(cc) BY

Сабитов Марат Мансурович
канд. с.-х. наук, заведующий отделом
ФГБНУ «Ульяновский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»
г. Ульяновск, Ульяновская область

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗНЫМ УРОВНЯМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация*: изучались технологии возделывания яровой пшеницы, идущей по озимой пшеницы по чистому пару с использованием отечественных сельскохозяйственных машин и районированных сортов местной селекции. Экстенсивная технология ориентирована на использование естественного фона плодородия почвы, включая систему вспашки без применения удобрений и средств защиты растений. Нормальная технология включает почвозащитную обработку почвы с применением стартовых доз удобрений и в минимуме средств защиты растений от сорной растительности и болезней. Интенсивная технология рассчитана на получение планируемого урожая с высоким качеством зерна и применением интегрированной системой защиты растений, с использованием отечественной техники. Применяемые технологии под яровую пшеницу позволяют обеспечивать благоприятный водно-воздушный и питательный режимы почвы, а также оптимально сочетать удобрения и средства защиты растений при различных способах основной обработки почвы. Поэтому фактический уровень интенсификации агротехнологий в хозяйствах может выбираться в зависимости от производственно-ресурсного потенциала товаропроизводителя. Наибольшая урожайность яровой пшеницы отмечена по системе вспашки при поддерживающей дозе удобрений и интегрированной защите растений 3,28 т/га, прибавка зерна на этом варианте составила к абсолютному контролю – 1,16 т/га. В этом сказалось положительное влияние удобрений и средств защиты. Энергетическая оценка показала, что примене-*

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

ние средств защиты растений повышало затраты совокупной энергии от 1,47 до 43,53 тыс. МДж/га по отношению к варианту без средств защиты. При этом количество накопленной энергии с основной и побочной продукцией увеличивалось на 3,7–18,4%. Наибольший коэффициент энергетической эффективности составил 6,63 при использовании интенсивной технологии с применением дифференцированно-минимизированной обработки почвы без удобрений и с эпизодической защитой растений от сорняков.

***Ключевые слова**: технология, обработка почвы, водопрочность, сложение почвы, запасы влаги, биологическая активность, засоренность, урожайность, эффективность.*

Современный уровень развития науки и сельскохозяйственной техники позволяют предложить сегодня сельхозтоваропроизводителям различные варианты основной зяблевой обработки почвы под яровые культуры. Выбор рациональных вариантов систем основной обработки почвы должен осуществляться специалистами хозяйств с учетом почвенно-климатических условий, лесистости территории и облесенности полей, засоренности их сорняками, а также требований культурных растений к агрофизическим свойствам почвы и сложившихся конкретных погодных, почвенных и других условий на каждом поле. И в хозяйствах, особенно крупных, целесообразно иметь минимум две системы земледелия, различающиеся степенью интенсификации производства (т. е. уровнем применения техники, мелиорации земель, удобрений, пестицидов и других средств интенсификации, в зависимости от почвенно-климатических и экономических условий) [1; 2; 3; 4].

В связи с этим исследования, проводимые по адаптивной интенсификации земледелия, т. е. освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия с пакетами агротехнологий различных уровней интенсификации, вполне актуальны.

Целью исследований являлась разработка агротехнологий возделывания яровой пшеницы различной интенсификации в лесостепи Среднего Поволжья, обеспечивающие повышение урожая на 10–15%.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый со следующей агрохимической характеристикой: $pH_{сол.}$= 6,8; сумма поглощенных оснований 48,6 мг.экв./100 г почвы, содержание гумуса – 6,35%; P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) P_2O_5 – 22,5 мг, K_2O – 11,9 мг/100 г почвы.

В опытах испытывали различные агротехнологии, предложенные В.И. Кирюшиным [1]:

1. Экстенсивная – используется на естественном плодородии почв без применения удобрений и других химических средств.

2. Нормальная – обеспечивается минеральными удобрениями и пестицидами в минимуме, который позволяет осваивать почвозащитные системы земледелия и поддерживать средний уровень окультуренности почв.

3. Интенсивная – удобрения рассчитываются на получение планируемого урожая с высоким качеством с применением интегрированной системой защиты растений, которая позволяет освоить дифференцированно-минимизированную обработку почвы.

В опытах возделывался один сорт яровой пшеницы Симбирцит, который положительно реагировал как на интенсивный фон, так и на естественный. В среднем за годы исследований сорт Симбирцит формировал густой продуктивный стеблестой 420–445 шт./м^2. По устойчивости к болезням Симбирцит превосходил естественный фон плодородия, и на вариантах с интенсивным фоном применения средств защиты корневыми гнилями и мучнистой росой поражался меньше.

