

УДК 633.11; 631.153.7

Эффективность технологий возделывания озимой пшеницы при различных уровнях интенсификации

Сабитов Марат Мансурович, кандидат с.-х. наук, зав. отделом

ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», г. Ульяновск, Россия

E-mail: m_sabitov@mail.ru

Изучались технологии возделывания озимой пшеницы, идущей 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 системы защиты растений, с использованием отечественной техники. Применяемые технологии под озимую 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 озимой пшеницы отмечена по системе вспашки в варианте с программируемой системой удобрения и интегрированной защитой растений 3,11 т/га, прибавка зерна в этом варианте составила - 0,35 т/га. Оценка экономической эффективности применения минеральных удобрений и средств защиты растений показала, что себестоимость зерна озимой пшеницы увеличивалась на 9,5-12,9% по сравнению с контрольными вариантами. Затраты труда на основную обработку почвы сократились на 2,6-6,1%, а на средства защиты и удобрения по вариантам увеличивались на 7,1-25,0%. Наибольший чистый доход с 1 га и более высокую рентабельность обеспечили варианты по дифференцированно-минимизированной обработке почвы без средств защиты растений, с применением поддерживающей системы удобрения.

Ключевые слова: обработка почвы, агротехнология, сложение почвы, запасы влаги, биологическая активность, засоренность, урожайность, эффективность

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических операций по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении определенной экономической эффективности. Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, обработку почвы, удобрения и защиту растений, те есть являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия [1]. И проводимые исследования на сегодняшний день по адаптивной интенсификации земледелия, т. е. освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия с пакетами агротехнологий различных уровней интенсификации вполне актуальны.

Цель исследований – разработка технологий возделывания озимой пшеницы различной интенсификации, обеспечивающих повышение урожайности на 10-15% в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материал и методы. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный средне-мощный среднесуглинистый со следующей агрохимической характеристикой: $pH_{\text{сол}}$ – 6,8; сумма поглощенных оснований – 48,6 мг-экв./100 г почвы, содержание гумуса – 6,35%; P_2O_5 – 225 мг, K_2O – 119 мг/кг почвы (по Чирикову).

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, применяется интегрированная система защиты растений, которая позволяет освоить дифференцированно-минимизированную обработку почвы.

В опыте возделывался сорт озимой пшеницы Харьковская 92, который положительно реагировал как на интенсивный фон, так и на естественный. Характеризовался повышенной зимостойкостью, практически на уровне сорта Мироновская 808. В среднем за годы исследований сорт Харьковская 92 формировал густой продуктивный стеблестой – 512 м². По устойчивости к болезням Харьковская 92 превосходил сорт Мироновская 808 и в естественных условиях 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 отвальным плугом ПН-4-35 под пар чистый на глубину 25-27 см. В нормальной агротехнологии применялась почвозащитная комбинированная система. Обработку под пары проводили безотвальным плугом со стойкой СибИМЭ на глубину 20-22 см. В интенсивной агротехнологии применялась дифференцированно - минимизированная система. Под пары проводили гребнекульную обработку почвы орудием ОП-3С на глубину 12-14 см (орудие разработано и изготовлено в ГНУ НИИСХ Юго-Востока и ОАО «Волгодизельаппарат»).

При всех технологиях под озимую пшеницу на чистом пару, по мере отрастания сорной растительности, проводили 4 культивации орудием КПС-4,0. Первые три культивации на глубину 10-12 см, последняя на глубину посева семян на 5-6 см.

Поперек вариантов основной обработки почвы изучали три варианта внесения минеральных удобрений. В экстенсивной агротехнологии система удобрения не применялась. В нормальной агротехнологии система удобрений применялась поддерживающая. Под озимую пшеницу вносились удобрения в дозах N16P16K16 при посеве и весной в подкормку N34.

В интенсивной агротехнологии система удобрения применялась программированная. Удобрения под озимую пшеницу вносили дробно в дозах N16P16K16 под культивацию, N16P16K16 – при посеве, весной в подкормку – N10+ N32P32K32.

