

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

©2017 г. И.Н. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко

Брянский государственный аграрный университет

243365 Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а, Россия

E-mail: bgsha@bgsha.com

Поступила в редакцию 04.05.2017 г.

Представлены результаты многолетнего (2005-2012 гг.) исследования урожайности и качества зерна озимой ржи в зависимости от применения средств химизации на дерново-подзолистой песчаной почве в обстановке радиоактивного загрязнения территории. Установлены различия урожайности и качества зерна при применении органической, органо-минеральной и минеральной систем удобрения. Выявлено, что научно обоснованное применение доз удобрений позволило получать стабильные урожаи с высокими показателями качества зерна.

Ключевые слова: системы удобрения, озимая рожь, юго-запад Нечерноземья.

DOI: 10.7868/S0002188117090058

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий период времени при снижении объемов применяемых средств химизации перед зерновым производством в Российской Федерации стоит весьма сложная задача — обеспечить устойчивый рост урожайности и качества зерна, особенно озимых культур, на основе научно обоснованных и максимально адаптированных к условиям Центрального региона России современных агротехнологий, которые должны базироваться на технологических приемах, включающих в себя подбор предшественников, оптимальных сроков сева и норм высева, использование современных высокопродуктивных сортов [1], внесение органических и минеральных удобрений [2—6], использование современных средств защиты растений [7-9] и различных биопрепаратов [10—13].

Среди озимых культур озимая рожь — самая распространенная, наиболее энергоемкая зерновая культура, активно поддерживающая здоровье человека [14], которую можно отнести к стратегическим культурам, оказывающим значительное влияние на формирование продовольственной безопасности страны [15]. Следует учитывать, что озимая рожь по своей зимостойкости превосходит другие озимые зерновые культуры (озимую пшеницу, тритикале) [16]. При этом она лучше других зерновых культур продуцирует на кислых почвах, площадь которых в Российской Федерации превышает 30% пашни [17], характеризующихся относительно невысоким уровнем естественного

плодородия. Однако площади ее посевов и объемы валового производства зерна в России значительно сокращаются [18].

В условиях обширного радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий на значительной территории юго-запада Нечерноземной зоны РФ важнейшей задачей сельскохозяйственной науки является разработка и применение комплекса защитных мероприятий, обеспечивающих получение нормативно чистой продукции растениеводства и животноводства [19]. В связи с этим агроэкологическая оценка комплексного применения средств химизации в условиях техногенного загрязнения агроландшафтов — насущная и первоочередная задача агрохимической науки и практики сельскохозяйственного производства [20].

Цель работы — разработка эффективных экологически безопасных систем удобрения озимой ржи, включающих применение органических и минеральных удобрений, средств защиты растений и биопрепарата гумистим, оптимизация их доз и сочетаний, обеспечивающих максимальную урожайность и высокое качество зерна.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2005-2012 гг. в длительном стационарном опыте Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции ВНИИ люпина в 4-польном плодосменном севообороте

(картофель—овес—люпин на зеленую массу—озимая рожь), заложенном в 1993 г., развернутом в пространстве и во времени. Объект исследования — озимая рожь сорта Пуховчанка.

Почва опытного участка — дерново-подзолистая, рыхлопесчаная с содержанием органического вещества (по Тюрину) 2.4-2.5%, $pH_{КС1}$ 6.7—6.9, H_c — 0.58—0.78 мМоль/100 г почвы, суммой поглощенных оснований — 7.2-8.9 мМоль/100 г почвы, содержанием подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) — соответственно 385—413 и 69—96 мг/кг почвы. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs — 526—666 Бк/м². Повторность опыта четырехкратная, размер учетной делянки — 45 м². Размещение делянок систематическое. Норма высева — 5.5 млн всхожих зерен/га, способ посева — рядовой, срок посева — 3-я декада августа. Посевы обрабатывали биопрепаратом гумистим весной в фазе кушения—начала выхода в трубку из расчета 6 л препарата/га. Препарат гумистим производства ООО ССХП «Женьшень» содержит в себе все компоненты вермикомпоста в растворенном состоянии: гумины, фульвокислоты, витамины, природные фитогормоны, микро- и макроэлементы в виде биодоступных органических соединений и споры полезных почвенных микроорганизмов. Фунгицидные и бактерицидные свойства препарата обусловлены присутствием природных фунгицидов и антибиотиков, выделяемых микрофлорой кишечника дождевого червя в процессе вермикультивирования.

