

УДК 631.1:338.43

РОЛЬ ОБРАБОТКИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО И ЗВЕНА СЕВООБОРОТА В ФОРМИРОВАНИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ЗАСОРЕННОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО – ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ – МОГАРА И ГОРОХА

¹Полоус В.С., ²Осауленко С.Н.

¹ООО АПК «Кубань Агро» Брюховецкого района Краснодарского края,
с. Свободное, e-mail: s.polous@list.ru;

²ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, Ставрополь

Экономические тенденции и климатические факторы способствуют разработке и внедрению почво-защитных технологий в земледелии. Учитывая это, в центральной зоне Краснодарского края в стационарном севообороте в 2013-2018 гг. изучали комплексное влияние вспашки 22-24 см (контроль), поверхностной 6-8 см и нулевой (химической) обработки при возделывании льна масличного, озимой пшеницы, могоара, гороха. По no-till в слое 0-100 см весной доступной влаги накапливалось на 2,8-5,6% меньше от контроля (152,0-158,4 мм). Плотность почвы слоя 0-30 см не существенно различалась по вариантам (1,07-1,15 г/см³). Засоренность почвы и посевов возрастала (до применения гербицидов) при уменьшении глубины обработки. Преимущество по урожайности озимой пшеницы 6,48 т/га и содержанию протеина в количестве 14,3% отмечено при поверхностной обработке почвы. На данном варианте сбор льна масличного составил 1,75 т/га при содержании масла в семенах 48,5%, или на 0,09 т/га ниже, чем на контроле. Урожайность гороха 3,71 т/га и содержание белка 22,0% не отличались существенно от показателя, полученного по вспашке (при НСР₀₅ = 0,10 т/га). Могоар пожнивной 0,51 т/га и 1,78 т/га не имел существенных отличий в сборе зерна и сена по вариантам обработки почвы под предшественник (озимую пшеницу). По no-till отмечено наибольшее формирование органического вещества – 2,19 т/га. На данном варианте опыта суммарный условный чистый доход составил 58,6 тыс. руб./га; расход горючего – 127 кг/га и затраты труда 16,98 чел.час/га, что было на 5%, 43% и 11% соответственно меньше, чем на контроле. Возделывание четырех культур в звене севооборота за три с.-х. года стабилизирует экономические показатели и почвенное плодородие.

Ключевые слова: глубина обработки, агрофизические показатели, лен, пшеница, могоар (пожнивной), горох, засоренность, урожайность, доход, органика

ROLE OF TILLAGE OF BLACK EARTH, AND CROP ROTATION LINK IN FORMATION OF AGROPHYSICAL INDICES, WEEDINESS AND EFFICIENCY OF CULTIVATION OF OILSEED FLAS, WINTER WHEAT, MOGAR AND PEA

¹Polous V.S., ²Osaulenko S.N.

¹AIC Kuban Agro, LLC, Bryukhovetsky district, Svobodnoe, e-mail: s.polous@list.ru;

²Stavropol State Agrarian University, Stavropol

Economic trends and climatic factors contribute to the development and implementation of soil-protective technologies in agriculture. Taking this into account in the central area of Krasnodar region in a stationary crop rotation in 2013-2018 we studied complex influence of 22-24 cm tillage (control), surface 6-8 cm and no-till (chemical) cultivation for oil flax, winter wheat, cowpea, peas. Spring available water in no-till layer 0-100cm was 2,8-5,6% less than control (152,0-158,4mm). Soil density of 0-30 cm layer didn't essentially differ in variants (1,07-1,15 g/cm³). Soil and crop infestation increased (before the use of herbicides) with decreasing tillage depth. The advantage in winter wheat yield of 6.48 t/ha and protein content of 14.3% were noted with surface tillage. On this variant the harvest of oilseed flax was 1.75 t/ha with the oil content in seeds of 48.5%, or 0.09 t/ha lower than on the control. Pea yield 3.71t/ha and protein content 22.0% did not differ significantly from the indicator obtained by plowing (with NCP₀₅=0.10t/ha). Mogar reaped 0.51t/ha and 1.78t/ha had no significant differences in the collection of grain and hay on the variants of tillage under the precursor (winter wheat). On no-till there was the greatest formation of organic matter – 2.19 t/ha. At this option of experiment the total net income was 58.6 thousand rubles/ha; fuel consumption – 127kg/ha and labor costs – 16.98 people/ha, which was 5%, 43% and 11% respectively less than the control. Cultivation of 4 crops in a crop rotation link for 3 s.-h. years stabilizes the economic indicators and soil fertility.

