезней на землянике установлена высокая биологическая эффективность против белой и бурой пятнистостей (56,8–87,5 %), при эффективности эталона эупарена 71,2 %, против антракноза – 70,8–80,2 %, против серой гнили – 76,4 %, при эффективности эупарена 33,8 %.

В 2006–2008 гг. вермикулен испытывался против комплекса болезней на яблоне и показал высокую эффективность против: парши (56,6–78,5 %), мучнистой росы (79,7–89,1 %), альтернариозной пятнистости (85,0–97,2 %). Испытания показали, что вермикулен может быть включен в систему защиты яблони от парши, мучнистой росы и альтернариозной пятнистости на сортах, различных по степени полевой устойчивости.

В 2008–2009 гг. вермикулен испытывался против класстероспориоза на сливе. При умеренном развитии болезни однократная обработка микробиопрепаратом обеспечила дос-

таточно высокий уровень блокирования доминирующего заболевания на сливе – клястероспориоза, и показал эффективность 74,1–81,6 %.

В 2004-2006 гг. Новосибирским государственным аграрным университетом (НГАУ) вермикулен испытывался против болезней картофеля и малины. Трёхгодичные полевые испытания микробиопрепарата в условиях Западной Сибири показали, что предпосадочная обработка клубней картофеля значительно снижала наиболее вредоносное проявление ризоктониоза (наличие склероциев), при этом биологическая эффективность в среднем составила 84,2 %. Биологическая эффективность вермикулена против парши обыкновенной составила 41,2 %, дополнительный урожай – 13,8–48,5 кг на 100 кустов, при этом значительно возрос процент крупной фракции в общем урожае (20,2–37,2 %) (Томилова, Шпатова, Штерншис, Маслиенко, 2005; Томилова, Штерншис, Маслиенко, 2006).

Испытания вермикулена на малине против пурпуровой пятнистости показали, что развитие болезни по сравнению с контролем уменьшилось в 1,7 раз, биологическая эффективность составила 42,4 %. В связи с тем, что вредоносность пурпуровой пятнистости связана также с глубоким поражением, установлено, что обработка вермикуленом полностью исключила возможность глубокого поражения побегов, при поражении в контроле 3,5 %.

Хетомин – грибной препарат, проходил испытания с 1984 года. Основой микробиопрепарата является гриб *Xk-1 Chaetomium olivaceum* Cooke et Ellis, обладающий сильными целлюлозоразрушающими свойствами, подавляющий инфекционное начало гнилей, фомопсиса и фузариоза. Штамм защищён авторским свидетельством в 1987 г. В последние годы получен новый отселектированный штамм против возбудителя белой гнили Xk-1-4. Хетомин относится к малоопасным

препаратам, безопасен для теплокровных животных, не вызывает аллергии, не токсичен для пчел, не фитотоксичен.

Оптимальная препаративная форма хетомина – порошок, с титром спор $2,2\text{--}2,8 \times 10^9$ КОЕ/г.

Обработка семян подсолнечника порошком хетомина с нормой расхода 2 кг/т на фоне искусственного заражения белой гнилью в Краснодарском крае и Белгородской области повышала всхожесть семян на 7,5–35,7 %, а биологическая эффективность против прикорневой формы белой гнили составляла 63,9–96,5 %. При обработке хетомином склероциев белой гнили и запахиванием их на глубину 20–22 см в Белгородской области установлено, что через 7 месяцев после обработки склероциев биологическая эффективность хетомина составила 77,6 %, а через 12 месяцев склероции в этом варианте разлагались полностью. Испытание микробиопрепарата в предгорной зоне Краснодарского края (обработка осенью пораженных белой гнилью растительных остатков подсолнечника) показало, что микробиопрепарат снижал образование апотенциев белой гнили на 90–95 %. Осенняя обработка микробиопрепаратом растительных остатков подсолнечника, пораженных фомопсисом, снижала образование перитециев фомопсиса на 60,0–100 %, при этом лучшие результаты получены при перемешивании растительных остатков с верхним слоем почвы.

Заблаговременная обработка хетомином семенного подсолнечника с низкой всхожестью и с большим количеством склероциев повышала всхожесть по сравнению с контролем на 3,0–8,0 %. Семена, потерявшие всхожесть, не несли инфекционное начало, а покрывались спорами антагониста. Жизнеспособность склероциев в контроле без обработки через два месяца хранения составляла 80,0 %, тогда как при обработке хетомином, она подавлялась полностью.

Хетомин был испытан против комплекса болезней на зерновых культурах в КНИИСХе (1994–1996 гг.), Среднерус-

ском филиале ВНИИФ (1996–1997 гг.) и КГАУ (2001 г.). Испытания показали эффективность обработки семян и вегетирующих растений зерновых культур против фузариозной гнили (75,0–93,0 %), фузариоза колоса (28,0–41,0 %), бурой ржавчины (55,0–62,0 %), септориозно-фузариозных пятнистостей (25,7–43,8 %). Дополнительный урожай достигал 0,7 т/га.

В 2006–2009 гг. хетомин испытывался против комплекса болезней на яблоне, винограде, сливе, малине, землянике и капусте. Биопрепарат показал высокую эффективность против болезней яблони: парши – 68,2–98,0 %, мучнистой росы – 74,4–86,7 %, альтернариозной пятнистости – 85,5 %. Эффективность против оидиума на винограде за годы исследований в среднем составила 83,4 %, против клостероспориоза на сливе – 80,6 %, против пурпуровой пятнистости на малине – 39,5 %, против белой и бурой пятнистостей, антракноза и серой гнили на землянике – 70,4; 90,1 и 77,2 % соответственно, против фузариоза на капусте – 54,5 %.

В 2004–2006 гг. Новосибирским государственным аграрным университетом (НГАУ) хетомин испытывался против болезней картофеля и малины. Полевые испытания биопрепарата в условиях Западной Сибири показали, что предпосадочная обработка клубней картофеля хетоминном значительно снижает наиболее вредоносное проявление ризоктониоза (наличие склероциев), при этом биологическая эффективность в среднем составила 70,0 %. Биологическая эффективность против парши обыкновенной составила 55,2 % (Shternschis, Tomilova, Shpatova, Soitong, Maslienko, 2010).

Важная роль в борьбе с болезнями растений отводится бактериальным антагонистам. С 1987 г. О.А. Лавриченко проводила исследования по поиску бактерий-антагонистов возбудителей болезней подсолнечника. Создана коллекция перспективных штаммов бактерий-антагонистов возбудителей белой, серой, пепельной гнилей, фузариозов и фомопсиса, включающая штаммы из рода *Bacillus*. Из склероциев белой

гнили подсолнечника выделен штамм бактерии Б-5 *Bacillus licheniformis* Cohn, обладающий расширенным спектром антигрибного влияния, подавляющий возбудителей гнилей, фомопсиса и фузариоза. На этот штамм получен патент РФ и разработан микробиологический препарат бациллин.

Препаративная форма микробиопрепарата бациллина – жидкая культура с титром 10^9 КОЕ/мл. Полевые испытания микробиопрепарата, проведенные на фоне высокого поражения подсолнечника белой гнилью в предгорной зоне Краснодарского края, показали эффективность обработки семян с нормой расхода 3 л/т – 87,1–93,1 %, при этом дополнительный урожай составил 0,2–0,4 т/га. При обработке семян подсолнечника против фомопсиса (степень поражения болезнью – 30,0–50,0 %) эффективность биопрепарата составляла 67,0–69,0 %, дополнительный урожай – 0,2–0,36 т/га. На фоне поражения подсолнечника фузариозом 31,0–43,0 % в 1996–2001 гг. биологическая эффективность препарата составляла 29,7–63,2 %, дополнительный урожай – 0,2–0,33 т/га.

Применение бациллина, так же, как и хетомина, эффективно для снижения запаса инфекции в почве, на растительных остатках и в семенном материале в процессе хранения.

Препарат испытывался в 1996–1997 гг. КНИИСХ против болезней зерновых культур. Обработка семян с нормой расхода 2,5 л/т сдерживала развитие гнилей на 36,3 %, мучнистой росы – на 42,8 %. Дополнительный урожай составил 0,30–0,35 т/га.

В 2006–2009 гг. бациллин испытывался против комплекса болезней на яблоне, винограде, сливе, малине и землянике. Микробиопрепарат показал высокую эффективность против болезней яблони: парши (62,5–97,6 %), мучнистой росы (82,3 %), альтернариозной пятнистости (88,4 %). Эффективность против оидиума на винограде в среднем составила 98,4 %, против клостероспориоза на сливе – 93,5 %, против пурпуровой пятнистости на малине – 45,5 %, против белой и

бурой пятнистостей, антракноза и серой гнили на землянике – 97,8; 40,2 и 71,6 % соответственно.

С 1995 г. в лаборатории проводились исследования по поиску штаммов антагонистов возбудителя фомопсиса подсолнечника. С 1997 г. эту работу проводила Е.Ю. Шипиевская. В результате из ризосферы больных и здоровых растений подсолнечника, растительных остатков, а также из почвы, обогащенной патогеном, было выделено более 30 штаммов грибов-антагонистов, подавляющих возбудителя болезни *in vitro*. В результате многоступенчатого скрининга отобраны два наиболее активных штамма грибов-антагонистов возбудителя фомопсиса PV-3 *Penicillium verrucosum* Dierckx var. *cyclopium* (Westling) Samson, Stolk et Hadlok и PF-1 *Penicillium funiculosum* Thom. На основе отселектированных штаммов созданы новые микробиопрепараты – веррукозин и фуникулозум.

Веррукозин – штамм-продуцент PV-3 *Penicillium verrucosum* var. *cyclopium* выделен из почвы, предварительно обогащенной патогеном (метод ловушек), на опытном поле ВНИИМК, идентифицирован в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова (МГУ) и депонирован в коллекции культур микроорганизмов Всероссийского института защиты растений (ВИЗР, г. Санкт-Петербург). Гриб относится к классу *Deuteromycetes*, порядку *Hyphomycetales*, семейству *Moniliaceae*, по систематике рода *Penicillium* (Raper, Thom, 1949 г.) – к секции *Asymmetrica*.

Фуникулозум – штамм-продуцент PF-1 *Penicillium funiculosum* выделен из ризосферной почвы пораженного фомопсисом растения подсолнечника с опытного поля ВНИИМК и идентифицирован в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова (МГУ). Гриб относится к классу *Deuteromycetes*, порядку *Hyphomycetales*, семейству *Moniliaceae*, по систематике рода *Penicillium* (Raper, Thom, 1949 г.) к секции *Biverticillata symmetrica*.

По результатам токсиколого-гигиенической оценки научно-технического центра токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов (ФГУН НИЦ ТБП ФМБА России) г. Серпухов, штаммы-продуценты микробиопрепаратов веррукозин и фуникулозум невирулентны, нетоксичны, нетоксигенны, не обладают патогенными свойствами для теплокровных животных и относятся к IV классу опасности.

Штаммы продуценты микробиопрепаратов характеризуются высокой антагонистической и антибиотической активностью к возбудителю фомопсиса. Кроме того, они подавляют возбудителей белой и пепельной гнилей на 80,0–100 %, вертициллёза – на 75,0–90,0 %, фузариоза – на 60,0–75,0 %, непатогенные к культуре подсолнечника а, напротив, обладают ростостимулирующим эффектом – увеличивают длину корня и, что самое важное, увеличивают массу корня до 55,0 % за счет образования большого количества боковых корешков. Антагонизм штаммов обусловлен, в первую очередь, антибиозом, приводящим к деградации и гибели гиф патогенов в течение 10 суток, а для штамма Pf-1 *P. funiculosum* еще и гиперпаразитизмом.

Разработаны элементы технологии производства различных препаративных форм микробиопрепаратов: пасты (при поверхностном культивировании), жидкой культуры (при глубинном культивировании, с добавлением стабилизаторов и питательных добавок) и порошка (с наполнителем перлитом).

Разработаны элементы технологии применения различных препаративных форм микробиопрепаратов. В лабораторных условиях на жестком фоне искусственного заражения и в полевых условиях определены их оптимальные нормы расхода. Установлена совместимость микробиопрепаратов с перспективными пестицидами, обеспечивающая включение их в интегрированную систему защиты подсолнечника от вредителей и болезней.

В связи с тем, что основной запас инфекционного начала фомопсиса сохраняется на растительных остатках, проводили их обработку микробиопрепаратами с последующей заделкой в почву на глубину 5–8 см. Установили, что осенняя обработка растительных остатков веррукозином снижала образование перитециев фомопсиса до 67,1 %.

