

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗЕРНОПАРОВОМ И ПЛОДОСМЕННОМ СЕВОБОРОТАХ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

**SPRING WHEAT CAPACITY IN CEREAL-AND-FALLOW
AND ALTERNATE CROP ROTATIONS DEPENDING ON THE CULTIVATION TECHNOLOGY
IN ARID CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN**

Ключевые слова: севооборот, продуктивность, яровая пшеница, горох, технологии возделывания, No-Till, погодные условия, запасы продуктивной влаги, урожайность.

Приведены результаты трехлетних исследований нулевой, интенсивной и экстенсивной технологий возделывания яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана. Оценивались запасы продуктивной влаги в почве, содержание нитратного азота, биометрические показатели роста и развития яровой пшеницы по различным предшественникам в севооборотах. Установлено, что весенние запасы почвенной влаги и содержание нитратного азота в среднем за годы исследований оказались существенно ниже в варианте возделывания культур по экстенсивной технологии как в зернопаровом, так и в плодосменном севооборотах. Наиболее высокорослыми были посевы с применением в технологиях минеральных удобрений как на фоне интенсивной, так и нулевой технологии. В результате средняя урожайность яровой пшеницы за три года в исследуемых севооборотах была наименьшей по экстенсивной технологии возделывания (7,5-10,4 ц/га), что существенно ниже, чем по технологиям No-Till (16,1-19,5 ц/га) и интенсивной (17,3-20,5 ц/га). Нулевая технология несколько проигрывает интенсивной из-за двух факторов: иногда ниже запасы влаги весной перед посевом пшеницы из-за худшей водопроницаемости почвы, а также более низкое содержание нитратного азота в почве при отсутствии обработки. В сочетании с оставлением высокой стерни и применением азотно-фосфорных удобрений она незначительно повышает уровень урожайности зерна по сравнению с интенсивной технологией, основанной на глубокой обработке почвы осенью, но снижает содержание клейковины в зерне по причине замедления темпов минерализации органического вещества почвы. Одним из важнейших результатов опыта является полное уничтожение сорняков при длительном и постоянном применении оптимальных технологий возделывания полевых культур в плодосменных севооборотах. Урожайность всех зернобобовых и зерновых культур за счет

применения интенсивной и нулевой технологии повысилась в 2,5 раза и более в сравнении с экстенсивной.

Keywords: crop rotation, crop capacity, spring wheat, pea, cultivation technologies, No-Till, weather conditions, available moisture, crop yielding capacity.

The results of three-year long research of zero, intensive and extensive spring wheat cultivation technologies under the conditions of northern Kazakhstan are discussed. The following was investigated: available soil moisture, nitrate nitrogen content, and spring wheat biometric growth and development indices after different forecrops in crop rotations. It was found that the average spring available soil moisture and nitrate nitrogen content over the study years was significantly lower in the trials of extensive cultivation technology both in cereal-and-fallow and alternate crop rotations. The crops with mineral fertilizer application were the tallest both in intensive and zero technologies. Three-year average yields of spring wheat in the crop rotations studied was the least under extensive cultivation technology (0.75-1.04 t ha), which was significantly less than that under No-Till technology (1.61-1.95 t ha) and intensive technology (1.73-2.05 t ha). Zero technology somewhat yields to intensive technology due to the following two factors: sometimes lower available moisture in the spring before wheat sowing caused by worse soil water permeability, and lower nitrate nitrogen content in the soil without tillage. When high stubble is left and nitrogen-phosphate fertilizers are applied, zero technology slightly raises grain yields as compared to intensive technology based on deep tillage in autumn, but reduces gluten content due to slower soil organic matter mineralization. One of the most important results of the experiment is complete weed destruction under long and regular application of the optimum crop cultivation technologies in alternate crop rotations. The yields of all legume and cereal crops due to the use of intensive and zero technologies increased 2.5 times or more as compared to extensive technology.

Клышбеков Темирбек Амирханович, н.с., ТОО «Научно-производственный Центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Шортанды-1, Ақмолинская обл., Республика Казахстан. Тел.: (71631) 2-30-29. E-mail: temirbek85@yandex.ru.

Klyshbekov Temirbek Amirkhanovich, Staff Scientist, Scientific and Production Center of Grain Growing named after A.I. Barayev, Shhortandy, Akmola Region, Republic of Kazakhstan. Ph.: (71631) 2-30-29. E-mail: temirbek85@yandex.ru.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф. зав. каф. «Сельскохозяйственные машины», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-belyaev@ya.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-belyaev@ya.ru.

