

УДК 631.51:631.412:631.165

## ДЕЙСТВИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИКУБАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

**В.Н. Слюсарев,**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**О.А. Подколзин,**

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**А.В. Осипов,**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Тел.: +7 (861) 221-59-42

E-mail: mail@kubsau.ru

*Для цитирования:* Слюсарев В.Н., Подколзин О.А., Осипов А.В. Действие агротехнологий с использованием системы нулевой обработки почвы на физико-химические свойства чернозема выщелоченного Прикубанской низменности и урожайность полевых культур // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 52–60.

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, физико-химические свойства, почвенный поглощающий комплекс, технология нулевой обработки No-till, удобрения, подсолнечник, озимая пшеница, кукуруза, урожайность.

В 2014–2016 гг. изучены физико-химические свойства чернозема выщелоченного Прикубанской низменности в звене севооборота с 11 полями зерновых, пропашных культур и люцерны (подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно) стационарного многофакторного полевого опыта, заложенного в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». Установлено, что на фоне нулевой обработки почвы (No-till) при интенсификации технологий возделывания полевых культур состояние почвенного поглощающего комплекса в целом стабилизируется по сравнению с экстен-

сивной технологией возделывания: интенсификация технологий возделывания полевых культур не оказывает отрицательного влияния на состояние почвенного поглощающего комплекса чернозема выщелоченного; использование высоких норм минеральных удобрений с содержанием в них одновалентных катионов и анионов при выращивании озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник может способствовать подкислению чернозема выщелоченного; урожайность звена севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно с интенсификацией технологий их выращивания увеличивается в сравнении с контролем от 1,69 (индекс технологии 000) до 6,70 (индекс технологии 033) т/га зерн. ед.; применяемые способы внесения разных доз удобрений и средств защиты растений малоэффективны при выращивании сельскохозяйственных культур, особенно подсолнечника. Интенсификация агротехнологий с использованием нулевой обработки почвы способствует увеличению урожайности подсолнечника от 0,50 до 1,24 т/га, озимой пшеницы – от 1,74 до 5,06 т/га и кукурузы на зерно – от 0,80 до 3,68 т/га. Низкий общий уровень урожайности культур и продуктивности звена севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно, а также высокие затраты на применение высоких норм удобрений и химических средств защиты растений ставят под сомнение целесообразность использования системы нулевой обработки почвы при их выращивании на черноземе выщелоченном Прикубанской низменности.

UDC 631.51:631.412:631.165

### **Effect of agricultural technologies with the use of the No-till soil tillage on physical and chemical qualities of leached chernozem of the Kuban River basin and yield of field crops.**

**Slyusarev V.N.**, doctor of agriculture, associate Professor

**O.A. Podkolzin**, doctor of agriculture, associate Professor

**A.V. Osipov**, PhD in agriculture, associate Professor

The Kuban State University of Agriculture by  
Trubilin I.T.

13, Kalinina str., Krasnodar, 350044, Russia

Tel.: +7 (861) 221-59-42

E-mail: mail@kubsau.ru

**Key words:** leached chernozem, physical and chemical qualities, soil absorbing complex, No-till technology, fertilizers, sunflower, winter wheat, corn, yield.

The physical and chemical qualities of leached chernozem of the Kuban River basin were studied in a

rotation with 11 fields of cereal, cultivated crops and alfalfa (sunflower – winter wheat – corn for grain) in stationary multifactor field trial cultivated in the Kuban State University of Agriculture by Trubilin I.T. in 2014–2016. State of the soil absorbing complex was commonly stabilized after no-till soil treatment at intensification of cultivation technologies for field crop compared to the extensive cultivation technology: intensification of field crops cultivation technologies did not have a negative effect on a state of soil absorbing complex of leached chernozem; application of high doses of mineral fertilizers containing monovalent cations and anions at winter wheat cultivation after sunflower can cause acidification of leached chernozems; yield of a crop rotation link ‘sunflower – winter wheat – corn for grain’ at intensification of their cultivation technologies is increased compared to a control from 1.69 (a technology index is 000) to 6.70 (a technology index is 033) t per ha of grain units; application of the different fertilizer doses is ineffective at crops cultivation, especially for sunflower. Intensification of the agricultural technologies with no-till soil treatment promotes sunflower yield increase from 0.50 to 1.24 t per ha, winter wheat – from 1.74 to 5.06 t per ha and corn for grain – from 0.80 to 3.68 t per ha. A low total level of crops yield and a productivity of the crop rotation link ‘sunflower – winter wheat – corn for grain’ as well as high expenses for application of high doses of fertilizers and chemical preparations for plant protection discredit a practicability of no-till soil treatment under these crops at production on leached chernozem of the Kuban River basin.

