

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА: СИДЕРАЛЬНЫЙ ПАР – ОЗИМАЯ ТРИТИКАЛЕ

Г.И. Баздырев, д.с.-х.н., РГАУ–МСХА, Н.Г. Решетникова, к.с.-х.н., Марийский ГТУ

Изучено влияние сидерата, минеральных удобрений, обработки почвы и гербицидов на продуктивность, энерго-экономическую эффективность озимой тритикале.

Ключевые слова: сидеральный пар, урожай, сорняки, гербициды, обработка почвы, минеральные удобрения, озимая тритикале, энергосберегающая эффективность, продуктивность, чередование культур.

Единого мнения о применении минеральных удобрений и гербицидов при возделывании сидеральных культур нет.

Цель исследований - изучить действие сидератов в сочетании с минеральными удобрениями, гербицидами при разных способах обработки почвы на последующую культуру – озимую тритикале.

Методика. Полевые опыты, в 2006 г. (двухфакторный) – 2007 г. (трёхфакторный), были заложены на стационаре Марийского государственного технического университета на дерново-подзолистой среднесуглинистой среднеоккультуренной почве. Исходное содержание гумуса 3 %, подвижного фосфора – 22, обменного калия – 18 мг/100 г, pH 6, сумма обменных оснований – 15,6 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 87 %. Общие физические свойства почвы: плотность (v_m) – 1,28 г/см³ и плотность твёрдой фазы 2,37 г/см³ при содержании физической глины (0,01 мм) 30-32 % и ила (<0,001 мм) – 8,1 %. $A_{\text{пах}}$ (0-22)/22 см – серый, влажный, уплотнённый на опесчанном бескарбонатном покровном тяжёлом суглинке. Число всхожих семян сорняков в $A_{\text{пах}}$ на 1 га составило 1,6–1,8 млрд.

Действие минеральных удобрений и гербицидов в 2007 г. изучали на яровой вике с овсом (5:1). Варианты опыта: B_0 – контроль – без гербицида; B_1 – прометрин, 2 кг/га (опрыскивание до всходов); B_2 – хантер, 1,5 л/га и B_3 – хантер, 2 л/га – опрыскивание в фазе 2–3 настоящих листьев вики по вегетирующим сорнякам. Во всех вариантах в раствор добавляли аммиачную селитру (5 кг азота на 1 га, в том числе и контроль), расход рабочей жидкости 230 л/га. Эффективность гербицидов изучали на двух фонах питания: A_1 – без удобрений; A_2 – NPK из расчёта 5 т сена (воздушно-сухая масса) сидеральной культуры с 1 га.

Во второй половине лета, после заделки измельчённого сидерата дисковой бороной БДТ–3 в эти же варианты, согласно схеме опыта, под урожай озимой тритикале были внесены минеральные удобрения – фактор А и заложены разные способы обработки почвы – фактор Д. A_1 – без минеральных удобрений, A_2 – $N_{120(90+30)}P_{60}K_{60}$. В переводе на воздушно-сухую массу под урожай тритикале на фоне A_1 в почву заделано 2,3 и A_2 – 4,6 т/га биомассы, что соответствует $N_{56}P_{17}K_{39}$ и $N_{110}P_{33}K_{78,4}$ соответственно. D_1 – традиционная вспашка на глубину 20–22 см (контроль), D_2 – дискование на 6–8 см, D_3 – безотвальное рыхление на 25–27 см (плуг с предплужником со снятым отвалом).

После изучения действия гербицидов в 2007 г. (викоовёс) на опыте с тритикале варианты были расположены по схеме: B_0 – контроль (без гербицида); B_1 – по прометрину (2 кг/га) внесли агритокс, 1,2 л/га; B_2 – хантер, 1,5 л/га; – гренаж, 12 г/га; B_3 – хантер, 2 л/га, секатор-турбо, 75 мл/га.

Варианты расположены методом расщеплённых делянок и рендомизированных повторений [2]. Всего делянок 72, площадь каждой 78,75 м². Возделывали вику посевную яровую сорта Льговская 28, овёс яровой – Скакун, озимую тритикале – Виктор.

Метеорологические условия вегетации викоовсяной смеси и озимой тритикале были нетипичными. Третья декада мая и первая половина июня (2007 г.) характеризовались недостат-

ком тепла и влаги в сочетании с ветрами (4,6; 5,2 м/сек). Установившиеся во второй половине июня хорошие погодные условия способствовали оптимальному развитию вегетативной массы (ГТК – 1,1). В 2007–2008 гг. вегетационных годах цветение и налив зерна тритикале протекали в условиях избыточного увлажнения (ГТК – 1,62).