Keywords: tillage depth, agrophysical indicators, oilseed flax, winter wheat, mogoar and pea weediness, yield, income, organics

Экономические тенденции развития общества отражаются и на сельскохозяйственном производстве. В прошедшее десятилетие возникло и становится значимым противоречие между возможностью земледельцев получать стабильные урожаи полевых культур и необходимостью снижать энергетические и материальные затра-

ты, сохраняя при этом плодородие почвы [1; 2]. В современной земледелии почвенное плодородие в значительной степени стало зависеть от климата [3], рационального использования средств плодородия и защиты растений [4; 5], приемов основной обработки почвы [6; 7] и биологических особенностей культур звена или севооборота.

В настоящее время на полях Северного Кавказа и других регионов, где преобладают черноземы обыкновенные, используются комбинированные системы их подготовки в звене или севообороте, при которых применяются (а часто сочетаются) отвальные, минимальные, поверхностные и даже нулевые (химические) обработки [8; 9]. Применение ресурсосберегающих технологий и прямого посева способствует экономии ГСМ и трудовых ресурсов; сдерживает развитие водной и ветровой эрозии почв, оптимизирует водонакопление и плотность сложения пахотного слоя [10], а также его биологическую активность [11], при одновременном увеличении засоренности посевов [12]. Энергосберегающие и no-till технологии как в начальный, так и последующий период применения требуют активного накопления пожнивно-корневых остатков [13]. Следовательно, необходимо получать урожай как с основных, так и пожнивных посевов.

Цель исследования: провести комплексную оценку влияния способов и приемов основной обработки почвы и культур звена севооборота на элементы почвенного плодородия, засоренность почвы и посевов; экономическую и биоэнергетическую эффективность.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились с 2013 по 2018 год в стационарном севообороте ООО АПК «Кубань-Агро», расположенного в центральной зоне Краснодарского края.

Среднегодовое количество осадков в районе составляет 614 мм. Фактически их выпало: 1,3 нормы 2016 году и по 0,9 в остальные периоды исследований. Многолетняя температура воздуха достигает $+12,1^{\circ}\text{C}$. Но в 2015, 2018 годах данный показатель повышался на $0,8-1,2^{\circ}\text{C}$ соответственно. Сумма температур свыше $+5^{\circ}\text{C}$ – 2990-3000 $^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода достигает 235 дней. Почвы чернозема обыкновенного сверхмощные, среднесуглинистые. Содержание гумуса в слое 0-20 см составляет 3,8%; P_2O_5 – 22-28 мг/кг; K_2O – 350-380 мг/кг почвы (по Мачигину); рН – 7,2. Учетная площадь делянок 5000 м², повторность четырехкратная.

Схема опытов состояла из различных вариантов.

Под лен и пшеницу проводили:

1. Лушение стерни 8-10 см, отвальную вспашку 22-24 см, культивацию 8-10 см, прикатывание, культивацию до 6 см (контроль).

2. Лушение стерни 6-8 см, повторное лушение 6-8 см, внесение гербицидов: Раундапа 2 л/га и Банвела 0,1 л/га.

3. Нулевая. Прямой посев культур. Внесение гербицидов: Раундапа 2 л/га и Банвела 0,1 л/га – трехкратно.

Для гороха посевного:

1. Лушение стерни 8-10 см, отвальную вспашку 22-24 см, культивацию 8-10 см, прикатывание.

