DOI УДК 631.416.1/. 3:631.531.041 (470/.40.43)

ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДОРОДИЕ ПРИ ПРЯМОМ ПОСЕВЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СРЕДНЕМ ЗАВОЛЖЬЕ

ГОРЯНИН Олег Иванович, *ФГБНУ «Самарский НИИСХ»*
ВАСИН Алексей Васильевич, *Самарский государственный аграрный университет*
ЩЕРБИНИНА Елена Владимировна, *ФГБНУ «Самарский НИИСХ»*
ДЖАНГАБАЕВ Бауржан Жунусович, *ФГБНУ «Самарский НИИСХ»*
ПРОНОВИЧ Лилия Владимировна, *ФГБНУ «Самарский НИИСХ»*
МЕДВЕДЕВ Иван Филиппович, *ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»*

Показано влияние технологий прямого посева с различными уровнями интенсивности использования пашни, в сравнении с традиционной обработкой, на элементы плодородия чернозема обыкновенного и продуктивность яровой твердой пшеницы в Среднем Заволжье. Комплексное применение технологии прямого посева с использованием в качестве удобрений соломы стабилизирует в регионах с традиционной технологией обеспеченность почв азотом, увеличивает содержание в ней подвижных форм фосфора на 1,5–21,2 %, обменного калия – на 10,4–18,3 %. Улучшение азотного режима почвы при прямом посеве, в котором стартовые дозы азотных удобрений сочетались с интегрированной защитой растений, обеспечило получение наибольшей урожайности зерна – 1,76–1,79 т/га, что на 0,41–0,44 т/га (30,4–32,6 %) выше контроля. Прибавка урожая от применения биопрепаратов составила 0,15 т/га (11,9 %), азотных удобрений N_{30} – 0,17 т/га (13,4 %), удобрений + инсектицидов – 0,50–0,53 т/га (39,7–42,0 %). Наибольшая окупаемость затрат получена при прямом посеве с максимальным уровнем интенсификации – 1,98–2,02 руб./га, что на 0,14–0,32 руб./га выше остальных вариантов. Наименьшие экономические показатели получены в контроле – 1,54 руб./га. По итогам исследований при прямом посеве яровой твердой пшеницы в регионе предлагается на фоне интегрированной защиты растений применять расчетные дозы минеральных удобрений на урожайность 2,0 т/га (припосевное, локально-ленточное внесение).

Введение. В сложившихся условиях региона основным направлением ведения растениеводства является ресурсосбережение, которое должно быть устойчиво в разные по погодным условиям годы, а получаемая продукция должна быть востребована и должна иметь высокую экономическую эффективность. Производство яровой твердой пшеницы соответствует этим критериям. При этом в условиях недостаточного увлажнения из средств интенсификации первостепенное значение имеет защита растений от сорняков, болезней и вредителей. Однако для получения стабильного урожая с высоким качеством зерна она должна быть связана с благоприятным питательным режимом почвы [1].

Несмотря на то, что черноземные почвы Поволжья подвергались в последние десятилетия существенным процессам деградации, они продолжают обладать большим резервом основных питательных веществ, которые в большинстве своем находятся в малодоступном для растений состоянии [1, 9–12].

Установлено, что на содержание основных питательных веществ в почве, кроме удобрений, оказывают влияние применяемые системы обработки почвы, однако при этом их воздействие на питательный режим и плодородие почвы весьма противоречиво [3, 5, 7, 8, 11]. Многие ученые отмечают снижение минерализации гумуса и улучшение некоторых элементов питания растений при минимализации обработки почвы и производственной системе No-till по сравнению с традиционной технологией [1, 4, 6]. Другие утверждают, что в большинстве случаев снижение интенсивности обработки почвы приводит к ухудшению питательного режима почвы и их плодородия [5].

Недостаточная обеспеченность сельского хозяйства материально-денежными средствами приводит к дисбалансу питательных веществ в системе почва – растение – удобрение. В этих условиях особую значимость приобретают сберегающие системы использования удобрений [5, 11, 12].

Цель исследований – выявить длительное воздействие технологий прямого посева с различными уровнями интенсификации на элементы эффективного плодородия чернозема обыкновенного и продуктивность яровой твердой пшеницы в Среднем Заволжье.

Методика исследований. Нами были проанализированы результаты, полученные в многолетнем полевом стационаре отдела земледелия Самарского НИИСХ. Яровую твердую пшеницу Безенчукскую Ниву возделывали в шестипольном зернопаропропашном севообороте, развернутом во времени и пространстве (2011–2016 гг.) с чередованием культур: чистый пар (черный, ранний) – озимая мягкая пшеница – соя – яровая твердая пшеница – яровой ячмень – подсолнечник. Изучали шесть вариантов опыта.

