

УДК 631.559:631,582]:631.674.6

UDC 631.559:631,582]:631.674.6

06.01.00 Агрономия

Agronomy

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В  
ОРОШАЕМОМ АГРОЛАНДШАФТЕ В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ  
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ**

**CROP PRODUCTIVITY IN IRRIGATED  
AGRICULTURAL LANDSCAPE DEPENDING ON  
THE SYSTEM OF PRIMARY TILLAGE AND  
FERTILIZERS**

Василько Валентина Павловна  
к.с.-х.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: 7271-3617

Vasilko Valentina Pavlovna  
Cand.Agr.Sci., professor  
RSCI SPIN-code:7271-3617

Радионов Алексей Иванович  
д.с.-х.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: SPIN-код: 6315-3885

Radionov Aleksey Ivanovich  
Dr.Sci.Agr., professor  
RSCI SPIN-code: 6315-3885

Герасименко Виталий Николаевич  
к.с.-х.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 6864-5438  
vitally-gerasimenko@yandex.ru

Gerasimenko Vitaliy Nikolaevich  
Cand.Agr.Sci., associate professor  
RSCI SPIN-code: 6864-5438  
vitally-gerasimenko@yandex.ru

Петрик Галина Федоровна  
к.с.-х.н., доцент ВАК  
РИНЦ SPIN-код: 4953-6581

Petrik Galina Fedorovna  
Cand.Agr.Sci., assistant professor  
RSCI SPIN-code: 4953-6581

Великанова Лариса Олеговна  
к.э.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код: 2123-1838  
*«Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т.Трубилина», Краснодар,  
Россия*

Velikanova Larisa Olegovna  
Cand.Econ.Sci., professor  
SPIN-code: 2123-1838  
*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilin, Krasnodar, Russia*

В статье рассмотрены данные полученные в длительном стационарном опыте КубГАУ, заложенном в 1991 году на староорошаемом черноземе выщелоченном в Центральной зоне Краснодарского края. Исследования проведены в двух ротациях семипольного травяно-зерно-пропашного севооборота. Длительность орошения более 30 лет. Установлено, что длительное орошение дождеванием привело к переуплотнению почвы, как в пахотном, так и подпахотных слоях. В пахотном слое 0-30 см плотность на 0,14-0,17 г/см<sup>3</sup> превышает предельно допустимую. Установлено резкое снижение гумуса в пахотном слое до 2,46-2,67%. Отмечено слабое подкисление активного корнеобитаемого слоя, pH солевая 5,0-5,3. В почвенно-поглощающем комплексе снижается содержание кальция. Установлено, что на продуктивность возделываемых в севообороте культур в двух ротациях большое влияние оказала система основной обработки почвы. В первой ротации снижение продуктивности возделываемых культур на фоне поверхностной системы обработки составило в среднем 4,2% в сравнении с глубокими: безотвальной и отвальной. Во второй ротации через 14 лет на фоне мелкой поверхностной обработки продуктивность

The article considers data obtained in long-term stationary experiment in Kuban state agrarian University, which was started in 1991 for old irrigated leached black soil of the central zone of the Krasnodar region. Studies were conducted in two rotations of seven-field grassy-grain-row crop rotation. The duration of irrigation - more than 30 years. It is established that long-term irrigation by sprinkling led to the soil over-compaction in both arable and subsurface layers. In the arable layer of 0-30 cm density of 0.14-0.17 g/cm<sup>3</sup> exceeds the maximum allowable. We have noticed a sharp decrease in humus in the arable layer to 2.46-2.67 per cent. The weak acidification of the active root layer was noted, salt PH 5.0-5.3. In the soil-absorbing complex, the content of calcium decreases. It was found that the productivity of crops cultivated in the rotation of two rotations was greatly influenced by the system of basic soil treatment. In the first rotation, the decrease in productivity of cultivated crops against the background of the surface treatment system amounted to an average of 4.2% compared with deep: subsurface tillage and moldboard. In the second rotation after 14 years against the background of shallow surface treatment crop rotation productivity decreased by 11.2 %. The dependence of the fertilizer system and crop yield on the background of different main soil tillage is established. When using the mineral fertilizer system, the decrease in crop

севооборота снизилась на 11,2 %. Установлена зависимость системы удобрений и урожайности культур на фоне различной системы основной обработки почвы. При применении минеральной системы удобрений снижение продуктивности культур, при минимизации основной обработки во второй ротации составило 15,2%, а на фоне органической системы удобрений – 12,7%. Проведение глубокой безотвальной обработки обеспечило увеличение продуктивности староорошаемого чернозема выщелоченного во второй ротации на фоне органических удобрений на 3,6%. Таким образом, органическая система удобрений на фоне глубокой основной обработки почвы позволяет получать урожайность культур в рамках травяно-зерно-пропашного севооборота на переувлажненных деградированных староорошаемых землях не ниже чем при использовании высоких доз минеральных удобрений