Введение

В структуре посевных площадей Северного Казахстана зерновые культуры составляют около 90%. Все более широкое распространение получают почвозащитные технологии с зернопаровыми севооборотами.

При почвозащитной системе земледелия академик А.И. Бараев подчеркивал важность зернопаровых севооборотов и рекомендовал отводить под пар 20-25% площади пашни [1].

Д.Н. Прянишников [2], ссылаясь на исторический опыт Запада, показал, какое повышение производительности труда в земледелии дал переход от чисто зерновых севооборотов к плодосмену. Плодосмен имеет преимущества в защите растений от болезней, которые будут сокращаться с переходом от монокультуры пшеницы к диверсифицированному набору культур. В последние годы ведущие ученые Казахстана настойчиво выступают за диверсификацию зернового производства и уменьшение площади чистых паров вплоть до перехода на плодосменные севообороты [3, 4].

В мировой практике широкое распространение получают нулевые технологии возделывания культур [5, 6]. При освоении технологий No-Till все большее значение приобретают вопросы равномерного распределения пожнивных остатков на поверхности поля, правильного применения удобрений и средств защиты растений.

Как результат, ресурсосберегающие агротехнологии возделывания полевых культур должны обеспечивать высокую продуктивность, сохранение почвенного плодородия, существенную экономию энергетических и трудовых ресурсов, производство конкурентоспособной растениеводческой продукции по сравнению с традиционными.

Методика исследований

Полевые исследования проводились на южных черноземах Акмолинской области на полевом стационаре ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», заложенном в 1983 г. Реализован двухфакторный эксперимент в трех повторениях: фактор 1 – технология возделывания, фактор 2 – севооборот.

Сравниваемые технологии возделывания: нулевая (No-Till), интенсивная и экстенсивная. Технологии возделывания яровой пшеницы изучались в пятипольном зернопаровом (пар, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень, яровая пшеница) и плодосменном (горох, яровая пшеница, яровая пшеница, ячмень,

яровая пшеница) севооборотах. В настоящее время севообороты прошли одну ротацию.

Варианты технологий реализованы в каждом поле севооборота. Отличительные особенности нулевой технологии возделывания: оставление высокой стерни (высотой до 40-45 см), отсутствие обработки почвы в осенний и весенний периоды, применение гербицидов сплошного действия в весенний период до посева сельскохозяйственных культур, посев сеялками прямого посева с одновременным внесением минеральных удобрений, уборка сельскохозяйственных культур с разбрасыванием соломы.

При интенсивной технологии возделывания проводились осенняя зяблевая обработка почвы, механическое снегозадержание в зимний период; в весенний период – выравнивание почвы, промежуточная предпосевная обработка почвы, посев противозерозионными сеялками с одновременным внесением минеральных удобрений. Химические средства защиты растений яровой пшеницы применяли дифференцированно и по необходимости.

При экстенсивной технологии возделывания яровой пшеницы осенняя обработка почвы и снегозадержание исключались, минеральные удобрения не применялись. В весенний период проводились предпосевная обработка почвы и посев. В период вегетации яровой пшеницы применяли гербициды против сорных растений.

Результаты и обсуждение

В работе обобщены результаты исследований за 2010-2012 сельскохозяйственные годы. Погодные условия 2010 г. в период вегетации сельскохозяйственных культур характеризовались острой засухой, которая не наблюдалась в данном регионе последние 70 лет. Отмечено сочетание высокой температуры с низким количеством атмосферных осадков. Их величина за май-июнь составила всего 23,2 мм, или 32,3% от среднегодовой нормы; июнь-август – 49,0 мм, или 36,3% от среднегодовой (134,7 мм), причем 35,4 мм из них, или 72,6%, выпало в конце августа.

2011 г. был очень благоприятным для роста и развития растений. В конце мая выпало 35,6 мм осадков, или чуть больше многолетней нормы (на 4,2 мм), что способствовало получению дружных всходов возделываемых сельскохозяйственных культур. Средняя температура воздуха в мае почти соответствовала многолетней норме и составила в среднем 12,4°C. За период вегетации (июнь – середи-

на сентябрь) количество атмосферных осадков было выше нормы на 27,6 мм, что хорошо отразилось на росте и развитии растений. Средняя температура воздуха за вегетацию была близкой к норме.

Погодные условия 2012 г. оказались очень засушливыми, особенно весенние и летние периоды. Высокие температуры воздуха в мае сопровождались малым количеством осадков (всего 9,2 мм при среднемноголетнем 31,4 мм). За июнь-август выпало 100,6 мм осадков при среднемноголетней величине 134,7 мм (74,7% нормы), из которых 62,6% выпали в конце 3-й декады июля.