Предпосевное инкрустирование семян подсолнечника микробиопрепаратами веррукозин и фуникулозум снижало поражение фомопсисом и другими патогенами и обеспечило биологическую эффективность против возбудителя фомопсиса до 74,7 %. Обработка вегетирующих растений подсолнечника биопрепаратами повышала эффективность незначительно. Величина сохраненного урожая от применения биопрепаратов составила 0,1–0,6 т/га. На основе полученных результатов исследований в 2006 г. Е.Ю. Шипиевской защищена кандидатская диссертация.

В 2006–2009 гг. веррукозин и фуникулозум испытывались против комплекса болезней на яблоне, винограде, сливе и землянике. Биопрепараты показали высокую эффективность против болезней яблони: парши – 72,4–94,0 %, мучнистой росы – 81,2–87,9 %. Эффективность против оидиума на винограде составила 58,0–98,8 %, против клостероспориоза на сливе – 87,1–92,8 %, против серой гнили на землянике – 72,4–74,8 %.

Кроме того, микробиопрепараты испытывались против листовых инфекций на овощной фасоли и против ризоктониоза на картофеле и показали эффективность 49,2–86,0 и 48,0–79,0 % соответственно (Томилова, Коробейников, Штерншис, Маслиенко, Асатурова, Шипиевская, 2010).

В условиях Северного Кавказа наряду с такими распространенными и вредоносными болезнями подсолнечника, как белая, серая, пепельная гнили, ложная мучнистая роса, альтернариоз, вертициллез и фомопсис все большее распространение получает фузариоз.

С 1998 г. Н.В. Мурадасиловой проводились исследования по разработке биологических мер борьбы с фузариозом на подсолнечнике. Исследования начали с изучения видового состава грибов рода *Fusarium*, встречающихся на растениях подсолнечника, и определение наиболее распространенных и патогенных видов этого рода. До этого времени отсутствовала информация о видовом составе возбудителей фузариоза на подсолнечнике, наиболее распространенных и патогенных видов этого рода. Нами эти исследования проведены впервые (Маслиенко, Мурадасилова, 2000).

В результате все многообразие изолятов грибов рода *Fusarium*, встречающихся на растениях подсолнечника, было сведено к нескольким видам:

1. *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai.
2. *F. sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Wr. emend Bilai.
3. *F. semitectum* Berk et Rav.
4. *F. gibbosum* App. et Wr. emend Bilai.
5. *F. moniliforme* (Scheldon).
6. *F. solani* var. *argillaceum* (Fr.) Bilai.
7. *F. heterosporum* Nees.

Доминирующим видом на подсолнечнике установлен *F. oxysporum* var. *orthoceras*, который составляет 60,0 % от общего числа изолятов. Этот вид выделялся в течение всей вегетации подсолнечника, начиная со стадии проростков (из корешков и основания гипокотыля), а затем из паренхимы стеблей и корней, пятен на листьях, стеблях и корзинках. В зависимости от источника выделения изоляты имели разную патогенность. Сильнопатогенные изоляты были выделены из спороношений на зрелом стебле, корзинке, из паренхимы зрелого подсолнечника. Слабопатогенные изоляты этого вида выделены из корешков проростков, а также из корней зрелых растений. Установлено, что вид *F. oxysporum* var. *orthoceras* имеет 60,0–65,0 % сильнопатогенных изолятов. Изолятов со слабой патогенностью не отмечено у вида *F. sporotrichiella* var. *poae*. Слабую патогенность проявили изоляты видов *F. gibbosum*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. moniliforme* и *F. semitectum*.

В результате этих исследований в качестве тест-объекта для скрининга штаммов антагонистов выбран изолят *F. sporotrichiella* var. *poae*, вызывающий в лабораторных условиях во влажной камере гниение семян и угнетение проростков подсолнечника.

В результате скрининга отобраны штаммы грибов-антагонистов, подавляющие возбудителя фузариоза *in vitro* и на фоне искусственного заражения в лабораторных условиях, а также нефитотоксичные к культуре подсолнечника. Эти штаммы относятся к родам *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Sordaria*, *Chaetomium*, *Penicillium*, *Fusarium* и один штамм из класса *Basidiomycetes* (вид не определен).

С 2005 г. А.М. Асатуровой проводились исследования по снижению вредоносности возбудителей фузариоза на подсолнечнике с использованием штаммов бактерий-антагонистов. Исследования начаты с поиска бактерий-антагонистов возбудителей фузариоза подсолнечника. Из ризосферы, ризопланы, растительных остатков, листьев и семян подсолнечника было выделено 425 штаммов бактерий. В результате проведения скрининга отобрано 16 перспективных PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria – ризобактерии, способствующие росту растений) штаммов – бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, которые были введены в коллекцию коммерчески ценных штаммов лаборатории биометода. Результаты ряда опытов по фитотоксичности показали, что новые штаммы нефитотоксичны, не оказывают негативного влияния на энергию прорастания и всхожесть семян подсолнечника, а также не вызывают увядания проростков.

В результате лабораторных и полевых испытаний в качестве основы микробиопрепаратов были выбраны 4 перспективных штамма: Fa 4-1 *Bacillus subtilis*, D 7-1 *B. subtilis*, Sgrc-1 *Pseudomonas fluorescens* и Oif 2-1 *Pseudomonas* sp., обеспечивающие на жестком фоне искусственного заражения возбудителями фузариоза эффективную защиту семян и проростков подсолнечника (до 77,3 %), активно колонизирующие корень

и оказывающие ростостимулирующее действие на культуру подсолнечника (увеличение массы корня на 52,9–82,4 %, массы побега – на 44,7–55,3 %).

Штаммы идентифицированы с использованием молекулярно-биологического метода в Центре «Биоинженерия» РАН (г. Москва) и депонированы в коллекции микроорганизмов Всероссийского института защиты растений (ВИЗР, г. Санкт-Петербург).

Установлено, что исследуемые штаммы бактерий-антагонистов обладают широким спектром антифунгального действия, активно подавляя *in vitro* развитие широкого круга не только патогенных представителей рода *Fusarium* (*F. semitectum*, *F. gibbosum*, *F. javanicum*, *F. solani* и *F. moniliforme*), но и ряда других фитопатогенов, распространенных на подсолнечнике: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium bataticola*, *Alternaria sp.*, *Phomopsis helianthi* и *Verticillium dahliae*.

Разработаны элементы технологии производства жидкой культуры микробиопрепаратов на основе перспективных бактериальных штаммов-продуцентов.

Инкрустирование семян подсолнечника новыми микробиопрепаратами и их комбинациями в полевых условиях в зависимости от состояния популяции патогена и складывающихся погодных условий обеспечивало биологическую эффективность до 48,7 %, при эффективности эталона виннера – до 18,1 %. Величина сохраненного урожая от применения лабораторных образцов новых бактериальных микробиопрепаратов составляла до 0,47 т/га.

На основе полученных результатов исследований в 2009 г. А.М. Асатуровой защищена кандидатская диссертация.

Опытные партии микробиопрепаратов на основе бактериальных штаммов D 7-1 *B. subtilis* и Oif 2-1 *Pseudomonas sp.* испытывались против листовых инфекций овощной фасоли и ризоктониоза картофеля. Биологическая эффективность против листовых инфекций фасоли составила 86,0–89,0 %, а против ризоктониоза на картофеле – 69,0–87,0 %, при этом

наблюдалось увеличение количества крупной фракции урожая.

С 2006 г. Д.А. Куриловой проводятся исследования по снижению вредоносности возбудителей фузариоза на сое. Исследования начаты с уточнения видового состава грибов рода *Fusarium*, встречающихся на растениях сои и определения наиболее распространенных и патогенных видов этого рода. В результате из различных частей растений сои выделено более 200 изолятов возбудителей фузариоза сои, относящихся к 7 видам. Наиболее распространенными видами установлены *F. sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Wr. emend Bilai и *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai. Для ступенчатого скрининга коллекции перспективных штаммов грибов и бактерий-антагонистов лаборатории биометода ВНИИМК отобран наиболее агрессивный изолят *Fusarium sporotrichiella* var. *poae*, вызывающий существенное снижение всхожести со 100 % поражением семян и проростков сои в лабораторных условиях.

В результате ступенчатого скрининга выбраны штаммы Хк-1 *Chaetomium olivacium* Cook et Ellis и 14-3 *Pseudomonas chlororaphis*, обеспечивающие эффективную защиту семян и проростков сои на жёстком фоне искусственного заражения фузариозом во влажной камере (биологическая эффективность 52,2–65,9 %), а также активно колонизирующие корень (биологическая эффективность 40,0–80,0 %), одновременно оказывая стимулирующее влияние на культуру сои (увеличение массы корня на 13,3–20,0 %, длины корня на 17,5–25,2 %).

Изучены биологические особенности, механизм действия штаммов-продуцентов и разработаны элементы технологии производства разных препаративных форм микробиопрепаратов.

Разработаны элементы технологии применения различных препаративных форм биопрепаратов. В лабораторных условиях на жестком фоне искусственного заражения и в полевых условиях определены их оптимальные нормы расхода.

Установлена совместимость микробиопрепаратов с перспективными пестицидами, обеспечивающая включение их в интегрированную систему защиты сои от болезней. Обработка семян сои микробиопрепаратами в полевых условиях в зависимости от состояния популяции патогена и складывающихся погодных условий обеспечивала биологическую эффективность до 29,3 %, при эффективности эталона ТМТД до 10,8 %. Установлено положительное влияние обработки семян микробиопрепаратами на всхожесть семян и урожайность. Увеличение всхожести семян на 8,4–26,1 % происходило за счет снижения семенной и почвенной инфекции. Кроме того, микробиопрепараты, и в особенности хетомин, оказывали ростостимулирующее влияние на культуру сои, увеличение урожайности составляло 0,3 т/га.

По результатам исследований Д.А. Куриловой подготовлена к защите кандидатская диссертация.

Работа коллектива лаборатории биометода ВНИИМК отмечена в 2005 г. дипломом I степени и золотой медалью Российской агропромышленной выставки «Золотая осень» и в 2011 году Национальной экологической премией «Экомир».

Исследования лаборатории поддержаны грантами Российского фонда фундаментальных исследований (2006, 2008, 2009, 2011 гг.), а также двумя грантами программы фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере У.М.Н.И.К (2007, 2011 г.).

Исследования по разработке биологических средств защиты растений ориентированы на дальнейшую разработку эффективного, экологически безопасного метода снижения вредоносности болезней на подсолнечнике и других масличных культурах. Продолжается изыскание и скрининг активных штаммов антагонистов наиболее опасных патогенов подсолнечника, сои и рапса (ложной мучнистой росы, белой гнили и растения-паразита заразики), с целью разработки микробиопрепаратов различного целевого направления. Изу-

чается возможность применения смесей микробиопрепаратов с различными механизмами действия, а также смесей с перспективными фунгицидами. Ведутся исследования по получению препаративных форм микробиопрепаратов с пролонгированным сроком хранения. Устанавливается возможность восстановления и активизации природных регуляторных механизмов в агроценозах.