Ключевые слова:

ТРАВЯНО-ЗЕРНО-ПРОПАШНОЙ СЕВОБОРОТ, УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ, СИСТЕМА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, ОРГАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ, ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР

productivity, while minimizing the main tillage in the second rotation was 15.2%, and against the background of the organic fertilizer system by 12.7%. The deep sub-soil treatment provided an increase in the productivity of old irrigated leached black soil in the second rotation against organic fertilizers by 3.6%. Thus, the organic system of fertilizers on the background of deep main soil tillage allows to obtain crop yields in the framework of grassy-grain-row crop rotation on wetlands degraded old-irrigated lands is not lower than using high doses of mineral fertilizers

Keywords: GRASS-GRAIN-ROW CROP ROTATION, SOIL OVER-COMPACTION, SYSTEM OF BASIC SOIL TREATMENT, SYSTEM FERTILIZERS, THE ORGANIC SYSTEM OF FERTILIZERS, CROP PRODUCTIVITY

Doi: 10.21515/1990-4665-141-019

## Введение

Агроэкологический анализ состояния земель на Кубани показал, что площади сельскохозяйственных угодий, требующих мелиорации возрастают.

В последние десятилетия особенности природных условий в сочетании с антропогенными факторами способствуют усиленному развитию деградационных процессов в почвах Краснодарского края. Снижение плодородия почв идет как за счет дефляционных и эрозионных процессов, распространенных преимущественно в северо-восточных и предгорных районах лесостепной зон края, так и за счет подтопления, подкисления, засоления, а также неразумной усиленной их эксплуатации.

Динамика деградационных процессов, по данным «Кубаньгипрозема» показывает, что общая площадь сельскохозяйственных угодий края, подверженных различным деградационным процессам, по

состоянию на 2011 г. составляла - 5855,1 тыс. га. По сравнению с 1985 г. их количество возросло на 1257,6 тыс. га. Наибольшие площади занимают дефляционно опасные и дефлированные почвы - 3187,5 и 1072,9 тыс. га соответственно. За 15 лет в два раза увеличилось количество почв, подвергшихся засолению. Повышенная кислотность наблюдается на площади 203,5 тыс. га, что на 17% выше в сравнении с аналогичными данными 1985 г.

Наряду с водной эрозией за последние 20-30 лет идет процесс развития и распространения мочаковатости черноземов. Площадь временно переувлажненных и подтопляемых земель с 1964-1996 гг. выросла почти в шесть раз и составляет в Краснодарском крае 530-610 тыс. га. Даже в засушливой зоне с коэффициентом увлажнения 0,15-0,25 площади подтопляемых земель (Ейский район) удвоились.

Необходимо отметить, что темпы деградационных процессов не снижаются и по сей день.

В наибольшей степени из всех сельскохозяйственных угодий негативные процессы затронули орошаемые земли, где длительное орошение черноземов с нарушением режимов орошения, техники полива, структуры посевных площадей, нарушение системы основной обработки почвы, системы удобрений, отсутствие почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и т.д. привело к деградации черноземов, выразившейся в потере гумуса более чем на 40%, уплотнению и слитизации почв, обесструктурированию их, снижению водопроницаемости, ухудшению водного, воздушного и пищевого режимов (1). В отдельных случаях отмечено осолонцевание и засоление черноземов, подъем уровня грунтовых вод, заболачивание. Внедрение технологий, основанных на применении высоких доз минеральных удобрений привело к накоплению в почве нитратного азота, подвижного фосфора, меди, токсичных фосфор- и хлорорганических веществ. В крае наиболее негативная обстановка сложилась на площади около 60 тыс. га, где полив длительное время про-

водился или проводится водой с повышенным содержанием токсичных солей.

В настоящее время нельзя решить проблему деградации староорошаемых земель устранением орошения, для улучшения плодородия необходимо разработать комплекс агроприемов и специальные почвозащитные технологии.

Для достижения этой цели требуется разработка зональной экологически сбалансированной системы земледелия, основанной на оптимальных моделях управления плодородием почвы и продуктивностью агроэкосистем, обеспечивающих расширенное воспроизводство почвенного плодородия и значительный рост производства высококачественной и рентабельной растениеводческой продукции.

### **Материалы и методы**

В 1991 году на опытном поле КубГАУ был заложен многофакторный стационарный опыт, по изучению теоретических основ сохранения и расширенного воспроизводства плодородия староорошаемого выщелоченного чернозема, повышения продуктивности полевых культур при орошении. В основе лежит семипольный травяно-зернопропашной орошаемый севооборот со следующим чередованием культур: люцерна - люцерна - озимая пшеница - сахарная свекла - соя - кукуруза - озимая пшеница. Опыт заложен на трех полях. Это дало возможность получить трехлетние данные по каждой культуре. Входил севооборот сахарной свеклой.

