

Эффективность альтернативных систем основной обработки почвы в зернопаротравяном севообороте с разным видом пара

Л.О. Тренина, к.с.-х.н., Н.А. Пегова, к.с.-х.н.,
ФГБУН УдмФИЦ УрО РАН

В условиях современного ведения сельского хозяйства актуальна научно обоснованная минимализация обработки почвы на основе биологизации с учётом экономической целесообразности системы земледелия.

Минимализация обработки почвы предусматривает уменьшение негативного воздействия работающей тяжёлой техники на почву, сокращение энергетических и трудовых затрат на её обработку, защиту почвы от эрозии, сохранение и расширение воспроизводства потенциального и эффективного плодородия. При всём значении и перспективах минимализации обработки почвы процесс этот достаточно сложный, поскольку связан с преодолением её недостатков: повышением засорённости посевов, увеличением плотности почвы и дефицита азота. Это негативное влияние минимализации почвообработки усиливается с повышением увлажнённости к северу лесостепи и таёжно-лесной зоне и приводит к существенному снижению качества зерна [1]. Таким образом, перед учёными стоит задача – выявить оптимальный уровень минимализации обработок, удовлетворяющий зональным особенностям земледелия.

Необходимым условием снижения интенсивности и глубины обработки почвы является повышение содержания органического вещества в почве. Важным дешёвым источником его поступления, а также средством борьбы с эрозией, улучшения структуры и водно-физических свойств почвы считается сидерация. При заделке сидератов возникает резкий скачок биологической активности почвы, что приводит к увеличению поступления доступных для растений элементов питания, к возрастанию выделения диоксида углерода в приземный слой воздуха, к возрастанию буферности почвы, ёмкости поглощения катионов, а также к снижению содержания нитратов в получаемой растениеводческой продукции [2].

Цель исследования – изучение влияния вида пара и длительного применения систем зяблевой обработки почвы с разной степенью минимализации, а также внесения минеральных удобрений на продуктивность культур звена севооборота: пар (чистый/сидеральный), озимая рожь, яровая пшеница, клевер 1-го года пользования.

Материал и методы исследования. Представленный научный материал является частью научно-исследовательской работы Удмуртского НИИСХ по изучению длительного применения альтернативных систем зяблевой обработки почвы на

фонах с разным уровнем агрохимических свойств в стационарном трёхфакторном полевом опыте в четвёртой ротации.

Чередование культур в севообороте было следующим: 1. 2015 г. – пар (чистый/сидеральный); 2. 2016 г. – озимая рожь; 3. 2017 г. – яровая пшеница + клевер луговой; 4. 2018 г. – клевер луговой 1 г.п.; 5. 2019 г. – ячмень; 6. 2020 г. – овёс + клевер луговой на сидерат.

Схема опыта включала следующие варианты видов пара и агрохимических фонов (фактор А): I – чистый пар (конр.), II – сидеральный пар (клевер 1-го года польз.), III – сидеральный пар (горчица), IV – сидеральный пар (клевер 1-го года польз.), V – сидеральный пар (горохо-овсяная смесь)*. При этом I – III вариантам соответствовал повышенный фон агрохимических показателей (P_2O_5 – 266, K_2O – 133 мг/кг, $S_{OCH.}$ – 9,36, $H_{гид.}$ – 2,74 ммоль/100 г, pH_{KCL} – 5,37); V варианту – средний фон агрохимических показателей (P_2O_5 – 206, K_2O – 128 мг/кг, $S_{OCH.}$ – 7,42, $H_{гид.}$ – 2,72 ммоль/100 г, pH_{KCL} – 4,99); IV варианту – высокий фон агрохимических показателей (P_2O_5 – 471, K_2O – 175 мг/кг, $S_{OCH.}$ – 10,52, $H_{гид.}$ – 2,44 ммоль/100 г, pH_{KCL} – 5,44).