1. Традиционная технология с ежегодной вспашкой под все культуры севооборота + протравливание семян + гербициды по вегетации (контроль).

2. Прямой посев АУП-18.05 яровой пшеницы + протравливание семян + гербициды по вегетации (фон).

3. Фон + биопрепараты в фазу кущения (Бионекс Кеми).

4. Фон + предпосевное внесение аммиачной селитры (N_{30}) – Фон 1.

5. Фон 1 + инсектициды на яровой пшенице (Децис Профи двукратно) – Фон 2.

6. Фон 2 + биопрепараты (Бионекс Кеми).

Почва опытных участков – чернозем обыкновенный малогумусный среднемощный среднесуглинистый. Повторность опыта 3-кратная, размер делянок – 550 м^2.

В годы проведения исследований гидротермический коэффициент за май – август был близок к норме – 0,45–0,74. В 2011, 2013 гг. отмечены хорошие условия для роста и развития яровых зерновых при максимальных значениях ГТК – 0,70–0,74. В 2015 г. при ГТК за июнь 0,21 и за май – август 0,57 получена урожайность яровой пшеницы существенно ниже среднемноголетних значений. Нитраты, подвижные формы фосфора и калия определяли согласно ГОСТ 26951-86; 26204-91.

Полученные результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа на ПК (Программа AGROSver. 2.09.) и по методике Д.А. Доспехова [2].

Результаты исследований. Из макроэлементов в почвах Поволжья, необходимых для роста и развития зерновых культур, в первом минимуме находится азот, который в засушливых условиях региона в основном находится в нитратной форме [11, 12]. В наших исследованиях во время всходов яровой пшеницы содержание NO_3 на естественном по плодородию фоне (варианты 1–3) не зависело от изучаемых технологий и составило 30,5–33,2 мг/кг (табл. 1).

При анализе зависимости содержания нитратов в весенний период от климатических условий и свойств почвы на традиционной технологии установлена средняя прямая связь элемента с температурой воздуха за апрель – май (r = 0,52), количеством осадков за вневегетационный период сентябрь – апрель (r = 0,58) и относительной влажностью воздуха за май (r = 0,77). При прямом посеве (вариант 2) накопление NO_3 в наибольшей степени было сопряжено с количеством осадков апреля (r = 0,70).

Внесение аммиачной селитры обеспечило увеличение содержания нитратов на 12,3–26,0 мг/кг (37,0–78,3 %) по сравнению с контролем. При технологии с прямым посевом содержание NO_3 по сравнению с неудобренным фоном увеличивалось на 13,7–28,7 мг/кг (43,1–94,1 %).

При очень высоком содержании P_2O_5 (202,5–218,6 мг/кг почвы) применение прямого посева яровой пшеницы обеспечило улучшение фосфорного режима почвы по сравнению с вариантом 1, где проводилась вспашка, на 22,2–38,3 мг/кг почвы (12,3–21,2 %). Содержание подвижного фосфора при традиционной технологии находилось в средней обратной зависимости от относительной влажности воздуха мая (r = –0,80) и прямой от запасов продуктивной влаги в слое почвы 0–40 см (r = 0,71). На вариантах с прямым посевом и естественным по плодородию

Таблица 1

Содержание основных питательных веществ после посева яровой пшеницы в слое 0–40 см, мг/кг почвы (среднее за 2011–2016 гг.)

Питательные вещества	Вариант опыта						$НСР_{05}$, среднее
	1	2	3	4	5	6	
NO_3	33,2	30,5	31,8	45,5	51,7	59,2	12,8
P_2O_5	180,3	206,1	210,3	202,5	210,0	218,6	24,0
K_2O	172,8	199,4	194,6	195,5	190,7	204,5	20,6

фоне установлены аналогичные тенденции при значениях коэффициента корреляции r = от −0,91* до −0,96** и r = 0,71–0,79 соответственно.

При применении прямого посева аналогично с содержанием P_2O_5 по сравнению с традиционной технологией установлено улучшение калийного режима почвы на 17,9–31,7 мг/кг (10,4–18,3 %). Содержание обменного калия при традиционной технологии в ранневесенний период в наибольшей степени зависело от количества осадков апреля – мая (r = −0,88*). При прямом посеве (варианты 2, 3) установлена достоверная на 1- и 5%-м уровне связь элемента с температурным режимом воздуха за вневегетационный период сентябрь – апрель (r = 0,90*–0,97**).