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 с.-х. культур).

В опыте использовали 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 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 вносили в фазу кущения культур до начала трубкования в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200.

Уборку урожая проводили прямым комбайнированием комбайном СК-5 «Нива». Опыты проводили на полях отдела земледелия ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ».

Результаты и их обсуждение. Проведенные ранее исследования по плотности почвы на выщелоченных черноземах Ульяновского НИИСХ показывали рыхлое сложение по всем изучаемым системам обработки чистого пара как весной, так и осенью на посевах озимых от 0,88 до 0,96 г/см³ [2].

Наблюдения за динамикой плотности пахотного слоя почвы под посевами озимой пшеницы за последние три года показали, что замена системы вспашки почвозащитными комбинированными и дифференцированно-минимизированными обработками позволяет регулировать её в пределах оптимального интервала в верхних слоях 0-10 см – 1,10-1,17 г/см³. В нижних слоях почвы 10-20 и 20-30 см почвы почвозащитные комбинированные и дифференцированно-минимизированные обработки способствовали формированию более плотного сложения, чем система вспашки 1,19-1,34 г/см³.

Однако плотность почвы в фазу кущения и полной спелости культуры характеризовалась показателями, которые находились в пределах оптимального интервала плотности. При такой обработке почвы слой 20-30 см практически не подвергался воздействию почвообрабатывающими орудиями, кроме системы вспашки, поэтому величину их средней плотности можно

рассматривать как равновесную. Это свидетельствует о том, что равновесная средняя плотность нижних слоев почвы совпадает с оптимальной.

В последние годы, в осенний период, выпадало недостаточное количество осадков для растений, что создавало дефицит влаги вследствие высокой испаряемости. В этой связи в системе агротехнических мероприятий важное значение имеют приемы регулирования водного режима почвы [3].

В наших исследованиях наибольшие запасы доступной растениям влаги в пахотном слое почвы осенью перед посевом, в фазу кущения и в фазу полной спелости озимой пшеницы были отмечены по дифференцированно-минимизированной обработке почвы – 31,1; 52,1; 9,0 мм соответственно по сравнению с системой вспашки и почвозащитной комбинированной обработкой.

По фонам удобрений запасы продуктивной влаги во все фазы развития культуры были практически одинаковыми по сравнению с неудобренным фоном. Разница между вариантами была незначительной и составляла 1,3-4,4 мм.

В среднем за 2012-2014 гг. исследований биологическая активность почвы под посевами озимой пшеницы в пахотном слое варьировала от 18,7 до 28,1%, наибольшее разложение ткани было отмечено по дифференцированно-минимизированной обработке в варианте с программируемой системой удобрения.

По наблюдениям, проведенным в других регионах на выщелоченных черноземах, интенсивность разложения клетчатки под озимой пшеницей была максимальной при интенсивной технологии с использованием безотвальной обработки почвы [4]. Таким образом, продолжительные исследования свидетельствуют, что в наших условиях почвозащитная комбинированная и дифференцированно-минимизированная основные обработки почвы под чистый пар не снижают ее биологическую активность в сравнении со вспашкой.

В связи с высокими потерями урожая от вредных организмов защитные мероприятия представляют одно из важнейших направлений повышения продуктивности агроландшафтов. И на сегодняшний день внедрение новых различных технологий невозможно без надежной комплексной защиты растений [5]. Так, в посевах озимой пшеницы в среднем за годы исследований средняя засоренность со-

ставила 14,8-15,9 шт./м, где наибольшее количество сорных растений наблюдалось на фоне почвозащитной комбинированной обработки почвы.

Значительная часть засоренности в посевах озимой пшеницы представлена корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, которые требуют дополнительных обработок. Среди малолетних сорняков преобладали горец вьюнковый, пикульник обыкновенный, марь белая и щирица, овсюг, многолетних – бодяк, полынь обыкновенная, осот и вьюнок полевой.