Наблюдения, учеты и анализы проводились по двум блокам: блок-компоненту «почва» и блок-компоненту «растение».

По блок-компоненту «почва» под культурами севооборота изучали: содержание общего гумуса и динамику элементов минерального питания, плотность сложения (объемная масса почвы), агрегатный состав почвы, водопрочность почвенных агрегатов, а также влажность и запасы про-

дуктивной влаги.

В программу исследований по блок-компоненту «растение» на посевах культур севооборота были включены следующие учеты и наблюдения: определение дат наступления основных фаз вегетации растений, густоты стояния растений, расчет площади листьев и динамики воздушносухой и сырой массы растений, изучение структуры урожая, учет урожая и качества продукции.

Агротехнические приемы в опыте, за исключением изучаемых, осуществляли в соответствии с существующими рекомендациями для возделывания озимой пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы, сои и люцерны в центральной зоне Краснодарского края.

В опыте на протяжении двух ротаций севооборота возделывался сорт озимой пшеницы Победа 50, сорта сои Ходсон и Ламберт, гибрид кукурузы Краснодарский 382 МВ, сорта люцерны Славянская местная и Багира.

Почвенная разновидность в опыте чернозем староошаемый (30 лет) деградированный. Способ орошения - дождевание. Поливы осуществлялись дождевальными машинами ДДН 70 водой реки Кубань при снижении влажности активного корнеобитаемого слоя почвы в фазы развития под озимой пшеницей до 75-80-70% НВ в слое 0,6 м, под кукурузой до 75-80-70% в слое 0,6 м, под сахарной свеклой до 70-80-65% НВ в слое 0,7 м, соей - до 70-80-65% НВ в слое 0,4 м и люцерной 75-80% НВ в слое 0,6 м.

Изучается четыре системы основной обработки почвы (фактор А) и четыре системы удобрений (фактор В).

По фактору А:

1. Отвальная разноглубинная под все культуры севооборота.
2. Безотвальная разноглубинная с включением рыхления на 60-70 см под сахарную свеклу и кукурузу.
3. Отвально-безотвальная – 2 раза отвальная под сахарную свеклу и кукурузу, под остальные культуры безотвальная
4. Поверхностная на 6-8 см под все культуры.

Минеральная система предусматривает внесение только минеральных удобрений

По фактору В – без удобрений, органоминеральная и органическая. В вариантах с органической системой под сахарную свеклу вносится 80 т/га навоза и заделываются корнепожневные остатки. В варианте с органо-минеральной системой удобрения вносятся корнепожневные остатки и минеральные удобрения.

Повторность опыта трехкратная. Учеты и наблюдения в опыте проводятся по общепринятым методикам.

### **Результаты исследования.**

Перед закладкой опыта были проведены исследования с целью изучения основных агрохимических и агрофизических показателей староорошаемого чернозема выщелоченного. Данные представлены в таблице 1. Согласно полученным данным опытный участок по своей природно-территориальной оценке отнесен к низменно-западинному агроландшафту. Орошение проводилось более 30 лет

Из таблицы 1 видно, что содержание гумуса в пахотном слое низкое - 2,67%, что говорит о наличии деградиационных процессов в почве. С увеличением глубины содержание гумуса снижается. В слое почвы 20-40 см его количество составляет 2,46%, на глубине 40-60 и 60-80 см - 2,24 и 1,77% соответственно.

Отмечено стекание гумуса на значительную глубину в слое 170 - 200 см его содержится около 0,88%. Валовые запасы гумуса достаточно высоки и в горизонте «А+В» составляют около 400 т/га. Тип гумуса в пахотном слое гуматно-сульфатный. Содержание минерального азота в верхних слоях среднее. Подвижные формы фосфора и калия в пахотном слое имеют высокие показатели 60,9 и 262 мг/кг соответственно. Это связано с их накоплением в почве в результате внесения минеральных удобрений. Вниз по профилю содержание подвижного фосфора резко падает с 7,5 до 2,8

мг/кг, что свидетельствует о сильной «зафосфаченности» пахотного слоя.

Пахотный и подпахотный слой имеет слабокислую реакцию: рН водной вытяжки 6,0-6,7; солевой 5,0-5,3. В более глубоких слоях реакция сдвигается в сторону нейтральной - 6,9-7,0. Подкисление сопровождается потерей кальция, что в свою очередь ведет к обесструктуриванию. Вскипание от действия 10%-ой HCl наблюдается с глубины 175 см.

Механический состав легкоглинистый. Содержание физической глины 60-64%. На фракцию ила приходится 37-40%, поэтому во влажные периоды года происходит заплывание пашни, а во время иссушения образование плотной корки и трещин. Особенностью гранулометрического состава является почти полное отсутствие в профиле фракции крупного и среднего песка, что придает почве большую связность. Сумма поглощенных оснований составляет 27,5-31,6 мг-экв. на 100 г почвы, причем на долю кальция приходится до 80%.