2. Лушение стерни 6-8 см.

3. Нулевая. Прямой посев культуры. Механические и химические обработки не проводились.

Для могоара пожнивного посева:

1. Лушение стерни 6-8 см и прикатывание – двукратно.

Система удобрений и ухода за культурами звена севооборота

Лен масличный – при посеве N_6P_{26} . Гербицид Гербитокс-Л 1,5 л/га и ростостимулирующий состав (РС) Вермисол 1 л/га и НВ 101 5 мм/га в фазу «елочки». При влажности семян льна 32-35% гербицид Раундап 3 л/га.

Озимая пшеница – при посеве $\text{N}_{12}\text{P}_{52}$ и в подкормки весной N^{68} . Препарат Балерина 0,4 л/га и (РС) в тех же дозах для уничтожения сорняков. От вредителей и болезней соответственно препараты Фагот – 0,15 л/га и Колосаль Про – 0,5 л/га, а также (РС) в фазу колошения.

Могоар – N_{34} при полных всходах. В фазу кушения гербицид Балерина 0,3 л/га совместно с (РС). При влажности семян 30-35% Раундап 3 л/га.

Горох – при посеве N_6P_{26} . В фазу 4-5 листьев гербицид Базагран 3,5 л/га и (РС). Инсектицид Фагот 0,15 л/га и (РС) в начале цветения. Десикант Реглон Супер 2 л/га при влажности семян 30-35%.

Через 2-3 дня после посева (до всходов) делянки льна масличного, озимой пшеницы и гороха посевного обрабатывались Раундапом 2 л/га для уничтожения оставшихся сорняков и падалицы.

Посев – сеялкой для прямого посева Рапид 600. Внесение гербицидов – опрыскиватель ОП-2000. Сбор урожая – комбайном Клаас Тукан. Листостебельная масса могоара и побочная продукция льна масличного укладывалась в валки, тюковалась и удалялась с варианта 1, 2, 3 опытного участка. Стебли озимой пшеницы и гороха измельчались и равномерно рассеивались по поверхности делянок при обмолоте.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89).

Плотность сложения почвы устанавливали патронным методом в горизонтах 0-10, 10-20 и 20-30 см при ненарушенном строении перед посевом и накануне уборки культур.

Учет засоренности проводили в летне-осенний период; перед применением гербицидов -количественно-видовым методом; накануне уборки культур – с взвешиванием массы. Урожайность каждой культуры определяли по вариантам опыта. В опытах выполняли расчет экономических и биоэнергетических [14] показателей. Проводилась статистическая обработка данных [15].

Результаты исследования и их обсуждение

После использования почвообрабатывающих агрегатов изменяется соотношение твердой, жидкой, газообразной и биологической компонент почвы, а следовательно, и направленность химических и биологических процессов [16].

Одним из важных показателей состояния используемой в производстве почвы является ее водопроницаемость.

Наибольшее количество влаги проникло в почву за 3 часа на делянках с вспашкой; и колебалось от 63 мм в 2017 г. до 88 мм в 2016 г. Поверхностная обработка также способствовала ее проникновению в почву, но в количестве меньшем на 2 мм, чем в среднем на контроле. На делянках без механической обработки почвы водопроницаемость составила 72 мм и несущественно уступала предыдущим вариантам.