Обработке гербицидами подлежат посе-вы, на которых засоренность многолетними двудольными корнеотпрысковыми сорняками (осот полевой, бодяк полевой, молокан синий, вьюнок полевой) составляет более 1-2 шт. на 1 кв. м, малолетними высокостебельными (лебеда, горчица полевая, редька полевая, ромашка, горец вьюнковый, щирица, пикульник, подмаренник цепкий, овсюг) – 4-18; низкостебельными (ярутка полевая, фиалка, щетинники) – 40-50 шт. на 1 кв. м [5].

Эффективным приемом борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы являлась интегрированная система применения средств защиты растений. Изучаемые препараты показали высокую биологическую эффективность против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков (37-59 и 53-82%). Через месяц после обработки сорняки или погибали, или находились в сильно угнетенном состоянии, не оказывая отрицательного влияния на развитие растений озимой пшеницы до уборки урожая.

Урожайность озимой пшеницы в среднем за годы исследований составила 2,46-3,11 т/га, наибольшая урожайность отмечена по системе вспашки в варианте с программируемой системой удобрения и интегрированной защитой растений (табл. 1).

Эффективность применения минеральных удобрений по годам была неодинаковой и зависела от обеспеченности питанием и влагой. В среднем за три года наибольшая урожайность была получена в вариантах с программируемой системой удобрения - 2,71-3,11 т/га. Прибавка урожая зерна составила по системе вспашки – 0,17-0,35 т/га, почвозащитной комбинированной – 0,20-0,24 т/га и дифференцированно-минимизированной – 0,22-0,31 т/га.

Таблица 1

Урожайность озимой пшеницы, т/га (среднее за 2012-2014 гг.)

Способ обработки почвы (А)	Варианты защиты растений (В)	Варианты удобрений (С)		
		без удобрений	поддерживающее	программированное
1. Система вспашки	Без средств защиты	2,54	2,68	2,86
	Эпизодическая	2,73	2,82	2,90
	Интегрированная	2,76	2,85	3,11
2. Почвозащитная комбинированная	Без средств защиты	2,47	2,59	2,71
	Эпизодическая	2,69	2,68	2,88
	Интегрированная	2,72	2,75	2,92
3. Дифференцированно-минимизированная	Без средств защиты	2,46	2,65	2,77
	Эпизодическая	2,78	2,91	3,00
	Интегрированная	2,83	2,92	3,07
НСР ₀₅ А = 0,179; В = 0,157; С = 0,196; АВ = 0,135; ВС = 0,160; АВС = 0,259; Р = 3,43%				

По вариантам защиты растений наибольшая урожайность культуры отмечена по интегрированной системе защиты по вспашке – 3,11 т/га, и прибавка составила – 0,35 т/га. Меньшая прибавка была получена по интегрированной системе защиты на дифференцированно-минимизированной обработке при внесении удобрений на программируемый урожай 0,31 т/га.

Анализ экономической эффективности способов основной обработки почвы, применения минеральных удобрений и средств защиты растений показал, что себестоимость озимой пшеницы снижалась по обработкам почвы на 0,8-6,0%, а по вариантам защиты растений и удобрений она увеличивалась на 10,9-12,9 и 9,5-11,5% соответственно по сравнению с контрольными (табл. 2).

Таблица 2

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы

Обработка почвы	Варианты удобрений	Варианты защиты растений								
		без средств защиты			эпизодическая			интегрированная		
		производственные затраты, руб./га	себестоимость I т зерна, руб.	рентабельность, %	производственные затраты, руб./га	себестоимость I т зерна, руб.	рентабельность, %	производственные затраты, руб./га	себестоимость I т зерна, руб.	рентабельность, %
1	А	10220	4024	49	12020	4485	34	12620	4413	36
	В	11420	4183	43	13220	4688	28	13820	4766	26
	С	12740	4616	30	14540	5102	18	15140	4868	23
2	А	9900	4008	50	11700	4517	33	12300	4539	32
	В	11120	4134	45	12920	4821	24	13520	4694	28
	С	12440	4574	31	13840	5033	19	14840	5082	18
3	А	9600	3902	54	11400	4302	39	12000	4332	39
	В	10820	3892	54	12620	4337	38	13220	4407	36
	С	12140	4290	40	13940	4774	26	14540	4736	27

Примечание: 1. Система вспашки. 2. Почвозащитная комбинированная. 3. Дифференцированно-минимизированная. А – без удобрений. В – поддерживающее. С – программированное.