Система основной обработки почвы (фактор В) включала следующие варианты: 1 – отвальная (О) (к) – ежегодная вспашка до 18 см (ПН-3-35); 2 – безотвальная (Б) – безотвальное рыхление в пару до 15 см, ежегодная безотвальная обработка на 10–12 см (БДТ-3); 3 – комбинированная (К) – вспашка в пару до 18 см, вспашка пласта клевера до 18 см (ПН-3-35), безотвальная обработка на 10–12 см под яровые культуры (БДТ-3); 4 – поверхностная (П) – обработка до 8 см (КПЭ-3,8).

Фактор С (минеральные удобрения) включал варианты без удобрений (NPK_0), весенней прикорневой подкормки озимой ржи аммиачной селитрой N_{30} в 2016 г. и предпосевного внесения минеральных удобрений под яровую пшеницу (NPK_{45}) в 2017 г.

Опыт проводился на дерново-подзолистой слабосмытой среднесуглинистой на покровных глинах и тяжёлых суглинках почве, заложен методом расщеплённых делянок. Учёт урожайности зерна и зелёной массы – двойной сплошной с каждой делянки [3]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову [4] с помощью программы Microsoft Office 2010. Оценку технологических приёмов (энергетическую и экономическую) проводили на основании технологических карт возделывания озимой ржи, яровой пшеницы и клевера лугового [5, 6].

Результаты исследования. Первые культуры севооборота по-разному реагировали на использование сидерального пара (рис. 1). Так, в 2016 г. средняя урожайность зерна озимой ржи достоверно увеличилась до 3,40 т з.е./га по сидеральному клеверному пару с высоким фоном и до 3,33 т з.е./га – с повышенным фоном агрохимических показателей. Прибавка составляла 0,19–0,26 т з.е./га относительно средней урожайности по чистому пару при НСР₀₅ 0,13 т з.е./га. Заделка горохо-овсяной смеси в качестве зелёного удобрения на фоне с низким уровнем агрохимических показателей обеспечила урожайность озимой ржи 3,38 т з.е./га, что было на уровне данного показателя по клеверному пару с высоким агрофоном. Таким образом, первая культура севооборота дала существенную прибавку урожайности зерна при использовании бобового компонента в биоценозе сидератов. Сидеральный горчичный пар по урожайности озимой ржи был на уровне чистого пара.

Вторая культура севооборота – яровая пшеница – отозвалась на использование клеверного и горчичного сидеральных паров. По горчичному сидеральному пару прибавка урожайности зерна яровой пшеницы составляла 0,16 т з.е./га при НСР₀₅ 0,06 т з.е./га. По сидеральному горохо-овсяному пару урожайность пшеницы 2,82 т з.е./га осталась на уровне данного показателя в контрольном варианте. Наибольшая урожайность зерна второй культуры севооборота получена по клеверному сидеральному пару с повышенным и высоким уровнем агрохимических показателей, составив 3,29 и 3,47 т з.е./га соответственно.

Следовательно, использование клевера лугового как средоулучшающей культуры в качестве зелёного удобрения имеет положительное последствие и на второй год после заделки за счёт использования растениями азота, высвобождавшегося по мере разложения его органической массы.

Корреляционный анализ выявил, что сбор зерновых единиц клевера лугового имеет отрицательную среднюю корреляционную связь ($r = 0,37$)

с урожайностью зерна покровной культуры – яровой пшеницы урожая 2017 г. Так, в варианте с сидеральным клеверным паром с повышенным и высоким уровнями агрохимических показателей отмечено существенное снижение сбора зерновых единиц клевера – на 0,57 т з.е./га по сравнению с чистым паром при НСР₀₅ 0,17 т з.е./га. В вариантах с горчичным и горохо-овсяным сидеральными парами урожайность зерновых единиц клевера была на уровне данного показателя в контрольном варианте.

Таким образом, сидеральные пары не оказали положительного влияния на урожайность клевера 1-го года пользования, а по клеверному пару отмечено существенное снижение данного показателя. Такой результат можно связать с таким явлением как «клевероутомление» почвы, которое является следствием накопления грибных болезней и развития антагонистов клубеньковых бактерий. Поэтому в севообороте клевер не стоит возвращать на прежнее место ранее четырёх-пяти лет [7].

