

**ПОЛУЧЕНИЕ ДВУХ ПОКОЛЕНИЙ
ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ТЕЧЕНИЕ
ОДНОГО ПОЛЕВОГО СЕЗОНА
КАК РЕЗЕРВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ
СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА**
(Сообщение I)

С.В. Зеленцов,

доктор сельскохозяйственных наук

Л.Г. Рябенко,

кандидат сельскохозяйственных наук

Е.В. Мошненко,

кандидат биологических наук

В.С. Зеленцов,

кандидат биологических наук

Л.Р. Овчарова,

кандидат сельскохозяйственных наук

Г.Г. Галкина,

старший научный сотрудник

С.В. Склярков,

научный сотрудник

В.И. Олейник,

ведущий агроном по семеноводству

ГНУ ВНИИМК Россельхозакадемии

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 274-63-11

E-mail: vniimk-soy@yandex.ru

Проведённый анализ климатических изменений в Краснодарском крае за период 1916–2013 гг. свидетельствует о состоявшемся потеплении и, как следствие, об удлинении периода вегетации растений в этой зоне. Выдвинута гипотеза о возможности получения вторых поколений льна при их посеве в условиях центральной зоны Краснодарского края в летние (начало июня–начало июля) календарные сроки. Анализ календарных сроков созревания 7 сортов и линий льна, посеянных в летние (июнь-июль) сроки, подтверждает выдвинутую гипотезу и свидетельствует об их естественном созревании в сентябре и октябре соответственно. Летние посевы льна масличного после уборки весеннего срока посева предложено использовать для получения вторых поколений семян в отдельных селекционных питомниках. Это позволит сократить на 1–2 года процесс селекции новых сортов льна.

The production of two generations of oil flax within one field season as a reserve for acceleration of the breeding process (Report I). Zelentsov S.V., Ryabenko L.G., Moshnenko E.V., Zelentsov V.S., Ovcharova L.R., Galkina G.G., Sklyarov S.V., Oleynik V.I.

The conducted analysis of climate changes in the Krasnodar region for the period of 1916–2013 indicates the occurred warming, and as a consequence, an extension of the plant growth season in this area. The hypothesis on the possibility of obtaining the second generations of oil flax during its sowing in the summer calendar dates (early June - early July) under the conditions of the central zone of the Krasnodar region is suggested. The analysis of the calendar dates of ripening of 7 oil flax varieties and lines sown in summer periods (June-July) confirms the suggested hypothesis and indicates its natural ripening in September and October, respectively. The summer sowing of oil flax after harvesting the spring generation of oil flax is proposed to use for obtaining the second generations of seeds in some breeding nurseries. It will allow reducing the process of breeding of new varieties of oil flax by 1–2 years.

Ключевые слова: лён масличный, ускорение селекционного процесса, летний посев, два поколения в сезон, потепление климата

УДК 633.854.54:631.52

Введение. Культурный лён (*Linum usitatissimum* L.) относится к тем немногим культурам, которые сопутствовали человеку на всём протяжении его истории. На территории России лён также возделывался с незапамятных времён, а начиная с середины XIX века, в связи с ростом спроса на льняное масло, в культуру стали активно вводить специализированные высокомасличные формы льна. Масличный лён оказался высокодоходной культурой и быстро занял большие площади на юге России и в Новороссии. В последней четверти XIX века только в Англию продавалось до 10 млн пудов льносемян ежегодно. Накануне первой мировой войны среднегодовое производство масличного льна в мире достигало 2,8 млн. т. Вторая мировая война вызвала значительный рост интереса к дешёвым растительным маслам, что привело к дальнейшему увеличению посевных площадей под этой культурой. Только за пять военных лет площади под льном-кудряшом в мире выросли от 4,3 млн до почти 10 млн га [6; 11; 12].

Однако во второй половине XX века последовательное расширение в мире площадей под соей, а в СССР – под подсолнечником, послужило одной из причин постепенного снижения интереса сельскохозяйственных производителей к выращиванию масличного льна. К тому же мировая и отечественная лакокрасочная промышленность стали сокращать использование натуральных льняных олиф в масляных красках, заменяя их более дешёвыми синтетическими аналогами. Активный перевод лакокрасочной промышленности на производство эмалевых красок на основе нитрата целлюлозы (нитрокрасок) и производных акриловых кислот (акриловых красок) также отрицательно сказался на востребованности льняного масла. В России непростую ситуацию с этой культурой усугубила сложная постперестроечная экономическая ситуация в сельском хозяйстве, когда сельхозпроизводители вынужденно сокращали ассортимент возделываемых культур. В итоге, к 1995 г. площади под масличным льном в стране составляли всего чуть более 5 тыс. га, а валовой сбор льносемян едва превышал 3 тыс. т [2; 6; 15].

