

Влияние систем обработки почвы и доз удобрений на урожайность культур семипольного кормового севооборота

А.В. Парамонов, *к.с.-х.н.*, **А.В. Федюшкин**, *к.с.-х.н.*,
ФГБНУ ФРАНЦ

Увеличение производства продукции растениеводства является актуальной проблемой земледелия. Для успешного решения данной проблемы необходимо учитывать множество факторов. Наибольшая продуктивность сельскохозяйственных культур формируется при оптимальных условиях для роста и развития растений. Одна из ведущих ролей в успешном разрешении данной проблематики принадлежит севообороту [1, 2]. Наличие в нём многолетних трав и зернобобовых культур содействует снижению доз применяемых азотных удобрений, чередование культур способствует со-

крашению численности вредителей, уменьшает вероятность проявления болезней и, как следствие, снижает пестицидную нагрузку на окружающую среду [3–5]. Выбор способа и своевременность обработки почвы существенно влияет на сохранение почвенной влаги и доступность её растениям, что напрямую воздействует на величину получаемого урожая. Особое внимание требуется уделить вопросам минерального питания растений. Рациональное применение удобрений в высокой степени определяет урожайность возделываемых культур и способствует сохранению почвенного плодородия [6].

Совокупное влияние вышеперечисленных факторов на урожайность и продуктивность се-

вооборота требует длительного изучения с задачей как можно более широкого охвата изменяющихся погодных условий. В связи с этим изучение влияния способа обработки почвы и доз вносимых удобрений на продуктивность сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте в условиях Приазовской зоны Ростовской области является актуальной задачей.

Материал и методы исследований. Многолетний опыт проводится на опытном поле ФГБНУ ФРАНЦ. Результаты изучения влияния некоторых агротехнических приёмов на урожайность кормовых культур были представлены ранее [7]. В 2008–2016 гг. изучалось влияние способов основной обработки почвы и различных доз минеральных удобрений на урожайность озимой и яровой пшеницы, комбинированных посевов злаковых и зернобобовых культур, кормовых трав, а также продуктивность севооборота в целом. Объектами исследования являлись севооборот, способы основной обработки почвы, а также различные дозировки минеральных удобрений. Закладку, проведение наблюдений и учётов осуществляли согласно методике полевого опыта [8]. Изучаемый севооборот имел следующую схему чередования культур: озимая пшеница – зернобобовая смесь – озимая пшеница – люцерна под покров ячменя – люцерна первого года использования – люцерна второго года использования – яровая пшеница.

В качестве основной обработки почвы изучались отвальная и безотвальная системы. Отвальная обработка почвы предусматривала вспашку под яровой ячмень, яровую пшеницу и злакобобовую травосмесь ПЛН-4-35 на глубину 23–25 см, боронование и культивации по мере выпадения осадков и появления сорных растений. Безотвальная обработка проводилась плоскорезом КППГ-2,2 на глубину 23–25 см с последующими боронованием и культивациями по мере необходимости.

Сорта сельскохозяйственных культур – районированные в зоне. Сроки посева и уборки, нормы высева – оптимальные, всхожесть семян соответствовала показателям 1-го класса посевных стандартов.

Схема внесения удобрения севооборота представлена в таблице 1.

Фосфорные удобрения в виде аммофоса (N – 12, P₂O₅ – 52%) и калийные – KCl (60%) вносили под основную обработку, азотные – под основную и в подкормку в виде аммиачной селитры (34,5%) в фазу кущения и выхода в трубку. Метод размещения делянок систематический. Посевная площадь 52,5 м², учётная – 25 м². Повторность трёхкратная. Климат зоны континентальный, умеренно жаркий [9, 10]. Годовая температура воздуха составляет в среднем 9,6°С, сумма температур воздуха – 3200–3400°. Продолжительность тёплого периода – 230–260 дн., безморозного – 175–180 дн. Среднегодовое количество осадков составляет 500 мм, за тёплый период их выпадает до 300 мм. Данное количество осадков в сочетании с частыми ветрами и высокими температурами способствует частым проявлениям как воздушной, так и почвенной засухи. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным карбонатным на лёссовидном суглинке. Толщина гумусового горизонта колеблется от 75 до 100 см. Содержание валового азота – 0,22–0,24%, общего фосфора – 0,17–0,18%, калия – 2,3–2,4%, минерального азота и подвижного фосфора – низкое, обменного калия – повышенное. Почва хорошо оструктурена. Сумма водопрочных агрегатов – 50–55%.