Проведённое исследование (2015–2018 гг.) позволило выявить зависимость урожайности культур звена зернопаротравяного севооборота от системы зяблевой обработки почвы с разной степенью её минимализации. Наибольшая урожайность зерна озимой ржи – 4,23 т з.е./га получена при поверхностном рыхлении почвы на глубину 8 см с прикорневой подкормкой азотным удобрением по сидеральному клеверному пару с высоким фоном агрохимических показателей. Однако в зависимости от системы обработки почвы в среднем по вариантам опыта данный показатель не имел достоверных различий (рис. 2).

Урожайность яровой пшеницы – второй культуры после пара, зависела от системы зяблевой обработки почвы. В среднем по опыту вспашка (контроль) обеспечила наибольшую урожайность – 3,45 т з.е./га. Применение комбинированной системы обработки почвы снизило урожайность на 0,23 т з.е./га, мелкой безотвальной – на 0,51 т з.е./га при НСР₀₅ 0,18 т з.е./га.

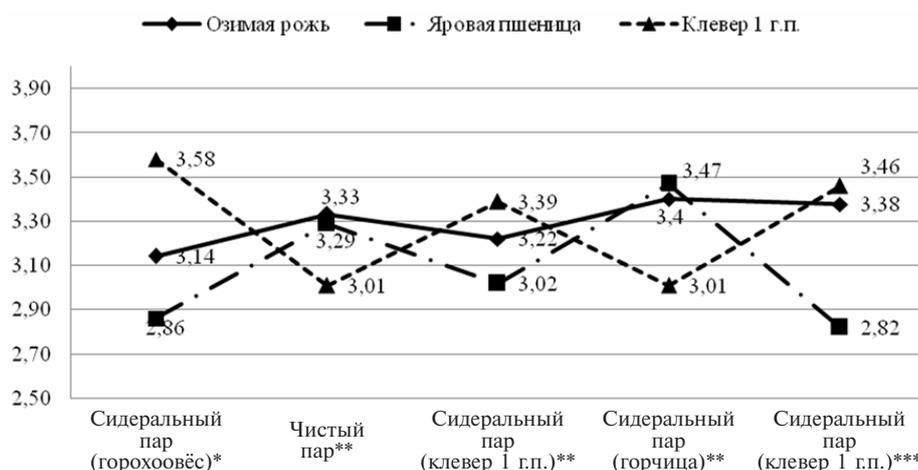


Рис. 1 – Влияние вида пара на урожайность культур звена севооборота, т з.е./га (2016–2018 гг.)

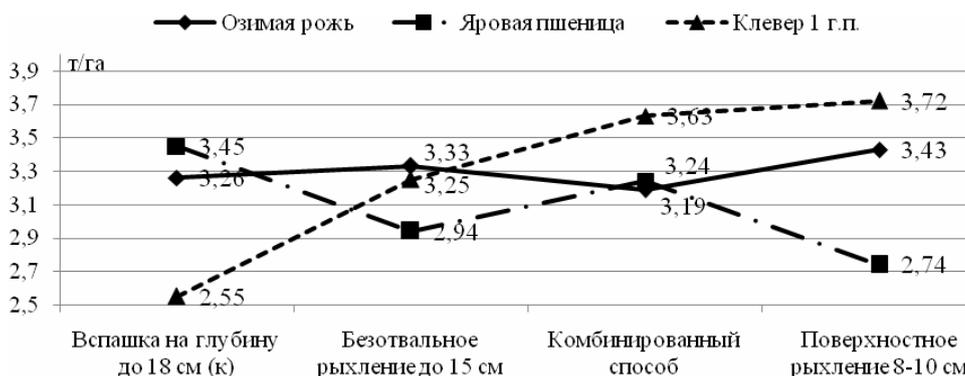


Рис. 2 – Влияние способа зяблевой обработки почвы на урожайность культур звена севооборота, т з.е/га (2016–2018)

В варианте с наибольшей в опыте степенью минимизации обработки почвы отмечено максимальное снижение урожайности зерна яровой пшеницы – 0,71 т з.е/га, урожайность при этом составляла 2,74 т з.е/га.