Последующая стабилизация экономической ситуации в России вызвала рост площадей и валовых сборов семян масличного льна, который в 2005 г. составил уже 31 тыс. га. Начиная с 2009 г., лён стал приобретать важное значение как высокодоходная культура, в больших объёмах экспортируемая Россией на пищевые цели в целый ряд стран мира. Вследствие этого площади посевов масличного льна в стране стали возрастать более стремительно. В 2012 г. общая площадь под масличным льном в России составила более 618 тыс. га [3; 8; 15].

Стабильно высокий спрос на мировом рынке на семена масличного льна и вызванное этим увеличение посевных площадей под этой культурой вызывают необходимость в скорейшем выведении новых, более урожайных сортов, адаптированных не только к традиционным регионам возделывания, но и к новым эколого-географическим условиям [3; 6;

8]. Однако создание сортов льна масличного с новыми свойствами – процесс очень длительный, продолжающийся не менее 7 лет [6; 14]. Поэтому интенсификация и ускорение селекционного процесса создания новых сортов льна масличного в современных условиях является весьма актуальной задачей.

Самым простым способом ускорения селекции является использование сооружений искусственного климата для получения второго дополнительного поколения семян льна в осенне-зимний период. В климатических камерах и теплицах за счёт подбора светового и теплового режимов можно имитировать естественные условия внешней среды, пригодные для вегетации льна [9; 10]. Однако сдерживающим и ограничивающим фактором при использовании сооружений искусственного климата является их высокая эксплуатационная себестоимость. Кроме этого, полезная площадь искусственных сооружений существенно ограничена незначительными внутренними пространствами камер искусственного климата и климатических теплиц (рис. 1).



Рисунок 1 – Выращивание льна масличного в камере искусственного климата, осенне-зимний сезон 2012–2013 гг. (ориг.)

Альтернативным способом ускорения селекции льна может быть выращивание двух поколений в полевых условиях в те-

чение одного сезона. Однако этот способ пригоден только для климатических зон с достаточно продолжительным тёплым периодом, прежде всего в тропических и субтропических климатических поясах. При этом практически вся территория Краснодарского края расположена в умеренном климатическом поясе, хотя и в крайней южной его части, и только узкая прибрежная полоса от Сочи до Геленджика климатически представляет собой субтропики средиземноморского типа. Тем не менее, даже находящаяся в пределах умеренного климатического пояса часть территории Краснодарского края характеризуется продолжительным жарким летом и мягкой зимой. Благодаря своему южному положению почти вся территория края получает большое количество солнечного тепла (суммарная радиация в летний период составляет 48, а зимой 12 кал/см²). Значительное влияние на климат края оказывают Чёрное и Азовское моря, которые являются дополнительными источниками влаги. В формировании климата края важную роль также играют горы Большого Кавказа, влияющие на движение воздушных масс над Северокавказским регионом и выпадение осадков [1].

Лён масличный относится к ранним яровым культурам с коротким периодом вегетации, который при посеве в ранневесенние сроки от всходов до полного созревания составляет 80–90 суток. В Краснодарском крае к севу льна, как правило, приступают в конце марта–середине апреля. При этих сроках посева полное созревание растений обычно наступает в середине июля [4; 6; 14]. При этом до наступления осенних холодов остаётся не менее двух с половиной–трёх месяцев, что позволяет теоретически предположить возможность повторных летних посевов льна.

Первые попытки выращивания льна масличного в летние сроки были осуществлены в Краснодарском крае Г.С. Воскресенской ещё в конце 40-х годов XX века. Однако в сложившихся в середине

XX века климатических условиях посеянные в период конец июня–начало июля сортообразцы льна не успевали полностью завершить вегетацию и созреть до наступления осенних холодов [1; 5].