Результаты исследования. В процессе проведения исследования установлено статистически значимое увеличение урожайности культур севооборота при использовании минеральных удобрений вне зависимости от способа основной обработки почвы (табл. 2). В среднем за девять лет наблюдений наибольшая урожайность озимой пшеницы была отмечена при возделывании по злакобобовой травосмеси и внесении полного минерального удобрения в дозе N₁₀₀P₆₀K₉₀ как по отвальной, так и безотвальной обработке почвы, составив соответственно 55,89 и 56,10 ц/га. Минимальная прибавка урожайности наблюдалась при внесении только калийных удобрений в дозе K₉₀, составив 4,7 ц/га при отвальной и 5,2 ц/га при безотвальной обработках, что связано с недостаточным содержанием в почве азота и фосфора при избытке калийного питания.

При возделывании после яровой пшеницы урожайность озимой пшеницы существенно снижалась по всем вариантам опыта. Прослеживались анало-

1. Схема опыта

Севооборот	Вариант									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Озимая пшеница	Контроль	N ₁₂₀	P ₆₀	K ₉₀	N ₁₂₀ P ₆₀	N ₆₀	N ₁₂₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	
ЗБС		N ₃₀	P ₄₀	K ₃₀	N ₃₀ P ₄₀	–	N ₃₀ K ₃₀	P ₄₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₄₀ K ₃₀	
Озимая пшеница		N ₁₀₀	P ₆₀	K ₉₀	N ₁₀₀ P ₆₀	N ₆₀	N ₁₀₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₉₀	N ₁₀₀ P ₆₀ K ₉₀	
Ячмень + люцерна		N ₃₀	P ₆₀	K ₁₅₀	N ₃₀ P ₆₀	–	N ₃₀ K ₁₅₀	P ₆₀ K ₁₅₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₁₅₀	
Люцерна 1-го года		N ₄₀	–	–	–	–	–	–	N ₄₀	
Люцерна 2-го года		N ₄₀	–	–	–	–	–	–	N ₄₀	
Яровая пшеница		N ₆₀	P ₃₀	K ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	N ₃₀	N ₆₀ K ₆₀	P ₃₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	
В среднем на 1 га		–	N ₆₀	P ₃₆	K ₆₀	N ₄₉ P ₃₆	N ₂₁	N ₄₉ K ₆₀	P ₃₆ K ₆₀	N ₆₀ P ₃₆ K ₆₀

гичные тенденции изменения урожайности при внесении минеральных удобрений и обработкам почвы, как и по предшественнику злакобобовая смесь (ЗБС).

Урожайность зернобобовой смеси имела максимальные значения при внесении полного минерального удобрения ($N_{30}P_{40}K_{30}$). Так же как и у озимой пшеницы, из удобряемых вариантов опыта минимальные значения урожайности ЗБС отмечались при внесении только калийных удобрений в дозе K_{30} , объясняется данный факт теми же причинами, что и у озимой пшеницы.

Способ основной обработки почвы не оказывал значимого влияния на урожайность ярового ячменя, под покров которого высевалась люцерна. Реакция на одни и те же нормы удобрений на изучаемых способах основной обработки почвы была одинаковой. Максимальная урожайность была получена как по отвальной или безотвальной обработке почвы при внесении $N_{30}P_{60}K_{150}$ (вариант IX) и составила 27,2 ц/га. Наименьшие прибавки урожайности были получены от внесения только калийных удобрений K_{150} (вариант IV).

Посевы люцерны 1-го года использования при обеих изучаемых системах обработки почвы давали наибольшие прибавки урожайности в IX варианте опыта, где были внесены только азотные удобрения в дозе N_{40} . Их применение, по-видимому, наложилось на последствие внесённого под предшественник полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{60}K_{150}$. Последствием применяемых удобрений можно объяснить рост урожайности по сравнению с контрольным вариантом в тех вариантах, где непосредственно под люцерну удобрения не вносились

(III–VIII). Наименьшая прибавка урожайности также была отмечена в IV варианте опыта, где под смешанный посев ярового ячменя и люцерны вносили только калийные удобрения в дозе K_{150} .

Люцерна 2-го года использования, так же как и люцерна 1-го года использования, давала максимальную урожайность и прибавки к контролю на IX варианте опыта. Необходимо отметить, что во II и IX вариантах опыта непосредственно на люцерне 2-го года использования применялись одинаковые дозы азотных удобрений. Обнаруженное при этом преимущество IX варианта обусловлено последствием вносимых удобрений.

Наибольшие значения урожайности яровой пшеницы, так же как и по другим культурам севооборота, отмечались при внесении полного минерального удобрения (вариант IX). Существенные различия в урожайности при применении одной и той же дозы удобрений на отвальной и безотвальной системе обработки почвы при возделывании данной культуры отсутствовали.