Патенты, авторские свидетельства и награды, полученные за разработанные микробиопрепараты

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исторические вехи становления и развития ВНИИМК

Дата (год, месяц, число)	Организация (учреждение, соподчинённость)	Примечание
1	2	3
1906.09.01	Открытие <u>Кубанской войсковой сельскохозяйственной школы</u> в г. Краснодаре (КВСХШ)	В специально построенном здании
1912	Создание заведующим полеводством КВСХШ Василием Степановичем Пустовойтом <u>опытного поля «Круглик»</u> и начало планомерной исследовательской работы по подсолнечнику	Руководителем ОП «Круглик» в 1912–1930 гг. был непосредственно В.С. Пустовойт
1918.10.21	КВСХШ преобразована в низшее <u>сельскохозяйственное училище</u>	С сохранением ОП «Круглик»
1920	На базе сельскохозяйственного училища создан Кубанский средний сельскохозяйственный техникум	С сохранением ОП «Круглик». Кубанский СХТ закончили будущие академики Г.М. и В.М. Лоза, профессора Е.С. Блажний, И.С. Косенко
1922.03	Перевод ОП «Круглик» в подчинение вновь созданного Кубанского сельскохозяйственного института (перемещение с/х техникума в п. Пашковский).	
1925	Образование <u>селекционной опытной станции «Круглик»</u> (ОСС) при Кубанском СХИ	Куб. СХИ экстерном закончил в 1926 г. и работал по совместительству до 1930 г. зав. кафедрой генетики, селекции и семеноводства В.С.Пустовойт
1930	Создание на базе ОСС «Круглик» самостоятельной зональной <u>опытной стан</u>	Место экспериментальной базы

Продолжение приложения 1		
1	2	3
	<u>ции по масличным культурам «Круглик» (ОСМК) с подчинением ВАСХНИЛ</u>	было постоянным в С-В части г. Краснодара до н.в.
1932.01.27	Постановление Совета Народных Комиссаров (СНК) СССР № 175 от 01.02.32 г. о создании на базе ОСМК «Круглик» <u>Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур</u> (ВНИИМК) в системе ВАСХНИЛ	В состав института включены 8 зональных опытных станций и 12 опорных пунктов I разряда
1934.07	ВНИИМК переведён в подчинение «Главкзерно» Народного Комиссариата Земледелия (НКЗ) СССР	Опытная сеть института состояла из 2-х опытных станций (Ростовской и Украинской) и 3-х опорных пунктов (Армавирский, Георгиевский, Мостовской)
1935	ВНИИМК передан в подчинение Главка масличных культур НКЗ СССР	
с 1942.08.04 до 1943.03.15	Период эвакуации института в Сочи и Закатальскую ОС Азербайджанской ССР на время оккупации Краснодара немецко-фашистскими войсками	Постановлением СНК СССР в мае 1943 г. Закатальская ОС была передана ВНИИМКу. Общий ущерб от разрушений и пожаров в период оккупации составил по институту 8545 тыс. руб.
1954.05.17	Приказ МСХ СССР № 154 от 17.05.54 г. о переименовании ВНИИМК во Всесоюзный научно-исследовательский институт масличных и эфиромасличных культур (ВНИИМЭМК)	В систему ВНИИМЭМК включены Вознесенская ОС, Алексеевская ОС и Симферопольский филиал

Продолжение приложения 1		
1	2	3
1956	Приказом МСХ СССР №87 от 8 марта 1956 г. ВНИИМЭМК передан в подчинение ВАСХНИЛ	Такая подведомственность сохранялась до 1991 г.
1963.02.13	ВНИИМЭМК награжден орденом Трудового Красного Знамени за заслуги в создании и внедрении высокомасличных сортов подсолнечника, других масличных культур и в связи с пятидесятилетием со дня основания института. Грамота Президиума Верховного Совета СССР от 25.02.1963 г. за подписью Л.И. Брежнева и М.П. Георгадзе	
1965.08.25	Приказом МСХ СССР № 185 от 25.08.65 г. ВНИИМЭМК реорганизован и преобразован во ВНИИМК (г. Краснодар) и ВНИИЭМК (г. Симферополь)	Тематика исследований по эфироносам и ОС переданы ВНИИЭМКу
1971.01.26	За выдающиеся достижения в селекции высокомасличных сортов подсолнечника и широкое внедрение их в производство ВНИИМК награжден орденом Ленина. Грамота Президиума Верховного Совета СССР. Москва - Кремль 26.01.1971 г. за подписью Н.В. Подгорного и М.П. Георгадзе	
1973	Постановлением Совета Министров СССР № 96 от 13.02.1973 г. и приказом ВАСХНИЛ № 21 от 19.03.73 г. ВНИИМКу присвоено имя Василия Степановича Пустовойта	
1978.02.28	Приказом МСХ СССР № 47 от 28.02.78 г. при ВНИИМК было организовано юридически самостоятельное производственное предприятие ОПХ «Круглик»	Это усложнило проведение полевых опытов
1980.12.22	Приказом МСХ СССР № 343 и приказом ВАСХНИЛ № 2 от 08.01.1981 г. на базе Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур им. В.С. Пустовойта образовано научно-произ-	

Продолжение приложения 1		
1	2	3
	водственное объединение по масличным культурам, в состав которого вошли: ВНИИМК и ОПХ «Круглик» (НПО МК)	
1983.07.11	Опытно-производственное хозяйство «Круглик» выведено из состава НПО по масличным культурам (приказ ВАСХНИЛ № 80 от 11.07.83 г.)	В НПО вошли также все опытные станции института и ОСХ «Березанское»
1991.08.20	Указом Президента РСФСР № 66 и приказа РАСХН № 50 от 09.10.91 г. центральная база НПО по масличным культурам реорганизована во Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта, включая ОПХ «Круглик»	Восстановлено непосредственное распоряжение руководства института земель и расположенных на них производственных и жилых объектов
2000.11.16	ВНИИМКу присвоено наименование «Государственное научное учреждение Российской академии сельскохозяйственных наук – Всероссийский НИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта» - ГНУ РАСХН ВНИИМК (протокол решения Президиума РАСХН №11 от 16.11.2000 г.)	
2003.04.15	Решением Президиума РАСХН (протокол № 4 от 15.04.2003 г.) ГНУ РАСХН ВНИИМК переименовано в Государственное научное учреждение Всероссийский НИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта Россельхозакадемии (ГНУ ВНИИМК Россельхозакадемии)	

Список селекционных достижений ВНИИМК

2.1. Авторские свидетельства на сорта селекции ВНИИМК, районированные в 1931–1996 гг.

№№ пп	№№ свидете- льства	Наименование селекционного достижения	Дата выдачи сви- детельства
1	2	3	4
1	576	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 1646	07.01.1952, районирован в 1938 г.
2	580	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 1813	07.01.1952, районирован в 1938 г.
3	17	Свидетельство на сорт клещевини Круглик 5	14.04.1954, районирован в 1931 г.
4	19	Свидетельство на сорт клещевини Сангвинеус синтетический	14.04.1954, районирован в 1948 г.
5	20	Свидетельство на сорт льна масличного ВНИИМК 5237	14.04.1954 районирован в 1946 г.
6	21	Свидетельство на сорт льна масличного Уджан	14.04.1954 районирован в 1946 г.
7	22	Свидетельство на сорт арахиса Степняк	14.04.1954 районирован в 1945 г.
8	23	Свидетельство на сорт кунжута ВНИИМК 81	14.04.1954, районирован в 1942 г.
9	24	Свидетельство на сорт кунжута Кубанец 55	14.04.1954, районирован в 1946 г.
10	25	Свидетельство на сорт рыжика ВНИИМК 17	14.04.1954, районирован в 1951 г.

Продолжение приложения 2			
1	2	3	4
11	26	Свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 4036	14.04.1954, районирован в 1940 г.
12	129	Свидетельство на сорт горчицы ВНИИМК 162	30.09.1954, районирован в 1943 г.
13	197	Свидетельство на сорт арахиса Краснодарский 1708 (Адыг)	15.06.1955, районирован в 1953 г.
14	30	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Смена	01.04.1965
15	95	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 8883	07.06.1965
16	96	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 8931	07.06.1965
17	98	Авторское свидетельство на сорт тмина Хмельницкий (1180)	07.06.1965
18	193	Авторское свидетельство на сорт горчицы ВНИИМК 405 (Южанка)	03.07.1965
19	195	Авторское свидетельство на сорт чины Кубанская 492	05.07.1965
20	196	Авторское свидетельство на сорт кориандра Луч (Гибридный 285)	03.07.1965
21	223	Авторское свидетельство на сорт сои ВНИИСК 1	31.07.1965
22	225	Авторское свидетельство на сорт сои на корм Неполегающая 2	31.07.1965
23	226	Авторское свидетельство на сорт горчицы ВНИИМК 351	31.07.1965
24	632	Авторское свидетельство на сорт горчицы Скороспелка (2326)	21.11.1966
25	637	Авторское свидетельство на сорт горчицы Дружная (2886)	17.03.1967
26	900	Авторское свидетельство на сорт мяты Краснодарская 2	06.08.1968
27	1005	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Луч	16.10.1969
28	1125	Авторское свидетельство на сорт клещевины Червоная	17.12.1970

Продолжение приложения 2			
1	2	3	4
29	1220	Авторское свидетельство на сорт клещевины Степная 6	28.12.1970
30	1366	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 6540 улучшенный	13.03.1972
31	1367	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Передовик улучшенный	13.03.1972
32	1443	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника ВНИИМК 8931 улучшенный	22.03.1972
33	1446	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Смена улучшенный	13.03.1972
34	1464	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника 8883 улучшенный	22.03.1972
35	1488	Авторское свидетельство на сорт горчицы Заря	16.02.1973
36	1505	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Салют	16.02.1973
37	1645	Авторское свидетельство на сорт сои ВНИИМК 6	01.02.1974
38	1820	Авторское свидетельство на сорт сои Комсомолка	18.02.1975
39	2077	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Первенец	07.06.1977
40	2079	Авторское свидетельство на сорт клещевины ВНИИМК 165 улучшенный	07.06.1977
41	2265	Авторское свидетельство на сорт клещевины Донская крупнокистная	11.04.1978
42	2443	Авторское свидетельство на сорт подсолнечника Прогресс	11.07.1978
43	2446	Авторское свидетельство на сорт горчицы Юбилейная	11.07.1978
44	2447	Авторское свидетельство на сорт горчицы Скороспелка 2	11.07.1978
45	2451	Авторское свидетельство на сорт клещевины Краснодарский 3	11.07.1978

Продолжение приложения 2			
1	2	3	4
46	3022	Свидетельство на сорт подсолнечника Юбилейный 60	22.12.1981
47	3024	Свидетельство на сорт льна масличного Старт	22.12.1981
48	3233	Свидетельство на сорт сои Пламя	25.11.1982
49	3250	Свидетельство на сорт горчицы сарептской ВНИИМК 11	25.11.1982
50	3468	Свидетельство на сорт сои Волна	27.11.1983
51	3505	Свидетельство на сорт подсолнечника Надежный	27.11.1983
52	3507	Свидетельство на гибрид подсолнечника Почин (F ₁)	27.11.1983
53	3510	Свидетельство на сорт ярового рапса Кубанский	27.11.1983
54	3731	Свидетельство на сорт льна масличного Рекорд	24.10.1984
55	3938	Свидетельство на сорт сои ВНИИМК 3895	10.12.1985
56	3961	Свидетельство на сорт озимого рапса ВЭМ	11.12.1985
57	3964	Свидетельство на сорт ярового рапса Эввин	11.12.1985
58	3966	Свидетельство на сорт яровой сурепицы Эввиса	11.12.1985
59	4182	Свидетельство на сорт арахиса Краснодарец 13	03.12.1986
60	4430	Свидетельство на гибрид подсолнечника Авант	15.11.1987
61	4432	Свидетельство на сорт озимого рапса Проминь	15.10.1987
62	4433	Свидетельство на сорт льна масличного Циан	15.10.1987
63	4434	Свидетельство на сорт клещевины ВНИИМК 18	15.10.1987
64	4741	Свидетельство на сорт рапса ярового Шпат	03.08.1988
65	5391	Свидетельство на сорт подсолнечника Березанский	27.09.1991

Продолжение приложения 2			
1	2	3	4
66	5393	Свидетельство на сорт подсолнечника Кавказец	27.09.1991
67	5394	Свидетельство на сорт подсолнечника Лидер	27.09.1991
68	5398	Свидетельство на сорт горчицы Южанка 15	27.09.1991
69	5400	Свидетельство на сорт рапса ярового Ярвэлон	27.09.1991
70	5401	Свидетельство на сорт сурепицы яровой Восточная	27.09.1991
71	5403	Свидетельство на сорт клещевины Щербиновская	27.09.1991
72	5644	Свидетельство на гибрид подсолнечника Полевик	27.11.1991
73	5645	Свидетельство на гибрид подсолнечника Фотон	27.11.1991
74	5897	Свидетельство на сорт подсолнечника Р-453	20.11.1992
75	5900	Свидетельство на сорт сои Армавирская	20.11.1992
76	5904	Свидетельство на сорт горчицы Рушена	20.11.1992
77	6053	Свидетельство на гибрид подсолнечника Краснодарский 885	03.03.1993
78	6060	Свидетельство на сорт рапса ярового Галант	03.03.1993
79	6234	Свидетельство на сорт сои Армавирская 11	12.01.1994
80	6237	Свидетельство на гибрид подсолнечника Краснодарский 917	12.01.1994
81	6239	Свидетельство на сорт подсолнечника СПК	12.01.1994
82	6240	Свидетельство на сорт подсолнечника Флагман	12.01.1994
83	6248	Свидетельство на сорт сои Быстрица 2	12.01.1994
84	6249	Свидетельство на сорт сои Ладья	12.01.1994

Продолжение приложения 2

1	2	3	4
85	6253	Свидетельство на сорт раса озимого Отрадненский	12.01.1994
86	6257	Свидетельство на сорт горчицы сизой ВНИИМК 517	12.01.1994
87	6438	Свидетельство на сорт ярового рапса ВНИИМК 214	11.04.1994
88	6443	Свидетельство на сорт клещевины ВНИИМК 420	11.04.1994
89	6444	Свидетельство на сорт льна маслячного ВНИИМК 620	11.04.1994
90	6445	Свидетельство на сорт льна маслячного ВНИИМК 622	11.04.1994
91	6447	Свидетельство на сорт рыжика ВНИИМК 520	11.04.1994
92	6448	Свидетельство на сорт арахиса Краснодарец 14	11.04.1994
93	6449	Свидетельство на сорт горчицы белой ВНИИМК 518	11.04.1994
94	6450	Свидетельство на сорт сурепицы Янтарная	11.04.1994
95	6441	Свидетельство на сорт ярового рапса Радикал	11.04.1994
96	6682	Свидетельство на сорт сои Армавирская 15	05.05.1995
	6684	Свидетельство на сорт горчицы сарептской Суздальская	05.05.1995
97	6970	Свидетельство на гибрид подсолнечника Кубанский 341	07.02.1996
98	7224	Свидетельство на гибрид подсолнечника Кубанский 371	07.02.1996
99	7239	Свидетельство на сорт рыжика Исилькулец	07.02.1996
100	7240	Свидетельство на сорт кунжута Кубанец 93	07.02.1996
101	7241	Свидетельство на сорт сои Руно	07.02.1996
102	7244	Свидетельство на сорт горчицы сизой ВНИИМК 519	07.02.1996

Приложение 2

2.2. Патенты РФ на селекционные достижения
за 1998–2012 гг.