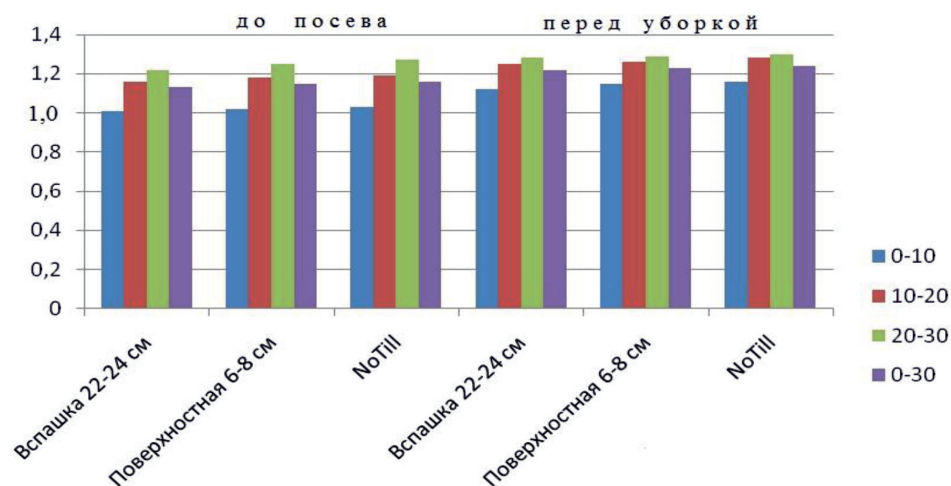
Определение запасов продуктивной влаги и плотности сложения почвы, при взаимовлиянии способов и приемов ее основной обработки, выпадающих осадков, а также корневой системы растений, представляло научный и производственный интерес (табл. 1).

Наибольшее содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см отмечено весной перед посевом гороха. На вспашанных и поверхностно обработанных делянках – 167,2 и 164,4 мм, что не отличало существенно эти варианты. По нулевой обработке влаги накапливалось весной на 4,2 мм и 8,8 мм, и перед уборкой культур на 1,1-2,8 мм меньше (существенно), чем по вспашке.

Таблица 1

Влияние способов и приемов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги и плотность сложения

Основная обработка почвы	Содержание продуктивной влаги в слое 0-100 см, мм		Плотность сложения почвы в слое 0-30 см, г/см ³	
	весной	перед уборкой	весной	перед уборкой
лен масличный 2014, 2015, 2016 гг.				
вспашка	152,6	60,8	1,07	1,20
поверхностная	151,5	60,2	1,12	1,22
нулевая	152,0	59,7	1,14	1,24
НСР ₀₅	1,30	0,32	0,15	0,11
озимая пшеница 2015, 2016, 2017 гг.				
вспашка	156,0	64,1	1,08	1,016
поверхностная	153,3	62,5	1,11	1,20
нулевая	151,8	61,3	1,16	1,21
НСР ₀₅	1,4	2,2	0,16	0,16
могар пожнивного посева 2015, 2016, 2017 гг.				
поверхностная	57,0	57,8	1,15	1,21
НСР ₀₅	0,4	1,6	0,16	0,15
горох посевной 2016, 2017, 2018 гг.				
вспашка	167,2	64,1	1,08	1,15
поверхностная	164,4	63,3	1,13	1,17
нулевая	158,4	61,5	1,15	1,18
НСР ₀₅	4,01	0,40	0,16	0,11



Последствие основной обработки почвы на плотность сложения под культурой могара в пожнивном посеве. Среднее за 2015, 2016, 2017 гг.

Плотность сложения чернозема обыкновенного в оба срока определения не имела значительных различий по вариантам обработки. При проведении пожнивных посевов также полезно иметь эти данные. По результатам определения плотности сложения чернозема обыкновенного перед посевом могара и накануне его уборки (рисунок) не установлено существенных различий по вариантам обработки почвы под озимую пшеницу – предшественник могара.

Различные способы основной обработки почвы существенно изменяют ее структурный состав по глубине механической обработки. Наиболее высокое содержание частиц, меньше 0,25 мм в диаметре, отмечено в слое 0-10 см на вспаханных участках, многократно обработанных различными орудиями, и составило до посева 8,7%. Это в 1,3 раза превышало их содержание на варианте без механической обработки почвы. При возобновлении весенней вегетации в слое почвы 0-10 см происходило значительное уменьшение данной фракции: по вспашке до – 6,9% и прямому посеву – 5,2%, что обусловлено естественным оструктурированием почвенных частиц в погодных условиях осенне-зимнего и весеннего периода, а также деятельностью корневой системы зерновой культуры.