**Введение.** Почвенный поглощающий комплекс (ППК) играет важную роль в почвообразовательных процессах, эволюции и генезисе почв. Свойства почвы (сложение, физико-химические) и её режимы (водный, воздушный, микробиологический, питательный) в значительной мере зависят от природы и состава почвенного поглощающего комплекса, во многом определяя уровень почвенного плодородия. Поэтому исследования состояния ППК имеют большое значение для разработки наиболее эффективных приёмов сохранения плодородия почв и

повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

При использовании системы нулевой обработки почвы, также известной как No-till, вместо традиционных обработок почвы (отвальная, безотвальная, плоскорезная, минимальная, поверхностная и др.), предусматривающих воздействие на почву рабочими органами машин и орудий с целью улучшения почвенных условий жизни сельскохозяйственных культур и уничтожения сорняков, на поверхности почвы оставляют измельченные растительные остатки. Использование такой обработки в земледелии обычно предотвращает водную и ветровую эрозию почв, лучше сохраняет почвенную влагу, поскольку не нарушает естественного сложения почвы, позволяет существенно уменьшить энергетические затраты на обработку почвы. В то же время применение No-till предусматривает строгое соблюдение требований к возделыванию культур в севообороте по этой технологии. При этом виды, нормы, сроки и способы использования агрохимикатов и пестицидов должны учитывать специфику распространения сорной растительности, болезней и вредителей полевых культур, а также погодноклиматические факторы [3; 8].

Особенности использования нулевой обработки почвы изучены далеко неполно, имеются противоречивые сведения о целесообразности её применения в различных странах и регионах. Изучение влияния систем обработки почвы, в том числе и нулевой, в условиях умеренного климата Франции в звене кукуруза – пшеница за 28 лет наблюдений показало увеличение запасов  $C_{орг}$  от 0,10 т/га/год при использовании отвальной обработки, до 0,19 т/га/год – нулевой и до 0,21 т/га/год – при сокращенной обработке [9]. В работе Глинушкина А.П., Соколова М.С., Тороповой Е.Ю. отмечается, что нулевая обработка почвы может способствовать накоплению в верхнем слое патогенных микроорганизмов, вредителей, семян сорняков, что в свою очередь

требует применения более активной химической защиты растений, чем при использовании традиционных обработок почвы [2].

В Краснодарском крае нет опыта длительного использования нулевой обработки почвы в севооборотах, в том числе и в отношении её влияния на состояние и функционирование почвенной системы. В этой связи у специалистов в области земледелия, почвоведения, агрохимии, экологии, защиты растений возникают вопросы по перспективам её широкого внедрения в сельскохозяйственном производстве.

Поэтому целью наших исследований является изучение физико-химических свойств чернозема выщелоченного при возделывании подсолнечника, озимой пшеницы и кукурузы на зерно на фоне нулевой обработки почвы с разными по интенсивности системами удобрения и защиты растений от болезней, вредителей и сорняков. Решение поставленной научной задачи будет способствовать расширению и углублению знаний о состоянии почвенного поглощающего комплекса.

**Материалы и методы.** Объектом исследования состояния почвенного поглощающего комплекса являются чернозёмы выщелоченные обычного рода Прикубанской низменности, общая площадь которых в Краснодарском крае составляет 240,7 тыс. га, из них 160,2 тыс. га используется под пашню.

Исследования проводили в 11-польном зернотравяно-пропашном севообороте стационарного многофакторного полевого опыта, заложенного в 1992 г. в учебном хозяйстве «Кубань» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», территория которого входит в центральную природно-климатическую зону Краснодарского края [7].

Для исследования физико-химических свойств почвы определяли следующие показатели:

- активную кислотность ( $pH_{H_2O}$ ) – потенциометрически;

- обменную кислотность ( $pH_{KCl}$ ) – потенциометрически;

- гидролитическую кислотность (Нг) – по методу Каппена;

- сумму обменных оснований (S) – по методу Каппена-Гильковица;

- ёмкость катионного обмена (ЕКО) – расчётным методом;

- степень насыщенности почвы основаниями (V) – расчётным методом.