Производственные затраты по почво-защитной комбинированной и дифференцированно-минимизированной обработке почвы снизились на 2,6-6,1% по сравнению с системой вспашки, а затраты на защиту растений и внесение дополнительно удобрений по вариантам увеличивались на 11,3-25,0% и 7,1-12,7% соответственно.

Наибольший чистый доход с 1 га и более высокую рентабельность обеспечили варианты по дифференцированно-минимизированной обработке почвы без средств защиты растений и при поддерживающем внесении удобрений.

Выводы.

1. Плотность почвы в пахотном слое за годы исследований была в пределах оптимальных значений для озимой пшеницы во всех изучаемых вариантах, но при системе вспашки создается более рыхлое ее сложение, чем при почвозащитной комбинированной и дифференцированно-минимизированной.

2. Наибольшие запасы доступной растением влаги в пахотном слое почвы осенью перед посевом, в фазу кущения и фазу полной спелости озимой пшеницы были отмечены по дифференцированно-минимизированной обработке почвы. По фонам удобрений запасы продуктивной влаги во все фазы развития культуры были практически одинаковыми по сравнению с неудобренным фоном.

3. Наиболее активно биологические процессы происходили в вариантах с дифференцированно-минимизированной обработкой почвы на фоне внесения минеральных удобрений.

4. По почвозащитной комбинированной обработке почвы проявлялась четкая закономерность - засоренность многолетними и малолетними сорняками посевов озимой пшеницы усиливалась. Наилучшие условия по снижению засоренности посевов озимой пшеницы отмечались в вариантах интегрированной системы защиты растений. Изучаемые препараты показали высокую биологическую эффективность против малолетних двудольных и многолетних корнеотпрысковых сорняков (37-59 и 53-82%).

5. По всем изучаемым способам основной обработки почвы было получено достоверное увеличение урожайности в вариантах с программируемой системой удобрения и интегрированной системой защиты растений - на 0,17-0,35 т/га по сравнению с вариантами без средств защиты и удобрений.

6. Экономически более выгодным являлось возделывание озимой пшеницы по диф-

ференцированно-минимизированной обработке почвы орудием ОП-3С на глубину 12-14 см с применением поддерживающей системы удобрения и без средств защиты растений.

Внесение повышенных доз минеральных удобрений с применением интегрированной системы защиты растений было менее эффективно, чем агротехнология без использования этих средств.

Предложение производству

Для снижения затрат и увеличения рентабельности производства зерна следует применять дифференцированно-минимизированную обработку почвы под чистый пар орудием ОП-3С на глубину 12-14 см.

Целесообразно использовать под озимую пшеницу, для контроля сорняков, селективные препараты весной в фазу начала кущения культуры. Для уменьшения стрессового влияния гербицидов на культуру необходимо применять их в баковой смеси с биопрепаратами.

Система удобрения под озимую пшеницу по чистому пару должна включать внесение удобрений под культивацию N16P16K16, рядковое удобрение N16P16K16 при посеве и ранневесеннюю подкормку N10 + N32P32K32 прикорневым или поверхностным способами.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.
2. Сабитов М.М., Никитин С.Н. Обработка почвы - важный элемент адаптивно-ландшафтной системы земледелия // Научно-практический журнал АгроXXI. 2012. №1-3. С. 27-30.
3. Шарипова Р.Б., Сабитов М.М., Орлов А.В. Климатическая составляющая урожаев зерновых культур по зонам Ульяновской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. №3 (23). С. 34-36.
4. Баракина Е.Е. Агроэкологическое состояние плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дис.... канд. биол. наук. Краснодар, 1970. 23 с.
5. 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. Сб. докл. Региональной науч.-практ. конф., 15-17 октября 2014 года. Майкоп: Изд-во «Магарин О.Г.», 2014. С. 185-189.