Агротехнические мероприятия и сельскохозяйственная техника соответствовала зональным требованиям. Наблюдения, учёты, анализы проводили по общепринятым методикам. Математическая обработка результатов наблюдений, анализов проведена методом дисперсионного анализа для многофакторного опыта с использованием ПЭВМ. Энергетические и экономические расчёты осуществляли с учетом нормативных и фактических затрат, приведённых на технологических картах [4].

Результаты и их обсуждение. За период от всходов до начала цветения вики в смеси с овсом должна накопить достаточное количество азота, органической массы, не иссушить и не обеднить почву. По отношению к многим сорнякам викоовсяная смесь обладает высокой конкурентоспособностью. Однако в гербакритический период (16–19 дн.) развития вики число взошедших сорняков на контроле достигло 118–130 на 1 м² (табл. 1). В течение вегетационного периода на безгербицидных вариантах доминировали в основном представители семейства Астровые: осот полевой, бодяк полевой, ромашка непахучая, василек синий; Гвоздичные – звездчатка средняя, торица полевая, Льновые – льянка обыкновенная; Капустные – редька дикая; Мареновые – подмаренник цепкий; Маковые – дымянка лекарственная; Губоцветные – пикульник зябры, пикульник обыкновенный; Мятликовые – курино просо, овсюг пустой [1]. Количественный учёт каждого вида и их воздушно-сухой массы показал, что за счёт увеличения фона питания (A_2) усилилось биологическое подавление сорняков культурными растениями в вариантах 5; 6; 7; 8 на 29 %. Однако масса каждого сорняка увеличилась на 0,7; 0,43; 0,71; 0,53 г соответственно. На фонах A_1 и A_2 гербицид Хантер в дозах 1,5 и 2 кг/га снизил количество малолетних сорняков до 88–91,2 %, а их массу до 87–92 %. Почвенный дозвсходовый гербицид Прометрин (2 т/га) в условиях засушливой весны обеспечил чистоту посевов викоовсяной смеси на 78–82 %. На этом варианте также сохранились виды осота по 4 шт/м².

Яровая вика, имеющая автотрофный и симбиотический азотный режим питания, своеобразно реагирует на внесение минеральных удобрений. В опыте под смешанный посев вики с овсом на A_2 внесено по выносу 30 % азота. Известно, что биоэнергетика клеток и азотофиксация бобового растения зависят от P_2O_5 . Обладая мелкими семенами, вика испытывает повышенную потребность в элементах питания до появления 3–4 листьев и поэтому положительно реагирует на внесение в почву P_2O_5 и K_2O . К фазе бутонизации в ризосфере каждого растения было зафиксировано в A_1 72 – 109 и в A_2 – 146–207 клубеньков белого и розового цветов диаметром от 2 до 6 мм, активно работающих на почвенное плодородие. Минеральные удобрения в пределах эффективного диапазона (A_2) к полной бутонизации вики – биологического агента – способствовали повышению урожайности (без участия гербицидов – $B-5$) до 3,295 т/га, что на 1,44 т/га больше, чем на контроле. Применение удобрений усилило действие гербицидов в вариантах 6, 7 и 8, где только за счёт химической прополки обеспечена прибавка воздушно-сухой массы 1,43–2,02 т/га. Наивысший урожай – 5,317 т/га, соответственно условный чистый доход – 10500 руб/га получены ($B-7$) при сочетании минерального питания с гербицидом хантер, 1,5 л/га (см. табл. 1).

1. Биологическая и хозяйственная эффективность гербицидов в сочетании с минеральными удобрениями в посевах викоовсяной смеси

Вариант опыта	Число сорных растений	По отношению к контролю, %	Выход воздушно-сухой массы викоовсяной смеси, т/га	Условный чистый доход, руб/га
<i>Фон А₁ – без удобрений</i>				
1. В ₀ – контроль	130/257,6	100/100	1,852	2016
2. В ₁ – прометрин, 2 кг/га	29/64,25	-78/-75,2	2,424	2626
3. В ₂ – хантер, 1,5 л/га	13/21,40	-90/-92	2,522	3520
4. В ₃ – хантер, 2 л/га	16/21,35	-88/-92	2,331	3181
<i>Фон А₂ – удобрение в расчете на 5 т сена с 1 га</i>				
5. В ₀ – контроль (по фактору А)	92/247,1	-29,3/-4	3,295	4346
6. В ₁ – прометрин, 2 кг/га	23/60,63	-82,3/-76,5	4,725	8526
7. В ₂ – хантер, 1,5 л/га	14/33,10	-89/-87	5,317	10500
8. В ₃ – хантер, 2 л/га	11/20,50	-91,5/-92	5,176	9681

НСР_{0,5} фактора А (удобрение) – 0,024, фактора В (гербицид) – 0,03.