Таким образом, способ основной обработки почвы не оказывал существенного влияния на урожайность культур в севообороте. Максимальные значения данного показателя отмечались при использовании полного минерального удобрения в средней дозе $N_{60}P_{36}K_{60}$ на 1 га площади севооборота. Данный вывод подтверждает результаты исследований, проведённых ранее в ФГБНУ ФРАНЦ (ранее ФГБНУ «ДЗНИИСХ») [11, 12].

Эффективность применения удобрений, вносимых под культуры севооборота, наиболее полно отражает такой показатель, как его продуктивность, выраженная в зерновых единицах.

2. Средняя урожайность культур севооборота 2008–2016 гг., ц/га

Вариант	Культура						
	озимая пшеница	ЗБС	озимая пшеница	ячмень + люцерна	люцерна 1-го года	люцерна 2-го года	яровая пшеница
Отвальная обработка							
I	32,89	20,90	38,09	17,37	36,97	46,60	16,96
II	43,09	26,89	47,13	23,56	50,89	61,74	22,46
III	40,20	25,20	47,57	21,87	50,20	64,31	21,46
IV	36,69	24,20	42,79	20,60	47,00	57,47	19,74
V	45,19	27,53	51,76	23,54	50,29	55,29	21,94
VI	43,04	26,01	47,77	22,66	48,56	55,34	22,09
VII	44,50	25,91	48,19	23,24	52,66	59,03	22,27
VIII	43,61	24,81	46,86	23,31	51,14	62,74	20,89
IX	49,94	30,09	55,89	27,20	56,79	68,96	25,57
НСР ₀₅	1,13	1,04	2,43	1,07	0,97	2,53	0,86
Безотвальная обработка							
I	34,54	22,83	38,20	18,29	37,33	45,20	16,56
II	43,79	29,04	50,29	23,41	47,93	55,66	21,56
III	42,47	27,19	48,61	22,30	51,86	57,53	19,79
IV	39,46	25,81	43,40	21,11	44,27	52,73	18,29
V	46,51	28,70	53,19	25,17	48,70	55,17	21,94
VI	46,31	26,60	49,04	23,49	45,34	51,27	21,49
VII	45,63	27,73	50,73	24,23	50,77	56,07	21,80
VIII	43,91	27,29	47,39	24,29	50,07	59,99	20,26
IX	47,84	31,71	56,10	27,20	55,51	66,99	24,53
НСР ₀₅	1,34	0,86	1,27	1,33	2,22	2,01	0,74

В среднем за период 2008–2016 гг. наибольшие значения данного показателя отмечены в IX варианте опыта вне зависимости от способа основной обработки почвы, как наиболее полно обеспечивающим сельскохозяйственные растения минеральным питанием. В данном варианте опыта за ротацию севооборота на 1 га площади вносилось в среднем $N_{60}P_{36}K_{60}$. Прибавка продуктивности при данной дозировке удобрений составляла 12,29 ц зерн. ед/га по отвальной и 11,37 ц/га по безотвальной обработке почвы соответственно (табл. 3).

3. Продуктивность зерноотраважного севооборота 2008–2016 гг., ц зерн. ед/га

Вариант	Обработка			
	отвальная		безотвальная	
	продуктивность	прибавка	продуктивность	прибавка
I	24,84	–	25,44	–
II	32,45	7,61	32,58	7,14
III	31,54	6,70	31,82	6,38
IV	29,02	4,18	29,12	3,68
V	32,94	8,10	33,67	8,23
VI	31,57	6,73	31,84	6,40
VII	32,49	7,65	33,07	7,63
VIII	31,96	7,11	32,29	6,85
IX	37,13	12,29	36,81	11,37

Наименьшие прибавки данного показателя отмечались в случае применения только калийных удобрений (вариант IV) и составляли при отвальной 4,18, а при безотвальной – 3,68 ц зерн. ед/га. В целом продуктивность севооборота при применении одних и тех же доз удобрений на отвальной и безотвальной обработке почвы имела близкие величины. Так, значения данного показателя в III варианте на отвальной и безотвальной обработке почвы были весьма близкими и находились в пределах 32,54–32,58 ц зерн. ед/га. Данный факт позволяет говорить об отсутствии преимущества одного способа обработки почвы над другим при сравнении их в разрезе получаемой продуктивности севооборота.

Расчёт окупаемости применяемых удобрений показал высокую отзывчивость культур севооборота на их применение (рис.).

Максимальные значения окупаемости при обеих системах обработки почвы отмечались на VI варианте, что связано с низкими дозировками вносимых азотных удобрений (21 кг д.в. на 1 га севооборотной площади). На фоне отвальной вспашки данный показатель составил 32,0, а на безотвальной обработке почвы – 30,5 кг/кг д.в. Вторым по величине окупаемости минеральных туков являлось внесение только фосфорных удобрений (вариант III), где данный показатель составлял 18,6 кг/кг д.в. при отвальной и 17,7 кг/кг д.в. при безотвальной обработке за счёт более эффективного соотношения прироста урожайности культур к единице действующего вещества удобрения.