В связи с большим количеством илистых частиц чернозем выщелоченный староорошаемого низинно-западинного агроландшафта имеет невысокую скважность (44-47%) и повышенную плотность. Объемная масса верхней метровой толщины составляет 1,44-1,55 г/см<sup>3</sup>. Это предопределяет меньшую доступность влаги растениями. При относительно высоких запасах общей влаги количество доступной растениям влаги составляет приблизительно 40-45%, в т.ч. легкодоступной 16-17% от общего его запаса. Влажность устойчивого завядания 14,5-15,0%. Водопрочность структурных агрегатов 65-75%.

Следовательно, чернозем выщелоченный опытного участка претерпел как физическую, так и химическую деградацию, однако как основная почвенная разность обладает еще достаточно высоким уровнем плодородия.

Таблица 1 – Влияние длительного орошения на агрохимическую и агрофизическую характеристику староорошаемого выщелоченного чернозема опытного участка (по данным Кубанского ГАУ)

Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	рН		Гумус, %	Содержание, мг/кг				Содержание обменных катионов, мг экв./100 г			Сумма оснований
		водная	солевая		N <sub>МКН</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	
					NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>						
0-20	1,44	6,0	5,0	2,67	3,44	7,00	60,9	262	22,9	4,4	0,2	27,5
20-40	1,45	6,2	5,0	2,46	3,18	-	48,7	255	23,8	5,2	0,2	29,2
40-60	1,47	6,5	5,3	2,24	3,85	5,99	7,5	192	25,8	5,5	0,3	31,6
60-80	1,55	6,7	5,3	1,77	4,22	0,40	3,5	167	25,0	6,3	0,3	31,6
80-100	1,46	6,8	5,4	1,45	4,43	10,9	3,4	183	24,1	6,4	0,3	30,8
100-120	1,46	6,9	5,4	1,42	4,96	0,14	3,4	195	24,4	6,1	0,4	30,9
120-140	1,57	6,9	5,4	1,22	5,02	0,08	3,6	184	24,5	6,4	0,4	31,3
140-170	1,54	7,0	5,4	1,16	4,49	0,05	2,8	158	24,1	6,6	0,3	31,0
170-200	1,51	7,0	5,4	0,88	2,3	-	3,3	147	23,4	6,6	0,2	30,2

Повышение урожайности возделываемых культур всегда было и остается главной задачей сельскохозяйственного производства. Сегодня, в сложившийся тяжелейшей ситуации для народного хозяйства в целом и сельского хозяйства в частности, когда темпы роста цен на энергоносители во много раз опережают темпы роста цен на производимую продукцию, создалась острая необходимость в ее удешевлении.

Агрономической наукой установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур на 25-30% зависит от способов и качества агротехнических приемов. Роль их сводится к повышению плодородия и прекращению деградации почв, ресурсосбережению, росту рентабельности и устойчивости производства, улучшению экологической обстановки.

Переход к рыночной экономике, а также обеспокоенность постепенным снижением плодородия почв обуславливает модернизацию существующих и разработку новых агротехнических приемов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Основное требование, предъявляемое к разработкам - снижение себестоимости продукции наряду с сохранением физических и химических свойств почвы.

Одним из путей решения этой задачи является применение технологий основанных на минимализации обработки почв, под которой понимают обоснованную с научной точки зрения систему обработки, обеспечивающую снижение энергетических затрат и трудовых затрат путем уменьшения числа, глубины обработок, а также совмещения выполнения нескольких операций в одном процессе.

Однако проблема использования таких агротехнологий по-прежнему остается одной из самых острых и обсуждаемых в среде ученых и практиков. При всем значении и перспективах минимализации обработки почвы процесс этот достаточно сложный, поскольку обработка почвы должна рассматриваться непременно как элемент агротехнологии, находящийся в тесном взаимодействии с другими элементами (севооборот,

предшественник, удобрение, пестициды и т. д.) и агро-экологическими условиями, которые в той или иной мере определяют выбор способа обработки, глубины, частоты, возможности совмещения операций.

Ссылки на зарубежный опыт применения минимальных обработок, особенно нулевой, не всегда объективны, поскольку порой не всегда согласуются с агроэкологическими условиями, на которые можно наложить тот или иной практический опыт.

В отечественной литературе часто приводятся положительные результаты по внедрению систематической минимальной обработки почв в севооборотах, однако зачастую остается, не освещён вопрос о ее влиянии на почвенное плодородие и продуктивность культур в течение длительного времени. Ответы на эти вопросы могут дать лишь мониторинговые исследования, которые осуществляются в длительных стационарных опытах.

