Научная статья
УДК 633.1+632.954
doi:10.35694/YARCX.2022.58.2.003

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ И БАКОВОЙ СМЕСИ ГЕРБИЦИДОВ В СЕВООБОРОТАХ С КОРОТКОЙ РОТАЦИЕЙ

Алексей Алексеевич Акимов[1], Алексей Иванович Беленков[2]
[1]Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия
[2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия
[1]akimov-agro@yandex.ru, ORCID 0000-0002-9363-6678
[2]belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Реферат. На основе полученных экспериментальных данных за период 2011–2015 гг. представлена хозяйственная, биологическая и экономическая эффективность баковой смеси гербицидов гранстар + эстет на разных фонах минерального питания в четырёх севооборотах с короткой ротацией. На дерново-подзолистых почвах применение гербицидов в посевах зерновых культур позволило снизить засорённость, в среднем за ротацию севооборота, на 35,2%, минеральных удобрений – на 18,8%, площади чистого пара – на 78,2%. Внесение минеральных удобрений приводило к увеличению актуальной засорённости посевов озимой ржи в 2,6 раза, а также способствовало повышению биологической эффективности применяемой в её посевах баковой смеси гербицидов на 9,3%. Применение баковой смеси гербицидов (гранстар 10 г/га + эстет 400 мл/га) в посевах зерновых культур и расчётных норм минеральных удобрений ($N_{96}P_0K_{109}$), вносимых под озимую рожь, экономически оправдано в севообороте с занятым вико-овсяным паром и продуктивностью, в среднем за ротацию севооборота, 4,93 т корм. ед./га.

Ключевые слова: *севооборот, минеральные удобрения, гербициды, эффективность гербицидов, урожайность, экономическая эффективность*

EFFICIENCY OF FERTILIZERS AND HERBICIDE TANK MIXTURE IN SHORT-TERM ROTATIONS

Aleksey A. Akimov[1], Aleksey I. Belenkov[2]
[1]Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia
[2]Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia
[1]akimov-agro@yandex.ru, ORCID 0000-0002-9363-6678
[2]belenokaleksis@mail.ru, ORCID 0000-0003-0422-4936

Abstract. Based on the obtained experimental data for the period 2011–2015 the economic, biological and economic efficiency of the tank mixture of herbicides granstar + estet on different grounds of mineral nutrition in four short-term rotations is presented. On soddy podzolic soils the use of herbicides in sowings of grain crops made it possible to reduce foreign matter, on average for rotation of crop rotation by 35.2%, mineral fertilizers – by 18.8%, the area of complete fallow – by 78.2%. The application of mineral fertilizers led to an increase in the actual weed infestation of winter rye crops by 2.6 times, and also contributed to an increase in the biological efficiency of the tank mixture of herbicides used in its crops by 9.3%. The use of a tank mixture of herbicides (granstar 10 g/ha + estet 400 ml/ha) in sowings of grain crops and the calculated norms of mineral fertilizers ($N_{96}P_0K_{109}$) applied under winter rye is economically justified in crop rotation with busy vetch-oats fallow and productivity, on average, for rotation of crop rotation, 4.93 tons of feed units/ha.

Keywords: *crop rotation, mineral fertilizers, herbicides, herbicide efficiency, yield, economic efficiency*

Введение. Наиболее эффективным, доступным и дешёвым агротехническим средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур, энергетической и экономической окупаемости их возделывания является севооборот [1; 2]. Совершенствование севооборотов в современном адаптивном земледелии происходит путём полной или частичной замены дорогостоящих агротехнических приёмов (удобрений, пестицидов, обработки почвы) на биологические, предполагающие обязательное возделывание многолетних бобовых или бобово-злаковых трав, сидеральных культур на зелёное удобрение. Положительное влияние биологизации севооборотов на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйтвенных культур доказано многочисленными исследованиями [3].