В качестве органического удобрения использовали подстилочный навоз *КРС* следующего химического состава (%): влага в среднем 77.2, азот — 0.53, фосфор — 0.25, калий — 0.57%. Всю расчетную дозу органического удобрения вносили под 1-ю культуру севооборота - картофель. Из минеральных удобрений применяли: N_{aa} , P_{cd} , K_x . Всю расчетную дозу фосфорного удобрения вносили в предпосевную культивацию почвы. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: N70K60 (N30K30 до посева + N40K30 в весеннее возобновление вегетации); N140K120 (N30K30 до посева + N70K90 в весеннее возобновление вегетации + N40 в период выхода в трубку); N210K180 (N30K30 до посева + N90K150 в весеннее возобновление вегетации + N90 в период выхода в трубку).

Система защиты растений от вредных организмов предусматривала применение следующих пестицидов: фундазол 50% с.п. - 0.6 кг/га осенью в фазе кушения, кампозан *М* — 4 л/га в фазе выхода в трубку, байлетон 25% с.п. - 0.6 кг/га в фазе начала колошения, децис 25% к.э. — 0.3 л/га в фазе цветения. Обработку посевов озимой ржи прово-

дили без учета экономического порога вредоносности в качестве превентивной меры.

Агротехника возделывания озимой ржи в опылах соответствовала общепринятой для Центрального региона России. Урожайность озимой ржи учитывали сплошным методом поделочно и приводили к стандартной влажности: зерно — 14, солома — 16%. Соотношение основной и побочной продукции устанавливали по пробному снопу. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по [21].

Схема полевого опыта, варианты: 1 - контроль (без удобрений), 2 — последствие навоза 80 т/га (3-я культура), 3 — последствие навоза 40 т/га (3-я культура) + N70P30K60, 4 - N70P30K60, 5 - N140P60K120, 6 - N210P90K180, 7 - последствие навоза 40 т/га (3-я культура) + N70P30K60 + пестициды, 8 — N70P30K60 + пестициды, 9 - N140P60K120 + пестициды, 10 - N210P90K180 + пестициды, 11 — последствие навоза 40 т/га (3-я культура) + N70P30K60 + пестициды + гумистим, 12 — N70P30K60 + пестициды + гумистим, 13 — N140P60K120 + пестициды + гумистим, 14 - N210P90K180 + пестициды + гумистим.

Лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым методикам в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ. Качество зерна определяли стандартными методами: отбор проб, выделение навесок для определения показателей качества зерна — ГОСТ 13586.3-83, содержание белка — ГОСТ 10846-91, число падения — по методу Хагберта-Пертена, ГОСТ 27676-88, натура зерна — ГОСТ 10840-64, масса 1000 зерен - ГОСТ 10842-89, влажность зерна — ГОСТ 13586.5-93. Удельную активность ^{137}Cs определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма+» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии Маринелли.

Агроклиматические условия вегетационных периодов в годы проведения исследования существенно различались. Наиболее благоприятными для роста и развития озимой ржи были 2005, 2006 гг., умеренными - 2011 и 2012 гг., 2007 и 2009 гг. характеризовались как избыточно увлажненные, засушливыми были 2008, 2010 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее важным интегрирующим показателем степени благоприятности внешней среды для произрастания растений является урожайность. Результаты свидетельствовали, что самая низкая ее величина (0.60 т/га) в среднем за годы

исследования получена в контрольном варианте, изменяясь по годам от 0.37 до 0.69 т/га (табл. 1). Невысокий уровень урожайности зерна озимой ржи в контрольном варианте отражал низкий уровень естественного плодородия почвы опытного поля (содержание песка = 95%).

В варианте последействия подстилочного навоза 80 т/га в зависимости от агроклиматических условий вегетационных периодов урожайность зерна озимой ржи изменялась по годам в пределах 0.58–1.05 т/га, составляя в среднем за 2 ротации севооборота 0.90 т/га. Увеличение урожайности зерна по отношению к контролю составило 0.3 т/га, или 50%.

Влияние органо-минеральной системы удобрения на урожайность озимой ржи оказалось более значимым по сравнению с органической системой удобрения. В среднем за 8 лет исследования урожайность зерна озимой ржи при органо-минеральной системе удобрения по отношению к органической возросла в 1.7 раза, составляя в среднем 1.55 т/га. Прибавка по сравнению с контролем достигала уровня 0.95 т/га.