На всех изучаемых технологиях выявлена дифференциация содержания подвижных питательных веществ в почве по глубине. На естественном по плодородию фоне (варианты 1–3) содержание NO_3 в слое 0–20 см превышало показатели, накопленные в слое 20–40 см на 17–27 %. Применение азотных удобрений обеспечивало увеличение количества нитратов в верхнем слое почвы по сравнению с расположенным ниже слоем до 1,5–1,9 раза.

Послойное содержание фосфатов и обменного калия изменялось также и в зависимости от систем обработки почвы. При прямом посеве содержание P_2O_5 по сравнению с традиционной технологией в верхнем слое увеличивалось на 33,5–58,0 мг/кг (17,6–30,4 %), в слое 20–40 см разница между вариантами сокращалась до 2,9–18,5 мг/кг (1,7–10,9 %), рис. 1.

Дифференциация K_2O по слоям почвы была еще более выраженной. При применении прямого посева содержание обменного калия в верхнем слое увеличивалось по сравнению с контролем на 9,6–58,8 мг/кг (5,2–31,7 %). В слое почвы 20–40 см разница между изучаемыми вариантами была несущественной – 156,3–169,9 мг/кг, при традиционной технологии – 160,4 мг/кг (рис. 2).

Содержание NO_3 после уборки сельскохозяйственных культур в зависимости от изучаемых систем основной обработки и уровня питания изменялось несущественно – 16,9–30,7 мг/кг почвы, контроль – 25,9 мг/кг (табл. 2).

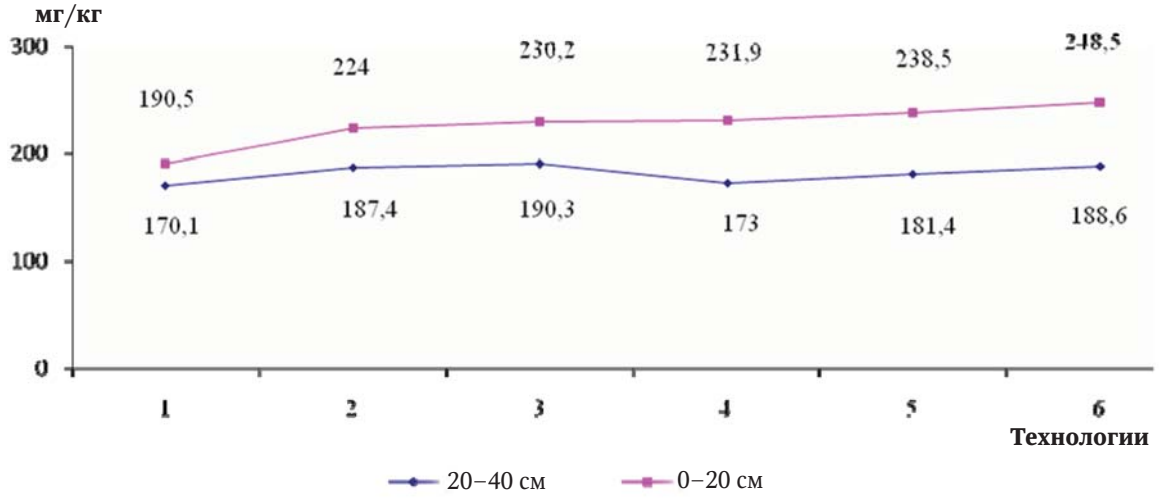

Рис. 1. Послойное содержание P_2O_5 при разных технологиях (2011–2016 гг.)