Удобрение – главный фактор интенсификации земледелия и повышения плодородия почвы, особенно в тех зонах, которые характеризуются низким содержанием гумуса и доступных растениям питательных элементов, поскольку удобрения замедляют процессы убыли гумуса из почвы, снижают его потери благодаря поступлению в почву большего количества пожнивных и корневых остатков [4].

Одним из факторов, ограничивающих получение высоких урожаев всех культур и снижающих эффект от применения минеральных удобрений, является высокая засорённость полей. Только в чистых от сорняков посевах культурные растения максимально усваивают доступные им элементы питания. При высокой засорённости посевов потребление элементов питания культурными растениями сокращается в результате снижения фотосинтетической активности их при затенении сорными растениями, а также вследствие конкурентного использования питательных веществ сорняками. На сильно засорённых полях слабоконкурентных культур внесение удобрений может привести не к увеличению, а к снижению урожая. В то же время уничтожение сорняков создаёт условия для более полного использования питательных веществ удобрений культурными растениями, повышая их окупаемость урожаем [5].

В настоящее время среди известных методов борьбы с сорняками самым эффективным и рентабельным является химический. Применение современных и высокоэффективных гербицидов позволяет снизить засорённость и повысить урожайность зерновых культур, по многочисленным исследованиям, на 18–20% [5].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что, несмотря на большую роль минеральных удобрений и химического метода борьбы с сорняками в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в настоящее время роль севооборота остаётся ведущей, только в севообороте имеется возможность подавления широкого спектра сорняков. Данный вопрос является актуальным и требует дальнейшего изучения.

Цель исследований – определить биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность баковой смеси гербицидов на разных фонах минерального питания в четырёх короткоротационных севооборотах.

Материал и методика исследований. В 2011 году на опытном поле кафедрой агрохимии и земледелия Тверской ГСХА был заложен полевой трёхфакторный стационарный опыт по изучению продуктивности короткоротационных севооборотов с использованием различных видов паров, применением расчётных доз удобрений на урожайность озимой ржи (4,0 т/га) и гербицидов нового поколения.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, остаточно карбонатная, глееватая на морене, легкосуглинистая по гранулометрическому составу. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы до закладки опыта следующие: гумус по Тюрину – 1,82%; легкогидролизуемый азот – 70,0 мг/кг (по Корнфилду); подвижный фосфор (P_2O_5) – 230 и обменный калий (K_2O) – 76 мг/кг (по Кирсанову); pH_{KCl} – 6,04; мощность пахотного слоя – 20–22 см.

Полевой опыт заложен методом расщеплённых делянок в четырёхкратной повторности. Площадь делянки первого порядка 432, второго порядка – 216, третьего – 108 м^2. Размещение вариантов рендомизированное.

Схема трёхфакторного полевого опыта включала 16 вариантов: фактор А – виды пара: 1 – чистый пар; 2 – химический пар; 3 – занятый (вико-овсяный) пар; 4 – сидеральный пар; фактор В – удобрение: 1 – без удобрений; 2 – расчётные нормы NPK на планируемую урожайность озимой ржи 4,0 т/га; фактор С – применение гербицидов в посевах озимой ржи и ячменя: 1 – без гербицидов; 2 – гранстар 10 г/га + эстет 400 мл/га.

В химическом пару применялся гербицид сплошного действия. В сидеральном пару возделывался люпин узколистный. Инокуляция семян люпина была проведена в день посева препаратом ризоторфин в дозе 400 г на гектарную норму (167 кг/га) люпина.

Расчёт норм минеральных удобрений на планируемую урожайность озимой ржи 4,0 т/га по каждому пару проводился балансовым методом. Нормы минеральных удобрений на планируемую урожайность озимой ржи составили: по чистому пару – $N_{110}P_0K_{110}$, по химическому пару – $N_{120}P_0K_{108}$, по занятому пару – $N_{96}P_0K_{109}$, по сидеральному пару – $N_{34}P_0K_{14}$. Расчётные нормы минеральных удобрений разбивались на дозы и вносились следующим образом: калийные удобрения (хлористый калий) – под предпосевную обработку в полной норме по

всем вариантам паров, азотные удобрения (аммиачная селитра) вносились в подкорму озимой ржи весной в два срока: по чистому пару – по N_{60} и N_{50}, по химическому пару – по N_{60} и N_{60}, по занятому пару – N_{60} и N_{36} соответственно 3 и 28 мая, а по сидеральному пару один раз – N_{34} 3 мая.