№ п/п	Культура /название селекционного достижения	№ патента	Дата регистрации патента в Госреестре охраняемых с.д.
1	2	3	4
	ГОРЧИЦА		
1	ВНИИМК 519	0162	28.10.1998
2	Славянка	0163	28.10.1998
3	Ракета	0383	20.10.1999
4	Снежинка	1851	07.05.2003
5	Радуга	2257	30.03.2004
6	Росинка	2650	13.04.2005
7	Джуна	5401	13.05.2010
8	Колла	5400	13.05.2010
9	Золушка	5402	13.05.2010
10	Ниагара	5881	29.03.2011
11	Ника	6347	21.02.2012
	КЛЕЩЕВИНА		
1	Белореченская	0706	21.09.2000
2	Волжская	2652	13.04.2005
3	Хрустальная 66	2653	13.04.2005
	ЛЁН		
1	ВНИИМК 620	0164	28.10.1998
2	Ручеёк	0780	27.11.2000
3	ВНИИМК 630	1300	01.04.2002
	ПОДСОЛНЕЧНИК		
	(сорта)		
1	Пересвет	4923	26.10.2009
2	Флагман	0157	28.10.1998
3	Березанский	0158	28.10.1998
4	СПК	0159	28.10.1998
5	Фаворит	0160	28.10.1998
6	Р 453	0161	28.10.1998
7	Круз	0411	11.11.1999

Продолжение приложения 2.2			
1	2	3	4
8	Лакомка	0612	13.04.2000
9	Мастер	0918	20.03.2001
10	СУР	2640	13.04.2005
11	Бородинский	2641	13.04.2005
12	Бузулук	2642	13.04.2005
13	Альбатрос	3635	11.05.2007
14	Белоснежный	3636	11.05.2007
15	Орешек	4731	21.04.2009
	(линии, гибриды)		
1	ВК 591	0384	20.10.1999
2	ВК 276	0385	20.10.1999
3	ВК 571	0386	20.10.1999
4	ВК 653	0387	20.10.1999
5	ВК 580	0681	19.06.2000
6	ВК 541	0682	19.06.2000
7	ВК 876	1514	18.09.2002
8	ВК 175	1515	18.09.2002
9	ВК 850	2844	28.09.2005
10	ВК 588	2845	28.09.2005
11	ВК 174	3637	11.05.2007
12	ВК 678	3638	11.05.2007
13	ВК 551	3639	11.05.2007
14	ВК 195	3664	04.07.2007
15	ВК 508	3665	04.07.2007
16	Кубанский 48	0683	19.06.2000
17	Кубанский 93	0684	19.06.2000
18	Кубанский 930	0692	27.06.2000
19	Кубанский 931	1308	03.04.2002
20	Кубанский 941	1948	04.08.2003
21	ЦМС Кубанский 176	3640	11.05.2007
22	ЦМС Кубанский 86	3641	11.05.2007
23	Авангард	4922	26.10.2009
24	Гермес	4924	26.10.2009
25	Триумф	2035	16.12.2003
26	Юпитер	2639	13.04.2005
27	совместн. с Донск. ОС гибрид Призёр	4122	02.07.2008

Продолжение приложения 2.2			
1	2	3	4
28	Меркурий	4123	02.07.2008
29	Альтаир	5232	26.02.2010
30	ВК 805	5882	29.03.2011
31	ВК 585	6155	10.11.2011
32	ВК 680	6154	10.11.2011
33	ВК 789	6153	10.11.2011
34	ФАКЕЛ	6635	06.11.2012г.
	РАПС		
1	Оникс	0831	25.12.2000
2	Дракон	0919	20.03.2001
3	Галант	1706	14.01.2003
4	Метеор	1715	20.01.2003
5	Отрадененский	2034	16.12.2003
6	Таврион	2649	13.04.2005
7	Элвис	3035	06.03.2006
8	Викинг ВНИИМК	3036	06.03.2006
9	Лорис	3890	13.05.2008
10	Меот	6636	06.11.2012
	СОЯ		
1	Славия	4925	26.10.2009
2	Лань	0152	28.10.1998
3	Руно	0153	28.10.1998
4	Виза	0154	28.10.1998
5	Фора	0155	28.10.1998
6	Быстрица 2	0156	28.10.1998
7	Вилана	0337	17.05.1999
8	Астра	0623	25.04.2000
9	Диана	0625	27.04.2000
10	Лада	0928	27.03.2001
11	Веста	1309	03.04.2002
12	Лири	1891	10.06.2003
13	Рента	1892	10.06.2003
14	Дельта	1893	10.06.2003
15	Валента	2615	24.03.2005
16	Трембита	2616	24.03.2005
17	Лакта	2617	24.03.2005
18	Лиана	2618	24.03.2005

Продолжение приложения 2.2			
1	2	3	4
19	Ника	2619	24.03.2005
20	Парма	3569	10.04.2007
21	Альба	3570	10.04.2007
	СУРЕПИЦА		
1	Злата	1328	08.04.2002
2	Любава	3749	29.10.2007

Приложение 3

Р Е Е С Т Р

авторских свидетельств СССР и патентов РФ на изобретения
(технические решения) ВНИИМК