Физико-химические свойства чернозёма выщелоченного изучали в вариантах 000, 011, 022, 033 первого поля мониторинга на фоне нулевой обработки почвы в звене севооборота подсолнечник (гибрид Легион, 2014 г.) – озимая пшеница (сорт Антонина, 2015 г.) – кукуруза на зерно (гибрид Краснодарский 292 АМВ, 2016 г.). В указанных вариантах схемы опыта принята специальная индексация, где

- первая цифра – уровень плодородия почвы А и при использовании нулевой обработки соответствует уровню  $A_0$  – естественному фону плодородия;

- вторая цифра – норма внесения удобрения В: 0 – без удобрения, 1 – минимальная, 2 – средняя, 3 – высокая;

- третья цифра – система защиты растений С: 0 – без применения средств защиты растений, 1 – биологическая защита растений от вредителей и болезней; 2 – защита растений от сорняков; 3 – химическая защита растений от вредителей, болезней, сорняков.

Система удобрения в звене 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота агроэкологического мониторинга Кубанского госагроуниверситета представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Система удобрения в звене подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно**

Культура	$B_0$ без удобрения	$B_1$ мини- мальная доза	$B_2$ средняя доза	$B_3$ высокая доза
Подсолнечник	0	$N_{20}P_{30}$	$N_{40}P_{60}$	$N_{80}P_{120}$
Озимая пшеница*	0	$N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{70}P_{45}K_{30}$	$N_{280}P_{180}K_{120}$
Кукуруза на зерно	0	$N_{30}P_{30} +$ 20 т/га навоза	$N_{60}P_{60} +$ 40 т/га навоза	$N_{120}P_{120} +$ 80 т/га навоза

\* Вносится также  $N_{30}$  весной в фазе колошения в вариантах  $B_1, B_2, B_3$

Таблица 2

**Погодные условия периода апрель – сентябрь**

г. Краснодар, метеостанция «Круглик»

Год	Месяц						За период апрель – сентябрь
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Осадки, мм							
Климатическая норма	48,0	57,0	67,0	60,0	48,0	38,0	318,0
2014	17,9	44,8	129,4	51,3	0	40,1	283,5
2015	67,5	72,2	144,7	70,8	63,2	8,5	426,9
2016	25,6	62,2	176,1	43,4	34,5	78,3	420,1
Среднее за 2014–2016 гг.	37,0	59,7	150,1	55,2	32,6	42,3	376,9
Среднесуточная температура воздуха, °С							
Климатическая норма	10,9	16,8	20,4	23,2	22,7	17,4	18,6
2014	13,1	20,1	22,0	25,4	27,1	19,8	21,3
2015	11,1	18,5	23,0	25,2	26,3	23,2	21,2
2016	14,7	17,7	23,4	25,8	27,2	18,8	21,3
Среднее за 2014–2016 гг.	13,0	18,8	22,8	22,5	26,9	20,6	21,3
Относительная влажность воздуха, %							
Климатическая норма	69	67	66	64	64	68	66
2014	58	65	63	58	44	60	58
2015	59	57	57	56	43	57	56
2016	55	66	66	52	53	57	58
Среднее за 2014–2016 гг.	57	63	63	55	47	58	57

Основное удобрение вносится при посеве специальными сеялками на глубину 5–6 см, полуперепревший навоз КРС – на поверхность без заделки в почву.

Площадь делянки общая 105,0 м<sup>2</sup> (4,2 м × 25,0 м), учётная площадь для озимой пшеницы 34,0 м<sup>2</sup> (2,0 м × 17,0 м), для подсолнечника и кукурузы – по 47,6 м<sup>2</sup> (2,8 м × 17,0 м). Повторность в опыте 3-кратная, размещение вариантов систематическое. Агротехника в опыте рекомендованная для центральной природно-климатической зоны Краснодарского края. Учёт урожая проводили сплошным методом. Определение содержания белка в зерне озимой пшеницы и кукурузы выполняли в лаборатории технологической оценки зерна КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, содержание масла в семенах – в отделе физических методов исследований ВНИИМК им. В.С. Пустовойта.

Отборы почвенных образцов для изучения физико-химических свойств чернозёма выщелоченного проводили под подсолнечником и кукурузой из слоев 0–30 и 30–60 см, под озимой пшеницей – 0–20 и 20–40 см.

**Результаты и обсуждение.** Азово-Кубанская равнина повышается от уровня Азовского моря на западе до 150 м на востоке и включает Приазовскую низменность, Прикубанскую низменность, Закубанскую наклонную равнину.

Прикубанская низменность располагается к востоку от Приазовской низменности и к северу от русла реки Кубань. Основная часть территории учебного хозяйства «Кубань» находится на первой и второй надпойменных террасах реки Кубань.