Внесение минеральных удобрений в последовательно возрастающих дозах способствовало повы-

шению урожайности озимой ржи. Наиболее высокий урожай зерна озимой ржи — 2.03 т/га в среднем за 2 ротации севооборота (8 лет) получен в варианте с внесением полного минерального удобрения в дозе N140P60K120. Увеличение дозы до N210P90K180 (даже с учетом дробного внесения) не приводило к адекватному повышению урожайности, что, видимо, связано с депрессирующим действием доз минеральных удобрений при относительно низкой буферности дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава в экстремальных по влагообеспеченности условиях вегетации.

Химические средства защиты в комплексе с удобрениями способствовали дальнейшему росту урожайности зерна озимой ржи. Наиболее высоким этот показатель в среднем за годы исследования был при системе удобрения с повышенной дозой (N210P90K180) в комплексе с пестицидами — 2.29 т/га. В вариантах с органо-минеральной и минеральной системами удобрения со средней дозой (N140P60K120) урожайность была несколько меньше. Однако, учитывая, что уровень урожайности в данном варианте близок к продуктивности на интенсивном фоне и достаточно высок, с экономической точки зрения более предпочтителен вариант N140P60K120 + защитный комплекс.

Таблица 1. Влияние средств химизации на урожайность зерна озимой ржи, т/га

Вариант	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Среднее
Контроль (без удобрений)	0.65	0.69	0.55	0.67	0.68	0.63	0.37	0.58	0.60
Последействие навоза 80 т/га	0.99	1.02	0.83	1.05	0.99	1.01	0.58	0.71	0.90
Последействие навоза 40 т/га + N70P30K60	1.45	2.23	1.43	1.50	1.58	1.22	2.06	0.96	1.55
N70P30K60	1.33	1.71	1.07	1.27	1.53	1.12	1.89	1.22	1.39
N140P60K120	2.19	2.61	1.82	1.63	2.54	1.42	2.78	1.24	2.03
N210P90K180	1.78	2.43	0.98	1.25	19.8	1.52	2.82	1.53	1.79
Последействие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды	1.96	2.49	2.02	1.86	2.03	1.55	2.95	1.64	2.06
N70P30K60 + пестициды	1.63	1.85	1.16	1.43	2.16	1.01	2.34	1.34	1.62
N140P60K120 + пестициды	2.10	2.92	1.55	2.18	1.84	1.55	3.51	1.89	2.19
N210P90K180 + пестициды	2.77	2.91	1.46	2.26	2.06	1.33	3.31	2.19	2.29
Последействие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды + гумистим	3.08	2.78	2.23	2.45	2.63	1.66	3.14	2.33	2.54
N70P30K60 + пестициды + гумистим	2.82	1.99	1.32	2.02	2.20	1.11	2.47	1.98	1.99
N140P60K120 + пестициды + гумистим	3.29	3.13	1.77	2.70	2.56	1.62	3.69	2.54	2.66
N210P90K180 + пестициды + гумистим	3.15	3.26	1.61	2.53	2.53	1.51	3.58	2.46	2.58
НСР ₀₅	0.17	0.21	0.12	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21	

Комплексное применение средств химизации (удобрений, средств защиты растений и биопрепарата) способствовало формированию более мощной корневой системы и листового аппарата, что благоприятно влияло на интенсификацию метаболических процессов, потребление элементов питания и коэффициентов использования ФАР [14, 22].

Применение гумистима в комплексе со средствами защиты улучшало рост и развитие растений озимой ржи, что способствовало повышению урожайности зерна. Самые высокие прибавки от биопрепарата гумистим получены в вариантах последствий навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды + гумистим и N140P60K120 + пестициды + гумистим — 0.48 и 0.47 т/га соответственно.