Развившееся в последней четверти XX века потепление глобального климата повлекло за собой климатические изменения практически на всей территории Северного Кавказа, выразившиеся, в том числе, в более раннем наступлении весны и более позднем наступлении осени. Если в середине XX века средняя продолжительность безморозного периода в центральной зоне Краснодарского края составляла 191–193 дня, то в последние 30 лет она увеличилась до 197–203 и более дней [7; 13]. Такие климатические изменения повышают вероятность успешного созревания растений льна масличного при повторном посеве в летние сроки.

В связи с этим целью настоящей работы является изучение принципиальной возможности получения двух поколений семян льна масличного в течение одного полевого сезона в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы. Изучение принципиальной возможности получения двух поколений семян льна масличного в течение одного полевого сезона проводили в период 2011–2013 гг. на центральной экспериментальной базе ВНИИМК в г. Краснодаре. В качестве модельных объектов использовали наиболее адаптированные к экологическим условиям юга России сорта льна масличного ВНИИМК 620, ВНИИМК 630, Ручеёк, Сюрприз, Флиз и Бирюза. Дополнительно в 2013 г. в летних посевах изучали холодоустойчивую линию льна ХФЛ-М/12. Посев всех сортов осуществляли в 4 срока с интервалом в один месяц, начиная с I декады апреля по I декаду июля, селекционной сеялкой СН-16 рядовым способом с междурядьями 15 см и глубиной заделки семян 3–5 см. Из-за малого количества семян линию ХФЛ-М/12 высевали вручную с междурядьями 30 см. Норма высева семян из расчёта 7–8 млн. шт./га. Делянки площадью 12 м² в четырёх повторениях. В тече-

ние всего вегетационного периода на посевах льна проводили фенологические наблюдения. Контролями служили растения всех изучаемых сортов, выращенные при посеве в оптимальный срок (I декада апреля).

Результаты и обсуждение. Предположения о потенциальной возможности получения двух поколений льна масличного в течение одного полевого сезона в условиях центральной зоны Краснодарского края определяются сложившимися в настоящее время климатическими особенностями региона. По архивным данным инструментальных наблюдений метеостанции «Круглик», г. Краснодар, среднегодовая температура в зоне Краснодара в последние 30 лет (1984–2013 гг.) была выше по сравнению с началом и серединой XX века и составила 12,2 °С, что на 1,0 °С выше средних значений температуры за предыдущие 68 лет (1916–1983 гг.) с начала инструментальных наблюдений на метеостанции «Круглик» (табл. 1).

Среднемесячная температура самого холодного месяца – января, в среднем за период 1916–1983 гг. составляла минус 1,4 °С. Однако в связи с процессами глобального потепления за последние 30 лет (1984–2013 гг.) среднемесячная температура января повысилась на 2,1 °С – до плюс 0,7 °С. Процессы потепления регионального климата на Северном Кавказе всё ещё продолжают. Среднегодовая температура в среднем за последние десять лет (2004–2013 гг.) составила уже 13,1 °С, а в отдельные годы этот показатель достигал значений 13,8–14,4 °С. Также продолжают возрастать среднемесячные температуры в летние и зимние месяцы, заметно удлинив общую продолжительность тёплого периода.

Если в климатический период с 1916 по 1983 гг. среднегодовое количество выпавших осадков составляло 638,6 мм, то за период 1984–2013 гг. достигло величины 740,4 мм, превышая показатель средней суммы осадков за предыдущий (1916–1983 гг.) период наблюдений более чем на 100 мм (табл. 2).

Таблица 1

Динамика среднемесячных температур воздуха (°С) в климатических условиях центральной зоны Краснодарского края

Метеостанция «Круглик», г. Краснодар, 1916–2013 гг.

Временной диапазон метеонаблюдений, годы	Месяц												Средне-годовое значение
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
За 68-летний период (1916–1983 гг.)	-1,4	-0,5	4,0	11,5	16,9	20,9	23,4	22,7	17,7	11,6	6,1	1,2	11,2
За последние 30 лет (1984–2013 гг.)	0,7	1,0	5,6	12,3	17,5	21,5	24,4	24,0	18,5	12,4	6,2	2,0	12,2
За последние 10 лет (2004–2013 гг.)	0,9	1,5	6,2	12,6	18,5	22,8	25,1	25,5	19,7	13,5	7,3	3,4	13,1

Таблица 2

Динамика среднемесячных сумм осадков (мм) в климатических условиях центральной зоны Краснодарского края

Метеостанция «Круглик», Краснодар, 1916–2013 гг.