Перед уборкой озимой пшеницы количество частиц < 0,25 мм в диаметре в слое 0-10 см стало иным: до 8,3% по вспашке; 6,6% при поверхностной подготовке почвы и 4,5% на участках с прямым посевом. Изменению фракционного состава почвы способствовали: осветление посевов, повы-

шение температуры почвы; разрушающее действие осадков на почвенные частицы. В слое почвы 0-30 см наименьшее количество пылеватых частиц было при исключении механической обработки почвы и составило 2,4%. Поверхностная и особенно плужная обработка обыкновенного чернозема увеличивала этот показатель до 3,3% и 5,0% соответственно.

Количество фракций меньше 10 мм и больше 0-25 мм составляло разницу от содержания пылеватых частиц, т.е. 91,3-97,6%, что положительно сказалось на содержании продуктивной влаги и плотности сложения почвы.

За период проведения исследований складывались различные условия по выпадению осадков и температурному режиму, что способствовало прорастанию сорняков не только при вегетации культур, но и после их уборки.

Общее количество взошедших и уничтоженных сорняков зависело от выпавших осадков и вариантов основной обработки почвы. За период июнь-сентябрь количество осадков в 2013 г. составило 197,5 мм; 2014 – 58,2 мм; 2015 – 72,8 мм; 2016 – 201 мм; 2017 – 94,6 мм. А сумма активных температур (более +5 °С) – 1200-1300 °С. До проведения обработок почвы под первую культуру – лен масличный – насчитывалось 32 шт./м² однолетних сорняков. Применение различных почвообрабатывающих орудий и способов обработки чернозема обыкновенного создавали неодинаковые условия для прорастания однолетних и многолетних сорняков, а, следовательно, их уничтожения (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способов и приемов основной обработки почвы и гербицидов на уничтожение сорняков в летне-осенний период, шт./м². Среднее за 2013-2017 гг.

Культура звена севооборота	Основная обработка почвы		
	вспашка	поверхностная	нулевая
Лен масличный	60/0,4	102/0,2	200/0,7
Озимая пшеница	39/0,0	74/0,4	114/0,4
Могар	13/0,0	16/0,1	22/0,2
Горох посевной	5/0,0	8/0,0	10/0,0
Всего	117/0,4	200/0,7	346/1,3

Примечания: в числителе – однолетние; в знаменателе – многолетние сорняки.

Лен масличный был 1-й культурой звена севооборота. Наибольшее количество однолетних сорняков проросло и было уничтожено в летне-осенний период гербицидами на фонах без механической обработки почвы и достигало 200 шт./м², что превосходило вариант с отвальной вспашкой 22-24 см в 3,3 раза. Этому способствовал постоянный контакт семян с более плотной почвой. Многолетние сорняки, в количестве 0,2-0,7 шт./м², также проросли, но угнетались проведенными технологически операциями.

За период подготовки почвы под 2-ю культуру численность проросших и уничтоженных сорняков снизилась; в том числе на 35% на контроле и 27% в варианте с поверхностной обработкой.

Поверхностные обработки почвы под могар способствовали уничтожению 13-22 шт./м² однолетних и 0,1-0,2 шт./м² многолетних сорняков. После его уборки подготовка почвы под горох посевной проводилась в ноябре. В этот период интенсивность отрастания однолетних сорняков многократно снизилась и не превышала 5-10 шт./м², которые были уничтожены обработками.

В итоге механическими и (или) химическими обработками под культуры звена севооборота удалось уничтожить 117,4-200-346 шт./м² однолетних и 0,4-1,3 шт./м² многолетних сорняков в летне-осенний период соответственно по вспашке, при поверхностной и нулевой обработке.