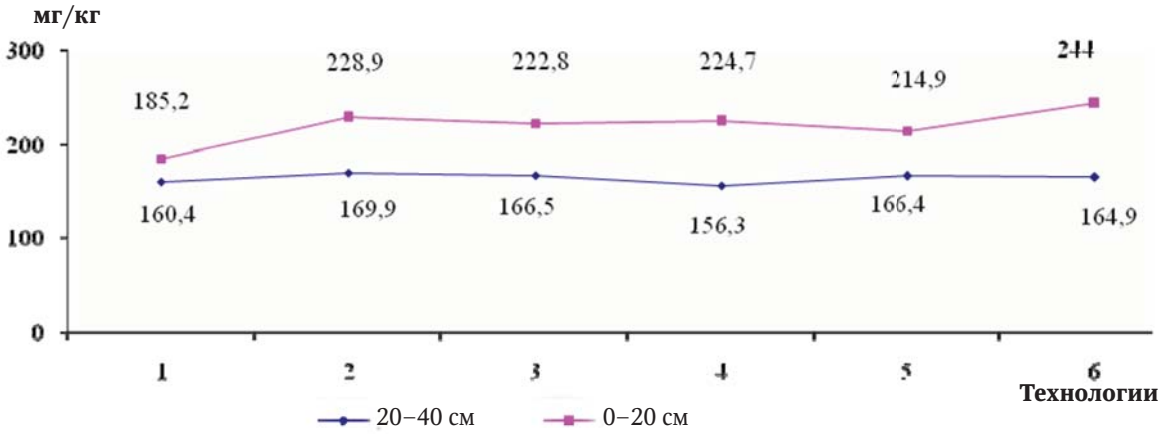

Рис. 2. Послойное содержание K_2O при разных технологиях (2011–2016 гг.)

Таблица 2

Содержание питательных веществ в пахотном слое почвы осенью после уборки яровой пшеницы в слое 0–40 см, мг /кг (среднее за 2011–2016 гг.)

Питательные вещества	Вариант опыта						$НСР_{05}$, среднее
	1	2	3	4	5	6	
NO_3	25,9	20,7	16,9	27,1	22,0	30,7	7,0
P_2O_5	190,7	193,6	199,3	195,2	201,0	203,9	26,7
K_2O	168,5	169,3	165,4	174,4	169,1	177,1	20,6

Содержание нитратов в этот период при традиционной технологии находилось в существенной зависимости от количества осадков и ГТК июня (r = от –0,98** до –0,99** соответственно). При прямом посеве (варианты 2, 3) выявлена обратная связь с количеством осадков вневегетационного периода сентябрь – апрель (r = от –0,90* до –0,96**).

Преимущество по содержание P_2O_5 при прямом посеве по сравнению с традиционной технологией к уборке урожая сократилось до 3,6–13,2 мг/кг почвы (1,5–6,9 %). На варианте с традиционной технологией выявлена средняя и высокая сопряженность содержания P_2O_5 с температурным режимом воздуха за вегетационный период (r = 0,67–0,96**), количеством осадков (r = 0,66–0,82*) и запасами продуктивной влаги в верхнем слое почвы во время всходов пшеницы (r = 0,57). При технологии прямого посева получены аналогичные зависимости. Влияние запасов влаги на содержание элемента возрастало (r = 0,57–0,82*).

Содержание обменного калия при традиционной технологии находилось в прямой зависимости от температуры воздуха июня (r = 0,89*) и обратной – от количества осадков и ГТК июня (r = 0,85*–0,89*). При прямом посеве существенное влияние на содержание элемента оказывала относительная влажность воздуха июня (r = от –0,93** до –0,94**).

При сложившихся климатических условиях урожайность яровой твердой пшеницы в среднем за годы исследований при прямом посеве составила 1,26–1,79 т/га, на контроле – 1,35 т/га (табл. 3).

Улучшение азотного режима почвы при прямом посеве обеспечило наибольшую урожайность зерна – 1,76–1,79 т/га, что на 0,41–0,44 т/га (30,4–32,6 %) выше варианта с традиционной технологией. Несмотря на засушливые условия, в годы проведения исследований установлена высокая отзывчивость культуры на вариантах с прямым посевом на средства интенсификации. Прибавка урожая зерна от применения биопрепарата составила 0,15 т/га (11,9 %), стартовых доз азотных удобрений N_{30} – 0,17 т/га (13,4 %), удобрений + инсектицидов – 0,50–0,53 т/га (39,7–42,0 %).

При анализе зависимости урожайности яровой пшеницы от свойств почвы и климатических условий сельскохозяйственного года установлено, что при традиционной технологии продуктивность зависела от температуры воздуха, осадков и ГТК в фазы кущение – колошение (r = –0,86* и r = 0,85*–0,89* соответственно). При этом урожайность культуры в благоприятные по увлажнению годы возрастала на 0,76 т/га (78,4 %).