Погодные условия периода апрель – сентябрь в 2014–2016 гг. характеризовались достаточным количеством влаги в почве, недостаточными осадками в апреле, мае и августе 2014 г., обильными осадками в апреле – августе 2015 г., в мае – июне 2016 г. (табл. 2).

В среднем за вегетационный период подсолнечника (2014 г.) осадков выпало 89,2 % от климатической нормы, а кукурузы (2016 г.) – 132,1 %. Следует отметить дождливую погоду в апреле – июле 2015 г. при выращивании озимой пшеницы – 355,2 мм при норме за указанный период 232,0 мм, или 135,1 %.

Среднесуточная температура воздуха в среднем за апрель – сентябрь в 2014–2016 гг. превышала норму на 2,6–2,7 °С. Особенно жаркая погода стояла в июле – августе: 25,2–27,2 °С, что на 2,0–4,5 °С больше нормы. Следует отметить и более низкую в сравнении с климатической нормой (на 8–10 %) относительную влажность воздуха за период апрель – сентябрь.

Сложившиеся погодные условия оказали влияние как на скорость обменных

реакций в системе почва – удобрение – растение, так и на формирование урожайности выращиваемых культур и качество продукции.

В погодных условиях 2014 г. интенсификация технологий выращивания подсолнечника в системе нулевой обработки почвы от экстенсивной (000) до интенсивной (033) способствовала стабилизации физико-химических свойств чернозема выщелоченного как в слое 0–30, так и 30–60 см, о чем свидетельствуют снижение активной ( $pH_{H_2O}$ ), обменной ( $pH_{KCl}$ ) и гидролитической кислотности ( $H_f$ ) (табл. 3).

Таблица 3

**Динамика физико-химических свойств чернозема выщелоченного в звене севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза**

Индекс технологии	Слой почвы, см	pH		$H_f$	S	ЕКО	V, %
		$H_2O$	KCl				
Подсолнечник (2014 г.)							
000	0–30	6,7	5,3	3,5	36,2	39,7	91,3
	30–60	6,6	5,3	3,3	37,6	40,9	92,0
011	0–30	6,7	5,5	3,6	39,8	43,4	91,7
	30–60	6,7	5,5	3,6	39,6	43,2	91,7
022	0–30	6,8	5,6	3,4	40,0	43,4	92,2
	30–60	6,7	5,5	3,5	40,0	43,5	92,0
033	0–30	6,9	5,9	3,3	39,2	42,5	92,2
	30–60	6,8	5,7	3,2	39,6	42,8	92,5
Озимая пшеница (2015 г.)							
000	0–20	6,7	5,6	3,2	36,2	39,4	91,8
	20–40	6,7	5,5	3,2	36,2	39,4	91,9
011	0–20	6,7	5,6	3,4	37,2	40,6	91,6
	20–40	6,7	5,6	3,3	37,2	40,5	91,9
022	0–20	6,7	5,6	4,1	37,1	41,2	90,0
	20–40	6,8	5,7	3,0	37,1	40,1	92,5
033	0–20	6,7	5,6	3,7	38,5	42,2	91,2
	20–40	6,8	5,6	3,1	38,5	41,6	92,5
Кукуруза на зерно (2016 г.)							
000	0–30	6,8	5,6	3,3	36,3	39,6	91,7
	30–60	6,8	5,6	2,8	36,5	39,3	92,9
011	0–30	6,7	5,5	3,1	35,7	38,8	92,0
	30–60	6,8	5,6	2,9	35,1	38,0	92,4
022	0–30	6,9	5,9	3,1	36,6	39,7	92,2
	30–60	6,9	5,8	2,7	37,0	39,7	93,2
033	0–30	6,7	5,6	3,2	36,8	40,0	92,0
	30–60	6,8	5,6	3,1	36,5	39,6	92,2

Так, в слое 0–30 см установлена тенденция к уменьшению всех видов почвенной кислотности: показатель активной кислотности ( $pH_{H_2O}$ ) увеличился с 6,7 до 6,9; обменной кислотности ( $pH_{KCl}$ ) – с 5,3 до 5,9, а гидролитическая кислотность ( $H_f$ ) уменьшилась с 3,5 до 3,3 мг-экв./100 г почвы. С

уменьшением гидролитической кислотности отмечается увеличение суммы обменных оснований (S) на 3,0, ёмкости катионного обмена (ЕКО) на 1,1 мг-экв./100 г почвы и степени насыщенности почвы основаниями (V) на 1,2 %. Аналогичная тенденция выявлена и в слое 30–60 см.