Проведенный анализ данных замеров влажности почвы показал, что весенние запасы почвенной влаги в среднем за годы исследований оказались существенно ниже в варианте возделывания культур по экстенсивной технологии как в зернопаровом, так и в плодосменном севооборотах: 62,9 мм против 111,1 и 107,4 мм соответственно по интенсивной технологии и No-Till (табл. 1). Причиной этого явилось повышение плотности почвы после уборки, связанное с низким азотным питанием растений и сформированной слаборазвитой корневой системой при экстенсивной технологии, что ухудшило водопроницаемость в весенний период при отсутствии основной обработки почвы [7].

Так как нитратный азот очень мобилен в сравнении с фосфором и калием, изучение его содержания в почве в динамике является важной частью данного эксперимента.

Содержание нитратного азота по вариантам опыта находилось в пределах средней

обеспеченности, на основании этого были внесены азотнофосфорные удобрения отдельно в каждом поле севооборота.

Результаты анализа показывают, что содержание нитратного азота перед посевом (в слое почвы 0-40 см) выше именно при интенсивной технологии возделывания (4,75 мг/100 г почвы), что связано с более активными процессами нитрификации при многократной механической обработке почвы, при нулевой технологии – 3,69 мг/100 г почвы, а при экстенсивной технологии – на уровне 1,81-2,4 мг/100 г почвы соответственно.

Высота растений яровой пшеницы в конце вегетации в среднем изменялась от 41,5 до 69,6 см. Наиболее высокорослыми оказались посевы с применением в технологиях минеральных удобрений как на фоне интенсивной, так и нулевой технологии. Здесь высота достигла 60,8-66,0 см, что на 4,0-5,0 см больше, чем при экстенсивной технологии. Причем высота растений при возделывании по нулевой и интенсивной технологиям находится практически на одном уровне (табл. 2).

Создание оптимальных условий для работы фотосинтетического аппарата на всем протяжении вегетации сельскохозяйственных культур является необходимым условием формирования высокого урожая.

В фазу колошения площадь листьев на вариантах с экстенсивной, интенсивной и нулевой технологиями возделывания пшеницы составила в среднем, соответственно, 136,3; 152,9 и 148,6 см² на растение, что указывает на достоверное преимущество двух последних вариантов.

Таблица 1

Содержание продуктивной влаги перед посевом в среднем за 2010-2012 гг. (в слое почвы 0-100 см)

| Поле севооборота | Технология возделывания | Содержание влаги по годам, мм | | | Среднее за 2010-2012 гг. | % превышения к контролю |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------|---------|--------------------------|-------------------------|
| | | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | | |
| Зернопаровой севооборот | | | | | | |
| Пар | Экстенсивная | 58,0 | - | 92,3 | 75,2 | 100 |
| | Интенсивная | 96,6 | - | 149,9 | 123,3 | 164,0 |
| | No-till | 99,2 | - | 143,1 | 121,2 | 161,2 |
| 1-я пшеница после пара | Экстенсивная | 74,6 | 53,7 | 41,6 | 56,6 | 100 |
| | Интенсивная | 125,18 | 87,6 | 137,8 | 116,9 | 226,3 |
| | No-till | 113,55 | 82,2 | 124,0 | 106,6 | 204,5 |
| 4-я пшеница после пара | Экстенсивная | 74,7 | 47,7 | 48,5 | 57,0 | 100 |
| | Интенсивная | 92,0 | 71,8 | 115,7 | 93,2 | 168,7 |
| | No-till | 104,9 | 72,1 | 106,2 | 94,4 | 171,4 |
| Плодосменный севооборот | | | | | | |
| Горох | Экстенсивная | 85,1 | - | 63,9 | 74,5 | 100 |
| | Интенсивная | 100,39 | - | 141,9 | 121,1 | 162,6 |
| | No-till | 84,55 | - | 143,7 | 114,1 | 153,2 |
| 1-я пшеница после гороха | Экстенсивная | 52,61 | 41,8 | 60,5 | 51,6 | 100 |
| | Интенсивная | 138,35 | 91,1 | 151,1 | 126,9 | 245,9 |
| | No-till | 77,48 | 66,0 | 137,7 | 93,7 | 181,6 |
| 4-я пшеница после гороха | Экстенсивная | 37,2 | 29,0 | 60,1 | 42,1 | 100 |
| | Интенсивная | 113,8 | 63,2 | 131,1 | 102,7 | 243,9 |
| | No-till | 93,39 | 61,8 | 95,0 | 83,4 | 198,1 |