Применяемые гербициды гранстар 10 г/га и эстет 400 мл/га вносились в смеси в осенний период (29 сентября 2011 г.) в фазу полного кущения озимой ржи и в фазу кущения ячменя (15 июня 2015 г.) с помощью ранцевого опрыскивателя «Жук» с расходом рабочей жидкости 400 л/га.

Исследования проводились в четырёх севооборотах с короткой ротацией:

1-й севооборот	2-й севооборот	3-й севооборот	4-й севооборот
1. Чистый пар	1. Химический пар	1. Занятый пар	1. Сидеральный пар
2. Озимая рожь + тр.	2. Озимая рожь + тр.	2. Озимая рожь + тр.	2. Озимая рожь + тр.
3. Мн. травы 1 г.п.	3. Мн. травы 1 г.п.	3. Мн. травы 1 г.п.	3. Мн. травы 1 г.п.
4. Мн. травы 2 г.п.	4. Мн. травы 2 г.п.	4. Мн. травы 2 г.п.	4. Мн. травы 2 г.п.
5. Ячмень	5. Ячмень	5. Ячмень	5. Ячмень

Объекты исследований: 2011 г. – вика посевная сорта Людмила, овёс посевной сорта Буг, люпин узколистный сорта Сидерат 38; 2011–2012 гг. – озимая рожь сорта Татьяна; 2013–2014 гг. – клевер красный сорта ВИК-7 и тимофеевка луговая Ленинградская 204; 2015 г. – ячмень посевной сорта Суздалец.

Обработка почвы в чистом пару общепринятая для Тверской области. В химическом пару взамен двух культиваций, выполняемых при паровании поля, применялся гербицид ураган форте (3 л/га). Посев люпина в сидеральном пару производили семенами категории ОС (ПР-3) с нормой высева 1,2 млн шт. всхожих семян/га – 11 мая 2011 года, посев вико-овсяной смеси семенами категории $РС_т$ (1 репродукция) с нормой высева овса 3,5 млн шт. всхожих семян/га, а вики 2,5 млн шт. – 6 мая. Уборка урожая проводилась 27 июля сплошным способом комбайном КИР-1,5. В сидеральном пару измельчённую зелёную массу люпина заделывали дисковой бороной БДТ-3, затем проводили вспашку вико-овсяного и сидерального пара. Посев озимой ржи производили семенами категории $РС_т$ (1 репродукция) с нормой высева 6 млн шт. всхожих семян/га – 31 августа 2011 года. Уборка урожая проводилась сплошным способом комбайном «Сампо» 7 августа будущего года. Весной 2012 года, при физической спелости почвы, под покров озимой ржи была подсеяна смесь клевера красного с тимофеевкой семенами категории РС (1 репродукция) с нормой высева 12 + 8 кг/га соответственно. Уборка урожая многолетних трав 1 и 2 г.п. на сено проводилась в 2013 и 2014 годах сплошным способом с помощью КРН-2,1 за два укоса. Посев ячменя производили семенами категории $РС_т$ (1 репродукция) с нормой высева 5 млн шт. всхожих семян/га – 8 мая. Опрыскивание посевов баковой смесью гербицидов проводилось ранцевым опрыскивателем «Жук» 15 июня, уборка урожая – сплошным способом комбайном «SampoTerrion 2010» 31 августа. Все исследования и наблюдения в опыте проводились по общепринятым методикам [7; 8].

Сравнивая агроклиматические условия вегетационных периодов при возделывании культур севооборотов можно отметить весьма благоприятные – 2011, 2012, 2015 гг., и неблагоприятные – 2013 и 2014 гг. в связи с недостаточной влагообеспеченностью и жаркой погодой в отдельные периоды.