Анализ полученных данных за 2018 г., напротив, показал достоверное увеличение сбора зерновых единиц клевера до 3,25–3,72 т з.е/га в зависимости от всех изучаемых систем обработки почвы относительно отвальной (2,55 т з.е/га) при НСР_{0,5} 0,37 т з.е/га. Отмечено также, что поверхностное рыхление почвы с наибольшей степенью минимизации обработки существенно – на 0,47 т з.е/га – повысило урожайность зерновых единиц клевера относительно безотвального рыхления почвы на глубину до 10–12 см.

Положительное влияние на величину урожайности зерновых культур оказывало внесение минеральных удобрений (рис. 3). Эффективность весенней подкормки озимой ржи азотными удобрениями существенно зависит от количества осадков и температуры в этот период [8]. Так, в условиях 2016 г. весенняя прикорневая подкормка озимой ржи аммиачной селитрой в среднем по опыту увеличила урожайность зерна на 0,63 т з.е/га при НСР_{0,5} 0,09 т з.е/га. Предпосевное внесение (NPK)₄₅ под яровую пшеницу также обеспечило значительную прибавку урожайности – 1,33 т з.е/га. Однако при таком использовании удобрений в среднем по опыту отмечалось снижение сбора зерновых единиц клевера – третьей культуры севооборота, на 0,78 т з.е/га. Полученный результат реакции клевера на внесение минеральных удобрений (NPK)₄₅ совпадает с выводами исследователей предыдущих лет о том, что эта культура отрицательно реагирует на внесение азотных удобрений. Поэтому рекомендуется на окультуренных дерново-подзолистых почвах под клевер не вносить азотные минеральные удобрения, а на слабоокультуренных почвах дозы должны быть снижены до 30 кг/га д.в. [9].

В среднем за четыре года исследования наибольшая продуктивность культур звена севооборота пар (чистый/сидеральный), озимая рожь, яровая пшеница, клевер 1-го года пользования 3,35 т з.е/га

получена при комбинированной системе зяблевой обработки почвы (табл.). Рентабельность при этом составляла 213%, превысив данный показатель на 14–36% относительно других изучаемых систем почвообработки. Однако самую высокую энергетическую эффективность продемонстрировала поверхностная обработка почвы с наибольшей в опыте степенью минимизации. Коэффициент энергетической эффективности в среднем за четыре года исследования был равен 6,18.

Средние показатели эффективности сидеральных паров с различными культурами, используемыми в качестве сидерата, на фонах с разным уровнем агрохимических свойств изменялись незначительно. Так, рентабельность колебалась в пределах 197–195%, отмечено некоторое её снижение при использовании горохо-овсяной смеси на сидерат до 183%. Коэффициент энергетической эффективности оставался высоким – 5,39–5,81. По чистому пару с повышенным уровнем агрохимических показателей КЭЭ увеличился до 6,11 за счёт повышения урожайности клевера в этом варианте.

Расчёт и анализ показателей экономической и энергетической эффективности применения минеральных удобрений в звене севооборота пар (чистый/сидеральный), озимая рожь, яровая пшеница, клевер 1-го года пользования показали, что при современных рыночных ценах весенняя



Рис. 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность культур звена севооборота, т з.е/га (2016–2018 гг.)

Эффективность систем основной обработки почвы с разной степенью минимализации и применения минеральных удобрений в зернопаротравяном севообороте с разным видом пара (2015–2018 гг.)