№ п/п	№ доку-мента	Название изобретения	Дата регистр. авт. свидет. и патент. в Гос. реестре изобретений РФ	Ф.И.О. авторов
1	2	3	4	5
1	<u>Авторские свидетельства:</u> 167349	Способ определения эфирного масла в семенах горчицы	31.10.1964	Мальшева А.Г.
2	167692	Прибор для определения количества воды, поглощаемой семенами	23.11.1964	Лунин Н.Д.
3	170236	Арахисообры-вочный аппарат	20.02.1965	Чеботарёв В.Т. Деревенко В.В. Токарев Т.М.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
4	177703	Приспособление для подвода стеблей к режущему аппарату уборочных сельскохозяйственных машин	20.10.1965	Жукова А.В. Строков С.А. Лоленко А.К. Нефедьев В.А. Комаревцев С.В.
5	178218	Устройство для обрыва или обмолота бобов	30.10.1965	Токарев Т.М. Ключников А.И. Чеботарёв В.Г. Лоленко А.К. Нефедьев В.А. Черногузов А.В.
6	191944	Прибор для определения силы роста семян	30.11.1966	Щербакова Л.М.
7	195240	Рабочий орган для обрыва коробочек клещевины на корню	15.02.1967	Скоморохин В.А. Ключников А.И. Москаленко В.И. Бортников А.И. Лоленко А.И. Нефедьев В.А. Распопов А.Р.
8	204754	Катушечный высевающий аппарат	31.07.1967	Антоненко И.Я. Ключников А.И. Одегдалов М.П. Рыбчинский П.И. Тараненко В.И.
9	205419	Приспособление к уборочной сельскохозяйственной машине для срезания и измельчения остающихся на поле стеблей	15.08.1967	Токарев Т.М. Лоленко А.К. Нефедьев В.А. Гридасов А.Д. Ключников А.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
10	207506	Селекционная сеялка	05.10.1967	Полняков М.И. Шелкоуденко В.Г. Шпота В.И.
11	209890	Устройство для захвата стеблей к уборочным машинам	02.11.1967	Распопов А.Р. Нефедьев В.А. Строков С.А. Чеботарёв Б.С. Гридасов А.Д. Ключников А.И. Жукова А.В.
12	211199	Молотильное устройство	23.11.1967	Деревенко В.В. Ключников А.И. Варуха В.П. Бортников А.И. Нефедьев В.А. Распопов А.Р. Гридасов А.Д. Строков С.А.
13	211201	Приспособление к сельскохозяйственной уборочной машине для измельчения остающихся на поле стеблей	23.11.1967	Нефедьев В.А. Гридасов А.Д. Распопов А.Р. Ключников А.И. Москаленко В.И.
14	212649	Жатка для уборки подсолнечника	13.12.1967	Строков С.А. Нефедьев В.А. Гридасов А.Д. Распопов А.Р. Кушпиль Б.И. Шуриков В.А. Суслов В.М. Ключников А.И. Москаленко В.И.
15	217107	Молотилка для	15.02.1968	Строков С.А. Нефедьев В.А.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		обмолота кле- щевины		Распопов А.Р. Сулов В.М. Ключников А.И. Жукова А.В. Виноградский Х.И. Кин А.П. Брюнова В.М. Лоленко А.К.
16	229837	Способ коли- чественного определения горчичных ма- сел в маслосо- держащих материалах	12.08.1968	Попов П.С.
17	251976	Приспособле- ние к сошнику для подрезания сорняков	30.06.1969	Антоненко И.Я. Ключников А.И. Семихненко П.Г. Скоморохин В.А. Шумихин В.В. Одеггалов М.П. Веремеев А.П. Шокина А.И.
18	254928	Приспособле- ние к убороч- ной сельско- хозяйственной машине для срезания и измельчения остающихся на поле стеб- лей	04.08.1969	Нефедьев В.А. Распопов А.Р. Гридасов А.Д. Шуринов В.А. Кушпиль Б.И. Ключников А.И. Москаленко В.И.
19	271157	Приспособле- ние для удер- жания срезан- ных стеблей к	04.03.1970	Чечеткин Б.А. Ключников А.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		селекционным жаткам-сноповязалкам		
20	293575	Приспособление к уборочным сельскохозяйственным машинам для измельчения стеблей	13.11.1970	Строков С.А. Нефедьев В.А. Гридасов А.Д. Распопов А.Р. Кушпиль Б.И. Шуринов В.А. Ключников А.И. Москаленко В.И.
21	296510	Машина для уборки подсолнечника	14.12.1970	Строков С.А. Нефедьев В.А. Гридасов А.Д. Распопов А.Р. Кушпиль Б.И. Шуринов В.А. Ключников А.И. Москаленко В.И.
22	299195	Жатка для уборки подсолнечника	13.01.1971	Строков С.А. Нефедьев В.А. Гридасов А.Д. Распопов А.Р. Кушпиль Б.И. Шуринов В.А. Ключников А.И. Москаленко В.И.
23	306803	Сеялка селекционная	02.04.1971	Полняков М.И. Губин И.А. Курзов Ю.П. Туркель Л.Г.
24	306804	Высевающий аппарат	02.04.1971	Ключников А.И. Гриценко В.Н. Вирченко Г.С. Курзов Ю.П. Одегалов М.П. Веремеев А.П. Шокина А.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
25	307752	Сеялка-культиватор	13.04.1971	Сулов В.М. Ключников А.И. Семихненко П.Г. Скоморохин В.А. Шумихин В.В. Курзов П.К. Одеггалов М.П. Веремеев А.П. Федосеев А.П. Шокина А.И.
26	308698	Высевающий диск	23.04.1971	Ключников А.И. Гончаров В.И. Скоморохин В.А. Курзов П.К. Еременко Н.Г. Веремеев А.П.
27	318354	Высевающий аппарат	03.08.1971	Ключников А.И. Гриценко В.Н. Горев Г.Г. Курзов П.К. Одеггалов М.П. Веремеев А.П. Шокина А.И.
28	325938	Способ мацерации растительных тканей	22.10.1971	Кашина Е.Н.
29	326934	Селекционная сеялка	03.11.1971	Полняков М.И. Горев Г.Г. Шпота В.И. Гончаров А.А.
30	330880	Лушuilка зерна	13.12.1971	Мамонцев И.П. Полняков М.И. Лысак Д.В.
31	334937	Пневматический высевающий аппарат	18.01.1972	Ключников А.И. Гриценко В.Н. Скоморохин В.А. Гурин Г.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
				Курзов П.К. Одеггалов М.П. Веремеев А.П. Шокина А.И. Козаченко А.Н.
32	359000	Устройство для формирования снопа	28.08.1972	Чечеткин Б.А. Годов Ю.Д.
33	360115	Решетное полотно	05.12.1972	Савин А.Д. Горев Г.Г.
34	364285	Молотилка преимущественно для обмолаота селекционных культур	12.10.1972	Тихонов В.Г. Мамонцев И.П.
35	370128	Транспортирующее устройство	28.11.1972	Тихонов В.Г. Горев Г.Г. Аспиотис Е.Х. Саломатин Ю.А.
36	384562	Пневматический сортировальный стол для сыпучих смесей	14.03.1973	Бартенев В.А. Бортников А.И. Марков А.И. Жихарев С.В.
37	386601	Молотильно-сепарирующее устройство	28.03.1973	Мамонцев И.П. Кононков В.М.
38	387662	Селекционное молотильное устройство	06.04.1973	Тихонов В.Г. Мамонцев И.П.
39	388712	Питатель, например, молотильного аппарата	13.04.1973	Тихонов В.Г. Полняков М.И. Туркель Л.Г.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
40	400274	Молотильный аппарат с аксиальной подачей массы	06.07.1973	Жукова А.В. Распопов А.Р. Тихонов В.Г. Гурин Г.И. Шуринов В.А. Комаревцев С.А.
41	407542	Селекционная сеялка	28.08.1973	Ключников А.И. Полняков М.И. Губин И.А. Горев Г.Г. Власов Ю.И.
42	409255	Устройство для отбора семян	07.09.1973	Ключников А.И. Полняков М.И. Шпота В.И.
43	409739	Узел очистки селекционной молотилки	13.09.1973	Тихонов В.Г. Мамонцев И.П. Шпота В.И.
44	459179	Способ определения содержания лузги в неослизняющих семенах	14.10.1974	Воскресенская Г.С. Шелкоуденко В.Г.
45	543832	Прибор для определения весового соотношения между различными массами тел	28.09.1976	Лунин Н.Д.
46	550181	Пневматический сортировальный стол для сыпучих смесей	22.11.1976	Бортников А.И. Бартенев В.А. Марков В.Е. Венков С.А.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
47	590216	Устройство для распределения сыпучего материала по различным направлениям	07.10.1977	Бортников А.И. Матюша В.Г. Шафоростов В.Д.
48	643116	Молотильно-сепарирующее устройство	28.09.1978	Матюша В.Г. Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Мамонцев И.П.
49	645050	Устройство для отбора проб	06.10.1978	Курунин П.А. Полняков М.И. Матвиенко Н.Г.
50	667853	Пробоотборник для отбора проб почвы	22.02.1979	Полняков М.И. Галкин В.И. Матвиенко Н.Г. Лебедик А.И.
51	676242	Способ диагностики зарази- мости устойчивости подсолнечника	09.04.1979	Антонова Т.С.
52	694231	Грохот клубне- корнеплодо- уборочной машины	06.07.1979	Бортников А.И. Шафоростов В.Д.
53	698679	Устройство для очистки зерна	27.07.1979	Седаш Л.Т. Бортников А.И. Шафоростов В.Д.
54	704516	Устройство для подвода стеб- лей к режуще- му аппарату	28.08.1979	Бортников А.И. Матюша В.Г. Шафоростов В.Д. Зайцев П.Ф.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
55	728774	Молотильно-сепарирующее устройство	26.12.1979	Москаленко В.И. Савин А.Д. Бортников А.И. Шуринов В.А.
56	743632	Навесной измельчитель стеблей к комбайну для уборки высокостебельных культур	07.03.1980	Москаленко В.И. Савин А.Д. Лысак Д.В. Шуринов В.А. Черногузов А.В.
57	754277	Способ восстановления чувствительности приемной системы импульсной аппаратуры ядерного магнитного резонанса	14.07.1978	Прудников С.М. Труновский В.А.
58	810160	Способ выращивания растений подсолнечника <i>in vitro</i>	06.11.1980	Плотников В.А.
59	848448	Вертикальный конвейер	23.03.1981	Олейников В.Д. Платов И.П. Куповых Э.А. Седаш Л.Т. Бортников А.И. Шафоростов В.Д.
60	882506	Устройство для обмолота подсолнечника	21.07.1981	Тихонов В.Г. Полняков М.И. Губин И.А. Дурандин С.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
61	897149	Жатка селекционного комбайна для уборки корзинок подсолнечника	14.09.1981	Баженов П.Д. Иоффе М.П. Климов В.В. Коваленко Д.П. Распопов А.Р. Шуринов В.А. Гриценко В.Н.
62	898306	Образцовая мера для градуировки и поверки ЯМР-анализаторов масличности и влажности семян масличных культур	14.09.1981	Аспиотис Е.Х. Витюк Б.Я. Лахов В.М. Коряков В.И. Долгирев М.Е. Соколов В.А. Волков Л.В.
63	899400	Ковшовый элеватор	21.09.1981	Седаш Л.Т. Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Грабельковский Н.И. Платов И.П. Куповых Э.А.
64	906427	Устройство для формирования снопа селекционных сельскохозяйственных растений	21.10.1981	Баженов П.Д. Гриценко В.Н.
65	933012	Комбинированное орудие для предпосевной обработки почвы и посева	09.02.1982	Васильев Д.С. Москаленко В.И. Лукашев А.И. Скоморохин В.А. Шумихин В.В. Курзов Ю.П. Мордухович А.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
66	942635	Загрузочное устройство вертикального конвейера		Седаш Л.Т. Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Платов И.П.
67	967927	Способ получения аналогов-восстановителей фертильности линии подсолнечника	22.06.1982	Бочкарев Н.И. Воскобойник Л.К.
68	1050145	Способ борьбы с серой и белой гнилями подсолнечника	22.06.1983	Тихонов О.И. Зайчук В.Ф. Головин А.В.
69	1058103	Средство для защиты подсолнечника от белой и серой гнилей	01.08.1983	Тихонов О.И. Зайчук В.Ф.
70	1058104	Средство для защиты подсолнечника от белой и серой гнилей	01.08.1983	Зайчук В.Ф. Алифирова Т.П.
71	1066318	Ячейка датчика ядерного магнитного резонанса	08.09.1983	Аспиотис Е.Х. Даньшин Б.В. Борисенко В.И. Каплуненко В.И.
72	1069683	Способ обмо-	01.10.1983	Савин А.Д. Москаленко В.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		лота клещевинны		Распопов А.Р. Черногубов А.В. Мещеряков И.К. Песков Ю.А. Мамай И.Я. Жулид В.Д. Бурда Н.М.
73	1089457	Устройство для отбора проб почвы	03.01.1984	Демченко А.Г. Кочуров Г.В. Матвиенко Н.Г.
74	1139675	Кассета для селекционных колышков	15.10.1984	Свиридов А.А. Зайцев П.Ф.
75	1160289	Ядерно-резонансный количественный экспресс-анализатор	08.02.1985	Аспиотис Е.Х. Витюк Б.Я. Малахов Е.И. Даньшин Б.В. Соколов В.А. Сидоров А.С. Волков Л.В.
76	1173279	Способ количественного анализа веществ на основе явления ЯМР и устройство для его осуществления	15.04.1985	Прудников С.М.
77	1183016	Жатка к сельскохозяйственной уборочной машине	08.06.1985	Савин А.Д. Бортников А.И. Матюша В.Г. Демченко А.Г. Шафоростов В.Д.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
78	1183020	Устройство для подвода стеблей к режущему аппарату и подачи их в стеблесборник сельскохозяйственной уборочной машины	08.06.1985	Тихонов В.Г. Поляков М.И.
79	1192492	Способ одновременного определения количества масла и воды в пробе семян масличных культур	15.07.1985	Аспиотис Е.Х Витюк Б.Я. Прудников С.М. Даньшин Б.В. Криворотов В.Н. Иванов В.Г. Сафонов С.Д.
80	1205807	Приспособление к жатке для уборки подсолнечника	22.09.1985	Бортников А.И. Матюша В.Г. Шафоростов В.Д. Толкачев В.И.
81	1220449	Имитатор сигналов свободной прецессии ядерного магнитного резонанса от воды в семенах масличных культур	22.11.1985	Витюк Б.Я.
82	1220450	Имитатор сигналов свободной прецессии ядерного маг-	22.11.1985	Витюк Б.Я. Долгирев М.Е.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		нитного резонанса и спиновых эхо от масла в семенах масличных культур		
83	1221561	Способ определения содержания эруковой кислоты	01.12.1985	Прудников С.М.
84	1223731	Образцовая мера для градуировки и поверки ЯМР-анализаторов масличности и влажности семян масличных культур	08.12.1985	Аспиотис Е.Х. Витюк Б.Я. Сидоров А.С.
85	1279552	Устройство для подачи жидкости	01.09.1986	Бартенев В.А. Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Матюша В.Г.
86	1307623	Способ борьбы с серой и белой гнилью подсолнечника	03.01.1987	Егоров И.В. Тихонов О.И. Пивень В.Т. Головин А.В. Берзин В.Б.
87	1308252	Молотильное устройство	08.01.1987	Тихонов В.Г. Бортников А.И. Савин А.Д. Черногузов А.В. Мионов Е.К.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
88	1311776	Способ сортирования и очистки семян в жидкости	22.01.1987	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Матюша В.Г. Демченко А.Г.
89	1335325	Возбудитель колебаний	08.05.1987	Тихонов В.Г. Полняков М.И.
90	1340641	Способ обмо- лота семян подсолнечника	01.06.1987	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Матюша В.Г. Ефимкин Н.В. Черногубов А.В.
91	1360656	Способ выра- щивания расте- ний подсолнечника	22.08.1987	Марин И.В. Воскобойник Л.К.
92	1369026	Штамм гриба Chaetomium olivaceum для получения биопрепарата против белой гнили подсол- нечника	22.09.1987	Тихонов О.И. Маслиенко Л.В.
93	1371602	Молотильно- сепарирующее устройство	08.10.1987	Тихонов В.Г. Полняков М.И.
94	1386088	Устройство для соединения рабочего ору- дия с машиной	08.12.1987	Тихонов В.Г.
95	1386095	Лушцилка коро	08.12.1987	Полняков М.И. Мамонцев И.П.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		бочек клещевины		Лысак Д.В. Тихонов В.Г.
96	1406481	Способ определения глюкозинолатов в семенах крестоцветных	01.03.1988	Осик Н.С. Попов П.С. Бородулина А.А.
97	1424755	Ротационный сошник для гнездового посева	22.05.1988	Полняков М.И. Чалый А.М.