Таблица 2

Биометрические показатели роста и развития яровой пшеницы в фазы колошения в зависимости от технологии возделывания и предшественников, в среднем за 2010-2012 гг.

| Поле севооборота | Технология возделывания | Высота растения, см | Количество стеблей на 1 растение, шт. | Количество вторичных корней на 1 растение, шт. | Вес сухой массы с 25 растений, г | Площадь флагового листа с 1 растения, см ² |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|---|
| 1-я пшеница после парового поля | Экстенсивная | 48,4 | 1,3 | 1,0 | 43,1 | 12,6 |
| | Интенсивная | 66,0 | 2,7 | 1,3 | 119,9 | 16,4 |
| | No-till | 72,2 | 1,2 | 6,2 | 62,1 | 17,4 |
| 4-я пшеница после парового поля | Экстенсивная | 50,2 | 1,2 | 1,0 | 37,9 | 12,0 |
| | Интенсивная | 65,1 | 2,4 | 5,1 | 100,3 | 16,9 |
| | No-till | 57,1 | 1,5 | 5,8 | 66,6 | 18,3 |
| 1-я пшеница после гороха | Экстенсивная | 43,7 | 1,4 | 1,0 | 42,3 | 14,0 |
| | Интенсивная | 72,1 | 2,4 | 2,4 | 107,6 | 18,3 |
| | No-till | 62,7 | 1,8 | 7,4 | 92,4 | 19,9 |
| 4-я пшеница после гороха | Экстенсивная | 50,8 | 1,6 | 1,0 | 48,7 | 12,5 |
| | Интенсивная | 64,6 | 1,9 | 1,5 | 78,7 | 16,3 |
| | No-till | 69,6 | 1,3 | 6,8 | 52,5 | 20,5 |

Как результат, средняя урожайность яровой пшеницы за три года в исследуемых севооборотах была наименьшей по экстенсивной технологии возделывания (7,5-10,4 ц/га), что существенно ниже, чем по технологиям No-Till (16,1-19,5 ц/га) и интенсивной (17,3-20,5 ц/га). Нулевая технология несколько проигрывает интенсивной из-за двух факторов: иногда ниже запасы влаги весной перед посевом пшеницы из-за худшей водопрони-

цаемости почвы, а также более низкое содержание нитратного азота в почве при отсутствии обработки.

После гороха при интенсивной и нулевой технологии урожай яровой пшеницы был на уровне посевов по предшествующему паровому полю. В то же время сам горох при интенсивной и нулевой технологиях дал по 10,9-12,2 ц/га, а при экстенсивной – 2,7 ц/га.

Таблица 3

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от предшественников и технологии возделывания

| Поле севооборота | Технология возделывания | Урожайность по годам, ц/га | | | В среднем | | НСР ₀₉₅ |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------|------|-----------|-------|--------------------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | | | |
| 1-я пшеница после пара | Экстенсивная | 4,4 | 21,5 | 5,2 | 10,4 | | 1,43 |
| | Интенсивная | 14,6 | 41,8 | 5,2 | 20,5 | +10,1 | |
| | Нулевая | 13,4 | 40,0 | 5,2 | 19,5 | +9,1 | |
| 4-я пшеница после пара | Экстенсивная | 4,6 | 16,4 | 2,3 | 7,8 | | 1,15 |
| | Интенсивная | 14,5 | 38,4 | 2,3 | 18,4 | +10,6 | |
| | Нулевая | 13,5 | 36,0 | 2,3 | 17,3 | +9,5 | |
| Горох | Экстенсивная | 3,0 | 4,0 | 1,1 | 2,7 | | 2,20 |
| | Интенсивная | 16,3 | 19,3 | 1,1 | 12,2 | +9,5 | |
| | Нулевая | 13,9 | 17,8 | 1,1 | 10,9 | +8,2 | |
| 1-я пшеница после гороха | Экстенсивная | 4,5 | 15,2 | 2,9 | 7,5 | | 1,20 |
| | Интенсивная | 16,2 | 38,3 | 2,9 | 19,1 | +11,6 | |
| | Нулевая | 13,9 | 38,4 | 2,9 | 18,4 | +10,9 | |
| 4-я пшеница после гороха | Экстенсивная | 5,0 | 15,8 | 3,3 | 8,0 | | 1,50 |
| | Интенсивная | 13,5 | 35,1 | 3,3 | 17,3 | +9,3 | |
| | Нулевая | 11,0 | 34,1 | 3,3 | 16,1 | +8,1 | |

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что плодосмены с горохом эффективнее зернопарового севооборота. Это повторялось все три года наблюдений. При этом севообороты без пара были экономически выгоднее зернопарового севооборота.