Вид пара (А)	Показатель	Система обработки почвы (В)					Минеральные удобрения (С)	
		О	Б	К	П	Ср.	Б/у	N ₇₅ P ₄₅ K ₄₅
Пар чистый (к)	урожайность, т з.е./га	3,11	3,37	3,16	3,14	3,19	2,99	3,39
	рентабельность, %	192	219	218	203	208	231	185
	КЭЭ	5,37	6,58	6,43	6,03	6,11	6,32	5,89
Сидеральный пар (клевер 1-го г.п.)	урожайность, т з.е./га	3,26	3,12	3,23	3,24	3,21	3,00	3,43
	рентабельность, %	190	199	197	196	195	224	167
	КЭЭ	6,63	5,42	5,31	5,88	5,81	5,34	5,50
Сидеральный пар (горчица)	урожайность, т з.е./га	3,12	3,14	3,38	3,20	3,21	3,01	3,41
	рентабельность, %	183	191	223	193	197	215	180
	КЭЭ	5,38	5,25	5,78	6,60	5,75	5,78	5,73
Сидеральный пар (клевер 1-го г.п.)	урожайность, т з.е./га	2,97	3,19	3,37	3,64	3,29	3,03	3,55
	рентабельность, %	163	196	215	216	197	211	184
	КЭЭ	4,88	4,91	5,77	6,01	5,39	5,31	5,48
Сидеральный пар (горохо-овёс)	урожайность, т з.е./га	3,01	3,06	3,60	3,24	3,23	2,91	3,55
	рентабельность, %	158	176	213	187	183	195	171
	КЭЭ	5,79	4,67	6,15	6,38	5,75	6,07	5,42
Среднее	урожайность, т з.е./га	3,09	3,18	3,35	3,29		2,99	3,46
	рентабельность, %	177	196	213	199		215	177
	КЭЭ	5,61	5,37	5,89	6,18		5,76	5,61

прикорневая подкормка озимой ржи аммиачной селитрой N₃₀ в 2016 г. и предпосевное внесение минеральных удобрений под яровую пшеницу (NPK)₄₅ в 2017 г. в среднем на 38% снижали рентабельность производства сельскохозяйственной продукции. Это также объясняется снижением урожайности клевера при внесении минеральных удобрений. Коэффициент энергетической эффективности при этом изменился незначительно.

Выводы

1. Использование клевера лугового как средоулучшающей культуры в качестве зелёного удобрения имеет положительное последствие и на второй год после заделки за счёт использования растениями азота, высвобождавшегося по мере разложения его органической массы и накопленным в результате азотфиксирующей деятельности клевера.

2. В зернопаротравяных севооборотах с клевером луговым неэффективно использовать его же в качестве сидеральной культуры, т.к. в варианте с сидеральным клеверным паром отмечается существенное снижение сбора зерновых единиц клевера – на 0,57 т з.е./га по сравнению с чистым паром. Или необходимо включать в севооборот между клеверами дополнительную культуру, желательнее пропашную, чтобы клевер вернулся на прежнее место не ранее, чем через 4 года.

3. В среднем за четыре года исследования наибольшая продуктивность культур звена севооборота пар (чистый / сидеральный), озимая рожь, яровая пшеница, клевер 1-го года пользования 3,35 т з.е./га получена при комбинированной системе зяблевой обработки почвы. Рентабельность при этом составила 213%, КЭЭ – 5,89. Выявлено, что поверхностная обработка почвы с большей в опыте степенью минимизации наиболее энергетически эффективна, КЭЭ – 6,18.

Литература

- Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. 2006. № 5. С. 12–14.
- Почвозащитная ресурсо- и энергосберегающая технология возделывания зерновых культур в Удмуртской Республике / Л.П. Смоленцев, В.П. Ковриго, В.М. Холзаков [и др.]. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. 2000. 93 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М., 1985. 124 с.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Изд. 5-е доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
- Типовые нормативно-технологические карты по производству основных видов растениеводческой продукции. М.: Изд-во с.-х. РФ, ЦНЗФ ФГУ Роснисагропром, 2004. 385 с.
- Вафина Э.Ф., Сутыгин П.Ф. Энергетическая оценка эффективности приёмов возделывания полевых культур: учеб. пособ. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. 62 с.
- Надежкин С.Н., Кузнецов И.Ю., Баймиев Х.М. Усовершенствованная технология возделывания клевера лугового // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2007. № 10. С. 10–13.
- Дзюин Г.П., Дзюин А.Г. Минеральный азот в адаптивно-ландшафтном земледелии: монография / ФГБНУ Удмуртский НИИСХ. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. 2016. 156 с.
- Холзаков В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в нечернозёмной зоне: монография / Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2006. 436 с.