98	1431094	Способ получения изогенной линии по рецессивному признаку семени у растений	15.06.1988	Демулин Я.Н. Бочкарёв Н.И.
99	1446700	Способ отбора растений подсолнечника на устойчивость к белой гнили	22.08.1988	Зайчук В.Ф. Шевелуха В.С. Шалагинова Т.Н. Полянская О.Ф.
100	1452588	Способ сортирования и очистки семян в жидкости и устройство для его осуществления	22.12.1988	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Матюша В.Г. Демченко А.Г.
101	1458987	Устройство для захвата стеблей к уборочным машинам	15.10.1988	Мамай И.Я. Черногузов А.В. Мещеряков И.К. Шуринов В.А.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
				Распопов А.Р. Савин А.Д. Бортников А.И.
102	1468450	Клещевиноуборочная машина	01.12.1988	Савин А.Д. Бортников А.И. Распопов А.Р. Шуринов В.А. Черногузов А.В. Демченко А.Г.
103	1470230	Способ обмо- та корзинок под- солнечника	08.12.1988	Бортников А.И. Ефимкин Н.В. Матюша В.Г. Шафоростов В.Д.
104	1471973	Гнездовая сеялка для пропашных культур	15.12.1988	Скоморохин В.А. Гриценко В.Н.
105	1471979	Устройство для обмолота кле- щевины	15.12.1988	Савин А.Д. Бортников А.И. Распопов А.Р. Черногузов А.В. Шафоростов В.Д. Демченко А.Г. Тихонов В.Г. Матюша В.Г.
106	1471983	Вентилируемый закром	15.12.1988	Киселев В.И. Алехин И.Т. Полуэктов В.Н. Авдеев А.В. Алимов А.В. Федин В.М.
107	1476891	Штамм гриба <i>Penicillium</i> <i>vermiculatum</i> для получения	03.01.1989	Тихонов О.И. Маслиенко Л.В.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		препарата против белой и серой гнилей подсолнечника		
108	1510763	Наклонная камера зерноуборочного комбайна	01.06.1989	Федоренко Э.Г. Бортников А.И. Ефимкин Н.В. Черногузов А.В. Мамай И.Я.
109	1522461	Способ индукции устойчивости подсолнечника к грибковым заболеваниям	15.07.1989	Зайчук В.Ф. Шевелуха В.С. Кочуров Г.В. Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Егоров И.В.
110	1558800	Элеватор для сыпучих грузов	22.12.1989	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Грабельковский НИ Платов И.П. Куповых Э.А.
111	1572445	Пневматическая сеялка	22.02.1990	Скоморохин В.А. Шумихин В.В. Крохмаль С.Д. Гриценко В.Н.
112	1583029	Молотильно-сепарирующее устройство для обмолота преимущественно корзинок подсолнечника	08.04.1990	Ефимкин Н.В.
113	1588121	Способ определения водородного числа	22.04.1990	Аспиотис Е.Х. Ошурков Р.Н. Прудников С.М.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		жиров		Криворотов В.Н. Добренький В.М.
114	1588122	Способ определения содержания твердых фаз в жирах	22.04.1990	Аспиотис Е.Х. Ошурков Р.Н. Прудников С.М. Криворотов В.Н. Сидоров А.С.
115	1591886	Способ определения количества трубчатых цветков или семянков в корзине подсолнечника	15.05.1990	Воскобойник Л.К. Марин И.В. Сова Н.Ф.
116	1651803	Способ гибридизации сои	01.02.1991	Кочегура А.В. Зеленцов С.В. Клыков В.В.
117	1685479	Экстрактор	22.06.1991	Пехов А.В. Банашек В.Э. Ивченко Е.М. Думановский А.М.
118	1690582	Пневматический высевающий аппарат	15.07.1991	Шумихин В.В. Скоморохин В.А.
119	1690598	Жатка для уборки подсолнечника	15.07.1991	Федоренко Э.Г. Ефимкин Н.В. Бортников А.И.
120	1711796	Линия для послеуборочной обработки семян подсолнечника	15.10.1991	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Матюша В.Г. Ефимченко В.И. Толстоносов Л.И. Шкуратов Ю.Т. Альшиц В.В.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
121	1716990	Сцепка для агрегатирования навесных сельскохозяйственных культур	08.11.1991	Шумихин В.В. Скоморохин В.А.
122	1741674	Способ получения гибридных семян подсолнечника	22.02.1992	Губин И.А. Гусева Т.Е. Саломатина В.П.
123	1741749	Безалкогольный напиток «Колосок»	22.02.1992	Пехов А.В. Морозова С.С. Бутто С.В. Пехова В.А. Дюбанькова Н.Ф.
124	1762880	Линия для послеуборочной обработки семян подсолнечника	22.05.1992	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Лысых И.Г. Решетилев Э.А. Ефимченко В.И. Гозман Г.И. Ревякин Е.Л.
125	1839072	Способ определения солеустойчивости подсолнечника	30.12.1993	Лысенко В.С. Харченко Л.Н. Харченко А.И.
126	<u>Патенты:</u> 1305526	Способ определения угла естественного откоса сыпучих материалов	01.07.1993	Лысых И.Г. Авдеев А.В. Полуэктов В.Н.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
127	1371603	Способ обмо- та и очистки семян клещеви- ны	24.09.1993	Бортников А.И. Шафоростов В.Д. Савин А.Д. Распопов А.Р. Черногубов А.В.
128	1486754	Способ опреде- ления угла ес- тественного откоса сыпучих материалов	01.07.1993	Лысых И.Г.
129	1546378	Конвейер для сыпучих грузов	01.07.1993	Лысых И.Г. Бортников А.И. Захарченко А.А. Безмагорычный В.В. Березников А.Н.
130	1639050	Способ получе- ния СО ₂ -экст- ракта из расти- тельного сырья и устройство для его осущес- ствления	19.03.1992 Патент СССР	Рослякова Т.К. Думановский А.М. Дерлугьян М.М. Фефелова Л.Н. Осия Л.Д. Джинджолия Г.И.
131	1687097	Способ обмо- та клещевины и устройство для его осущесств- ления	24.09.1993	Бортников А.И. Матюша В.Г. Савин А.Д. Демченко А.Г.
132	1727676	Способ уборки сельскохозяйст- венных культур	24.09.1993	Бортников А.И. Матюша В.Г. Савин А.Д. Демченко А.Г.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
133	1741414	Туалетное мыло	15.02.1992	Рослякова Т.К. Золочевский В.Т. Еремина Э.М. Гузман Б.И. Троицкая Н.С.
134	2017426	Способ производства соломки для крекера	15.08.1994	Петибская В.С. Каленов П.А. Гусева Т.Е. Дубоносов Т.С. Шведов И.В. Саломатина В.П.
135	2026064	Тени для век	09.01.1995	Горшкова Н.В. Коваленко В.А. Михайлова Н.С. Маяцкая Т.В. Бурылина О.М.
136	2026666	Тени для век	20.01.1995	Васильченко Л.В. Коваленко В.А. Гондель В.П. Рубина В.В. Корчевая Т.А. Морозова С.С.
137	2032345	Штамм бактерий <i>Bacillus licheniformis</i> для получения препарата против белой гнили подсолнечника	10.04.1995	Маслиенко Л.В. Лавриченко О.А.
138	2035146	Способ производства мучного кондитерского изделия	20.05.1995	Петибская В.С. Каленов П.А. Гусева Т.Е. Дубоносов Т.С. Шведов И.В. Саломатина В.П.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
139	2063689	Инсектицид- ный состав для предпосевной обработки се- мян	20.07.1996	Шабалта О.М. Михайлоченко Н.Г.
140	2116029	Инсектицид- ный состав для пред-посевной обработки се- мян	27.07.1998	Михайлоченко Н.Г. Шабалта О.М. Пивень В.Т. Тишков Н.М.
141	2117008	6-метил-3,4- диоксо-1-(4- метоксибензи- лиден)- фуоро[3,4- с] пиримидин, про- являющий сти- мулирующую активность прорастания семян сельско- хозяйственных культур	10.08.1998	Арустамова И.С. Пивень В.Т.
142	2124291	Ростостимули- рующая компо- зиция для подсолнечника и способ сти- мулирования роста подсол- нечника	10.01.1999	Пивень В.Т. Арустамова И.С. Семеренко С.А. Тишков Н.М.
143	2150449	Применение ацетилацетона- тов цинка, меди	10.06.2000	Бражник В.П. Михайлоченко Н.Г. Тишков Н.М.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		и кобальта в качестве микроудобрений		
144	2151494	Способ получения изогенной линии по доминантному признаку семени у растений	27.06.2000	Ефименко С.Г.
145	2151495	Способ получения изогенной линии по рецессивному признаку семени у растений	27.06.2000	Ефименко С.Г.
146	2151507	Фунгицидная композиция и способ борьбы с грибными заболеваниями	27.06.2000	Пивень В.Т. Арустамова И.С. Семеренко С.А. Алифирова Т.П.
147	2153256	Инсектицидное средство и способ борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур	27.07.2000	Пивень В.Т. Арустамова И.С. Семеренко С.А. Алифирова Т.П.
148	2156049	Способ создания получистого пара	20.09.2000	Баранов В.Ф. Калужный В.Г.
149	2172100	Способ стимулирования роста растений	20.08.2001	Тишков Н.М. Гусева Т.Е. Ветер И.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
150	2174658	Способ очистки и сушки семян подсолнечника и линия для его осуществления	10.10.2001	Бражник В.П. Шафоростов В.Д. Тюрин А.А. Мазина Т.Г.
151	2175470	Способ выделения твердых семян сои	10.11.2001	Шафоростов В.Д. Мазина Т.Г.
152	2185724	Способ получения естественных гибридов сои	27.07.2002	Трембак Е.Н. Кочегура А.В.
153	2187921	Ложки для проращивания семян	27.08.2002	Ветер И.И. Гусева Т.Е. Колбасин В.Г. Горев Г.Г.
154	2191998	Имитатор сигналов свободной прецессии ядерного магнитного резонанса и спиновых эхо от масла в семенах масличных культур	27.10.2002	Витюк Б.Я. Прудников С.М. Гореликова И.А.
155	2202187	Композиция и способ борьбы с грибными заболеваниями подсолнечника	20.04.2003	Пивень В.Т. Арустамова И.С. Алифирова Т.П. Семеренко С.А. Михайлюченко Н.Г.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
156	2206981	Способ определения устойчивости подсолнечника к фузариозу	27.06.2003	Антонова Т.С. Саукова С.Л.
157	2215406	Способ создания форм сои с измененным жирно-кислотным составом масла	10.11.2003	Зеленцов С.В. Кочегура А.В. Шведов И.В. Шишков Г.З.
158	2215407	Способ создания исходного материала для селекции растений	10.11.2003	Зеленцов С.В. Кочегура А.В.
159	2220562	Способ идентификации проростков сои по признаку окраски гипокотиля	10.01.2004	Трембак Е.Н. Кочегура А.В.
160	2254709	Способ получения высокопродуктивных растений-самоопылителей на основе эффекта закрепленного гетерозиса	27.06.2005	Зеленцов С.В. Кочегура А.В. Петибская В.С. Мошненко Е.В.
161	2265487	Способ очистки	10.12.2005	Лукомец В.М. Шафоростов В.Д.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		семян подсолнечника и линия для его осуществления		Тюрин А.А. Исаев А.В. Беззиков А.Н.
162	2265987	Способ послеуборочной обработки вороха клещевины и линия для его осуществления	20.12.2005	Шафоростов В.Д. Тюрин А.А. Мазина Т.Г.
163	2265988	Способ очистки семян подсолнечника от склероциев белой гнили и линия для его осуществления	20.12.2005	Лукомец В.М. Шафоростов В.Д.
164	2267260	Способ определения устойчивости растений подсолнечника к фузариозной гнили корзинка	10.01.2006	Бородин С.Г. Котлярова И.А. Терещенко Г.А.
165	2272229	Сушилка контейнерная для сушки вороха семян сельскохозяйственных культур	20.03.2006	Шафоростов В.Д. Тюрин А.А. Мазина Т.Г.
166	2284689	Способ создания скороспе-	10.10.2006	Бородин С.Г. Волошина О.И.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		лого исходного материала для селекции подсолнечника		
167	2289238	Способ выращивания искусственных гибридов F ₁ сои	20.12.2006	Трембак Е.Н. Кочегура А.В.
168	2290785	Способ создания изогенной линии по доминантному признаку семени у растений	10.01.2007	Ефименко С.Г. Ефименко С.К. Демурич Я.Н.
169	2294965	Способ оценки типичности инбредных линий и уровня гибридности семян F ₁ подсолнечника	10.03.2007	Антонова Т.С. Челостникова Т.А. Гучетль С.З. Рамазанова С.А.
170	2302105	Способ получения гибрида растения подсолнечника	10.07.2007	Демурич Я.Н. Перетягина Т.М. Борисенко О.М. Ветер И.И.
171	2318309	Способ послеуборочной обработки вороха клещевины и линия для его осуществления	10.03.2008	Шафоростов В.Д. Тюрич А.А.
172	2319335	Устройство для обмолота клещевины	20.03.2008	Шафоростов В.Д. Тюрич А.А.
173	2322044	Разборно-переносное	20.04.2008	Лукомец В.М. Шафоростов В.Д.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		укрытие-изолятор для защиты растений		Гриднев А.К. Тюрин А.А. Исаев А.В.
174	2322490	Штамм гриба <i>Penicillium vermiculatum</i> Dang. ВИЗР-24 для получения препарата против фитопатогенных грибов	20.04.2008	Маслиенко Л.В. Лукомец В.М.
175	2342828	Способ сохранения возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника	10.01.2009	Бородин С.Г. Котлярова И.А. Терещенко Г.А. Соснина Ю.М.
176	2359257	Способ количественного анализа веществ на основе ЯМР, в частности масла и воды, в пробе продукта переработки семян масличных культур – жмыха или шрота	20.06.2009	Витюк Б.Я. Гореликова И.А.
177	2366935	Способ определения содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника	10.09.2009	Витюк Б.Я. Гореликова И.А.
178	2376751	Способ определения устойчивости растений	27.12.2009	Бородин С.Г. Котлярова И.А. Терещенко Г.А.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
		подсолнечника к сухой гнили корзинки		Соснина Ю.М. Ефименко С.Г.
179	2376752	Способ определения устойчивости растений подсолнечника к сухой гнили корзинки	27.12.2009	Бородин С.Г. Котлярова И.А. Терещенко Г.А. Соснина Ю.М.
180	2388828	Способ идентификации сортов сои на основе микросателлитных (SSR) маркеров	10.05.2010	Антонова Т.С. Рамазанова С.А. Гучетль С.З. Челостникова Т.А.
181	2398883	Способ выделения гибридных растений сои с использованием микросателлитных (SSR) локусов ДНК	10.09.2010	Рамазанова С.А. Гучетль С.З. Челостникова Т.А. Антонова Т.С. Арасланова Н.М.
182	2402215	Инсектицидно-фунгицидный состав и способ борьбы с вредителями и болезнями с/х культур	27.10.2010	Пивень В.Т. Шуляк И.И. Семеренко С.А.
183	2409032	Инсектицидно-фунгицидный состав и способ борьбы с крестоцветными блошками и болезнями сельскохозяйственных культур	20.01.2011	Пивень В.Т. Михайлюченко Н.Г. Шуляк И.И. Семеренко С.А.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
184	2415575	Инсектицидно-фунгицидный состав и способ борьбы с проволочниками	10.04.2011	Пивень В.Т. Шуляк И.И. Семеренко С.А.
185	2433168	Способ отбора исходного материала для селекции растений сои с комплексной устойчивостью к возбудителям пепельной гнили и фузариозного увядания	10.11.2011	Зеленцов С.В. Саенко Г.М. Лучинский А.С. Саломатина В.П.
186	2442318	Способ определения всхожести семян заразики подсолнечной	04.05.2010	Антонова Т.С. Арасланова Н.М.
Полезная модель	86839	Воздушно-решётный сепаратор	20.09.2009	Шафоростов В.Д. Припоров И.Е.
Полезная модель	90361	Пневматический сепаратор семян подсолнечника	10.01.2010	Шафоростов В.Д. Припоров И.Е.
Полезная модель	91898	Пневматический сепаратор семян подсолнечника	10.03.2010	Шафоростов В.Д. Припоров И.Е.