Зимне-весенние осадки (декабрь-март), в том числе 176,2 мм в 2014/2015 с.-х. году; 239,4 мм в 2017/2018 с.-х. году, увеличивали запасы продуктивной влаги до 19-21 мм в слое 0-10 см и др. горизонтах. При повышении температуры воздуха и почвы возшедшие сорняки засоряли опытные посева. Этот показатель также ежегодно зависел от вариантов основной обработки почвы

и культуры звена севооборота. Перед применением гербицидов на делянках с поверхностной обработкой и no-till насчитывалось 112 шт./м² и 131 шт./м² соответственно однолетних сорняков по льну масличному; 91 шт./м² и 136 шт./м² по озимой пшенице. На контрольных делянках эта группа сорняков имела в 1,5-2,3 раза меньшую численность. Многолетние сорняки в количестве 0,1-0,2 шт./м² активнее проросли при энергосберегающих обработках почвы. Суммарное количество проросших до гербицидной обработки сорняков за ротацию звена севооборота составило: по вспашке 183/0,1 шт./м² и без механической обработки 350/0,5 шт./м². Обработка культур звена севооборота в рекомендованные сроки гербицидами: Гербитокс-Л1 – 1,5 л/га (лен масличный), Балерина – 0,4-0,3 л/га (озимая пшеница, могар – соответственно) и Базагран – 3,5 л/га (горох посевной), обеспечивала снижение засоренности однолетними сорняками на 92-95% и заметные угнетения многолетников, которые в основном были представлены выюнком полевым и осотом розовым.

После гербицидной обработки культуры звена севооборота продолжали рост и развитие в более благоприятных условиях. Накануне уборки засоренность посевов была слабой и средней. Так, при прямом посеве засоренность льна масличного составила 28,2 шт./м² при воздушно-сухой массе сорняков 51 г/м², что превысило контроль по количеству в 1,6 и весу в 1,8 раза. Количество и масса сорняков на делянках озимой пшеницы уменьшилась по способам основной обработки почвы соответственно на 23-30% и 14-47% по сравнению с первой культурой звена севооборота.

Трехлетнее применение различных механических и гербицидных обработок почвы способствовало значительному

снижению засоренности полянок гороха посевного по количеству и массе: по вспашке 22-24 см в 1,7-1,4 раза; поверхностной 1,9-1,5 раза; и нулевой в 2,0-1,8 раза по сравнению с льном масличным.

Количество сорняков накануне уборки могоара было наименьшим, 5-10 шт./м², однако на этой культуре проявлялось последствие засоренности по вариантам основной обработки почвы под предшественник – озимую пшеницу.

В зависимости от количества выпадающих осадков, которые формировали запасы продуктивной влаги; вариантов основной обработки почвы; засоренности посевов и других факторов формировалась урожайность культур зернопропашного звена севооборота. Лен обеспечил более высокий намолот – 1,84 т/га при содержании масла в семенах 48,9% по отвалной вспашке, превысив на 5% и 8% остальные варианты (НСР₀₅ – 0,08 т/га). Средняя урожайность озимой пшеницы 6,48 т/га при содержании протеина 14,3% сложилась по поверхностной обработке почвы, существенно превышала контроль, на 0,25 т/га, и no-till – на 0,43 т/га, (НСР₀₅ – 0,11 т/га). Сбор зерна могоара и сена в пожнивном посеве культуры не имел существенных различий по последствию обработок под озимую пшеницу и составил 0,49-0,51 т/га и 1,73-1,78 т/га (НСР₀₅ – 0,05 т/га). Горох посевной обеспечил близкую урожайность по вспашке и при поверхностной обработке почвы – 3,79-3,71 т/га, но при технологии с прямым посевом снизил ее до 3,62 т/га (НСР₀₅ – 0,10 т/га).

По no-till отмечено наибольшее формирование органического вещества – 2,19 т/га. На данном варианте опыта суммарный условный чистый доход составил 58,6 тыс. руб./га; расход горючего – 127 кг/га и затраты труда 16,98 чел. час/га, что было на 5%, 43% и 11% соответственно меньше, чем на контроле. Возделывание четырех культур в звене севооборота за три с.-х. года стабилизирует экономические показатели и почвенное плодородие.