Полученные данные за годы исследований в первой ротации севооборота позволяют заключить, что в условиях орошения поверхностная обработка почвы, проведенная под все культуры севооборота, не способствовала получению урожая на уровне отвальной и безотвальной обработок (таблица 2).

Таблица 2. Урожайность культур в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте в зависимости от системы основной обработки староорошаемого выщелоченного чернозема на неудобренном фоне

Культура	Система основной обработки почвы	1-я ротация			2-я ротация		
		урожайность, ц/га	отклонения (+/-)		урожайность, ц/га	отклонения (+/-)	
			ц/га	%		ц/га	%
Сахарная свекла	Отвальная	386,0	-	-	274,5	-	-
	Безотвальная	385,0	-1,0	-0,3	285,6	+11,0	+4,0
	Поверхностная	389,0	+3,0	+0,8	237,7	-36,8	-13,4
Соя	Отвальная	21,8	-	-	20,6	-	-
	Безотвальная	26,3	+4,5	+20,6	21,6	+1,0	+4,9
	Поверхностная	25,2	+3,4	+15,6	22,3	+1,7	+8,3
Кукуруза	Отвальная	72,4	-	-	45,1	-	-
	Безотвальная	71,8	-0,6	-0,8	43,0	-2,1	-4,7
	Поверхностная	70,2	-2,2	-3,0	38,4	-6,7	-14,9
Озимая пшеница	Отвальная	33,7	-	-	53,4	-	-
	Безотвальная	32,4	-1,3	-3,9	53,0	-0,4	-0,7
	Поверхностная	30,8	-2,9	-8,6	47,9	-5,5	-10,3
Люцерна 1-го года	Отвальная	165,3	-	-	174,8	-	-
	Безотвальная	165,3	0	0	164,8	-10,0	-5,7
	Поверхностная	156,2	-9,1	-5,5	141,0	-33,8	-19,3
Люцерна 2-го года	Отвальная	336,2	-	-	286,9	-	-
	Безотвальная	327,6	-8,6	-2,6	286,0	-0,9	-0,3
	Поверхностная	272,0	-64,2	-19,0	234,7	-52,2	-18,2
Озимая пшеница	Отвальная	52,4	-	-	59,0	-	-
	Безотвальная	52,0	-0,4	-0,8	58,1	-0,9	-1,5
	Поверхностная	47,5	-4,9	-9,4	52,7	-6,3	-10,7
Итого по севообороту	Безотвальная			+1,7			-0,6
	Поверхностная			-4,2			-11,2

В качестве первой культуры для изучения влияния агроприемов на урожайность полевых культур в травяно-зернопропашном орошаемом севообороте была сахарная свекла. Введение ее в севооборот значительно увеличивало практическую ценность полученных результатов применительно к возможностям бессменной минимальной обработки почвы.

В первые годы внедрения минимальной обработки, ее действие совмещается с последствием глубоких обработок при уравнительных посевах. Полученная урожайность корнеплодов была на уровне чем при отвальной обработке почвы. Плоскорезная обработка почвы (на глубину вспашки) в сочетании с глубоким рыхлением не обеспечила преимущества по отношению к вспашке, однако способствовала получению практически равного урожая.

На последующей культуре севооборота - сое, урожайность на поверхностной обработке превысила контроль на 3,4 ц/га или 15,6%, уступив чуть меньше одного центнера безотвальной обработке.

В дальнейшем за годы исследования систематическая поверхностная обработка почвы в отличие от бессменной безотвальной обработки вела к статистически достоверному снижению урожайности культур севооборота. Уже на посеве кукурузы наметилась тенденция падения урожайности при применении минимальной обработки, которое к концу ротации севооборота только увеличивалось. Недобор урожая зерна озимой пшеницы возделываемой по кукурузе составил 2,9 ц/га, а после люцерны он еще увеличился до 4,9 ц/га. Наиболее сильно на применение поверхностной обработки почвы отреагировала люцерна. В сумме за два года исследований ее урожайность при поверхностной обработке уступала по сравнению с отвальной на 24,5% или 73,3 ц/га.

В среднем за первую ротацию севооборота отклонение в урожайности культур при систематической поверхностной обработке почвы от отвальной составило 4,2%.

Во второй ротации разрыв между изучаемыми обработками по

сравнению с первой неукоснительно увеличивался, о чем свидетельствуют полученные урожайные данные. Снижение урожайности при применении поверхностной обработки почвы от контроля в среднем за ротацию увеличилось на 7,0%.

Положительная прибавка от минимализации обработки орошаемого чернозема была получена лишь под соей, что указывает на слабую реакцию ее на глубину обработки в условии орошения. Однако в отличие от первой ротации прибавка была вдвое меньше и составила 1,7 ц/га или 8,3%. Под последующими изучаемыми культурами севооборота разница в урожае между поверхностной обработкой почвы в сравнении с отвальной и безотвальной увеличивалась. Особенно заметно было снижение урожайности озимой пшеницы, выращиваемой как по кукурузе, так и многолетним травам.