Продолжение приложения 3				
1	2	3	4	5
Полезная модель	114819	Высевающий диск	20.04.2012	Лукомец В.М. Трубилин А.И. Шафоростов В.Д. Ефимкин Н.В. Макаров С.С. Минка С.А.
Товарный знак	149045	Товары и/или услуги: 31 класса – семена растений	30.12.1996	
Товарный знак	374977	Класс МКТУ 01 – биологические препараты	19.03.2009	

Приложение 4

Диссертации на соискание ученой степени доктора наук, защищенные сотрудниками ВНИИМК

1. Антонова Т.С.

Особенности оценки и отбора селекционного материала на устойчивость к основным патогенам в зависимости от защитных реакций подсолнечника. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Краснодар, 1999. – 258 с.

2. Баранов В.Ф.

Агрофакториальные основы повышения продуктивности сои на Северном Кавказе. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1996. – 50 с.

3. Белевцев Д.Н.

Теоретическое обоснование и разработка основных приемов возделывания и семеноводства подсолнечника в зоне недостаточного увлажнения. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – 1979. – 476 с.

4. Бочкарев Н.И.

Современные методы селекции озимой горчицы и гибридного подсолнечника. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук в виде научного доклада. – Краснодар, 1995. – 49 с.

5. Бочковой А.Д.

Селекция и семеноводство гибридного подсолнечника. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада. – Краснодар, 1998. – 50 с.

6. Бочкарёва Э.Б.

Селекция масличных капустных на комплекс признаков. Диссертация в виде доклада на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 2002. – 50 с.

7. Бородин С.Г.

Селекция и семеноводство сортов-популяций подсолнечника. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 2002. – 50 с.

8. Волгин В.В.

Теория и практика создания гетерозисных гибридов сахарной свеклы на ЦМС основе. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 2007. – 434 с.

9. Васильев Д.С.

Применение гербицидов при возделывании масличных культур. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1972. – 437 с.

10. Горбаченко Ф.И.

Методы селекции сортов и гибридов подсолнечника для зоны недостаточного увлажнения. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада. – Ростов-на-Дону, 1995. – 50 с.

11. Гончаров С.В.

Генетико-биологические аспекты создания исходного материала для гетерозисной селекции подсолнечника. (*Helianthus annuus* L.) и риса (OR 4ZA SATIVAL.) Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – С-Петербург, 2005. – 221 с.

12. Дворядкин Н.И.

Проблемы интенсификации производства масличных культур. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Краснодар, 1974. – 308 с.

13. Демурин Я.Н.

Генетический анализ и селекционное использование мутаций состава жирных кислот и токоферолов. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук – 1998. – 182 с.

14. Зеленцов С.В.

Современные аспекты селекционно-генетического улучшения сои. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 2005. – 394 с.

15. Клюка В.И.

Технология интенсивного культивирования масличных растений в фитотроне в связи с задачами селекции. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1987. – 381 с.

16. Кочегура А.В.

Селекция сортов сои разных направлений использования. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде доклада. – Краснодар, 1998. – 47 с.

17. Лукомец В.М.

Повышение продуктивности озимого и ярового ячменя на черноземах Западного Предкавказья. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Краснодар, 2004. – 50 с.

18. Лошкомойников И.А.

Резервы увеличения производства высокопродуктивных кормов и рациональное их использование при кормлении крупного рогатого скота и птицы. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Омск, 2009.

19. Маслиенко Л.В.

Обоснование и разработка микробиологического метода борьбы с болезнями. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Краснодар, 2005. – 377 с.

20. Мошкин В.А.

Методы селекции и семеноводства клещевины. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1980. – 458 с.

21. Мякушко Ю.П.

Селекция и семеноводство сои на Северном Кавказе. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – 1974. – 379 с.

22. Прудников С.М.

Научно-практическое обоснование комплексной системы измерения показателей качества масличных семян и продуктов их переработки методом ЯМР. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Краснодар, 2002. – 49 с.

23. Перемыкин В.И.

Экономика масличных культур. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – 1961. – Т.1. – 88 с., Т. 2–570 с.

24. Пивень В.Т.

Биологическое обоснование системы защиты подсолнечника от болезней и вредителей. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – М., 2001. – 299 с.

25. Пустовойт Г.В.

Селекция подсолнечника на групповой иммунитет методом межвидовой гибридизации. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук в виде доклада. – 1968. – 89 с.

26. Рыжеева О.И.

Селекция льна масличного. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – 1968. – 284 с.

27. Суслов В.М.

Экономика возделывания эфиромасличных культур и производства эфирных масел в СССР в 2-х т. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. – 1967, Т. 1 – 241 с., Т. 2 – 254 с.

28. Семихненко П.Г.

Подсолнечник, особенности биологии и важнейшие приемы его возделывания. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – 1969. – 452 с.

29. Свиридов А.А.

Селекция клещевины на устойчивость к фузариозному увяданию. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1991. – 350 с.

30. Тишков Н.М.

Плодородие выщелоченного чернозема западного Предкавказья и продуктивность зернопропашного севооборота с масличными культурами при длительном применении. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 2005. – 404 с.

31. Токарев П.В.

Агрономические и технологические аспекты физико-механических свойств семян масличных культур (Методы оценки, связи с хозяйственно-полезными признаками). Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1989. – 406 с.

32. Таволжанский Н.П.

Теория и практика создания гибридного подсолнечника в современных условиях. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Вейделевка, 1988. – 434 с.

33. Хотин А.А.

Биологические основы культуры эфиромасличных растений. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Краснодар, 1957. – 836 с.

34. Харченко Л.Н.

Закономерности накопления липидов и перспективы направленного изменения качества масла семян масличных культур (подсолнечника и горчицы). Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Краснодар, 1981. – 384 с.

35. Шафоростов В.Д.

Технология и технические средства для подготовки семян подсолнечника. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук. – Краснодар, 1999. – 50 с.

36. Шурупов В.Г.

Основные направления повышения продуктивности масличных культур в зоне недостаточного увлажнения (подсолнечника, горчицы сарептской, клещевины). Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук в виде научного доклада. – Ставрополь, 1999. – 49 с.

Список основных публикаций ВНИИМК
за период 1912–2010 гг.

№№ п/п	Наименование издания (НТБ, сборник, монография, книга, брошюра, методическое пособие, материалы совещаний, конференций)	Авторы	Издательство, год издания, объём (п. л.)
1	2	3	4
1.	Бюллетень научнотехнической информации по масличным культурам ВНИИМК	Коллектив научных сотрудников и аспирантов	Краснодар, Майкоп 1932–2011 Выпущено всего 146 НТБ; в них помещено 2065 статей общим объёмом 672 п.л. (1–4 выпуска в год)
2.	Краткие отчеты об итогах НИР ВНИИМК за годы: 1941–1944, 1951–1958 ежегодно, 1959 1960; 1961 1962	Коллектив сотрудников института	г. Краснодар Всего 20 выпусков общим объёмом 259 п. л.
3.	Научно-производственные учебные пособия «Масличные культуры» за 1932–1946 гг.	Коллектив сотрудников ВНИИМК	г. Краснодар Всего 21 выпуск общим объёмом 189 п. л.
4.	Сборник научных трудов ВНИИМК за	Коллектив сотрудников	г. Краснодар Всего 7 выпусков,

Продолжение приложения 5

1	2	3	4
	1935–1963 гг. (список прилагается)	ВНИИМК	общим объёмом 45 п. л.
5.	Тематические сборники научных работ (трудов) за 1961–2006 гг. (список прилагается)	Коллектив сотрудников ВНИИМК	г. Краснодар, г. Майкоп Всего 29 выпусков общим объёмом 287 п. л.
6.	Монографии по масличным культурам, 1940–2005 гг. (список прилагается)	Коллектив авторов	Всего 9 общим объёмом 211 п. л.
7.	Основные книги за 1919–2010 гг. (список прилагается)	Коллектив авторов	Всего 57, общим объёмом 798 п. л.
8.	Материалы конференций за 1933–2009 гг. (список прилагается)	Коллектив авторов	Всего 16, общим объёмом 127 п. л.
9.	Рекомендательные пособия для производителей по масличным культурам за 1960–2010 гг.	Коллектив авторов с участием специалистов МСХ СССР и Краснодарского краевого Управления (департамента) сельского хозяйства	Всего около 200 пособий (рекомендаций) общим объёмом более 100 п. л. общим тиражом более 150 тыс. экз.

5.2. Монографии за 1940–2005 гг.

№№ п/п	Название	Год издания	Объём п. л.
1.	Подсолнечник / Под редакцией И.А. Минкевича, В.С. Пустовойта	1940	22,7
2.	И.А. Минкевич., В.Е. Борковский Масличные культуры. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы	1955	37,66
3.	Подсолнечник. – М.: Колос	1965	9,25
4.	Подсолнечник / Под ред. акад. В.С. Пустовойта. – М.: Колос	1975	51,80
5.	Клещевина / Под ред. В.А. Мошкина. – М.: Колос	1980	18,48
6.	Соя / Под ред. Ю.П. Мякушко и В.Ф. Баранова. – М.: Колос	1984	17,64
7.	Д.С. Васильев. Подсолнечник. – М.: Агропромиздат	1990	10,48
8.	Биология, селекция и возделывание подсолнечника. О.И. Тихонов, Н.И. Бочкарёв, А.Б. Дьяков. – М.: Агро- промиздат	1991	17,64
9.	Соя. Биология и технология возделыва- ния / Под ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца	2005	25,3

5.3. Основные книги, изданные ВНИИМК за 1919–2010 гг.

№№ п/п	Название	Год издания
1	2	3
1.	Пустовойт В.С. Возделывание масличного подсолнечника. – Ростов-на-Дону	1919
2.	Пустовойт В.С. Подсолнечник и его возделывание на Кубани. – Краснодар	1926
3.	Пустовойт В.С. Масличный подсолнечник. – М.: Гос-техиздат	1928
4.	Пустовойт В.С. Подсолнечник. – М.: Сельхозгиз	1928
5.	Пустовойт В.С. Подсолнечник. – Ростов-на-Дону	1928
6.	Пустовойт В.С. Культура подсолнечника на Кубани. – Краснодар	1928
7.	Новые масличные культуры / Под ред. Е.Н. Синской. – М.: Сельхозгиз	1931
8.	Сергеева-Умен Н.Ф. Кунжут (агротехника возделывания). – М.: Техпрофиздат НКЗМС	1932
9.	Боровский В.Е. Частная селекция масличных культур. – М.: СХГиЗ	1933
10.	Лутиков И.Е. Уборка и борьба с потерями масличных культур. – М.: Сельхозгиз	1933
11.	Лутиков И.Е., Жилин И.В. Масличные культуры. – М.: Сельхозгиз	1933
12.	Шутко А.С. Клещевина в СССР. – Ростов-Дон	1935
13.	Жданов Л.А. Соя. – Ростов-на-Дону	1935
14.	Шутко А.С. Культура подсолнечника в СССР. – Ростов-Дон	1935
15.	Дуда Г.Я. Арахис. – Краснодар	1936
16.	Хотин А.А. Уборка подсолнечника. – Краснодар	1936
17.	Пакудин З.А. Перилла. – Краснодар: Крайиздат	1939
18.	Геворкянц С.А. Арахис. – Краснодар: Крайиздат	1939
19.	Сергеева-Умен Н.Ф., Чумак П.Ф. Кунжут. – Краснодар: Крайиздат	1939
20.	Бейлин И.Г. Болезни и вредители масличных культур. – М.: НКЗ СССР	1940
21.	Жданов Л.А. Подсолнечник. – Ростов-Дон	1940
22.	Минкевич И.А. Лён масличный в СССР. – Краснодар	1940