Сроки посева – оптимальные для зоны возделывания. Норма высева 5,5 млн. зерен. Глубина заделки семян 5–6 см.

В экстенсивной агротехнологии применялась система вспашки. Вспашка отвальным плугом ПН-4–35 под яровую пшеницу на глубину 20–22 см.

В нормальной агротехнологии применялась почвозащитная комбинированная система. Обработка под яровую пшеницу проводилась орудием ОПО-4,25 на глубину 12–14 см.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

В интенсивной агротехнологии применялась дифференцированно минимизированная система. Под яровую пшеницу проводилась поверхностная обработка почвы орудием БДМ-3 на глубину 10–12 см (борона дисковая модернизированная).

Поперек вариантов основной обработки почвы изучались три варианта внесения минеральных удобрений.

В экстенсивной агротехнологии система удобрений не применялась.

В нормальной агротехнологии система удобрений применялась поддерживающая. Под яровую пшеницу азотные удобрения вносились под культивацию N_{34} и при посеве вносились сложные удобрения $N_{16}P_{16}K_{16}$.

В интенсивной агротехнологии система удобрений применялась программированная. Под яровую пшеницу удобрения вносились под культивацию N_{20}+$N_{32}P_{32}K_{32}$ и при посеве вносились сложные удобрения $N_{32}P_{32}K_{32}$.

По вариантам основной обработки почвы размещались делянки защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Размещение делянок систематическое.

В экстенсивной агротехнологии система защиты была пассивной – без средств защиты.

В нормальной агротехнологии система защиты применялась эпизодическая – гербициды против малолетних, многолетних и злаковых сорных растений.

В интенсивной агротехнологии система защиты применялась интегрированная – гербициды против сорной растительности и фунгициды против основных болезней культурных растений, а также антистрессовый стимулятор (препарат для стимуляции роста, развития, повышения устойчивости к болезням, вредителям, химическим, пестицидным отравлениям, заморозкам, засухе и другим стрессам сельскохозяйственных культур).

В опыте использовался системный гербицид против однолетних двудольных, в том числе устойчивых к 2,4 Д и МЦПА, и некоторых многолетних корнеотпрысковых сорняков; двухкомпонентный системный фунгицид Колосаль Про

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

вносили для борьбы с комплексом заболеваний стебля, листьев и колоса с нормой расхода препарата 0,3 л/га; двухкомпонентный инсектицид Борей для борьбы с широким спектром грызущих и сосущих вредителей с нормой расхода препарата 0,1 л/га; микробиологическое удобрение Экстрасол для защиты растений от широкого спектра патогенной микрофлоры, с нормой расхода препарата 1 л/га. Все препараты вносились в фазу кущения культур до начала трубкования в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200.

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием комбайном «Нива-Эффект». Опыты проводились на полях отдела земледелия ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ».

Результаты. В агрономическом отношении наиболее ценна мелкокомковатая и зернистая структура почвы пахотного горизонта с размерами комочков диаметром >0,25 мм. Очень важное качество почвенной структуры – её водопрочность, т. е. неразмываемость агрегатов водой [5; 6].

Анализируя данные по водопрочности почвы, можно констатировать, что агрономически ценных водопрочных агрегатов (диаметром >0,25 мм) под посевами яровой пшеницы содержалось от 80,1 до 82,4% (табл. 1).

Таблица 1

Влияние технологий возделывания яровой пшеницы на агрофизические и биологические свойства в пахотном слое почвы (2011–2014 гг.)

Технология	Водопрочных агрегатов, %	Плотность, г/см^3	Запасы продуктивной влаги, мм		Биологическая активность, %
			В кущение	В полную спелость	
Экстенсивная	80,1	1,16	32,9	19,9	35,3
Нормальная	82,4	1,20	29,0	18,5	35,5
Интенсивная	80,1	1,22	29,9	14,1	38,6

Примечание: 1. Экстенсивная (система вспашки – орудием ПН-4,35 на гл. 20–22 см). 2. Нормальная (почвозащитная комбинированная – орудием ОПО-4,25 на гл. 12–14 см). 3. Интенсивная (дифференцированно-минимизированная – орудием БДМ-3 на гл. 10–12 см).

