

## 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.*

Едино 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 среднекультуренной почве. Исходное содержание гумуса 3 %, подвижного фосфора – 22, обменного калия – 18 мг/100 г, рН 6, сумма обменных оснований – 15,6 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности оснований 87 %. Общие физические свойства почвы: плотность ( $v_m$ ) – 1,28 г/см<sup>3</sup> и плотность твёрдой фазы 2,37 г/см<sup>3</sup> 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 тяжелом 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:  $V_0$  – контроль – без гербицида;  $V_1$  – прометрин, 2 кг/га (опрыскивание до всходов);  $V_2$  – хантер, 1,5 л/га и  $V_3$  – 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 расчета 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:  $V_0$  – контроль (без гербицида);  $V_1$  – по прометрину (2 кг/га) внесли агритокс, 1,2 л/га;  $V_2$  – хантер, 1,5 л/га; – греч, 12 г/га;  $V_3$  – 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 м<sup>2</sup>. 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, учёт, 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 восходов 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 взшедших сорняков на контроле достигло 118–130 на 1 м<sup>2</sup> (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 довсходовый 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/м<sup>2</sup>.

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 – В–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 счет 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 (В–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 А<sub>1</sub> – без удобрений</i>				
1. В <sub>0</sub> – контроль	130/257,6	100/100	1,852	2016
2. В <sub>1</sub> – прометрин, 2 кг/га	29/64,25	-78/-75,2	2,424	2626
3. В <sub>2</sub> – хантер, 1,5 л/га	13/21,40	-90/-92	2,522	3520
4. В <sub>3</sub> – хантер, 2 л/га	16/21,35	-88/-92	2,331	3181
<i>Фон А<sub>2</sub> – удобрение в расчете на 5 т сена с 1 га</i>				
5. В <sub>0</sub> – контроль (по фактору А)	92/247,1	-29,3/-4	3,295	4346
6. В <sub>1</sub> – прометрин, 2 кг/га	23/60,63	-82,3/-76,5	4,725	8526
7. В <sub>2</sub> – хантер, 1,5 л/га	14/33,10	-89/-87	5,317	10500
8. В <sub>3</sub> – хантер, 2 л/га	11/20,50	-91,5/-92	5,176	9681

НСР<sub>0,5</sub> фактора А (удобрение) – 0,024, фактора В (гербицид) – 0,03.

*Примечание.* Над чертой – количество сорняков, шт/м<sup>2</sup>, под чертой – воздушно-сухая масса, г/м<sup>2</sup>.

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 м<sup>2</sup>. Отрицательными последствиями оседания почвы по всему А<sub>нак</sub> после вспашки являются обрыв корней, оголение узла кушения, соответственно снижение сохранности растений на 17,4 %. Поверхностно и безотвально обработанная почва обеспечила более равномерную заделку семян и способствовала залеганию узла кушения 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<sub>нак</sub> к наливу равнялась 1,28 г/см<sup>3</sup>, а сохранность растений составила 379 шт/м<sup>2</sup> (гибель 2,3 %), тогда как при дисковой обработке (плотность – 1,29-1,32 г/см<sup>3</sup>) 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 м<sup>2</sup> 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/м<sup>2</sup>, а биомасса составила 631; 839 и 722 г/м<sup>2</sup>.

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 А<sub>1</sub> и на 91-97,9% – А<sub>2</sub> (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/м<sup>2</sup> с незначительной общей биомассой (в сумме 21 г/м<sup>2</sup>). 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 <sub>0</sub> )	агри-токс (В <sub>1</sub> )	гренч (В <sub>2</sub> )		
А <sub>1</sub>	вспашка (Д <sub>1</sub> )	232/631,1 *	23/62,7	24/39,5	13/21	73/188,6	74,9/208,2
	дискование (Д <sub>2</sub> )	257/722	26/52	18/15,8	9/15,4	77,5/201,3	
	рыхление (Д <sub>3</sub> )	249/839	26/61,9	14/23,6	8/14,6	74,3/234,8	
А <sub>2</sub>	вспашка (Д <sub>1</sub> )	154/544,8	21/44,3	16/18,9	13/24,1	51/158	53,06/169,6
	дискование (Д <sub>2</sub> )	170/521	25/56,1	15/19	9/12,8	54,7/152,2	
	рыхление (Д <sub>3</sub> )	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/м<sup>2</sup>, под чертой – сырая биомасса, г.