Результаты исследований. На момент закладки полевого опыта потенциальная засорённость пахотного (0–20 см) слоя характеризовалась следующими запасами семян сорняков – 2,38 млрд шт./га, корневых отпрысков – 12,13 см/м^2 с количеством адвентивных почек 7,5 шт./м^2. В условиях вегетационного периода 2011 г. актуальная засорённость паров была представлена такими видами малолетних сорняков, как горец вьюнковый (Fallópia convólvulus), горец шероховатый (Polygonum scabrum), ромашка непахучая (Matricaria perforata Merat), марь белая (Chenopódium álbum), ярутка полевая (Thláspi arvénse), пикульник заметный (Galeopsis speciosa Mill.), пастушья сумка (Capsélla búrsa-pastóris), редька дикая (Raphanus raphanistrum), фиалка полевая (Víola arvénsis), дымянка лекарственная (Fumária officinális), среди многолетних отмечались бодяк полевой (Cirsium arvense), осот полевой (Sónchus arvénsis), хвощ полевой (Equisétum arvénse), подорожник большой (Plantágo májor).

На протяжении ротации севооборотов как видовой состав, так и количество сорняков изменялись в зависимости от изучаемых в опыте факторов и выращиваемых культур.

Как было отмечено ранее, в севооборотах для снижения засорённости применялись гербициды – в химическом пару сплошного действия ураган форте, а в посевах зерновых культур – озимой ржи и ячменя – баковая смесь гербицидов гранстар + эстет против двудольных видов сорняков.

В таблице 1 представлены данные по биологической эффективности применяемых гербицидов.

Таблица 1 – Биологическая эффективность применяемых гербицидов (% гибели сорняков) в посевах зерновых культур и химическом пару

Фактор А	Фактор В	2011 г., пары			2011–2012 гг., озимая рожь			2015 г., ячмень		
		до обработки	после обработки	гибель, %	до обработки	после обработки	гибель, %	до обработки	после обработки	гибель, %
Чистый пар	$N_0P_0K_0$	–	–	–	172/160	64/12	92,5	99/55	52/52	5,5
	$N_{110}P_0K_{110}$	72/69	3/1	–	780/772	12/12	98,4	79/78	272/36	53,8
В среднем		–	–	–	**476/466**	**38/12**	**97,4**	**89/67**	**162/44**	**34,3**
Химический пар	$N_0P_0K_0$	–	–	–	188/188	76/28	85,1	61/19	440/4	78,9
	$N_{120}P_0K_{108}$	113/113	14/14	87,6	516/500	32/20	96,0	123/123	48/40	67,5
В среднем		–	–	–	**352/344**	**54/24**	**93,0**	**92/71**	**244/22**	**69,0**
Занятый пар	$N_0P_0K_0$	–	–	–	256/236	108/52	78,0	72/31	136/16	48,4
	$N_{96}P_0K_{109}$	21/21	28/28	–	484/484	32/16	96,7	153/118	160/20	83,1
В среднем		–	–	–	**370/360**	**70/34**	**90,6**	**113/75**	**148/18**	**76,0**
Сидеральный пар	$N_0P_0K_0$	–	–	–	804/800	112/40	95,5	107/32	500/60	–
	$N_{34}P_0K_{14}$	103/103	106/105	–	928/900	36/24	97,3	138/48	92/56	–
В среднем		–	–	–	**866/850**	**74/32**	**96,2**	**123/40**	**296/58**	–

Примечание: в числителе – всего сорняков, шт./м^2, в знаменателе – количество двудольных сорняков, шт./м^2.