В среднем за 2 ротации севооборота содержание сырого белка в зерне озимой ржи в вариантах опыта изменялось от 11.8 до 13.2% (табл. 2). Содержание сырого белка в зерне озимой ржи определяли дозы азотного удобрения и погодные условия вегетационных периодов. Наиболее высокое содержание сырого белка отмечено в 2010 г. Это

объясняется тем, что в засушливых условиях формируется значительно меньший урожай основной и побочной продукции, когда на синтетические процессы используется меньшее количество азота почвы и удобрений, а большее — на образование белка. В сырую погоду замедляется синтез белка. Наименьшее содержание белка в зерне озимой ржи было получено в 2009 и 2011 гг. и варьировало в вариантах опыта от 9.2 до 12.8%. В целом под влиянием повышенных доз азота содержание белка возрастало в 1.1 раза по сравнению с контролем. Комплексное применение средств химизации в опыте активизировало синтетические процессы, обеспечивало лучшую сохранность листового аппарата и, как следствие, повышение урожайности зерна и сбора белка с единицы площади. По величине сбора белка выделялись варианты с минеральной системой удобрения с двойной и повышенной дозой NPK (N140P60K120 и N210P90K180) в комплексе с химическими средствами защиты растений и биопрепаратом гумистим. Сбор сырого белка в этих вариантах составил 0.280 и 0.302 т/га соответственно.

Таблица 2. Влияние комплексного применения средств химизации на содержание белка в зерне и сбор сырого белка

Вариант	Содержание белка, %									Сбор белка, т/га
	год								Среднее	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
Контроль (безудобрений)	12.7	12.4	12.3	12.0	11.0	13.2	9.2	11.3	11.8	0.07
Последствие навоза 80 т/га	13.1	12.5	12.9	12.4	11.8	14.2	10.7	11.9	12.4	0.11
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60	12.9	12.7	12.6	12.2	12.2	14.3	11.2	12.1	12.5	0.19
N70P30K60	13.1	12.5	13.0	12.1	11.8	14.1	10.9	11.0	12.3	0.18
N140P60K120	13.2	12.7	13.4	12.6	12.2	14.2	11.4	12.6	12.8	0.26
N210P90K180	13.3	12.9	13.8	12.2	11.5	14.3	12.8	13.2	13.0	0.23
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды	13.2	12.7	13.1	11.9	12.3	14.9	11.2	11.2	12.6	0.19
N70P30K60 + пестициды	12.9	12.5	13.2	12.1	11.9	14.4	10.9	11.1	12.4	0.18
N140P60K120 + пестициды	13.2	12.8	13.1	12.1	12.6	14.4	11.3	12.4	12.7	0.26
N210P90K180 + пестициды	13.3	12.9	13.6	12.7	12.6	14.5	12.6	13.2	13.2	0.24
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды + гумистим	13.3	12.8	13.1	12.0	12.0	14.5	11.7	11.5	12.6	0.26
N70P30K60 + пестициды + гумистим	13.0	12.7	13.2	12.2	11.7	14.3	11.6	11.7	12.6	0.20
N140P60K120 + пестициды + гумистим	13.2	12.8	13.2	12.2	12.3	14.4	12.1	12.3	12.8	0.28
N210P90K180 + пестициды + гумистим	13.3	13.0	12.7	12.7	12.8	14.8	12.7	12.4	13.1	0.30
НСРк	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.8	0.2	0.3		

Таблица 3. Аминокислотный состав зерна озимой ржи в зависимости от примененных средств химизации (среднее за 2 ротации), г/кг

Аминокислота	Вариант	Незаменимые						
		Контроль	Система удобрения N ₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + пектициды + гумистим	N ₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀	Последствие навоза N ₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + пектициды	N ₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + гумистим	Последствие навоза N ₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + пектициды + гумистим	N ₄₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + гумистим
Валин		4.02	4.10	4.20	4.15	4.09	4.52	5.11
Лизин		4.58	4.85	5.02	4.83	4.86	4.84	4.88
Лейцин		5.79	5.77	5.87	5.89	6.16	5.86	5.88
Изолейцин		2.48	2.63	2.67	2.60	2.58	2.50	2.63
Метеонин		0.70	0.83	1.37	0.90	1.07	1.06	0.91
Треонин		2.98	3.14	3.26	3.17	3.19	3.27	3.23
Триптофан		0.83	0.88	0.94	0.88	0.88	0.91	0.95
Фенилаланин		3.72	4.05	4.65	4.03	3.96	4.07	4.06
		Свободные						
Аланин		4.58	5.31	5.38	5.27	5.30	5.29	5.38
Аргинин		3.73	3.88	5.18	3.88	4.62	3.98	4.36
Аспарагиновая кислота		6.25	6.40	6.86	6.50	6.52	6.53	6.78
Гистидин		4.71	5.84	5.93	5.77	5.79	5.81	5.95
Глицин		4.41	4.77	5.30	5.76	4.88	4.84	5.25
Глутаминовая кислота		24.0	24.5	25.7	25.6	24.8	25.1	24.8
Пролин		7.46	7.94	8.56	8.23	7.79	7.82	8.21
Серин	*	5.07	5.55	5.75	5.57	5.60	5.61	5.63
Тирозин		2.93	3.08	3.66	3.18	3.17	3.19	3.20
Цистин		2.23	2.16	2.17	2.12	2.14	2.16	2.13
Сумма незаменимых аминокислот		25.1	26.3	28.0	26.5	26.8	27.0	27.7
Сумма свободных аминокислот		65.4	69.4	74.5	69.9	70.6	70.3	71.7
Общая сумма аминокислот		90.5	95.7	103	96.4	97.4	97.4	99.4