Примечание. Над чертой – количество сорняков, шт/м², под чертой – воздушно-сухая масса, г/м².

Молодая в эволюционном отношении зерновая культура тритикале сорта Виктор по реакции на предшественники значительно ближе к пшенице, чем к ржи.

Посев проводили 30 августа семенами категории РС, отвечающими ГОСТу, 4 млн всхожих зерен на 1 га, глубина посева – 4-4,5 см. Развитие и «предзимняя» закалка тритикале зависели от скорости разложения поступивших минеральных удобрений, количества сидерата и глубины их заделки, гранулометрического состава, температуры и влажности почвы. Осенью для защиты посевов от комплекса болезней тритикале была обработана препаратом барьер-колор, КС (60 г/л) 0,4 л/га. У озимой тритикале особенно ценны высокая зимостойкость и выносливость. Традиционная вспашка и дисковая обработка в условиях переувлажнённой осени не устранили гибель растений тритикале. Произошло их выпадение в среднем на 66-68 (от 385) при вспашке и 45-46 (от 393) при дисковании, тогда как при рыхлении 8-11 (от 390) растений на 1 м². Отрицательными последствиями оседания почвы по всему А_{нах} после вспашки являются обрыв корней, оголение узла кущения, соответственно снижение сохранности растений на 17,4 %. Поверхностно и безотвально обработанная почва обеспечила более равномерную заделку семян и способствовала залеганию узла кущения на глубине 1,8-2,3 см. Почвозащитный агроприём с разрыхлением плужной подошвы, в отличие от вспашки и дискования в условиях избыточно увлажнённой осени увеличил пористость – воздухоёмкость, благодаря чему улучшил газообмен. Плотность почвы в А_{нах} к наливу равнялась 1,28 г/см³, а сохранность растений составила 379 шт/м² (гибель 2,3 %), тогда как при дисковой обработке (плотность – 1,29-1,32 г/см³) их погибло от вымокания 11,7 %. Исследования свидетельствуют, что безотвальная обработка влияла на осеннюю и весеннюю влагозарядку, где запас продуктивной влаги в метровом слое составил 208 мм, при вспашке и дисковой обработке – 189 и 197 мм соответственно.

При заделке сидерата были подрезаны и заделаны вегета-

тивные органы размножения (в т. ч. семена) многолетних и малолетних сорняков. Однако за 43 дня (от заделки зелёной массы до предпосевной обработки) в изучаемых вариантах появилось 240-260 сорных растений на 1 м² из разных биологических групп. В зависимости от глубины обработанного слоя прослеживается четкая тенденция к увеличению количества их биомассы по поверхностной и безотвальной обработкам почвы по сравнению с традиционной отвальной вспашкой (табл.2), где насчитывалось, соответственно, 257; 249 и 232 шт/м², а биомасса составила 631; 839 и 722 г/м².

С улучшением фона питания общая численность сорняков снизилась в среднем на 29,15 %, а их масса на 18,5 %.

Эффективность действия гербицидов зависит от видового состава малолетних и многолетних сорняков, потенциальной засоренности почвы, фаз роста и развития озимой тритикале, а также от агрофизических и агрохимических свойств почвы [4]. Через 7-10 дней после обработки изучаемые гербициды сдерживали рост и развитие, а через 17-21 день уничтожили 88-96 % двудольных и мятликовых сорняков на фоне А₁ и на 91-97,9% – А₂ (табл. 2).

При формировании сорного компонента относительную устойчивость к гербициду Секатор-турбо на вспашке проявили осот полевой, хвощ полевой, латук татарский, ярутка полевая, ромашка непахучая, куриное просо, метлица полевая. Их насчитывалось 13 шт/м² с незначительной общей биомассой (в сумме 21 г/м²). Почвозащитные обработки расширили спектр действия препаратов Гренч и Секатор-турбо, чем обеспечили их высокую биологическую эффективность. Вегетативная масса тритикале в вариантах с гербицидами обладала хорошей облиственностью и содержала сырой клетчатки 29-30 %, сырого протеина 11 %, каротина 185 мг/кг. Негативного действия гербицидов на рост и развитие тритикале не отмечено.