Применение баковой смеси гербицидов против двудольных сорняков снижало засорённость по всем вариантам опыта. Биологическая эффективность баковой смеси гербицидов была высокой и в среднем составила 94,3%. При этом на фоне внесённых минеральных удобрений, по сравнению с вариантами без удобрения, биологическая эффективность была значительно выше, независимо от предшественника, и возрастала с 92,5 до 98,4% в звене с чистым паром, с 85,1 до 96,0% – в звене с химическим паром, с 78,0 до 96,7% – в звене с занятым паром, с 95,5 до 97,3% – в звене с сидеральным паром. То есть, в среднем применение минеральных удобрений повышало биологическую эффективность баковой смеси гербицидов с 87,8 до 97,1%, или на 9,3%. Биологическая эффективность баковой смеси гербицидов на завершающей севообороты культуре (ячмене) была значительно ниже и составила в среднем 44,8%, что связано с погодными условиями вегетационного периода 2015 года и преобладанием устойчивого двудольного многолетнего сорняка мяты полевой, которая развилась в многолетних травах за 2 года их пользования, особенно в севообороте с сидеральным паром. При этом большая биологическая эффективность гербицидов, равная 83,1%, отмечалась в севообороте с занятым паром при последействии удобрений.

Факторы, сформировавшие засорённость, оказали влияние на урожайность возделываемых в севооборотах культур и в целом на продуктивность севооборотов (табл. 2).

Максимальная продуктивность в среднем была получена за ротацию севооборота с занятым викоовсяным паром – 4,26 т корм. ед./га, что было выше, чем с чистым паром на 25,3%, с химическим –

Таблица 2 – Влияние предшественника, фона минерального питания и смеси гербицидов на урожайность культур и продуктивность севооборотов, 2011–2015 гг.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность, т/га					Продуктивность, корм. ед.	
			2011 г., пары	2012 г., озимая рожь	2013 г., мн. травы 1 г.п.	2014 г., мн. травы 2 г.п.	2015 г., ячмень	т/га	%
Чистый пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	–	2,16	9,29	7,01	2,21	2,84	100,0
		гранстар + эстет		2,57	9,11	6,02	2,73	3,02	106,3
	в среднем			**2,37**	**9,20**	**6,52**	**2,47**	**2,93**	**100,0**
	$N_{110}P_0K_{110}$	без гербицида		3,58	13,66	8,22	2,47	3,86	100,0
		гранстар + эстет		4,45	11,25	5,95	2,97	3,85	99,7
	в среднем			4,02	12,46	7,09	2,72	3,86	131,7
В среднем			x	3,20	10,83	6,81	2,60	3,40	100,0
Химический пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	–	1,70	9,61	6,47	2,13	2,65	100,0
		гранстар + эстет		2,03	10,01	6,29	2,67	2,94	110,9
	в среднем			1,87	9,81	6,38	2,40	2,80	100,0
	$N_{120}P_0K_{108}$	без гербицида		4,03	9,03	6,36	2,56	3,43	100,0
		гранстар + эстет		4,59	9,96	5,69	3,27	3,84	112,0
	в среднем			4,31	9,50	6,03	2,92	3,64	130,0
В среднем			x	3,09	9,66	6,21	2,66	3,22	94,7
Занятый пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	35,25	1,65	10,63	4,00	2,06	3,75	100,0
		гранстар + эстет		1,84	8,67	4,99	2,56	3,88	103,5
	в среднем			1,75	**9,65**	**4,50**	**2,31**	**3,82**	**100,0**
	$N_{96}P_0K_{109}$	без гербицида		3,93	85,9	4,94	2,45	4,46	100,0
		гранстар + эстет		4,47	10,07	5,03	2,96	4,93	110,5
	в среднем			4,20	9,33	4,99	2,71	4,70	123,0
В среднем			x	2,98	9,49	4,75	2,51	4,26	125,3
Сидеральный пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	43,50	2,68	10,24	7,92	2,30	3,19	100,0
		гранстар + эстет		2,98	12,43	7,12	2,89	3,60	112,9
	в среднем			**2,83**	**11,34**	**7,52**	**2,60**	**3,40**	**100,0**
	$N_{34}P_0K_{14}$	без гербицида		4,91	12,63	4,36	2,96	3,96	100,0
		гранстар + эстет		5,84	10,55	5,88	3,46	4,35	109,8
	в среднем			5,38	11,59	5,12	3,21	4,16	122,4
В среднем			x	4,11	11,47	6,32	2,91	3,78	111,2
$НСР_{05}$ частных различий			–	1,3	3,6	3,0	1,0	–	–
$НСР_{05}$ для главных эффектов			–	0,4	1,3	1,0	0,4	–	–
$НСР_{05}$ для парных взаимодействий			–	0,6	1,8	1,5	0,5	–	–