При выполнении технологических операций на опытных полянках количество полученной энергии с основным и побочным урожаем по каждой культуре превосходило затраченную и обеспечило ее значительный прирост.

Наиболее высокий прирост энергии произошел на полянках, которые обрабатывались поверхностно под все культуры звена севооборота, и в сумме составил

220 998 Мдж/га при коэффициенте энергетической эффективности, равном 3,5.

Структура энергетических затрат по культурам была неодинаковой и зависела от производственных затрат на дизельное топливо, удобрения, гербициды, семена и другие статьи расхода. Их доля на семена озимой пшеницы составила 17,4%, гороха посевного – 34,2%. Применение минеральных удобрений также формировало эти затраты, например по гороху они составили 4,5%, по озимой пшенице – 34,5%.

Выводы

1. По технологии no-till весной накапливалось меньше на 2,8-5,6% продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см, чем по вспашке (152,0-158,4 мм). Плотность и структура почвы различались несущественно.

2. Снижение глубины обработки увеличивает засоренность почвы в летне-осенний период в 1,7-2,9; посевах в 1,5-1,9 раза. Применение разрешенных гербицидов на культурах звена севооборота снижает засоренность однолетними сорняками до низкой и средней 10-28 шт./м² и сдерживает развитие многолетних.

3. Лучшая урожайность льна масличного – 1,84 т/га и гороха – 3,79 т/га получена по вспашке; озимой пшеницы – 6,48 т/га при поверхностной обработке. По технологии no-till условный чистый доход составил 58,6 тыс. руб./га и лишь на 4,7% уступил контролю.

Список литературы / References

1. Gray R.S., Taylor J.S., Brown W.J. Economic factors contributing to the adoption of reduced tillage technologies in central Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*. 1996. Vol. 76. № 4. P. 661–668.
2. Турусов В.И., Гармаш В.М. Эффективность различных приемов и систем обработки почвы в звене севооборота горох озимая пшеница в условиях юго-востока ЦЧР // *Земледелие*. 2018. № 2. С. 33–35.
3. Turusov V.I., Garmash V.M. The effectiveness of various methods and systems of soil cultivation in the link of crop rotation peas, winter wheat in the southeast of the Central Black Sea region // *Zemledeliye*. 2018. № 2. P. 33–35 (in Russian).
3. Jones A., Stolbovoy V., Rusco E., Climate change Europe. Impact on soil. A review *Agron. Sustain. Dev.* 2009. Vol. 29. P. 423–432.
4. Еремин Д.И., Ахтямова А.А. Минерализация гумуса в пахотном черноземе при использовании минеральных удобрений // *Земледелие*. 2018. № 7. С. 16–18.
4. Eremin D.I., Akhtyamova A.A. Mineralization of humus in arable chernozem using mineral fertilizers // *Zemledeliye*. 2018. № 7. P. 16–18 (in Russian).
5. Селезнева Н.А., Тишкова А.Г., Федорова Т.Н., Савченко Н.Е., Асеева Т.А. Изменение химических и микробиологических свойств почвы при антропогенном воздействии в полевом севообороте // *Достижение и науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 6. С. 5–10.
5. Selezneva N.A., Tishkova A.G., Fedorova T.N., Savchenko N.E., Aseeva T.A. Changes in the chemical and microbiologi-