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

В среднем за годы исследований плотность пахотного слоя почвы под посевами яровой пшеницы показала, что замена экстенсивной технологии нормальной и интенсивной позволяла регулировать её в пределах оптимального интервала для зерновых культур – 1,16–1,22 г/см^3. Следует отметить, что поверхностная обработка почвы способствовала формированию более плотного сложения, чем система вспашки – 0,06 г/см^3. И это говорит о том, что при такой обработке почвы нижние слои практически не подвергались воздействию почвообрабатывающими орудиями, поэтому эту величину плотности можно рассматривать как равновесную. Это свидетельствует о том, что равновесная средняя плотность нижних слоев почвы совпадает с оптимальной.

В среднем за исследуемые годы, в весенний период, выпадало недостаточное количество осадков для растений, и при этом создавался дефицит влаги вследствие высокой испаряемости и запасы продуктивной влаги накапливались в основном за счет зимних осадков. В этой связи в системе агротехнических мероприятий значение имеют приемы регулирования водного режима почвы [7; 8; 9]. Так, наибольшие запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы во все фазы развития яровой пшеницы было отмечено по вспашке 32,9 и 19,9 мм. Хотя надо отметить, что разница между вариантами была незначительной и составляла 3,0–5,8 мм. Биологическая активность почвы под посевами яровой пшеницы в пахотном слое варьировала от 35,3 до 38,6%, где наибольшее разложение ткани было отмечено по интенсивной технологии.

Таким образом, можно отметить, что при таких параметрах в почве одновременно достаточно было воды, воздуха и доступных для растений питательных веществ. Это указывает на то, что возможно обработка отвальными, плоскорежущими и поверхностными орудиями, которые способствовали укреплению почвенных агрегатов и повышению их водопрочности в пахотном слое почвы.

Мировая практика и передовой отечественный опыт имеют в своем арсенале большой спектр средств и приемов борьбы с вредными объектами при возделывании сельскохозяйственных культур, но как подтверждают многочис-

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

ленные исследования, применяемые ранее методы перестали обеспечивать достижение должного эффекта, что стало причиной поиска новых подходов к защите растений и послужило толчком к разработке и применению на практике комплексных систем мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков [10; 11; 12; 13; 14; 15].

Внедряя все более новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур невозможно без надежной комплексной защиты растений, так как это одно из важнейших направлений повышения продуктивности агроландшафтов. В связи с вышеперечисленным большое практическое значение приобретает изучение защиты растений, её экономической эффективности и экологической безопасности.

Так, в посевах яровой пшеницы в среднем за годы исследований средняя засоренность составила 22,9–26,0 шт./м, где наибольшее количество сорных растений наблюдалось на фоне почвозащитной комбинированной обработке почвы.

Значительная часть засоренности в посевах яровой пшеницы было, как корневищными, так и корнеотпрысковыми сорняками, которые требуют дополнительных обработок. Преобладающие виды в посевах яровой пшеницы среди малолетних сорняков наблюдались горец вьюнковый, лебеда, марь белая, щирица, пастушья сумка, овсюг, многолетних – бодяк, полынь обыкновенная, осот и вьюнок полевой.

Эффективным приемом борьбы с сорняками в посевах яровой пшеницы являлось интегрированная система применения средств защиты растений. Изучаемые препараты показали высокую биологическую эффективность против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков (84,1–91,3 и 80,8–93,3%). Через месяц после обработки сорняки или погибали, или находились в сильно угнетенном состоянии, не оказывая отрицательного влияния на развитие растений яровой пшеницы до её уборки урожая.

Урожайность яровой пшеницы в среднем за годы исследований составила 2,65–3,28 т/га, где наибольшая ее урожайность отмечена по системе вспашки с

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

поддерживающей дозой внесения удобрений и интегрированной защитой растений (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от технологий возделывания, т/га (2011–2014 гг.)

А. Способы обработки почвы	В. Варианты удобрений	С. Варианты защиты растений		
		Без средств защиты	Эпизодическая	Интегрированная
Система вспашки	Без удобрений	2,66	2,78	3,03
	Поддерживающее	2,77	3,02	3,28
	Программированное	2,66	2,87	2,96
Почвозащитная комбинированная	Без удобрений	2,67	2,91	2,95
	Поддерживающее	2,77	3,04	3,09
	Программированное	2,76	2,93	3,03
Дифференцированно-минимизированная	Без удобрений	2,65	2,97	3,09
	Поддерживающее	2,98	3,14	3,24
	Программированное	2,95	3,06	3,11
А-0,237–0,163; В-0,168–0,192; С-0,216–0,132; АВ-0,162–0,194; АС-0,143; ВС-0,375–0,116; АВС-0,259				

Примечание: 1. Экстенсивная (система вспашки – орудием ПН-4,35 на гл. 20–22 см); 2. Нормальная (почвозащитная комбинированная – орудием ОПО-4,25 на гл. 12–14 см); 3. Интенсивная (дифференцированно-минимизированная – орудием БДМ-3 на гл. 10–12 см).