Возделывание глубоко укореняющихся культур (люцерны, сахарной свеклы, кукурузы) с использованием поверхностной обработки вело по сравнению с контролем к статистическому достоверному снижению их урожайности. Недобор урожая корнеплодов сахарной свеклы во вторую ротацию севооборота составил 36,8 ц/га или 13,4%, а за два года использования многолетних трав урожайность зеленой массы снизилась на 86,0 ц/га или 37,5%.

Объяснением этому является негативное влияние систематической поверхностной обработки почвы в течение 13 лет на водно-физические свойства выщелоченного чернозема, выразившиеся в уплотнении как пахотных, так и подпахотных горизонтов, снижении количества агрономически ценных агрегатов, что увеличивает количество глыбистой и пылеватой фракции, а также снижает водопроходимость почвенных агрегатов. Помимо всего этого повышается засоренность посевов, что вызывает необходимость применения большого количества дорогостоящих гербицидов. Однако необходимо отметить, что негативные последствия минимальной обработки в условиях орошения несколько сглаживались, что

дало возможность получать довольно высокие урожаи полевых культур на поверхностной обработке почвы.

В отличие от поверхностной обработки система безотвальной обработки в сочетании с глубоким периодическим рыхлением позволяет стабилизировать плотность всего корнеобитаемого слоя, а также не допускает образование так называемой «плужной подошвы» в слое 20-30 см, как наблюдается при традиционной вспашке (2). В результате этого урожайность культур в условиях орошения при бессменной безотвальной обработке была на уровне с отвальной. Особенно заметно это отразилось на урожайности сахарной свеклы, где наблюдалась тенденция увеличения ее в сравнении с контролем. Прибавка в урожае корнеплодов составила 11,1 ц/га.

Аналогичная тенденция сложилась и при изучении способов основной обработки почвы на фоне применения минеральной системы удобрения (таблица 3), на которой обеспечивался 75% баланс гумуса в севообороте. Однако в отличие от удобренного фона здесь поверхностная обработка вела к снижению урожайности всех культур севооборота. В среднем за первую ротацию севооборота отклонение от систематической отвальной обработки достигло 8%, которое во второй ротации возросло еще на 4,5%.

В отличие от систематической поверхностной обработки почвы, при бессменной разноглубинной безотвальной обработке с применением минеральных удобрений в севообороте, на протяжении двух ротаций отклонения от контроля не наблюдалось. Очевидно, объясняется это формированием высокого урожая культур на этом варианте, что позволяет в определенной степени компенсировать поступление органического вещества в виде корнепоживных остатков, увеличивая эффективное плодородие орошаемого выщелоченного чернозема (4).

Применяемая в севообороте на староорошаемом деградированном выщелоченном черноземе органическая система удобрения,

обеспечивающая 125% баланс гумуса, показала высокую эффективность на фоне бессменной безотвальной обработки почвы как по отношению к традиционной вспашке, так и варианту с поверхностной обработкой (таблица 4). В среднем за первую ротацию севооборота прибавка по отношению к контролю составила 1,4%.

Созданный таким образом в первой ротации севооборота высокий фон плодородия при безотвальной обработке позволил во второй ротации увеличить разницу в урожайности полевых культур между изучаемыми обработками. Это выразилось в увеличении урожая корнеплодов сахарной свеклы по отношению к вспашке, последствие внесения навоза использовалось последующими культурами соей и озимой пшеницей, кукурузой и люцерной. Благодаря этому в среднем за вторую ротацию прибавка увеличилась до 3,6%, в то время как поверхностное применение органических удобрений при минимальной обработке почвы снижало урожайность культур в среднем на 12,7%.

Следовательно, в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте с насыщенностью зерновыми культурами - 57,7%, среди которых половина приходится на долю озимой пшеницы, люцерной - 28,6% и сахарной свеклой - 14,3% положительную эффективность обеспечивала система безотвальной обработки почвы с двумя глубокими рыхлениями до 70 см в сочетании с органической системой удобрения.

Таким образом, за годы исследований сложилась ясная картина возможности применения минимализации обработки. Помимо почвенно-ландшафтных условий минимализация обработки зависит от биологических особенностей растений, их требований к сложению почвы и конкурентоспособности к сорной растительности. В условиях высокой культуры земледелия и дифференцированного подхода к системе основной обработки почвы и удобрений под ряд культур севооборота возможна замена традиционной вспашки на поверхностную обработку почвы.