на 32,3%, с сидеральным – на 12,7%, в связи с получением дополнительной продукции (35,3 т/га зелёной массы), идущей на корм скоту. Хозяйственная эффективность изучаемой баковой смеси в севооборотах находилась на уровне 3,5–12,9%. Большая её величина отмечена на вариантах с химическим, занятым и сидеральным парами, незначительно отличаясь по фонам удобрений.

Определение засорённости в среднем за ротацию севооборотов в конце вегетации культур по абсолютно-сухой массе сорняков позволило выявить влияние изучаемых факторов на этот показатель (рис. 1).

Так, гербициды в среднем снижали засорённость посевов на 35,2%, удобрения – на 18,0%. По фитосанитарному состоянию в среднем наименее засорёнными были севообороты с чистым (16,17 г/м²), занятым (25,83 г/м²) и химическим

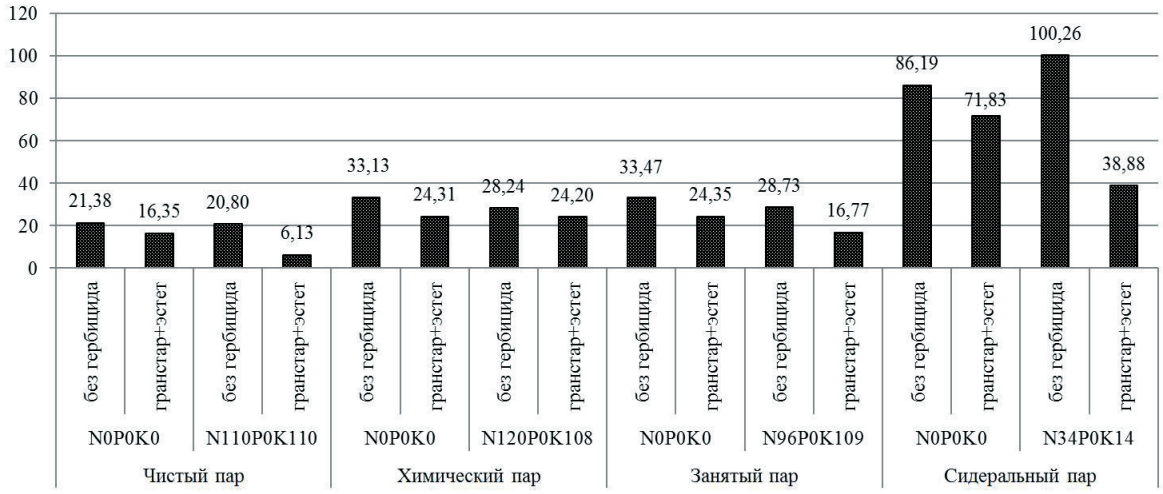

Рисунок 1 – Влияние предшественника, фона минерального питания и смеси гербицидов на засорённость севооборотов (г/м² абсолютно-сухой массы), в среднем 2011–2015 гг.

паром (27,47 г/м²), наибольшей засорённостью характеризовался севооборот с сидеральным паром – 74,29 г/м².

По сравнению с ним засорённость в севообороте с чистым паром снизилась на 78,2%, с химическим – на 63,0%, с занятым – на 65,5% соответственно. Наиболее благоприятное фитосанитарное состояние обеспечивалось при применении баковой смеси гербицидов в первых трёх севооборотах с внесением минеральных удобрений в посевах озимой ржи.