Продолжение приложения 5.3

1	2	3
23.	Максимова А.Я. Клещевина. – Сталинград	1940
24.	Иванов В.К., Рыжиков Е.А., Ключников А.И. Возделывание подсолнечника. – Краснодар: Изд-во «Большевик»	1941
25.	Минкевич И.А. Возделывание масличных культур на Кубани. Юбилейный выпуск ВНИИМК. – Краснодар: Советская Кубань	1944
26.	Максимова А.Я., Геворкянц С.А. Агротехника масличных культур. – М.: Сельхозгиз	1944
27.	Минкевич И.А., Борковский В.Е. Масличные культуры. – М.: Гос. издательство с.-х. литературы	1949
28.	Минкевич И.А., Борковский В.Е. Масличные культуры. Издание 2-е. – М.: Сельхозгиз	1952
29.	Перемыкин В.И., Дворядкин Н.И. Экономика производства масличных культур. – М.: Сельхозгиз	1963
30.	Перспективные типовые технологические карты по возделыванию и уборке масличных культур. Семихненко П.Г., Игнатьев Б.К. – М.: МСХ СССР	1964
31.	Подсолнечник. Семихненко П.Г. и др. – М.: Колос	1965
32.	Пустовойт В.С. Избранные труды. – М.: Колос	1966
33.	Суслов В.М., Сотникова Т.В. Экономика возделывания эфиромасличных культур. – М.: Колос	1967
34.	Руководство по селекции и семеноводству масличных культур / Под ред. В.С. Пустовойта. – М.: Колос	1967
35.	Косенко И.С., Васильев Д.С. Сорные растения и борьба с ними. – Краснодар	1971
36.	Васильев Д.С. Гербициды на посевах масличных культур. – М.: Россельхозиздат	1972
37.	Дворядкин Н.И. Экономика производства масличных культур. – М.: Колос	1978
38.	Васильев Д.С. Агротехника подсолнечника	1983
39.	Васильев Д.С. Подсолнечник. – М.	1990
40.	Шувалов Е.И. Краткий литературный обзор в помощь изучающим историю подсолнечника. – Краснодар	1990
41.	Пустовойт В.С. Избранные труды. – М.: Агропроиздат	1990
42.	Плодородие выщелоченного чернозема при	1996

Продолжение приложения 5.3

1	2	3
	длительном применении минеральных удобрений / Под ред. Павленко В.А. – Краснодар	
43.	Шафоростов В.Д. Машинная подготовка семян подсолнечника. – Краснодар	1998
44.	Енкина О.В., Коробский Н.Ф. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани. – Краснодар	1999
45.	Баранов В.Ф. Добрая культура. – Краснодар	2002
46.	Дьяков А.Б. Физиология подсолнечника. – Краснодар	2004
47.	Гончаров С.В. Селекция подсолнечника в Иране. – Краснодар	2004
48.	Воспоминания о В.С. Пустовойте. – Краснодар	2006
49.	Дьяков А.Б. Физиология и экология льна. – Краснодар	2006
50.	Лукомец В.М. Научное обеспечение производства масличных культур в России. – Краснодар	2006
51.	Баранов В.Ф., Уго Торо Корреа. Сортовая специфика возделывания сои. – Краснодар	2007
52.	Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар	2007
53.	Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Под общ. ред. Н.И. Бочкарева. – Краснодар	2008
54.	Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М. Соя на Кубани. – Краснодар	2009
55.	Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар	2010
56.	Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Кононенко С.И., Ригер А.Н. Соя в кормопроизводстве. – Краснодар	2010
57.	Адаптивные технологии возделывания масличных культур (коллектив авторов). – Краснодар	2010

5.4. Сборники научных трудов ВНИИМК

№№ п/п	Название	Год издания
1.	Труды ВНИИМК. Селекция и семеноводство масличных культур / Под ред. В.Е. Борковского. – Краснодар	1935
2.	Вопросы агрофизиологии масличных. Труды ВНИИМК	1936
3.	Труды ВНИИМК. Химия масличных растений. Вып. 2(12) / Под ред. С.В. Рушковского. – Ростов-на-Дону	1938
4.	Труды ВНИИМК. Селекция, агротехника и механизация масличных культур (Краткие итоги работы ВНИИМК с масличными растениями за 1932–1933 г.). – Краснодар	1939
5.	Труды Всесоюзного научно-методического совещания по масличным культурам 16–21 июня 1946 г.	1946
6.	Масличные культуры в восточных районах СССР. Труды ВНИИЭМК / Под ред. проф. Е.Н. Синской. – Краснодар	1956
7.	Масличные и эфиромасличные культуры (Труды за 1912–1962 гг.) / Под общ. редакцией академика ВАСХНИЛ В.С. Пустовойта. – М.: Сельхозгиз	1963

5.5. Тематические сборники научных работ ВНИИМК за 1961–2006 годы

№№ п/п	Название	Год изда- ния
1	2	3
1.	Сборник научно-исследовательских работ по масличным культурам. – Краснодар, изд-во: «Советская Кубань»	1961
2.	Биохимия и физиология масличных растений. Сб. ВНИИМК, Вып. 2. – Майкоп	1967
3.	Механизация возделывания и уборки масличных и эфиромасличных культур. Сб. научно-исследовательских работ. – Майкоп	1968
4.	Агротехника масличных культур. Сб. научно-исследовательских работ. – Краснодар	1968
5.	Селекция и семеноводство масличных культур. Сб. научно-исследовательских работ отдела селекции ВНИИМК / Под редакцией В.С. Пустовойта. – Краснодар	1972
6.	Методы биохимических исследований в селекции масличных культур. Сб. научно-исследовательских работ отдела биохимии ВНИИМК. – Краснодар	1973
7.	Применение гербицидов на посевах масличных культур. Сб. научно-исследовательских работ / Под редакцией Д.С. Васильева. – Краснодар	1975
8.	Вопросы физиологии масличных растений в связи с задачами селекции и агротехники. Сб. научно-исследовательских работ ВНИИМК / Под редакцией А.Я. Панченко. – Краснодар	1975
9.	Экономика и организация производства масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК. – Краснодар	1976
10.	Основная обработка почвы и удобрения под масличные культуры. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией А.И. Лукашева и П.Н. Ярославской. – Краснодар	1977
11.	Вредители и болезни масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под общей редакцией О.И. Тихонова. – Краснодар	1978

Продолжение приложения 5.5		
1	2	3
12.	Селекция и семеноводство масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией В.И. Шпоты. – Краснодар	1980
13.	Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией А.А. Бородулиной. – Краснодар	1981
14.	Агротехника и химизация масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией А.И. Лукашева. – Краснодар	1983
15.	Использование фитотрона в селекции масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией В.И. Клюки. – Краснодар	1984
16.	Методические указания по определению биохимических показателей и качества масла и семян масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией А.А. Бородулиной. – Краснодар	1986
17.	Вопросы прикладной физиологии и генетики масличных растений. Сб. научных работ ВНИИМК. – Краснодар	1986
18.	Болезни подсолнечника. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией О.И. Тихонова. – Краснодар	1988
19.	Семеноведение и стандартизация масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК. – Краснодар	1989
20.	Механизация производства масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией А.И. Бортникова. – Краснодар	1990
21.	Проблемы экономики и организации производства масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК. – Краснодар	1991
22.	Повышение продуктивности сои. Сб. научных работ ВНИИМК / Под редакцией В.Ф. Баранова. – Краснодар	2000
23.	Болезни и вредители масличных культур. Сб. научных работ ВНИИМК / Под общ. редакцией В.Т. Пивня. – Краснодар	2006

5.6. Материалы конференций, совещаний

№№ п/п	Издание	Год	П.л.	Высту- паю- щих
1	2	3	4	5
1.	Результаты работ по подзимому севу масличных культур. Материал к агропромышленным конференциям Сев. Кав. края по вопросу о подзимнем севе масличных культур. – Краснодар	1933		
2.	Постановление Всесоюзного совещания по поднятию урожайности масличных культур при НКЭ СССР 26–29 января. – М.: Колхозная многотиражка	1936		
3.	Труды Всес. науч.-произв. совещания по масличным культурам 25–29 июня 1951. – Краснодар: Изд-во «Сов. Кубань»	1952		
4.	Состояние научно-исследовательских работ с эфиромасличными культурами в Союзе ССР и мероприятия по её улучшению (Материалы расширенного пленума секции зерновых, зернобобовых, масличных и эфиромасличных культур ВАСХНИЛ, проведённого 18–19 июля 1957 г. в г. Краснодаре. – Краснодар	1958		
5.	Материалы Всесоюзного совещания по семеноводству, агротехнике и механизации возделывания подсолнечника. – М.: МСХ СССР. ВНИИЭМК. 26–29 октября 1963	1964		
6.	Материалы научной конференции молодых ученых и аспирантов. Сборник научно-исследователь-	1968		

Продолжение приложения 5.6

1	2	3	4	5
	ских работ по масличным культурам. – Майкоп			
7.	Материалы координационного совещания по масличным культурам. 24–27 февраля 1970 г. Краснодар, ВНИИМК	1970		
8.	Масличные культуры в СССР. Материалы к Всесоюзному н/т совещанию. 15–17 декабря 1970 г. – Краснодар	1970		
9.	Материалы научной конф. молодых ученых и аспирантов. Сб. н. и. раб. / Ред. Н.И. Дворядкин. – Краснодар	1971	11,5	38
10.	Материалы Всесоюзного координационного совещания по масличным культурам 10–12 декабря 1974 г. – Краснодар (рук.)	1974		
11.	Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику 27 июня – 3 июля 1976 г. г. Краснодар / Сост. Н.И. Дворядкин, Д.С. Васильев, Ю.П. Буряков, О.И. Тихонов	1978	34,5	253
12.	Сб. докладов 2-й международной конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур», 1–2 марта 2003 г.	2003	12,42	66
13.	Сб. докладов научно-практической конференции «Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур»	2003	11,38	49
14.	Сб. статей координационного совещания по сое. 8–9 сентября 2004 г. г. Краснодар. «Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг.»	2004	13,5	37

Продолжение приложения 5.6				
1	2	3	4	5
15.	Сб. докладов 3-й Международной конференции молодых ученых и специалистов. 28–30 марта 2005 г.	2005	16,36	30
16.	Сб. докладов международной научно-практической конференции «Современные проблемы научного обеспечения производства подсолнечника», посвященной 120-летию со дня рождения В.С. Пустовойта. 19–22 июля 2006 г. – Краснодар	2006	18,14	32
17.	Сб. докл. 4-й Международной конференции молодых ученых и специалистов. 27–29 марта 2007 г.	2007	17,32	58
18.	Сб. статей 2-й международной конференции по сое, 9–10 сентября 2008 г. «Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои»	2008	20,49	50
19.	Сб. докладов 5-й Международной конференции молодых ученых и специалистов. 3–6 февраля 2009 г.	2009	14,94	31

СОДЕРЖАНИЕ

С.Г. Бородин. Селекция сортов подсолнечника во ВНИИМК	Стр. 3
Я.Н. Демури. Генетическое изучение признаков качества масла подсолнечника во ВНИИМК . . .	28
Т.С. Антонова. Селекция подсолнечника на иммунитет к заразице и другим патогенам	49
Л.Н. Харченко. Состав сортовых популяций подсолнечника и горчицы по качеству масла и отбор ценных биотипов по этому показателю	97
А.В. Кочегура. Основные результаты селекционно-генетического улучшения сои на юге России . .	147
В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин. Совершенствование агрокомплекса возделывания сои.	174
Э.Б. Бочкарева. Исследования по рапсу и сурепице	205
С.Л. Горлов. Результаты исследований по селекции и семеноводству горчицы сарептской, горчицы белой и рыжика	228
Н.М. Тишков. Агрехимия масличных культур	249
О.В. Енкина. Итоги исследований по микробиологии почв	280
А.С. Бушнев. Агротехника масличных культур	299
В.Т. Пивень. 80-летие (1932–2012) научного поиска отдела защиты растений – итоги и перспективы	336
Л.В. Маслиенко. Биологическая защита масличных культур от вредителей и болезней	367
Приложения	395
Содержание	458

Группа авторов

**ОСНОВНЫЕ ИТОГИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
ПО МАСЛИЧНЫМ КУЛЬТУРАМ
(К 100-ЛЕТИЮ ВНИИМК)**

Главный научный редактор *Н.И. Бочкарев*

Сдано в набор 15.06.2011. Подписано к печати 21.05.2012.
Гарнитура Taims New Roman.
Учет.-изд. л. 17,65