2. Влияние элементов технологии возделывания на засорённость озимой тритикале

Вариант опыта		Варианты применения гербицидов				Среднее по обработке почвы	Среднее по удобрениям
удобрения (Ф-р А)	обработка почвы (Ф-р Д)	без гербицида (В ₀)	агри-токс (В ₁)	гренч (В ₂)	секатор-турбо (В ₃)		
А ₁	вспашка (Д ₁)	232/631,1 *	23/62,7	24/39,5	13/21	73/188,6	74,9/208,2
	дискование (Д ₂)	257/722	26/52	18/15,8	9/15,4	77,5/201,3	
	рыхление (Д ₃)	249/839	26/61,9	14/23,6	8/14,6	74,3/234,8	
А ₂	вспашка (Д ₁)	154/544,8	21/44,3	16/18,9	13/24,1	51/158	53,06/169,6
	дискование (Д ₂)	170/521	25/56,1	15/19	9/12,8	54,7/152,2	
	рыхление (Д ₃)	172/612	19/56,3	16/21,4	7/9,3	53,5/199,2	
Среднее по гербицидам		205,6/645	23,3/55,6	17,2/23,03	9,8/15,7		

Примечание. Над чертой – количество сорняков, шт/м², под чертой – сырая биомасса, г.

В условиях опыта решающий фактор повышения урожайности – удобрения. По сравнению с контролем (А₁В₀Д₁) в варианте А₂В₀Д₁ рекомендованные дозы позволили увеличить урожайность зерна на 2,56 т/га (рис.).

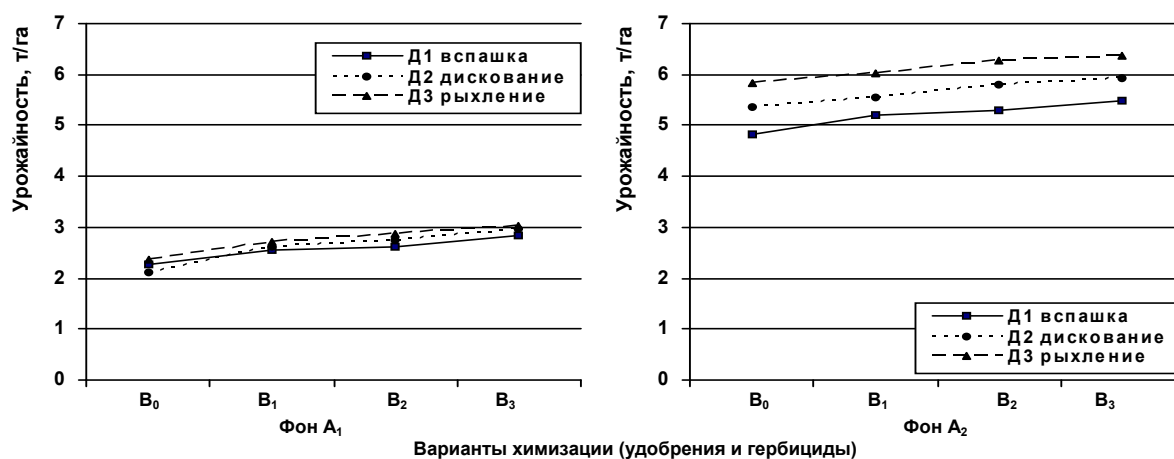


Рис. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность озимой тритикале

В среднем независимо от приёма обработки (D_2D_3) и вариантов химической прополки ($B_1B_2B_3$) на фоне A_2 получена достоверная прибавка урожая 3,03 т/га. Озимая тритикале характеризуется большим диаметром расположения корневой системы и центральным цилиндром, поэтому при норме высева семян 4 млн шт/га сформировалась прочная, крепкая соломина. Активное превращение сидерата в сочетании с минеральными удобрениями в доступную для растения форму отмечено в вариантах $A_1B_0D_3$, $A_2B_0D_1$, $A_2B_0D_2$, $A_2B_0D_3$. При засорённости подмаренником цепким, вьюнком полевым произошло полегание культуры. Зерно на этих вариантах формировалось мелкое и щуплое с массой 1000 семян 28–31,6–32,4 г. Гербициды Секатор-турбо, грэнч в оптимальных дозах позволили наиболее полно использовать питательные элементы и сформировать зерно с массой 1000 семян 43–46 г. Наивысшая урожайность (6,13 т/га) получена при сочетании глубокого безотвального рыхления с минеральным удобрением и гербицидом Секатор-турбо.