До последнего времени на южном карбонатном черноземе значение чистого пара для ведения степного земледелия было сильно преувеличено. Он имеет небольшое преимущество перед стерневыми предшественниками по накоплению влаги и нитратов, а также по борьбе с сорняками.

Экономически наиболее эффективна замена чистого пара зернобобовыми культурами: нут, чечевицей и горохом. Горох более выгоден по выходу зерна, а нут и чечевица экономически более выгодны благодаря высоким мировым рыночным ценам.

При сокращении площадей чистого пара в северном регионе необходимо заменять поле чистого пара зернобобовыми или масличными культурами.

Библиографический список

1. Бараев А.И. Избранные труды. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 382.
2. Прянишников Д.Н. Общие вопросы агрономии и химизации земледелия // Избранные труды. – М.: Наука, 1976. – 591 с.
3. Сулейменов М.К., Акшалов К.А. Взаимодействие севооборота и уровня агротехники возделывания полевых культур // Ноу-тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства: матер. Междунар. конф., 8-10 июля 2009 г., Астана-Шортанды, Казахстан / М-во сел. хоз-ва Респ. Казахстан. – Шортанды, 2009. – С. 252-258.
4. Сулейменов М.К. Проблемы перехода на плодосменную систему земледелия на черноземах Северного Казахстана // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах. – Шортанды, 2006.
5. Larney, F.J., Janzen, H.H., Elwin, G.S., Anderson, D.W. 2004. Dryland Agriculture on the Canadian Prairies: Current Issues and Future Challenges. p. 113-138. In: C. Srinivas, et al. (ed.) Challenges and Strategies for Dryland Agriculture. CSSA Special Publication No. 32. Madison, WI.

6. Sherrod L.A., Peterson G.A., Westfall D.G., Ahuja L.K. Cropping Intensity Enhances Soil Organic Carbon and Nitrogen in a No-Till Agroecosystem // Soil Science Society of America Journal. – 01/2003; 67 (5).

7. Максютов Н.А., Жданов В.М. и др. Эффективность ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы и посева под яровую пшеницу на черноземных южных Оренбургского предуралья // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. ГНУ Оренбургский НИИСХ Россельхозакадемии. – Оренбург, 2010. – С. 228-234.

References

1. Baraev A.I. Izbrannyye trudy. – M.: Agropromizdat, 1988. – S. 382.
2. Pryanishnikov D.N. Obshchie voprosy agronomii i khimizatsii zemledeliya // Izbrannyye trudy. – M.: Nauka, 1976. – S. 591.
3. Suleimenov M.K., Akshalov K.A. Vzaimodeystvie sevooborota i urovnya agrotekhniki vozdelvaniya polevykh kul'tur // Nou-till i plodosmen – osnova agrarnoi politiki podderzhki resursosberegayushchego zemledeliya dlya intensivatsii ustoychivogo proizvodstva: mezhdunar. konf., 8-10 iyulya 2009 goda, Astana-Shortandy, Kazakhstan / M-vo sel. khoz-va Resp. Kazakhstan. – Shortandy, 2009. – S. 252-258.
4. Suleimenov M.K. Problemy perekhoda na plodosmennuyu sistemu zemledeliya na chernozemakh Severnogo Kazakhstana // Sovremennyye problemy pochvozashchitnogo zemledeliya i puti povysheniya ustoychivosti zernovogo proizvodstva v stepnykh regionakh. – Shortandy, 2006.
5. Larney, F.J., Janzen, H.H., Elwin, G.S., Anderson, D.W. 2004. Dryland Agriculture on the Canadian Prairies: Current Issues and Future Challenges. p. 113-138. In: C. Srinivas, et al. (ed.) Challenges and Strategies for Dryland Agriculture. CSSA Special Publication No. 32. Madison, WI.
6. Sherrod L.A., Peterson G.A., Westfall D.G., Ahuja L.K. Cropping Intensity Enhances Soil Organic Carbon and Nitrogen in a No-Till Agroecosystem // Soil Science Society of America Journal. – 01/2003; 67 (5).
7. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M. i dr. Effektivnost' resursosberegayushchikh tekhnologii osnovnoi obrabotki pochvy i poseva pod yarovuyu pshenitsu na chernozemnykh yuzhnykh Orenburgskogo predural'ya // Resursosberegayushchie tekhnologii v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve. GNU Orenburgskii NIISKH Rossel'khozakademii. – Orenburg, 2010. – S. 228-234.