- cal properties of soil under anthropogenic impact in a field crop rotation // *Dostizheniya i nauki i tekhniki APK*. 2020. T. 34. № 6. P. 5–10 (in Russian).
6. Koch A., Brathey A. Mc. Soil security: Solving the global soil crisis. *Glob.Policy*. 2013. Vol. 4. № 4. P. 434–441.
7. Кулинцев В.В., Дридигер В.К. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 4. С. 16–18.
- Kulintsev V.V., Dridiger V.K. The efficiency of the use of arable land and the yield of field crops during cultivation using direct sowing technology // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2014. № 4. P. 16–18 (in Russian).
8. Власова О.И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья. Ставрополь: «Агрус», 2014. С. 202–243.
- Vlasova O.I. Fertility of chernozem soils and methods of its reproduction in the conditions of the Central Ciscaucasia. Stavropol: «Agrus», 2014. P. 202–243 (in Russian).
9. Кузина Е.В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства почвы чернозема выщелоченного // *Пермский вестник*. 2016. № 3. С. 35–41.
- Kuzina E.V. Influence of the main tillage on the reserves of productive moisture and agrophysical properties of the leached chernozem soil // *Permskiy vestnik*. 2016. № 3. P. 35–41 (in Russian).
10. Кураченко Н.А., Картавых А.А. Эффективность обработки почвы в севообороте на различных типах почв Центрального Предкавказья // *Земледелие*. 2017. № 2. С. 17–19.
- Kurachenko N.A., Kartavykh A.A. Efficiency of tillage in crop rotation on different types of soils of the Central Ciscaucasia // *Zemledeliye*. 2017. № 2. P. 17–19.
11. Полоус В.С., Осауленко С.Н., Прокопова Л.О., Сокирко В.П. Влияние способов и приёмов обработки чернозема обыкновенного на активность и разнообразие почвенной биоты и урожайность озимой пшеницы // *Труды КубГАУ*. 2020. № 6 (87). С. 95–99.
- Polous V.S., Osaulenko S.N., Prokopova L.O., Sokirko V.P. The influence of methods and techniques of processing ordinary chernozem on the activity and diversity of soil biota and the yield of winter wheat // *Trudy KubGAU*. 2020. № 6 (87). P. 95–99 (in Russian).
12. Ивенин А.В., Саков А.П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы и применения удобрений и биопрепаратов на ее засоренность и урожайность гороха в Нижегородской области // *Аграрная наука*. 2019. № 2. С. 77–80.
- Ivanin A.V., Sakov A.P. Influence of systems for processing light gray forest soil and the use of fertilizers and biopreparations on its weediness and yield of peas in the Nizhny Novgorod region // *Agramaya nauka*. 2019. № 2. P. 77–80 (in Russian).
13. Гутино Б.К., Идову О.Дж., Шнидельбек Р.Р., Ван-Эс Х.М., Вольфе Д.В., Тиеси Дж.Е., Абави Г.С. Учебное пособие по оценке здоровья почвы Университета Корнелл / пер. с англ. Днепропетровск, Агро-Союз 2007. 56 с.
- Gutino B.K., Idovu O.Dzh., Shnidelbek R.R., Vanes Kh.M., Wolfe D.V., Tiesi J.E., Abavi G.S. Cornell University Soil Health Assessment Study Guide / trans. from English. Dnepropetrovsk, Agro-Soyuz 2007. 56 p. (in Russian).
14. Бионергетическая оценка агротехнических приемов и ресурсосберегающих технологий в растениеводстве: учеб.-метод. пособие / под ред. И.Т. Трубилина. Краснодар, КУБГАУ, 1995. 65 с.
- Bionergetic assessment of agrotechnical methods and resource-saving technologies in crop production: *ucheb.-metod. posobiye* / pod red. I.T. Trubilina. Krasnodar, KUBGAU, 1995. 65 p. (in Russian).
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Dospekhov B.A. Field experiment technique. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (in Russian).
16. Дридигер В.К., Кулинцев В.В., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г. Динамика изменения агрофизических свойств почвы при возделывании полевых культур по технологии no-till // *Известия Оренбургского Государственного аграрного университета*. 2018. № 5 (73). С. 35–38.
- Dridiger V.K., Kulintsev V.V., Stukalov R.S., Gadzhiumarov R.G. Dynamics of changes in the agrophysical properties of soil during the cultivation of field crops using no-till technology // *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. № 5 (73). P. 35–38 (in Russian).