Результаты энергетических и экономических расчетов показали, что при возделывании тритикале на производство зерна вложено от 27018 (A_1B_0) до 55870,5 (A_2B_3) МДж/га при энергетической ценности основной продукции от 42180 до 101565 МДж/га соответственно. Из-за высокой засорённости в варианте (1–контроль) без химизации коэффициент энергетической эффективности составляет 1,56 при затратах энергии на производство 1 кг основной продукции 11,85 МДж (табл. 3).

При применении удобрений затраты энергии снизились в среднем на 16,07 % и соответственно повысились КЭЭ технологии в вариантах 5–8 на 0,19. Химическая прополка посевов увеличила сумму прямых затрат на 7–8 %. Однако, поверхностная обработка и глубокое рыхление в сочетании с минеральными удобрениями, сидератом и современными гербицидами обеспечили урожайность тритикале 5,66–6,13 т/га хорошего качества. Соответственно повысился коэффициент энергетической эффективности с 2,2 до 3,1 и более.

Действие гербицидов изучали не только в год их применения, но и в последствии (2009 г.). Снижение засорённости в 2–3 раза отмечено в системе – Прометрин, 2 т/га – Агритокс, 1,2 л/га; Хантер, 2 л/га и Секатор-турбо, 75 мл/га.

THE EFFICIENCY OF AGRICULTURE INTENSIFICATION ELEMENTS IN THE LINK OF CROP ROTATION: GREEN MANURE FALLOW – WINTER TRITICALE

G.I. Bazdyrev¹, N.G. Reshetnikova²

¹Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia ²Mari State Technical University, //E-mail: kuapk@marstu.net

The effect of green manure fallow, mineral fertilizers, soil management practice, and herbicides on the productivity and energy-saving efficiency of winter triticale was studied.

Keywords: green manure fallow, yield, weeds, herbicides, soil management, mineral fertilizers, winter triticale, energy-saving efficiency, productivity, crop rotation.

Выводы. Для снижения засорённости посевов викоовсяной смеси до экономического порога вредоносности необходимо применять системный гербицид хантер в фазе 2–3 настоящих листьев в дозе 1,5–2 л/га с добавлением в раствор аммиачной селитры 5 кг N на 1 га. Для поддержания и сохранения биоэнергетики почвы в ресурсосберегающих технологиях для роста урожайности озимой тритикале необходимо использовать сидераты с минеральным удобрением в сочетании с гербицидом Грэнч, 12 г/га или Секатор-турбо, 75 мл/га.

Литература

1. Баздырев Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений – М.: КолосС, 2004. – 325 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия обработки почвы // Земледелие. – № 5. – 2006. – С.12.
4. Николаева И.П. Экономический словарь. – М., 2008. – 157 с.

3. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания озимой тритикале*

Вариант опыта	Урожайность зерна		Энергетическая ценность зерна, МДж/га	Затраты энергии на производство		КЭЭ технологии
применение гербицидов (ф-р В)	т/га	прибавка к контролю, т/га	ценность зерна, МДж/га	основной продукции, МДж/га	1 кг зерна, МДж	
<i>Без минеральных удобрений с сидератами ф. А₁</i>						
1. Без гербицидов- В ₀	2,28	—	42180	27018	11,85	1,56
2. Агритокс- В ₁	2,55	0,27	47175	30345	11,9	1,55
3. Грэнч- В ₂	2,63	0,35	48655	27878	10,6	1,75
4. Секатор-турбо- В ₃	2,84	0,56	52540	28968	10,2	1,81
<i>N₁₂₀P₆₀K₆₀ + сидераты ф. А₂</i>						
5. Без гербицидов- В ₀	4,84	2,56	89540	46464	9,6	1,93
6. Агритокс- В ₁	5,2	2,92	96200	51072	9,8	1,88
7. Грэнч- В ₂	5,31	3,03	98235	54255	10,21	1,81
8. Секатор-турбо- В ₃	5,49	3,21	101565	55870,5	10,17	1,82
HCP _{0,5} по удобр. А – 0,039; HCP _{0,5} по герб. В – 0,029.						

Примечание. В таблице приведены данные по фону – традиционная вспашка.