Урожайность яровой пшеницы на фоне естественного плодородия (экстенсивная технология – контроль) составила 2,66 т/га. На вариантах без средств защиты растений на фоне удобрений по интенсивной технологии получено дополнительно 0,29–0,32 т/га урожая яровой пшеницы по сравнению с контролем.

От совместного применения удобрений и гербицидов на эпизодической защите растений от сорняков прибавка урожая яровой пшеницы составила – 0,21–0,48 т/га, а по вариантам интегрированной системе защиты прибавка составила – 0,30–0,62 т/га.

Таким образом, наибольшая урожайность яровой пшеницы была получена по экстенсивной и интенсивной технологиям с поддерживающим применением

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

удобрений и интегрированной системы защиты растений от сорной растительности (3,24 и 3,28 т/га).

При оценке некоторых элементов плодородия установлена тесная корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от засоренности малолетними и многолетними сорняками (r = -0,76), запасом продуктивной влаги (r = 0,38), биологической активностью (r = 0,77) и содержанием нитратного азота (r = 0,50).

В последние годы предпочтение стали отдавать энергетической оценке агроприёмам, дающей возможность определить производительность экосистемы, оценить ее потенциальный ресурс, сравнить и выбрать наиболее приемлемый способ хозяйственного использования для каждого конкретного случая.

Наиболее полно проблемы агроценозов в эколого-энергетическом аспекте представлены в трудах Г.А. Булаткина [16; 17].

Г.А. Булаткин (1991) отмечал необходимость современных технологий возделывания культур и выявление наиболее экономичных вариантов, которые позволяют снизить нагрузку на агроэкосистемы и ландшафты.

Расчеты энергетической эффективности наших опытов показали, что дополнительные меры по уничтожению сорняков, а также применение удобрений в посевах сопровождалось увеличением энергозатрат.

Так, применение эпизодической защиты растений затраты совокупной энергии повышались на 1,47–1,54 тыс. МДж/га, а по интегрированной – 14,26–43,53 тыс. МДж/га по отношению к варианту без средств защиты (табл. 3).

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Таблица 3

Энергетическая эффективность в зависимости от технологий возделывания яровой пшеницы (2011–2014 гг.)

Технология	Варианты удобрений	Защита растений от сорняков								
		Затраты совокупной энергии, тыс. МДж/га			Накопление энергии основной и побочной продукцией, тыс. МДж/га			Коэффициент энергетической эффективности		
		Без средств защиты	Эпизодическая	Интегрированная	Без средств защиты	Эпизодическая	Интегрированная	Без средств защиты	Эпизодическая	Интегрированная
1	A	16,58	18,06	30,87	97,13	101,51	110,63	5,86	5,62	3,58
	B	18,67	20,18	60,26	101,14	110,27	119,76	5,42	5,46	1,99
	C	19,66	21,17	61,19	97,13	104,79	108,08	4,94	4,95	1,77
2	A	15,09	16,60	29,35	97,49	106,25	107,71	6,46	6,40	3,67
	B	17,18	18,70	58,71	101,14	111,00	112,83	5,89	5,94	1,92
	C	18,20	19,69	59,72	100,78	106,98	110,63	5,54	5,43	1,85
3	A	14,82	16,36	29,13	96,76	108,44	112,83	6,53	6,63	3,87
	B	16,97	18,46	58,49	108,81	114,65	118,30	6,41	6,21	2,02
	C	17,99	19,47	59,48	107,71	111,73	113,56	5,99	5,74	1,91

Примечание: 1. Экстенсивная (система вспашки – орудием ПН-4,35 на гл. 20–22 см); 2. Нормальная (почвозащитная комбинированная – орудием ОПО-4,25 на гл. 12–14 см); 3. Интенсивная (дифференцированно-минимизированная – орудием БДМ-3 на гл. 10–12 см). А – без удобрений; В – поддерживающее; С – программированное.

При этом количество накопленной энергии с основной и побочной продукцией увеличивалось на 3,7–18,4%. Коэффициент энергетической эффективности по экстенсивной технологии составил от 1,77 до 5,86, нормальной от 1,85 до 6,46 и интенсивной от 1,91 до 6,63.