При прямом посеве яровой пшеницы на естественном по плодородию фоне (варианты 2, 3) установлена аналогичная с традиционной технологией наибольшая связь анализируемых признаков урожайности культуры с температурой воздуха, количеством осадков и ГТК в кущение – колошение (r = от –0,79 до–0,81 и r = 0,78–0,83* соответственно). При этом не выявлено существенных изменений урожайности яровой пшеницы по сравнению с традиционной технологией в различные по ГТК годы. Улучшение условий для роста и развития растений в благоприятные годы обеспечивало по сравнению с засушливыми увеличение

Таблица 3

Урожайность яровой твердой пшеницы в зависимости от климатических условий в фазы кущения – колошения, т/га

ГТК по годам	Вариант опыта						$НСР_{05}$, среднее
	1	2	3	4	5	6	
ГТК >0,8 (2011, 2012, 2014)	1,73	1,57	1,73	1,80	2,24	2,27	0,20
ГТК <0,4 (2013, 2015, 2016)	0,97	0,95	1,08	1,06	1,28	1,31	0,15
Среднее (за 2011–2016)	1,35	1,26	1,41	1,43	1,76	1,79	0,18

урожайности на 0,62–0,65 т/га (60,2–65,3 %). Влияние подвижных питательных веществ на урожайность культуры было несущественным.

Прямой посев с внесением азотных удобрений (вариант 4) обеспечил существенную прибавку урожая яровой твердой пшеницы, по сравнению с экстенсивным по удобрениям фоном на 0,23 т/га (14,6 %), только в благоприятные по увлажнению годы. В засушливых условиях увеличение урожайности от улучшения минерального питания растений культуры снижалось незначительно – 0,11 т/га (11,6 %).

При применении прямого посева с элементами адаптивной интенсификации (варианты 5, 6) установлена наибольшая тесная прямая связь урожайности пшеницы с количеством осадков и ГТК в аналогичные с другими вариантами фазы развития культуры (r = 0,98**). Температура воздуха в этих вариантах влияла на урожайность незначительно (r = 0,71).

В последние годы при возделывании яровой твердой пшеницы борьба с вредителями стала самым эффективным агроприемом из испытываемых средств интенсификации. В среднем за годы исследований прибавка урожая от двукратной обработки контактным инсектицидом составила 0,33 т/га (23,1 %). В благоприятные по увлажнению годы преимущество от данного агроприема возрастало до 0,44 т/га (24,4 %), в засушливые – 0,22 т/га (20,8 %). При совместном применении удобрений и инсектицидов в благоприятные годы при технологии прямого посева прибавка урожая возрастала до 0,67–0,70 т/га (42,7–44,6 %). В засушливые годы преимущество комплексного использования средств интенсификации снижалось до 0,33–0,36 т/га (34,7–37,9 %).

В отличие от экстенсивных фонов прямого посева на интенсивных вариантах выявлена прямая существенная связь урожайности с содержанием подвижного фосфора в весенний период (r = 0,80). Это свидетельствует об эффективности применения при интегрированной защите растений не только азотных, но и фосфорных удобрений. При высоком содержании нитратов их связь с продуктивностью была несущественной.

При расчете экономической эффективности в среднем за годы исследования наибольший уровень рентабельности был получен при прямом посеве с применением комплексной интенсификации – 98,0–102,1 %, что на 14,1–31,7 % выше остальных вариантов. Наименьшие экономические показатели получены при традиционной технологии – 54,1 %.

Заключение. Длительное применение прямого посева яровой твердой пшеницы с использованием в качестве удобрений соломы стабилизирует в условиях региона с традиционной технологией обеспеченность почв азотом, увеличивает содержание в ней подвижных фосфатов на 1,5–21,2 %, обменного калия – на 10,4–18,3 %. Внесение азотных удобрений при прямом посеве по сравнению с экстенсивным фоном обеспечивает существенную прибавку урожая яровой пшеницы на 0,23 т/га (14,6 %) только в благоприятные по увлажнению годы.

Полученная существенная связь урожайности на интенсивном фоне прямого посева с содержанием подвижных форм фосфора в весенний период (r = 0,80) свидетельствует о том, что при интегрированной защите растений эффективно применение не только азотных, но и фосфорных удобрений. По данным проведенных исследований, в зернопаропропашном севообороте рекомендуются при прямом посеве яровой твердой пшеницы в засушливых условиях на черноземе обыкновенном Среднего Заволжья, на фоне интегрированной защиты растений, расчетные дозы минеральных удобрений на урожайность 2,0 т/га, используя малозатратные высокоэффективные приемы и способы их внесения (припосевное, локально-ленточное).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горянин О.И.* Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на черноземе обыкновенном Среднего Заволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Саратов, 2016. – 477 с.

2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.

3. Изменения агрофизических и агрохимических свойств чернозема южного при различных способах основной обработки почвы / И.Ф. Медведев [и др.] //Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 14–19.