Установлено, что аминокислотный состав зерна озимой ржи определяли условия минерального питания (табл. 3): улучшение условий минерального питания озимой ржи способствовало увеличению как общего количества, так и содержания незаменимых аминокислот. При минеральной системе получено наибольшее содержание аминокислот (103 г/кг). Отмечено также увеличение суммы незаменимых аминокислот с 25.1

до 28.0 г/кг под влиянием полного минерального удобрения (N140P60K120). Комплексное применение средств химизации практически не оказало заметного влияния на содержание аминокислот в зерне озимой ржи. Для зерна озимой ржи было характерно более высокое содержание глутаминовой (24.0–25.7 г/кг), аспарагиновой (6.3–6.9 г/кг) кислот и пролина (7.5–8.6 г/кг). Таким образом, в среднем за 2 ротации плодосменного севооборота (8 лет)

наибольшее влияние на аминокислотный состав озимой ржи оказало применение минеральной системы удобрения (N140P60K120). Комплексное применение средств химизации не оказало заметного воздействия на аминокислотный состав зерна озимой ржи.

Технологические свойства зерна озимой ржи, определяющие пищевую ценность хлебопродуктов, представлены комплексом важнейших показателей, среди которых выделяют следующие: натурная масса, масса 1000 зерен, стекловидность, содержание белка и крахмала, высота амилограммы, число падения и другие. Одним из наиболее важных показателей, определяющих добротность зерна и применяемых в хлебной торговле с древнейших времен, является натура. Как правило, при прочих равных условиях для зерна с большей натурой характерен повышенный выход продукции лучшего качества. Согласно ГОСТу 27850-88, зерно, поставляемое на экспорт, должно иметь этот показатель не менее 715 г/л [23]. Установлено, что натура зерна была близкой к уровню базисных кондиций (табл. 4). В среднем за годы исследования натура зерна озимой ржи изменялась в вариантах опыта в пределах 654—700 г/л. Как органо-мине-

ральная, так и минеральная системы удобрения в последовательно возрастающих дозах заметно повышали натурную массу зерна. Наибольшая величина натуры зерна в среднем за 2 ротации севооборота получена в вариантах с комплексным применением удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата гумистим.

Показатель массы 1000 зерен свидетельствует о его крупности, которая указывает на содержание большего запаса питательных веществ в зерне и лучшие технологические свойства, поскольку при переработке значительная часть зерновки приходится на более ценную ее часть — эндосперм.

Показано, что в среднем за 2 ротации севооборота масса 1000 зерен в контрольном варианте составила 36.0 г. При органо-минеральной системе этот показатель возрастал до 37.6 г, а последовательно возрастающие дозы NPK минеральной системы удобрения повышали массу 1000 зерен до 37.1-38.9 г. Комплексное применение удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата гумистим повышало массу 1000 зерен. Максимум этот показатель достиг в варианте с применением средней дозы NPK (N140P60K120) в комплексе с пестицидами и биопрепаратом гумистим (40.1 г).