Таблица 3- Урожайность культур в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте в зависимости от системы основной обработки староорошаемого выщелоченного чернозема на фоне применения минеральной системы удобрения

Культура	Система основной обработки почвы	урожайность, ц/га	1-я ротация		2-я ротация		
			отклонения (+/-)		урожайность, ц/га	отклонения (+/-)	
			ц/га	%		ц/га	%
Сахарная свекла	Отвальная	502,0	-	-	437,4	-	-
	Безотвальная	459,0	-43,0	-8,6	461,7	+24,3	+5,6
	Поверхностная	479,0	-23,0	-4,6	370,2	-67,2	-15,4
Соя	Отвальная	30,7	-	-	30,3	-	-
	Безотвальная	28,8	-1,9	-6,2	28,6	-1,7	-5,6
	Поверхностная	30,4	-0,3	-1,0	30,2	-0,1	-0,3
Кукуруза	Отвальная	79,3	-	-	56,0	-	-
	Безотвальная	75,5	-3,8	-4,8	53,2	-2,8	-5,0
	Поверхностная	72,0	-7,3	-9,2	48,3	-7,7	-13,8
Озимая пшеница	Отвальная	50,5	-	-	73,1	-	-
	Безотвальная	53,8	+3,3	+6,5	73,0	-0,1	-0,1
	Поверхностная	48,9	-1,6	-3,2	68,3	-4,8	-6,6
Люцерна 1-го года	Отвальная	237,9	-	-	209,9	-	-
	Безотвальная	225,6	-12,3	-5,2	189,6	-20,3	-9,7
	Поверхностная	202,9	-35,0	-14,7	167,9	-42,0	-20,0
Люцерна 2-го года	Отвальная	493,7	-	-	391,1	-	-
	Безотвальная	501,0	+7,3	+1,5	390,1	-1,0	-0,3
	Поверхностная	410,5	-83,2	-16,9	307,0	-84,1	-21,5
Озимая пшеница	Отвальная	71,5	-	-	90,8	-	-
	Безотвальная	71,3	-0,2	-0,3	88,6	-2,2	-2,4
	Поверхностная	67,0	-4,5	-6,3	82,0	-8,8	-9,7
Итого	Безотвальная			-2,9			-2,5
по севообороту	Поверхностная			-8,0			-12,5

Культура	Система обработки почвы	1-я ротация			2-я ротация		
		урожайность, ц/га	отклонения (+/-)		урожайность, ц/га	Отклонения (+/-)	
			ц/га	%		ц/га	%
Сахарная свекла	Отвальная	508,0	-	-	441,1	-	-
	Безотвальная	455,0	-53,0	-10,4	474,7	+33,7	+7,6
	Поверхностная	395,0	-113,0	-22,2	365,3	-77,8	-17,6
Соя	Отвальная	24,4	-	-	28,0	-	-
	Безотвальная	28,6	+4,2	+17,2	29,1	+1,1	+3,9
	Поверхностная	26,3	+1,9	+7,8	26,5	-1,5	-5,4
Кукуруза	Отвальная	82,5	-	-	48,7	-	-
	Безотвальная	79,9	-2,6	-3,2	52,5	+3,8	+7,8
	Поверхностная	76,5	-6,0	-7,3	42,5	-6,2	-12,7
Озимая пшеница	Отвальная	44,2	-	-	69,3	-	-
	Безотвальная	47,2	+3,0	+6,8	69,2	-0,1	-0,1
	Поверхностная	45,8	+1,6	+3,6	65,0	-4,3	-6,2
Люцерна 1 -го года	Отвальная	261,2	-	-	213,3	-	-
	Безотвальная	259,0	-2,2	-0,8	246,9	+33,6	+15,8
	Поверхностная	238,6	-22,6	-8,7	167,6	-45,7	-21,4
Люцерна 2-го года	Отвальная	497,1	-	-	409,5	-	-
	Безотвальная	512,4	+15,3	+3,1	382,6	-26,9	-6,6
	Поверхностная	396,2	-160,9	-32,4	332,2	-77,3	-18,9
Озимая пшеница	Отвальная	71,4	-	-	86,5	-	-
	Безотвальная	69,4	-2,0	-2,8	83,8	-2,7	-3,1
	Поверхностная	66,7	-4,7	-6,6	80,7	-5,8	-6,7
Итого по севообороту	Безотвальная			+1,4			+3,6
	Поверхностная			-9,4			-12,7

Таблица 4- Урожайность культур в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте в зависимости от системы основной обработки староорошаемого выщелоченного чернозема на фоне применения органической системы удобрения

Увеличение содержания органического вещества в почве, улучшение ее структуры, биологической активности, уменьшение плотности почвы и, в конечном счете, получение стабильно высоких урожаев достигается за счет правильного соотношения групп культур в структуре посевных площадей, постоянного внесения на поля органики, дифференцированного подхода к выбору основной обработки почвы, использование комплекса агротехнических, биологических и химических методов борьбы с сорняками и вредителями.

Согласно новой концепции повышению плодородия и окультуривания почв должно послужить увеличение в севообороте доли культур фитомелиорантов, в частности люцерны, более полное использование удобрений, местной органики, а также внедрение в производство прогрессивных технологий их применения, внесения под сельскохозяйственные культуры оптимальных доз и соотношений удобрений, что является важным фактором биологизации земледелия.