Таким образом, энергетическая оценка показала, что наиболее высокоэффективное производство яровой пшеницы оказалось при использовании интенсивной технологии с применением дифференцированно-минимизированной обработки почвы без удобрений и с эпизодической защитой растений от сорняков.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Выводы.

1. Выявлена высокая структурообразующая роль ресурсосберегающих способов обработки почвы. Эти приемы обеспечили содержание в черноземной тяжелосуглинистой почве агрономически ценных водопрочных агрегатов от 80,1 до 82,4%.

2. Плотность почвы находилась в пределах оптимального интервала для возделывания яровой пшеницы 1,16–1,22 г/см^3.

3. Наибольшие запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы в фазу кущения и в период уборки яровой пшеницы было отмечено по вспашке 32,9 и 19,9 мм. Разница между вариантами была незначительной и составляла от 3,0 до 5,8 мм.

4. Наибольшая биологическая активность почвы под посевами яровой пшеницы отмечена по интенсивной технологии – 38,6%.

5. Наименьшую засоренность посевов яровой пшеницы обеспечивала интегрированная система защиты растений, при использовании которой отмечена наибольшая эффективность против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков (84,1–91,3 и 80,8–93,3% от уровня контроля).

6. Наилучшие результаты по продуктивности яровой пшеницы получены по экстенсивной технологии, где применяли систему вспашки – 3,28 т/га, с поддерживающей дозой внесения удобрений и интегрированной защитой растений, где получена наибольшая прибавка урожая (0,62 т/га).

7. Дополнительные меры по уничтожению сорняков и применение удобрений сопровождалось увеличением энергозатрат на 1,47–43,53 тыс. МДж/га по отношению к варианту без средств защиты. Наибольший коэффициент энергетической эффективности (6,63 единиц) был получен по интенсивной технологии с применением дифференцированно-минимизированной обработки почвы без удобрений и с эпизодической защитой растений от сорняков.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

2. Сабитов М.М. Эффективность технологий возделывания озимой пшеницы при различных уровнях интенсификации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – №1 (50). – С. 41–46.

3. Guidelines: land evaluation for rainfed agriculture. – Rome: FAO, 1983. – 237 p.

4. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. – FAO Land and Water Bull. 5. – Rome, 199.

5. Почвоведение: учеб.-метод. пособие / сост. Л.П. Галеева. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. – 95 с.

6. Handbook of soil science (M.E. Sumner ed.). – CRC Press, 2000.

7. Шарипова Р.Б. Климатическая составляющая урожаев зерновых культур по зонам Ульяновской области / Р.Б. Шарипова, М.М. Сабитов, А.В. Орлов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №3 (23). – С. 34–36.

8. Хусаинов Р.Р. Влияние приемов основной обработки почвы и фонов питания на водный и питательный режимы посевов озимой ржи // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – №1 (27). – С. 135–138.

9. Parkhomenko S., Robert P.C., Rogasik J., Schnug E. Profitability analysis of Precision Agriculture: A case study from Germany // Proc. of 4th Int. Conf. on Precision Agriculture. – 1999.

10. Баракина Е.Е. Агроэкологическое состояние плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Краснодар, 1970. – 23 с.

11. Сабитов М.М., Шарафутдинов М.Х. Эффективность нового препарата в системе защиты яровой пшеницы против сорной растительности в условиях Ульяновской области // АПК Юга России: состояние и перспективы: сборник докладов Региональной научно-практической конференции (15–17 октября 2014 года). – Майкоп: Изд-во «Магарин О.Г.», 2014. – С. 185–189.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

12. Березников Г.А. Актуальность экономических исследований в защите растений / Г.А. Березников, В.И. Слободянюк // Интегрированная защита растений от вредных организмов: сб. науч. тр. – Воронеж, 1991. – С. 109–113.

13. Защита растений: сборник научных трудов. Вып. 35 / гл. ред. Л.И. Трепашко. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип., 2011. – 336 с.

14. FAO. FELSIM: An international framework for evaluating sustainable land management. World Soil Resource Rep. – 73. – Rome, 1993.

15. FAO World Reference Base for Soil Resources // World Soil Resources Reports, 84. – Rome, Italy, 1998. – 88 p.

16. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов. – Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1986. – 209 с.

17. Булаткин Г.А. Энергетические проблемы сохранения плодородия пахотных почв // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – №1. – С. 60–66.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)