В условиях опыта решающий фактор повышения урожайности – удобрения. По сравнению с контролем (А<sub>1</sub>В<sub>0</sub>Д<sub>1</sub>) в варианте А<sub>2</sub>В<sub>0</sub>Д<sub>1</sub> рекомендованные дозы позволили увеличить урожайность зерна на 2,56 т/га (рис.).

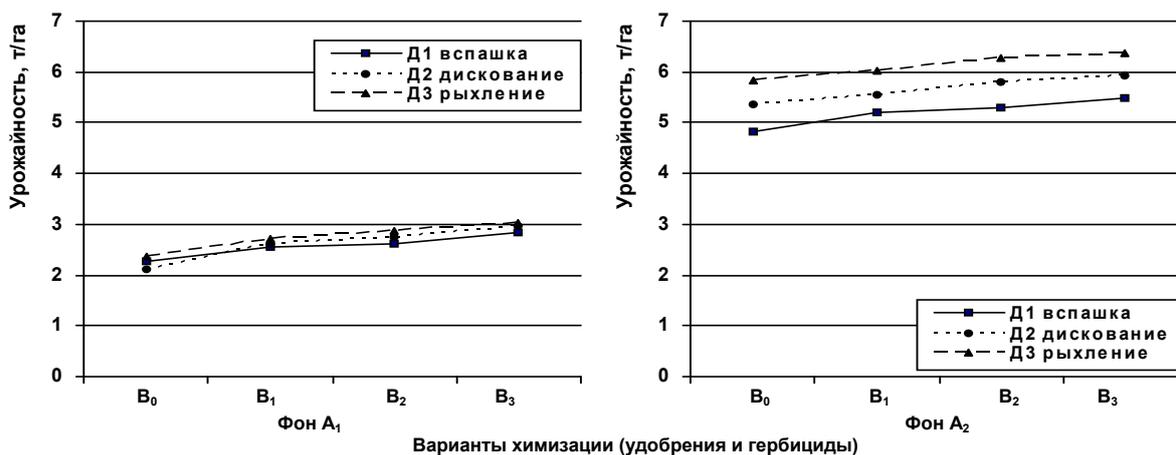


Рис. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность озимой тритикале

В среднем независимо от приёма обработки ( $D_2D_3$ ) и вариантов химической прополки ( $V_1V_2V_3$ ) на фоне  $A_2$  получена достоверная прибавка урожая 3,03 т/га. Озимая тритикале характеризуется большим диаметром расположения корневой системы и центрального цилиндра, 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  $A_1V_0D_3$ ,  $A_2V_0D_1$ ,  $A_2V_0D_2$ ,  $A_2V_0D_3$ . При засоренности 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, гренч 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 ( $A_1V_0$ ) до 55870,5 ( $A_2V_3$ ) МДж/га при энергетической ценности основной продукции от 42180 до 101565 МДж/га соответственно. Из-за высокой засоренности 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 повысился 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 засоренности 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. Bazdyrev<sup>1</sup>, N.G. Reshetnikova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia <sup>2</sup>Mari 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 засоренности 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 Гренч, 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
	т/га	прибавка к контролю, т/га		основной продукции, МДж/га	1 кг зерна, МДж	
Без минеральных удобрений с сидератами ф. А <sub>1</sub>						
1. Без гербицидов- В	2,28	–	42180	27018	11,85	1,56
2. Агритокс- В <sub>1</sub>	2,55	0,27	47175	30345	11,9	1,55
3. Гренч- В <sub>2</sub>	2,63	0,35	48655	27878	10,6	1,75
4. Секатор-турбо- В <sub>3</sub>	2,84	0,56	52540	28968	10,2	1,81
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + сидераты ф. А <sub>2</sub>						
5. Без гербицидов- В	4,84	2,56	89540	46464	9,6	1,93
6. Агритокс- В <sub>1</sub>	5,2	2,92	96200	51072	9,8	1,88
7. Гренч- В <sub>2</sub>	5,31	3,03	98235	54255	10,21	1,81
8. Секатор-турбо- В <sub>3</sub>	5,49	3,21	101565	55870,5	10,17	1,82
НСР <sub>0,5</sub> по удобр. А – 0,039; НСР <sub>0,5</sub> по герб. В – 0,029.						

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