В черноземе выщелоченном под озимой пшеницей после подсолнечника (2015 г.) активная ( $pH_{H_2O}$ ) и обменная ( $pH_{KCl}$ ) кислотности стабилизировались на уровне показателей pH 6,7–6,8 и 5,5–5,7 соответственно. Гидролитическая кислотность ( $H_f$ ) возрастала при интенсификации технологий по норме удобрения от  $N_0P_0K_0$  до  $N_{280}P_{180}K_{120}$  с 3,2 до 4,1 мг-экв./100 г почвы в слое 0–20 см и уменьшилась с 3,2 до 3,0 мг-экв./100 г почвы в слое 20–40 см. Сумма обменных оснований (S) в слоях 0–20 и 20–40 см возрастала с 36,2 до 38,5 мг-экв./100 г, ёмкость катионного обмена (ЕКО) – с 39,4 до 41,6–42,2 мг-экв./100 г, однако степень насыщенности основаниями (V) в верхнем слое уменьшилась на 0,6 %, а в слое 20–40 см, наоборот, увеличилась на такую же величину за счёт снижения в этом слое гидролитической кислотности в варианте 033.

Под кукурузой на зерно (2016 г.) при внесении минеральных удобрений до  $N_{120}P_{120}$  и навоза до 80 т/га (индекс технологии 033) активная и обменная кислотности стабилизировались на уровне значений pH 6,7–6,9 и 5,5–5,9 соответственно. Гидролитическая кислотность в слоях 0–30 и 30–60 см составила соответственно 3,1–3,3 и 2,7–3,1 мг-экв./100 г, а сумма обменных оснований и ёмкость катионного обмена соответственно 35,7–36,8; 35,1–37,0 и 38,8–40,0; 38,0–39,7 мг-экв. на 100 г. Степень насыщенности основаниями варьировала в пределах 91,7–93,2 %.

В целом за период с 2014 по 2016 гг. при интенсификации технологии по нормам внесения удобрений в сумме по трем культурам звена севооборота от  $N_0P_0K_0$

(индекс технологии 000) до  $N_{480}P_{420}K_{120} + 80$  т/га навоза, в среднем ежегодно  $N_{160}P_{140}K_{40} + 26,7$  т/га навоза (индекс технологии 033), показатели  $pH_{H_2O}$  и  $pH_{KC}$  по слоям 0–30 и 30–60 см увеличились соответственно с 6,7 до 6,8, и с 5,3 до 5,6. Гидролитическая кислотность уменьшилась за этот период с 3,4 до 3,2; сумма обменных оснований – с 36,9 до 36,7, а ёмкость катионного обмена – с 40,3 до 39,8 мг-экв./100 г. Степень насыщенности основаниями при этом возросла с 91,6 до 92,1 %. Следовательно, прослеживается тенденция увеличения в ППК катионов водорода более низкими темпами, чем потеря им катионов кальция и магния.

Полученные данные свидетельствуют, что использование высоких норм минеральных удобрений при посеве и поверхностное без заделки в почву внесение полуперепревшего навоза не оказывало существенного влияния на физико-химические свойства чернозема выщелоченного в слоях почвы 0–20, 0–30, 20–40 и 30–60 см под полевыми культурами звена севооборота. Стабильное состояние почвенного поглощающего комплекса можно объяснить более высокой буферной способностью чернозёма выщелоченного в условиях применения нулевых обработок, когда верхние горизонты почвы остаются в естественном и близком к естественному сложении. Такая обработка почвы способствует восстановлению плодородия также и за счёт активизации почвенной биоты [4].

Статистическая обработка полученных результатов показала, что применение удобрений в звене севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно в вариантах с альтернативными технологиями в слое почвы 0–60 см чернозема выщелоченного оказало неоднозначное влияние на состояние его почвенного поглощающего комплекса (табл. 4).

На фоне нулевой обработки почвы применяемые способы и дозы внесения минеральных и органических удобрений

под пропашные культуры (подсолнечник и кукурузу на зерно) не оказали существенного влияния на физико-химические показатели ППК исследуемого чернозёма.