Таблица 4. Показатели качества зерна озимой ржи (среднее за 2 ротации)

Вариант	Показатель	Натурная масса зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность общая, %	Высота амилограммы, е.а.	Число падения, с
Контроль (без удобрений)		654	36.0	15	526	185
Последствие навоза 80 т/га		660	37.2	17	623	190
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60		672	37.6	17	633	193
N70P30K60		665	37.1	17	633	192
N140P60K120		680	38.9	18	637	197
N210P90K180		686	37.8	18	638	198
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды		681	39.1	17	635	196
N70P30K60 + пестициды		671	37.4	16	633	194
N140P60K120 + пестициды		687	39.4	18	637	197
N210P90K180 + пестициды		691	38.7	18	638	198
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды + гумистим		695	39.1	18	638	202
N70P30K60 + пестициды + гумистим		695	39.3	18	635	199
N140P60K120 + пестициды + гумистим		700	40.1	19	639	205
N210P90K180 + пестициды + гумистим		696	39.7	19	640	206
<i>НСР_{np}</i>		8	1.5	3		

Таблица 5. Действие комплексного применения средств химизации на удельную активность ^{137}Cs в зерне озимой ржи, Бк/кг

Вариант	Год								Среднее
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Контроль (без удобрений)	46	103	40	35	69	170	76	67	82
Последствие навоза 80 т/га	24	31	33	25	44	88	47	35	41
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60	13	27	30	21	30	50	35	30	33
N70P30K60	15	26	36	19	36	31	41	28	29
N140P60K120	12	20	34	18	30	27	38	27	26
I210P90K180	13	25	38	19	32	33	32	25	26
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды	12	27	28	21	30	41	28	28	27
N70P30K60 + пестициды	15	25	33	23	35	27	52	27	30
N140P60K120 + пестициды	13	19	19	22	20	31	33	23	23
N210P90K180 + пестициды	10	17	21	23	24	16	30	21	20
Последствие навоза 40 т/га + N70P30K60 + пестициды + гумистим	11	15	18	20	19	18	16	17	17
N70P30K60 + пестициды + гумистим	15	14	20	18	19	16	13	15	16
N140P60K120 + пестициды + гумистим	13	13	17	16	18	15	12	15	15
N210P90K180 + пестициды + гумистим	11	15	16	18	20	18	15	15	16

При оценке мукомольно-хлебопекарных качеств зерна озимой ржи используется такой показатель как стекловидность. Он в значительной степени выражает структуру внутренних тканей зерновки. Стекловидное зерно, как правило, характеризуется очень прочной связью крахмал—белок, в эндосперме которого белка всегда больше, чем в мучнистом, и при размоле эндосперма стекловидного зерна выход промежуточных продуктов помола — крупок — всегда больше. Получается мука более высокого качества.

В данном опыте стекловидность зерна озимой ржи в изученных вариантах опыта изменялась в среднем от 15 до 19%. Удобрения повышали этот показатель как при отдельном, так и комплексном применении.

Основным показателем качества продовольственного зерна озимой ржи в Российской Федерации является число падения (ГОСТ 16690-88), которое характеризует состояние углеводно-амилазного комплекса, определяющего хлебопекарные качества зерна озимой ржи, активность фермента альфа-амилазы и, соответственно, состояние крахмала в зерне [24]. Высококачественный хлеб выпекается, как правило, из зерна с числом падения >200 [25, 26].

Отмечено, что показатели углеводно-амилазного комплекса соответствовали технологическим требо-

ваниям и по числу падения укладывались в интервал 185—206 с. Такое зерно относится ко 2-му классу качества и в соответствии с ГОСТом 16690-88 гарантирует хорошее качество хлеба. Высота амилограммы, показатель активности альфа-амилазного комплекса, при величине 350—650 ед. амилографа характеризует ржаную муку как пригодную для выпечки хлеба разных сортов. Полученные результаты дали основания утверждать, что все изученные системы удобрения обеспечивали получение зерна озимой ржи с данным показателем в установленных пределах, эти выводы подтверждены исследованиями ряда авторов [27—29]. Лучшие показатели качества зерна озимой ржи, обладающего высокими хлебопекарными качествами, обеспечивали органико-минеральная и минеральная системы удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом гумистим.

Удельную активность радиоцезия в зерне определяли метеорологические условия вегетационных периодов и уровень интенсификации примененных средств химизации. В контрольном варианте удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой ржи в 2006, 2010 и 2011 гг. превышала норматив 60 Бк/кг (табл. 5). Средства химизации способствовали значительному снижению удельной активности радиоцезия в зерне озимой ржи по сравнению с контролем. Последствие органических