В сбалансированном сельском хозяйстве решить проблему сохранения плодородия почвы, повышения продуктивности пашни и получения конкурентоспособной продукции не возможно без использования биологического азота, обеспечивающего снижение энергозатрат, экономию материальных ресурсов, уменьшение загрязнения окружающей, решающего в определенной степени проблему дефицита растительного белка

Таким образом, анализ полученных за две ротации севооборота данных позволяет заключить, что органическая система удобрений в условиях орошения позволяет получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, не уступающие варианту с минеральной системой удобрений. Однако, доза навоза 80 т/га явно недостаточна т.к. оказывает только прямое действие, не обеспечивая должного последействия на последующие в севообороте культуры, а совместное использование навоза и заплата

соломы позволяет экономить в 2 раза азотные, в 2,5 раза фосфорные и в 12,5 раз калийные удобрения, что ведет к существенному снижению себестоимости возделываемых культур севооборота, сохраняя при этом почвенное плодородие, и повышая продуктивность пашни.

### **Выводы**

1. Установлено, что длительное орошение дождеванием чернозема выщелоченного в Центральной зоне Краснодарского края привело к снижению гумуса в пахотном слое до 2,46-2,67 % и переуплотнение двухметрового слоя почвы. Плотность сложения в пахотном слое на 0,14-0,15 г/см<sup>3</sup> превышает предельно допустимые для культур пределы, в пахотном на 0,24-0,27 г/см<sup>3</sup>. Отмечено подкисление почвы и снижение содержания кальция в ППК.
2. Система основной обработки почвы в травянопропашном севообороте оказала влияние на продуктивность возделываемых культур. Как в первой, так и во второй ротации севооборота на фоне минимализации основной отмечено снижение продуктивности культур в первой ротации на 4,2 %, во второй на 11,2%.
3. Органическая система удобрений на фоне глубоких отвальной и безотвальной обработок обеспечивает повышение продуктивности агроценоза в севообороте в первой ротации на 1,4%, во второй на 3,6%. По поверхностной системе обработки органическая система удобрений способствовала снижению урожайности культур во второй ротации на 12,7 %.

### **Список используемой литературы**

1. Василько В.П. Состояние плодородия пахотных земель на Кубани и пути его сохранения/ Василько В.П. Кравцов А.М., Загорулько А.В., Терпелец В.И. В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. 2017. С. 8-9.
2. Василько В.П. Влияние основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края/ Василько В.П., Оганесян С.К.,

Кривичев Д.А. В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год. 2016. С. 41-42.

3. Кравцов А. М. Агроэкологические основы технологии выращивания сахарной свеклы и озимой пшеницы в зернотравянопропашном севообороте на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья/А. М. Кравцов//Дис.... д-р с.-х. наук. -Краснодар, 2000. -515 с.

4. Тарасенко Б.И. Повышение плодородия почв Кубани.- Краснодар: Кн. изд- во, 1981.- 189 с.

5. Уваров Г.И. Изменения агрохимических свойств чернозема типичного при применении удобрений в длительном полевом опыте / Г.И. Уваров, А.П. Карабутов // Агрохимия. – 2012. - № 4. – С. 14-20.

### References

1. Vasilko V.P. Sostoyanie plodorodiya pahotnyh zemel' na Kubani i puti ego sohraneniya/ Vasilko V.P. Kravcov A.M., Zagorul'ko A.V., Terpelec V.I.

V sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa sbornik statej po materialam 72-j nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2016 g. 2017. S. 8-9.

2. Vasil'ko V.P. Vliyanie osnovnoj obrabotki pochvy na urozhajnost' ozimoy pshenicy v central'noj zone Krasnodarskogo kraja/ Vasil'ko V.P., Oganesyana S.K., Krivichev D.A. V sbornike: Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Sbornik statej po materialam 71-j nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2015 god. 2016. S. 41-42.

3. Kravcov A. M. Agroekologicheskie osnovy tekhnologii vyrashchivaniya saharnoj svekly i ozimoy pshenicy v zernotravyanopropashnom sevooborote na vyshchelochennom chernozemy Zapadnogo Predkavkaz'ya/A. M. Kravcov//Dis.... d-r s.-h. nauk. -Krasnodar, 2000. -515 s.

4. Tarasenko B.I. Povyschenie plodorodiya pochv Kubani.- Krasnodar: Kn. izd- vo, 1981.- 189 s.

5. Uvarov G.I. Izmeneniya agrohimiicheskikh svojstv chernozema tipichnogo pri primenenii udobrenij v dlitel'nom polevom opyte / G.I. Uvarov, A.P. Karabutov // Agrohimiya. – 2012. - № 4. – S. 14-20.