Таблица 4

**Показатели физико-химических свойств чернозема выщелоченного в зависимости от технологии возделывания полевых культур**

Индекс технологии	Внесено удобрений нарастающим итогом	pH		H <sub>r</sub>	S	ЕКО	V, %
		H <sub>2</sub> O	KCl				
Под подсолнечником (2014 г.)							
000	$N_0P_0K_0$	6,81	5,64	3,03	36,2	39,29	92,3
011	$N_{20}P_{30}K_0$	6,83	5,61	3,00	37,5	40,50	92,6
022	$N_{40}P_{60}K_0$	6,78	5,59	2,92	37,8	40,72	92,9
033	$N_{80}P_{120}K_0$	6,75	5,58	3,00	36,9	39,90	92,5
HCP <sub>05</sub>		0,14	0,10	0,15	0,36	0,41	-
Под озимой пшеницей (2015 г.)							
000	$N_0P_0K_0$	6,83	5,68	2,97	36,0	38,97	92,3
011	$N_{50}P_{60}K_{30} + N_{30}$	6,81	5,61	3,00	36,7	39,70	92,4
022	$N_{110}P_{105}K_{30} + N_{30}$	6,76	5,57	3,22	37,4	40,62	92,1
033	$N_{360}P_{300}K_{120} + N_{30}$	6,64	5,56	3,42	36,2	39,62	92,4
HCP <sub>05</sub>		0,09	0,10	0,12	0,32	0,39	-
Под кукурузой на зерно (2016 г.)							
000	$N_0P_0K_0$	6,80	5,66	3,05	36,4	39,45	92,4
011	$N_{80}P_{90}K_{30} + N_{30} + 20$ т/га	6,71	5,55	2,99	35,4	38,39	92,2
022	$N_{170}P_{165}K_{30} + N_{30} + 40$ т/га	6,87	5,74	2,89	36,8	39,69	92,7
033	$N_{480}P_{420}K_{120} + N_{30} + 80$ т/га	6,74	5,60	3,15	36,6	39,75	92,0
HCP <sub>05</sub>		0,08	0,11	0,17	0,40	0,47	-

Однако в 2015 г. при внесении под озимую пшеницу  $N_{70}P_{45}K_{30}$  (индекс технологии 022) и  $N_{280}P_{180}K_{120}$  (индекс технологии 033) установлено существенное увеличение активной кислотности (на 0,02 и 0,11 единиц pH) и гидролитической кислотности (на 0,30 и 0,42 мг-экв./100 г). Показатели суммы обменных оснований и ёмкости катионного обмена уменьшились соответственно на 0,4–0,7 и 0,10–0,28 мг-экв./100 г почвы. Степень насыщенности основаниями снизилась в данных вариантах опыта на 0,8 и 1,1 %.

В наших исследованиях при выращивании озимой пшеницы в почву вносили

физиологически кислые минеральные удобрения – аммонийную селитру ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) и хлористый калий ( $\text{KCl}$ ) в больших дозах, чем под подсолнечник и кукурузу.

Известно, что одновалентные катионы ( $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) способствуют пептизации почвенных коллоидов, разрушению структуры, увеличению плотности почвы, ухудшению ее водного и воздушного режимов. Одновалентные анионы ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) образуют легкорастворимые соли, которые способствуют вымыванию кальция, что также отрицательно сказывается на структурообразовании чернозёма, количестве и качестве гумуса. Рост гидролитической кислотности ( $\text{H}_r$ ), снижение суммы обменных оснований ( $\text{S}$ ) и степени насыщенности основаниями ( $\text{V}$ ) при интенсификации агротехнологий при выращивании озимой пшеницы на фоне нулевой обработки почвы можно объяснить применением высоких доз азота и калия в указанных формах [6].

Результаты исследований показывают, что на фоне нулевой обработки почвы урожайность подсолнечника, озимой пшеницы и кукурузы на зерно низкая и не соответствует потенциальной продуктивности при выращивании культур по рекомендуемым способам обработки почвы. Однако с интенсификацией технологии выращивания она увеличивается (табл. 5).

Таблица 5

**Урожайность и качество продукции культур севооборота в зависимости от технологии выращивания**

Индекс технологии	Подсолнечник (2014 г.)		Озимая пшеница (2015 г.)		Кукуруза на зерно (2016 г.)			
	Урожайность, т/га	Масличность, %	Урожайность, т/га	Белок, %	Урожайность, т/га	Белок, %	Масло, %	Крахмал, %
000	0,50	49,7	1,74	13,0	0,80	7,0	4,3	66,7
011	0,89	50,0	2,19	13,1	1,64	7,9	4,2	63,6
022	1,10	46,8	3,62	14,0	2,89	8,5	4,1	63,0
033	1,24	47,0	5,06	14,9	3,68	9,5	3,7	61,0
НСР <sub>05</sub>	0,26	-	0,55	-	0,47	-	-	-