удобрений снижало переход ^{137}Cs из почвы в зерно озимой ржи в 2 раза, полученные данные подтвердили важную роль органического вещества почвы в снижении перехода радионуклидов в продукцию растениеводства [30]. В среднем за 8 лет изученные системы удобрения как при отдельном внесении, так и в комплексе с пестицидами снижали переход радиоцезия в зерно озимой ржи в 2.0–4.1 раза. Комплексное применение удобрений, средств защиты растений и биопрепарата гумистим способствовало снижению удельной активности радиоцезия в зерне озимой ржи за счет повышения урожайности зерна. В данном случае отчетливо проявлялся эффект биологического разбавления. Кроме того, внесенные удобрения активизировали процесс изменения агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в сторону их улучшения, что способствовало необменному закреплению в почве ^{137}Cs и снижению его перехода в растения. Под влиянием биопрепарата гумистим на фоне изученных систем удобрения и пестицидов снижалась удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой ржи в 1.2–1.9 раза в сравнении с вариантами, где биопрепарат гумистим не применяли.

ВЫВОДЫ

1. В среднем за годы исследования наиболее эффективными системами удобрения озимой ржи, обеспечивающими урожайность зерна 2.54–2.66 т/га, являлись органо-минеральная (последствие навоза 40 т/га + N70P30K60) и минеральная (N140P60K120) в комплексе с химическими средствами защиты и биопрепаратом гумистим. Прибавка урожая зерна от биопрепарата гумистим в этих вариантах достигала 0.47 т/га.

2. Содержание сырого белка в зерне озимой ржи в среднем за годы исследований в вариантах опыта изменялось в пределах 11.8–13.2% и заметно возрастало под влиянием последовательно возрастающих доз минеральных удобрений как при отдельном внесении, так и в комплексе с пестицидами и биопрепаратом гумистим. Наибольшие величины сбора белка с единицы площади (0.280 и 0.302 т/га) получены в вариантах с минеральной системой удобрения с двойной и повышенной дозами NPK (N140P60K120 и N210P90K180) в комплексе с пестицидами и биопрепаратом гумистим.

3. В среднем за годы исследования наибольшее положительное влияние на общую сумму аминокислот оказало применение минеральной системы удобрения в дозе N140P60K120.

4. Под влиянием изученных средств химизации улучшались физические показатели зерна озимой

ржи. Натурная масса зерна изменялась в вариантах опыта от 654 до 700 г/л, масса 1000 зерен - от 360 до 40.1 г, стекловидность — от 15 до 19%.

5. Получение лучшего по показателям качества зерна озимой ржи, обладающего высокими хлебопекарными качествами (высота амилограммы — 638–640 е.а. и число падения — 202–206), обеспечивали органо-минеральная и минеральная системы удобрений в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом гумистим.

6. Примененные системы удобрения как отдельно, так и в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратом гумистим снижали поступление радиоцезия в урожай зерна озимой ржи. В среднем за 2 ротации севооборота под влиянием средств химизации переход радиоцезия из почвы в растения снижался в 2.0–4.1 раза. Наибольшее уменьшение удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой ржи — 15 Бк/кг при нормативе 60 Бк/кг было отмечено в варианте N140P60K120 + защитный комплекс + гумистим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко А.А. Современное состояние производства, методы и перспективные направления селекции озимой ржи в РФ // Мат-лы Всерос. научн.-практ. конф. «Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка». Уфа, 2009. С. 40–76.
2. Нурлыгаянов Р.Б., Исмаилов Р.Р., Гарипов А.А. Удобрение, урожайность и качество зерна озимой ржи. М., 2005. 105 с.
3. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Влияние средств химизации на урожай и качество зерна ржи // Земледелие. 2010. № 4. С. 21–22.
4. Конова А.М., Державин Л.М., Самойлов Л.Н. Урожай и качество зерна озимой ржи при длительном применении минеральных удобрений в севообороте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Достиж. науки и техн. АПК. 2011. № 5. С. 23–26.
5. Жуков Ю.П., Чухина О.В., Куликова Е.И., Усова К.А., Токарева Н.В. Эффективность применения удобрений под озимую рожь в условиях Вологодской области // Плодородие. 2011. № 6. С. 7–9.
6. Лана В.В., Босак В.Н. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота и плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы // Агрохимия. 2006. № 10. С. 15–18.
7. Политике П.М., Прокопченко А.Г., Чистяков И.В., Матюта С.В. Агрохимические средства в технологиях возделывания сортов озимых культур и урожайность // Агрохим. вестн. 2011. № 5. С. 17–20.
8. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Тагиров М.Ш. Динамика факторов производства и использования