Минимальной окупаемостью характеризовалось одностороннее применение калийных удобрений (вариант IV), где при отвальной обработке данный показатель составлял 7,0, а при безотвальной – 6,1 кг/кг д.в., что связано с минимальными прибавками урожайности культур и продуктивности севооборота в целом.

При внесении полного минерального удобрения (вариант IX) окупаемость составляла 7,9 кг/кг д.в. при отвальной и 7,3 кг/кг д.в. при безотвальной обработке почвы.

Выводы. В условиях Приазовской зоны Ростовской области применение минеральных туков в семипольном кормовом севообороте позволяет существенно увеличить как урожайность отдельных культур, так и продуктивность севооборота в целом. При этом отвальная и безотвальная системы основной обработки почвы не имеют достоверных преимуществ друг перед другом по урожайности и продуктивности посевов и могут применяться одинаково успешно.

В среднем за девять лет исследования максимальная урожайность и продуктивность изучаемого севооборота достигались при внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{36}K_{60}$ на

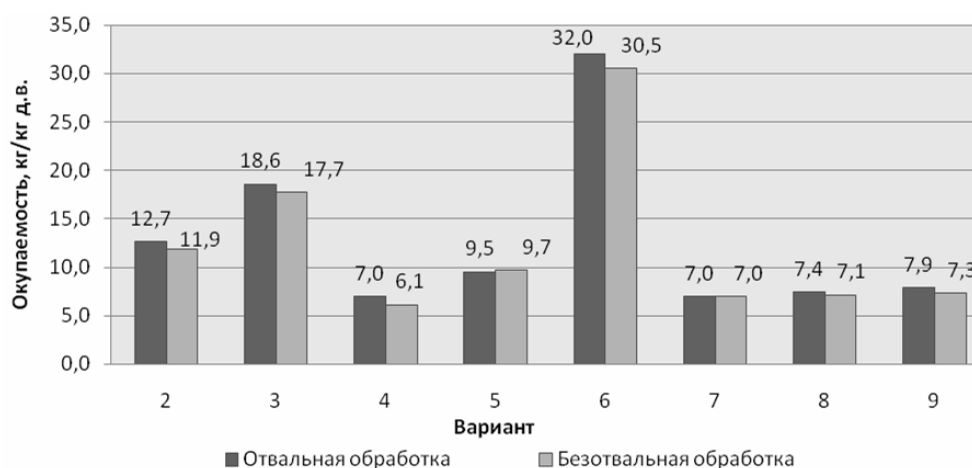


Рис. – Окупаемость удобрений в севообороте в зависимости от обработки почвы, кг/кг д.в.

1 га площади севооборота, независимо от способа основной обработки почвы, что позволяло повысить его продуктивность на 12,29–11,37 ц зерн. ед./га, при этом окупаемость удобрений составляла 7,9–7,3 кг/кг д.в.

Литература

1. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) / С.Г. Бондаренко, О.Ф. Горбаченко, Ф.И. Горбаченко [и др.]. Ч. 2. Ростов-на-Дону, 2012. 307 с.
2. Листопадов И.Н. Севообороты южных регионов. Ростов-на-Дону, 2005. 276 с.
3. Парамонов А.В., Медведева В.И. Влияние севооборотов, способов обработки почвы, удобрений на урожайность гороха в Приазовской зоне Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 2 (30). С. 46–48.
4. Колмаков Ю.В., Тимошин А.А., Распутин В.М. Повышение производства высококачественного зерна // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2001. № 2. С. 17–19.
5. Федюшкин А.В., Парамонов А.В., Медведева В.И. Влияние систематического применения удобрений на продуктивность зернотравяного севооборота // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 6. С. 107–112.
6. Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта: матер. междунар. науч.-практич. конф., Москва, 2012 г. / редкол.: Н.С. Матюк, И.Н. Алпатов. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 2012. 635 с.
7. Парамонов А.В. Влияние некоторых приёмов агротехники на урожайность культур кормового севооборота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 50–53.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
9. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л.: Гидрометиздат, 1972. 252 с.
10. Косенко Т.Г. Агроклиматические ресурсы Ростовской области // Современная школа: сб. ст. участн. IX Всерос. конкурса инновац. образоват. технологий. Киров, 2018. С. 159–164.
11. Целуйко О.А., Медведева В.И. Влияние агроприёмов на урожайность культур зернотравяных севооборотов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 5 (43). С. 29–31.
12. Лабынцев А.В., Целуйко О.А., Медведева В.И. Продуктивность зернотравяных севооборотов на чернозёме обыкновенном // Зерновое хозяйство России. 2012. № 4. С. 27–32.