Урожайность подсолнечника гибрида Легион на фоне нулевой обработки почвы в контроле (индекс технологии 000 – без применения удобрений и средств защиты растений) в 2014 г. составила всего 0,5 т/га. При внесении  $\text{N}_{20}\text{P}_{30}$  и использовании биологической системы защиты растений (индекс технологии 011) она существенно увеличивалась (на 0,39 т/га). Дальнейшая интенсификация технологий выращивания подсолнечника способствовала ещё более существенному росту урожайности: внесение  $\text{N}_{40}\text{P}_{60}$  и применение химической системы защиты растений от сорняков (индекс технологии 022) – на 0,60 т/га, а применение  $\text{N}_{80}\text{P}_{120}$  с использованием химической защиты растений от сорняков, болезней и вредителей (индекс технологии 033) – на 0,74 т/га. При этом масличность семян в контроле и в варианте 011 достигала 49,7–50,0 %, снижаясь с интенсификацией технологий в вариантах 022 и 033 на 2,7–3,2 %. Следует отметить очень низкий уровень урожайности гибрида Легион при его выращивании по нулевой обработке почвы.

Низкая урожайность получена и при выращивании озимой пшеницы сорта Антонина в 2015 г. как на фоне нулевой обработки почвы в контроле (вариант 000), так и на вариантах 011, 022, составившая соответственно 1,74; 2,19 и 3,62 т/га. И только при внесении очень высокой дозы удобрения и использовании химической защиты растений от сорняков, болезней и вредителей (вариант 033) урожайность сорта Антонина по предшественнику подсолнечник достигла достаточно высокого уровня – 5,06 т/га, что на 1,44–3,32 т/га (39,8–190,8 %) выше по сравнению с показателями в других вариантах опыта.

Содержание белка в зерне сорта Антонина в вариантах с индексом технологии 022 и 033 достигало 14,0–14,9 %, превышая его количество в вариантах 000 и 011 на 0,9–1,9 %.

Интенсификация технологий выращивания гибрида кукурузы Краснодарский 292 АМВ в 2016 г. с использованием нулевой обработки почвы после озимой пшеницы способствовала увеличению урожайности зерна на 0,84; 2,09 и 2,88 т/га (варианты 011, 022, 033). Содержание белка в зерне при этом возрастало на 0,9–2,5 %, а количество масла и крахмала уменьшалось соответственно на 0,1–0,6 и 3,1–5,7 %.

Расчет совокупной продуктивности звена севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно в переводе в зерновые единицы представлен в таблице 6.

Таблица 6

**Совокупная продуктивность звена севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно (2014–2016 гг.)**

Индекс технологии	Внесено удобрений под культуру за 3 года	Продуктивность, т/га зерн. ед.			
		подсолнечник	озимая пшеница	кукуруза на зерно	звено севооборота
000	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0,74	1,74	0,64	3,12
011	N <sub>110</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub> + 20 т/га навоза	1,31	2,19	1,31	4,81
022	N <sub>200</sub> P <sub>165</sub> K <sub>30</sub> + 40 т/га навоза	1,62	3,62	2,31	7,55
033	N <sub>510</sub> P <sub>420</sub> K <sub>120</sub> + 80 т/га нвоза	1,82	5,06	2,94	9,82

Совокупная продуктивность изучаемого звена севооборота с увеличением дозы внесения минеральных удобрений и навоза в среднем за один год до N<sub>37</sub>P<sub>30</sub>K<sub>10</sub> + 7 т/га (вариант 011), N<sub>67</sub>P<sub>55</sub>K<sub>10</sub> + 13 т/га (вариант 022), N<sub>170</sub>P<sub>140</sub>K<sub>40</sub> + 27 т/га (вариант 033) и интенсификацией применения средств защиты растений при нулевой обработке почвы возрастает соответственно на 1,69; 4,43; 6,70 т/га зерн. ед., или на 54,2; 142,0; 214,7 %.

Следует отметить, что при использовании нулевой обработки почвы под полевые культуры возникает острая необходимость такого применения удобрений и их размещения в почве, особенно высоких доз, чтобы оптимизировать минеральное питание культивируемых растений, не стимулировать развитие

болезней и сорняков, не ухудшать основные физико-химические, агрохимические и биологические свойства почв.

Полученные данные свидетельствуют о том, что высокую и экономически обоснованную урожайность изучаемых в опыте культур, возделываемых на черноземе выщелоченном с нулевой обработкой почвы, даже с применением интенсивной технологии получить невозможно в климатических условиях Прикубанской низменности.