4. *Казаков Г.И., Милюткин А.В.* Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 245 с.

5. *Котлярова Е.Г., Лубенцев С.М.* Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способов ее обработки и доз минеральных удобрений // Агрохимический вестник. – 2016. – № 3. – С. 32–38.

6. *Кроветто К.* Прямой посев (No-till). – Самара, 2010. – 206 с.

7. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно ландшафтных системах земледелия /А.И. Беленков [и др.]. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 500 с.

8. *Нарушев В.Б., Косолапов Д.С., Одиноков Е.В.* Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в степном Поволжье // Плодородие. – 2013. – № 5 (74). – С. 6–8.

9. *Панников В.Д., Минеев В.Г.* Почва, климат, удобрения и урожай. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

10. *Черкасов Е.А., Саматов Б.К., Куликова А.Х.* К вопросу применения критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения //Агрохимический вестник. – 2015. – № 3. – С. 15–18.

11. *Чичкин А.П.* Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных чернозёмов Заволжья. – М., 2001. – 250 с.

12. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах степной зоны Саратовского Поволжья в условиях аридного климата / М.П. Чуб [и др.] // Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. – 2014. – Вып. 15. – 56 с.

Горянин Олег Иванович, *д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий,ФГБНУ «Самарский НИИСХ». Россия.*

446253, Самарская обл., п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

Тел.: (84676) 2-11-40.

Васин Алексей Васильевич, *д-р с.-х. наук, проф., проректор по научной работе, Самарский государственный аграрный университет. Россия.*

446442, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

Тел.: (846) 248-18-41.

Щербинина Елена Владимировна, *младший научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий, ФГБНУ «Самарский НИИСХ». Россия.*

Джангабаев Бауржан Жунусович, *старший научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий, ФГБНУ «Самарский НИИСХ». Россия.*

Пронович Лилия Владимировна, *научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, ФГБНУ «Самарский НИИСХ». Россия.*

446253, Самарская обл., п.г.т. Безенчук, ул. К. Маркса, 41.

Тел.: (84676) 2-11-40.

Медведев Иван Филиппович, *д-р с.-х. наук, проф., главный научный сотрудник отдела экологии агроландшафтов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.*

410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7.

Тел.: (8452) 64-76-88.

Ключевые слова: *прямой посев; подвижные соединения; эффективное плодородие.*

EFFECTIVE FERTILITY IN DIRECT SOWING OF SPRING WHEAT IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Goryanin Oleg Ivanovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Samara Agricultural Research Institute. Russia.*

Vasin Alexey Vasilyevich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Samara State Agrarian University. Russia.*

Shcherbinina Elena Vladimirovna, *Junior Researcher, Samara Agricultural Research Institute. Russia.*

Dzhangabaev Baurzhan Zhunuzovich, *Senior Researcher, Samara Agricultural Research Institute. Russia.*

Pronovich Lilia Vladimirovna, *Researcher, Samara Agricultural Research Institute. Russia.*

Medvedev Ivan Filippovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.*

Keywords: *direct sowing; mobile connections; effective fertility.*

It is given the impact of direct sowing technologies with different levels of intensity of arable land use, in comparison with the traditional tillage, on the elements of fertility of ordinary chernozem and productivity of spring durum wheat in the middle Volga region. The complex application of direct sowing technology using straw as fertilizer stabilizes with traditional technology the supply of soil with nitrogen, increases the content of mobile forms of phosphorus in it by 1.5-21.2%, potassium exchange – by 10.4-18.3%. Improving the nitrogen regime of the soil in direct sowing, in which the starting doses of nitrogen fertilizers were combined with integrated plant protection, provided the highest grain yield – 1.76-1.79 t/ha, which is 0.41-0.44 t/ha (30.4-32.6 %) higher than the control. The increase in yield from the use of biological products was 0.15 t / ha (11.9 %), nitrogen fertilizers N_{30} – 0.17 t/ha (13.4 %), the combined use of fertilizers and insecticides 0.50-0.53 t/ha (39.7-42.0 %). The highest cost recovery was after direct sowing with a maximum level of intensification-1 .98-2.02 rubles/ha, which is 0.14-0.32 rubles/ha higher than the other options. The smallest economic indicators obtained in the control to 1.54 rubles/ha. According to the results of research with direct seeding of spring durum wheat in the region is proposed on the background of integrated plant protection application of calculated doses of mineral fertilizers on yield of 2.0 t/ha (pre-sowing, local-band application).