Временной диапазон метеонаблюдений, годы	Месяц												Сумма осадков за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
За 68-летний период (1916–1983 гг.)	51,8	45,6	47,6	49,3	57,0	67,1	56,7	49,6	36,2	52,1	57,5	68,1	638,6
За последние 30 лет (1984–2013 гг.)	64,5	55,3	59,0	52,3	70,6	85,1	54,8	44,8	47,7	60,1	71,4	74,8	740,4
За последние 10 лет (2004–2013 гг.)	63,8	61,0	81,5	51,2	55,4	70,1	59,8	29,1	42,4	52,0	64,8	70,7	701,7

Однако распределение осадков по сезонам остаётся неравномерным. В последние 30 лет за холодный период (ноябрь–март) в среднем выпадает около 325 мм осадков, за тёплый (апрель–октябрь) – 415 мм. В течение тёплого сезона минимальное количество осадков (45–48 мм) выпадает в августе и сентябре, максимальное (71–85 мм) – в мае и июне.

В целом, анализ климатических условий Краснодарского края за период с 1916 по 2013 гг. свидетельствует об изменении климатических условий и о постепенном накоплении достаточных температурных ресурсов для успешного выращивания льна масличного с апреля по октябрь включительно при эффективных средне-суточных температурах выше 10 °С.

Для оценки климатической возможности повторных летних посевов льна в условиях Краснодарского края в течение двух лет изучали продолжительность вегетационных периодов и календарные даты наступления созревания у трёх сортов льна масличного, высевавшихся, начиная с I декады апреля по I декаду июля, с интервалом в 1 месяц (табл. 3). Некоторые различия по продолжительности вегетационных периодов оцениваемых сортов в 2011 и 2012 гг. определялись особенностями водного и температурного режимов, сложившихся в эти годы. Из-за этих различий отдельные эксперименты повторяли в 2013 г.

Анализ таблицы 3 показывает, что апрельский и даже майский сроки посева льна обеспечивают близкие к типичным для региона сроки созревания растений, соответственно в конце июня–конце июля. При посеве в июньские сроки развитие растений льна проходило на фоне максимальных длин дня и высоких летних температур, ускоряющих наступление и прохождение основных этапов развития растений. Поэтому цветение льна июньских сроков посева наступало уже во II декаде июля (рис. 2).

Даты наступления всходов, созревания и продолжительность вегетационных периодов сортов льна масличного при различных сроках посева

г. Краснодар, ВНИИМК, среднее за 2011–2012 гг.

Сорт	Срок посева	Дата всходов	Дата созревания	Вегетационный период, сут.
ВНИИМК 620	1	16.04	29.06	75
	2	08.05	21.07	74
	3	08.05	10.09	94
	4	12.07	10.10	91
ВНИИМК 630	1	17.04	01.07	75
	2	06.05	26.07	81
	3	09.06	14.09	97
	4	12.07	15.10	95
Ручеек	1	15.04	30.06	77
	2	08.05	21.07	75
	3	08.06	12.09	97
	4	12.07	12.10	92
Сюрприз	1	18.04	03.07	77
	2	08.05	30.07	83
	3	08.06	25.09	109
	4	12.07	27.10	107
Флиз	1	18.04	04.07	77
	2	08.05	21.07	75
	3	08.06	16.09	100
	4	12.07	14.10	94
Бирюза	1	16.04	30.06	75
	2	08.05	21.07	75
	3	08.06	12.09	96
	4	12.07	16.10	96



Рисунок 2 – Начало фазы цветения у сортообразца льна ХФЛ-М/12, посеянного в I-й декаде июня (3-й срок посева), дата фотосъёмки 15 июля 2013 г. (ориг.)

Постепенное сокращение фотопериодов в июле и в августе вызывало некоторое замедление развития растений льна. В итоге созревание у сорта ВНИИМК 620 июньского срока посева в разные годы (2011–2012 гг.) наступало 5–16 сентября,

у сорта ВНИИМК 630 – 11–18 сентября; сорта Ручеек – 12–13 сентября, сорта Сюрприз – 25–28 сентября, сорта Флиз – 16–19 сентября, сорта Бирюза – 12–15 сентября, линии ФХЛ-М/12 (в погодных условиях 2013 г.) – 28 августа (рис. 3).



Рисунок 3 – Созревание растений льна масличного сорта ВНИИМК 620, посеянного в I-й декаде июня (3-й срок посева), дата фотосъёмки 12 сентября 2013 г. (ориг.)