**Заключение.** Проведенными в 2014–2016 гг. исследованиями по изучению влияния интенсивности технологий выращивания подсолнечника, озимой пшеницы и кукурузы на зерно в системе нулевой обработки почвы на физико-химические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность культивируемых растений установлено следующее:

- интенсификация технологий возделывания полевых культур не оказывает отрицательного влияния на состояние почвенного поглощающего комплекса чернозема выщелоченного;

- использование высоких норм минеральных удобрений с содержанием в них одновалентных катионов и анионов при выращивании озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник может способствовать подкислению чернозёма выщелоченного;

- урожайность звена севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно с интенсификацией технологий их выращивания увеличивается в сравнении с контролем от 1,69 (индекс технологии 000) до 6,70 (индекс технологии 033) т/га зерн. ед.;

- изученные приёмы внесения разных доз удобрений и средств защиты растений малоэффективны при выращивании сельскохозяйственных культур, особенно подсолнечника;

- низкий общий уровень урожайности культур и продуктивности звена севооборота подсолнечник – озимая пшеница – кукуруза на зерно, а также высокие затра-



ты на применение высоких норм удобрений и химических средств защиты растений ставит под сомнение целесообразность использования системы нулевой обработки почвы при их выращивании на чернозёме выщелоченном Прикубанской низменности.

#### Список литературы

1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края / Под общ. ред. И.Т. Трубилина; 2-е изд. – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 284 с.

2. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. – М.: Агрорус, 2016. – 238 с.

3. Иванов А.Л. [и др.]. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. – М.: Росинформагротех, 2010. – 464 с.

4. Коростелёва Л.А. Структурно-функциональная характеристика микробного комплекса почвы в агроценозе. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 74 с.

5. Лукин С.В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 7. – С. 20–23.

6. Слюсарев В.Н., Бузоверов А.В., Власенко В.П. Почвенный поглощающий комплекс чернозема выщелоченного как показатель функционирования почвенной системы и пути его регулирования // Науч. тр. Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 44. – С. 126–130.

7. Трубилин А.И., Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М. Нормативно-правовые основы управления плодородием почв: учеб. пособие; 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 581 с.

8. Чекмарёв П.А. Агрохимическое состояние пахотных почв ЦЧО России // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – С. 17–20.

9. Metay A., Mary B., Arrouays D., Labreuche J., Martin M., Nikolardot D., et Germon J.-C. Effects techniques culturales sans labour sur le stockage de carbone dan le

sol en context climatique tempere // Can. J. Soil Sci. – 2009. – V. 89. – № 5. – P. 623–634.

#### References

1. Agroekologicheskiy monitoring v zemledelii Krasnodarskogo kraya / Pod obshch. red. I.T. Trubilina; 2-e izd. – Krasnodar: KubGAU, 2002. – 284 s.

2. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Yu. Fitosanitarnye i gigienicheskie trebovaniya k zdorovoy pochve. – M.: Agrorus, 2016. – 238 s.

3. Ivanov A.L. [i dr.]. Rekomendatsii po proektirovaniyu integrirovannogo primeneniya sredstv khimizatsii v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh adaptivno-landshaftnogo zemledeliya. – M.: Rosinformagrotekh, 2010. – 464 s.

4. Korosteleva L.A. Strukturno-funktsional'naya kharakteristika mikrobnogo kompleksa pochvy v agrotsenoze. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 74 s.

5. Lukin S.V. Biologizatsiya zemledeliya v Belgorodskoy oblasti: itogi i perspektivy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – Т. 30. – № 7. – С. 20–23.

6. Slyusarev V.N., Buzoverov A.V., Vlasenko V.P. Pochvennyy pogloshchayushchiy kompleks chernozema vyshchelochennogo kak pokazatel' funktsionirovaniya pochvennoy sistemy i puti ego regulirovaniya // Nauch. tr. Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 44. – С. 126–130.

7. Trubilin A.I., Sheudzen A.Kh., Onishchenko L.M. Normativno-pravovye osnovy upravleniya plodorodiem pochv: ucheb. posobie; 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – 581 s.

8. Chekmarev P.A. Agrokhimicheskoe sostoyanie pakhotnykh pochv TsChO Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – Т. 29. – С. 17–20.

9. Metay A., Mary B., Arrouays D., Labreuche J., Martin M., Nikolardot D., et Germon J.-C. Effects techniques culturales sans labour sur le stockage de carbone dan le sol en context climatique tempere // Can. J. Soil Sci. – 2009. – V. 89. – № 5. – P. 623–634.