Определение экономической эффективности возделывания культур в среднем за ротацию севооборотов представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применяемых удобрений и баковой смеси гербицидов в севооборотах, в среднем за ротацию 2011–2015 гг.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Условно-чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость 1 т корм. ед., руб.	Затраты труда на 1 корм. ед., чел.-ч.
Чистый пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	8780	79,1	3908	0,55
		гранстар + эстет	9930	88,6	3712	0,52
	$N_{110}P_0K_{110}$	без гербицида	13204	95,6	3579	0,49
		гранстар + эстет	13825	105,3	3409	0,46
Химический пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	7561	68,8	4147	0,57
		гранстар + эстет	9113	79,5	3900	0,54
	$N_{120}P_0K_{108}$	без гербицида	11630	93,9	3609	0,48
		гранстар + эстет	13941	107,7	3370	0,45
Занятый пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	13968	113,7	3275	0,44
		гранстар + эстет	14769	119,2	3194	0,43
	$N_{96}P_0K_{109}$	без гербицида	17812	132,8	3006	0,39
		гранстар + эстет	20249	142,0	2893	0,38
Сидеральный пар	$N_0P_0K_0$	без гербицида	9812	78,4	3924	0,54
		гранстар + эстет	11911	89,6	3691	0,52
	$N_{34}P_0K_{14}$	без гербицида	14603	111,3	3312	0,46
		гранстар + эстет	16952	125,6	3103	0,43

Полученные данные свидетельствуют, что наиболее высокий уровень рентабельности обеспечивается в севообороте с занятым вико-овсяным паром, это связано с получением дополнительной продукции в виде зелёного корма (35,3 т/га). Применяемые удобрения, независимо от севооборота, обеспечивали больший уровень рентабельности, по сравнению с неудобренным фоном, на 16,6–34,5%. С усилением фона минерального питания уровень рентабельности на вариантах с применением гербицидов возрастал на 0,7–3,7%.

Таким образом, с экономической точки зрения наиболее высокие условно-чистый доход (20249 руб./га) и уровень рентабельности (142,0%), а также более низкие себестоимость 1 т корм. ед. (2893 руб.) и затраты труда (0,38 чел.-ч./1 корм. ед.) были получены на варианте применения баковой смеси гербицидов гранстар + эстет на удобренном фоне в севообороте с занятым вико-овсяным паром.

Выводы. На дерново-подзолистых почвах с высокой потенциальной засорённостью семенами и органами вегетативного размножения сорняков применение гербицидов в посевах зерновых культур позволяет снизить засорённость, в среднем за ротацию севооборота, на 35,2%, минеральных удобрений – на 18,8%, площадь чистого пара – на 78,2%.

Внесение минеральных удобрений приводит не только к увеличению актуальной засорённости посевов озимой ржи в 2,6 раза, но и способствует повышению биологической эффективности применяемой в её посевах баковой смеси гербицидов в среднем на 9,3%.

В условиях Центрального Нечерноземья применение баковой смеси гербицидов (гранстар 10 г/га + эстет 400 мл/га) в посевах зерновых культур и расчётных норм минеральных удобрений ($N_{96}P_0K_{109}$), вносимых под озимую рожь, экономически оправдано в севообороте с занятым вико-овсяным паром с продуктивностью, в среднем за ротацию севооборота, 4,93 т корм. ед./га.

Список источников

1. Беленков, А. И. Севообороты и обработка почвы Юго-Востока Европейской части России : монография / А. И. Беленков. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 258 с. – ISBN 9783659548079. – Текст : непосредственный.

2. Изместьев, В. М. Основа устойчивости кормовой базы животноводства – кормовой севооборот / В. М. Изместьев, А. Г. Михайлова, Р. Е. Куклина, Е. В. Зеленина. – Текст : непосредственный // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2007. – № 10. – С. 19–21. – ISSN 2072-9081.

3. Беленков, А. И. Интерпретация элементов биологизации в полевом опыте Центра точного земледелия / А. И. Беленков. – Текст : непосредственный // Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности : материалы международной научно-практической конференции (Воронеж, 14–15 ноября 2019 г.). – Воронеж : Изд-во Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 200–207. – ISBN 978-5-7267-1104-1.