Соответственно при посеве сортов льна в начале июля их массовое созревание наступало: у сорта ВНИИМК 620 6–15 октября, у сорта ВНИИМК 630 – 14–17 октября, у сорта Ручеек – 9–15 октября, у сорта Сюрприз – 26–27 октября, у сорта Флиз – 12–14 октября, у сорта Бирюза – 16–18 октября (рис. 4).



Рисунок 4 – Полностью созревшие растения льна масличного сорта ВНИИМК 620, посеянного в I-й декаде июля (4-й срок посева), дата фотосъёмки 16 октября 2012 г. (ориг.)

Необходимо отметить, что поздние летние посевы сортов льна масличного приводили к увеличению на 19–39 % продолжительности их вегетационных периодов. По всей вероятности, удлинение вегетации высеванных в летние сроки сортов льна связано с их развитием на фоне постоянно укорачивающихся длин дня. А при самом позднем, июльском, сроке посева удлинение вегетационного периода может также зависеть от динамики понижения среднесуточных температур воздуха и почвы в осенний период. Тем не менее, даже посев сортов льна масличного в начале июля, в современных климатических условиях центральной зоны Краснодарского края, в целом позволяет растениям успешно созреть.

Выводы. Проведённый анализ климатических изменений в Краснодарском крае за период 1916–2013 гг. свидетельствует о состоявшемся потеплении и, как следствие, об удлинении периода вегетации растений в этой зоне.

На основании известных параметров современных сортов льна масличного выдвинута гипотеза о возможности получения вторых поколений льна при их посеве в условиях центральной зоны Краснодарского края в летние (начало июня–начало июля) календарные сроки.

Анализ календарных сроков созревания семи сортов и линий льна, посеянных в летние (июнь–июль) сроки, подтверждает выдвинутую гипотезу и свидетельствует об их естественном созревании в сентябре и октябре соответственно.

Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометиздат, 1975. – 276 с.
2. Брач Н.Б. Внутривидовое разнообразие льна (*Linum usitatissimum* L.) и его использование в генетических исследованиях и селекции): дис. ... д-ра биол. наук. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 4.
3. Бушнев А.С., Горбаченко Ф.И., Картамышева Е.В. [и др.]. Состояние производства и совершенствование элементов технологии возделывания льна масличного в южном регионе Российской Федерации. – Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2013. – Вып. 2 (155–156). – С. 63–84.
4. Возделывание льна масличного / С.Л. Горлов [и др.]. – Краснодар, 2006. – 19 с.
5. Воскресенская Г.С. Перспективы создания зимостойкого озимого льна на Северном Кавказе

// Сборник работ по биологии развития и физиологии льна. – М.: Сельхозгиз, 1954. – С. 165–178.

6. *Галкин Ф.М.* Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Под ред. Н.И. Бочкарёва. – Краснодар, 2008. – С. 7–65.

7. *Зеленцов С.В., Бушнев А.С.* К вопросу изменения климата Западного Предкавказья // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2006. – Вып. 2 (135). – С. 79–92.

8. Исследования рынков. Рынок масличного льна в России 2008–2020 гг. Показатели и прогнозы РБК. – [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: URL: <http://marketing.rbc.ru/research/562949988623505.shtml> (дата обращения 12.03.2014 г.).

9. *Клюка В.И.* Технология интенсивного культивирования масличных растений в фитотроне в связи с задачами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Одесса, 1988. – С. 38–45.

10. *Клюка В.И., Галкин Ф.М.* Влияние ультрафиолетового облучения на рост и продуктивность растений льна масличного. – Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1989. – Вып. 3 (106). – С. 22–25.

11. *Минкевич И.А.* Лён масличный. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 180 с.

12. *Минкевич И.А., Борковский В.Е.* Масличные культуры. – М.: Сельхозгиз, 1952. – С. 58–93.

13. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме / Под общей ред. А.И. Бедрицкого, В.Г. Блинова, Д.А. Гершиной [и др.]. – М.: Росгидромет, 2008. – С. 13–14.

14. *Рыжеева О.И.* Лён масличный // Руководство по селекции и семеноводству масличных культур / Под ред. В.С. Пустовойта. – М.: Колос, 1967. – С. 121–172.

15. Linseed world primary production. Database of Food and Agriculture Organization (FAO). – [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: URL: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (дата обращения 12.03.2014 г.).