The effectiveness of technologies of winter wheat cultivation at different levels of intensification

Sabitov M.M., PhD in agriculture, head of department
Ul'yanovsk Agricultural Research Institute, Ul'yanovsk, Russia

Technology of winter wheat cultivation after clean fallow with use of domestic agricultural machinery and regionalized varieties of local breeding were studied. Extensive technology focused on the use of the natural background of soil fertility, including tillage without application of fertilizers and plant protection products. Normal technology includes soil tillage with application of starter doses of fertilizer and minimal use of plant protection from weeds and diseases. The intensive technology is designed for obtaining the planned yield with high grain quality and integrated system of plant protection, using domestic technological means. The technologies used for winter wheat supply a favorable water-air and nutrient regimes of the soil and optimum blend of fertilizers and plant protection products with various methods of primary tillage. Therefore, the actual level of intensification of agricultural technologies on farms can be selected depending on production and resource potential of the producers. The highest yield of winter wheat is noted at the system of ploughing on option with programmable system of fertilizers and integrated plant protection 3.11 t/hectares, yield of grain on this option amounted to 0.35 t/ha. Assessment of economic efficiency of application of mineral fertilizers and plant protection products has shown that the cost of winter wheat increased by 9.5-12.9% in comparison with the control variants. The cost of labour for primary tillage decreased by 2.6-6.1%, and on means of protection and fertilizers on options increased by 7.1-25.0%. The highest net income from 1 hectare and higher profitability provided options for differentially-minimized tillage without plant protection products, using the supporting system of fertilizers.

Key words: *tillage, agrotechnology, addition of soil, moisture stock, biological activity, infestation, yield, efficiency*

References

1. Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovaniye adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologiy. Metodicheskoe rukovodstvo. [Agro-ecological estimation of land, design of adaptive-landscape systems of agriculture and agricultural technologies. A methodological guide]. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2005. 784 p.
2. Sabitov M.M., Nikitin S.N. Tillage is an important element of adaptive-landscape farming systems. *Nauchno-prakticheskiy zhurnal AgroXXI*, 2012. no.1-3. pp. 27-30.
3. Sharipova R.B., Sabitov M.M., Orlov A.V. Climatic component in cereal crop yields in areas of the Ulyanovsk region. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2013. no.3 (23). pp. 34-36.
4. Barakina E.E. Agroekologicheskoe sostoyaniye plodorodiya chernozema vyshchelochennogo Zapadnogo Predkavkaz'ya pri vozdel'yvaniy sel'sko-khozyaystvennykh kul'tur: avtoref. dis....kand. biol. nauk. [Agroecological condition of leached Chernozem fertility of the Western Ciscaucasia at cultivation of agricultural crops: Author's Abstract of PhD Thesis]. Krasnodar, 1970. 23 p.
5. Sabitov M.M., Sharafutdinov M.Kh. *Effektivnost' novogo preparata v sisteme zashchity yarovoy pshenitsy protiv sornoy rastitel'nosti v usloviyakh Ul'yanovskoy oblasti*. [The effectiveness of a new preparation in the system of protection of spring wheat against weed vegetation in the conditions of the Ulyanovsk region]. *APK Yuga Rossii: sostoyaniye i perspektivy. Sb. dokl. Regional'noy nauch.-prakt. konf., 15-17 oktyabrya 2014 goda*. [Agrarian and industrial complex of the South of Russia: status and prospects. Collection of reports of Regional scientific-practical Conf. October 15-17, 2014]. Maikop: Publishing house "Magarin O.G.", 2014. pp. 185-189.