4. Ладонин, В. Ф. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии : монография / В. Ф. Ладонин, А. М. Алиев. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 271 с. – ISBN 5-10-002370-8. – Текст : непосредственный.

5. Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений : монография / Г. И. Баздырев. – Москва : КолосС, 2004. – 328 с. – ISBN 5-9532-0150-8. – Текст : непосредственный.

6. Акимов, А. А. Теоретические и практические аспекты применения современных гербицидов в посевах зерновых культур : монография / А. А. Акимов. – Тверь : Тверская ГСХА, 2015. – 214 с. – ISBN 978-5-91488-112-9. – Текст : непосредственный.

7. Усанова, З. И. Методика выполнения научных исследований и курсовой работы по растениеводству : учебное пособие / З. И. Усанова. – Тверь : Тверская ГСХА, 2013. – 110 с. – ISBN 978-5-91488-089-4. – Текст : непосредственный.

8. Васильев, И. П. Практикум по земледелию : учебник / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – Москва : КолосС, 2004. – 424 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Belenkov, A. I. Sevooboroty i obrabotka pochvy Jugo-Vostoka Evropejskoj chasti Rossii : monografija / A. I. Belenkov. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 258 s. – ISBN 9783659548079. – Tekst : neposredstvennyj.

2. Izmest'ev, V. M. Osnova ustojchivosti kormovoj bazy zhivotnovodstva – kormovoj sevooborot / V. M. Izmest'ev, A. G. Mikhajlova, R. E. Kuklina, E. V. Zelenina. – Tekst : neposredstvennyj // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2007. – № 10. – S. 19–21. – ISSN 2072-9081.

3. Belenkov, A. I. Interpretacija jelementov biologizacii v polevom opyte Centra tochnogo zemledelija / A. I. Belenkov. – Tekst : neposredstvennyj // Biologizacija zemledelija: perspektivy i real'nye vozmozhnosti : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Voronezh, 14–15 nojabrja 2019 g.). – Voronezh :

Izd-vo Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2019. – S. 200–207. – ISBN 978-5-7267-1104-1.

4. Ladonin, V. F. Kompleksnoe primenenie gerbicidov i udobrenij v intensivnom zemledelii : monografija / V. F. Ladonin, A. M. Aliev. – Moskva : Agropromizdat, 1991. – 271 s. – ISBN 5-10-002370-8. – Tekst : neposredstvennyj.

5. Bazdyrev, G. I. Zashhita sel'skohozjajstvennyh kul'tur ot sornyh rastenij : monografija / G. I. Bazdyrev. – Moskva : KolosS, 2004. – 328 s. – ISBN 5-9532-0150-8. – Tekst : neposredstvennyj.

6. Akimov, A. A. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty primenenija sovremennyh gerbicidov v posevah zernovyh kul'tur : monografija / A. A. Akimov. – Tver' : Tverskaja GSHA, 2015. – 214 s. – ISBN 978-5-91488-112-9. – Tekst : neposredstvennyj.

7. Usanova, Z. I. Metodika vypolnenija nauchnyh issledovanij i kursovoj raboty po rastenievodstvu : uchebnoe posobie / Z. I. Usanova. – Tver' : Tverskaja GSHA, 2013. – 110 s. – ISBN 978-5-91488-089-4. – Tekst : neposredstvennyj.

8. Vasil'ev, I. P. Praktikum po zemledeliju : uchebnik / I. P. Vasil'ev, A. M. Tulikov, G. I. Bazdyrev [i dr.]. – Moskva : KolosS, 2004. – 424 s. – Tekst : neposredstvennyj.

Сведения об авторах

Алексей Алексеевич Акимов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии, земледелия и лесопользования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 6890-2481.

Алексей Иванович Беленков – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», spin-код: 8397-1599.

Information about the authors

Aleksey A. Akimov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Agrochemistry, Agriculture and Forestry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tver State Agricultural Academy", spin-code: 6890-2481.

Aleksey I. Belenkov – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Agriculture and Methods of Experimental Business, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", spin-code: 8397-1599.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.