- зерна озимой ржи в Российской Федерации и Республике Татарстан // Земледелие. 2014. № 8. С. 6-9.
9. Белоус И.Н., Адамко В.Н. Урожайность и показатели качества зерна озимой ржи при комплексном применении средств химизации // Достиж. науки и техн. АПК. 2014. № 2. С. 46-48.
 10. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П. Перспективы использования регуляторов роста растений // Плодородие. 2006. № 6. С. 13-14.
 11. Белоухов С.Л., Шатилова Т.И., Гаврина О.В., Витал И.С., Карпиленко Г.П. Фиторегулятор лариксин и показатели качества зерновых культур // Достиж. науки и техн. АПК. 2013. № 9. С. 34-35.
 12. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах // Зерн. хоз-во России. 2013. № 3. С. 36-38.
 13. Каргин В.И., Ерофеев А.А., Латышова И.А., Макаренкина А.Г., Димитриенко А.И., Перов А.Н., Захаркина Р.А. Влияние биопрепаратов на формирование урожайности озимых культур и посевные качества семян // Достиж. науки и техн. АПК. 2013. № 6. С. 25-27.
 14. Сысуюев В.А. Комплексные научные исследования по озимой ржи - важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ // Достиж. науки и техн. АПК. 2012. № 6. С. 8-11.
 15. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. М.: Агрорус, 2009. Т. 2. 1098 с.
 16. Корякин В.В., Солодова Ю.П. Динамика посевных площадей озимой ржи и ее значимость как злаковой культуры в решении продовольственной программы // Вестн. ТГУ. 2011. Т. 16. Вып. 2. С. 660-662.
 17. Кашеваров Н.И., Нурлыгаянов Р.Б., Межевич А.Л. Озимая рожь — важная кормовая культура в Сибирском федеральном округе // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. 2013. № 10. С. 3—8.
 18. Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров, 2000. 157 с.
 19. Белоус Н.М., Малявко Г.П., Талызин В.В., Шаповалов В.Ф. Условия производства зерна озимой ржи на радиоактивно загрязненных почвах // Агротех. вестн. 2009. № 2. С. 2-3.
 20. Белоус И.Н., Харкевич Л.П., Адамко В.Н. Влияние систем удобрений на урожай и качество зерна озимой ржи // Агротех. вестн. 2014. № 1. С. 38-40.
 21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 135 с.
 22. Державин Л.М. Интегрированное применение агрохимических средств в зерновом хозяйстве // Агротех. вестн. 2007. № 12. С. 3-17.
 23. Ермолаева Т.Я., Нурждина Н.Н., Кулеватова Т.Б. Технологические свойства озимой ржи // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 7. С. 5-7.
 24. Исмагилов Р.Р., Гайсина Л.Ф., Козыкин Д.Г. Число падения зерна гибридов озимой ржи в условиях Южной лесостепи // Аграрн. наука. 2013. № 12. С. 16—17.
 25. Неволина К.Н. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна озимых кормовых культур в Предуралье // Достиж. науки и техн. АПК. 2013. № 5. С. 27-29.
 26. Малявко Г.П. Технологические основы регулирования урожайности и посевных качеств семян озимой ржи // Достиж. науки и техн. АПК. 2009. № 7. С. 25-27.
 27. Малявко Г.П. Эколого-агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Брянск, 2009. 18 с.
 28. Малявко Г.П., Мальцев В.Ф., Заволоко Н.И. Сравнительная оценка технологии возделывания озимой ржи в севообороте // Зерн. хоз-во. 2000. № 3. С. 16-19.
 29. Белоус Н.М., Харкевич Л.П. Влияние азотных удобрений и ретарданта на полегаемость, продуктивность и качество зерна озимой ржи // Агротех. вестн. 1999. № 5. С. 55-62.
 30. Драганская М.Г., Чаплыгина В.В., Белоус Н.М. Роль органических удобрений в снижении накопления ¹³⁷Cs в растениях // Плодородие. 2005. № 4(25). С. 37-38.

Application of Fertilizer Systems for Winter Rye Cultivation in Conditions of the South-West of Non-Chernozem Zone

I.N. Belous, V.F. Shapovalov, G.P. Mal'yavko

Bryansk State Agricultural University

ul. Sovetskaya 2A, Bryanskaya obi, Vygonichskogo r-n, s. Kok/no 243365, Russia

The results of long-term (2005-2012) study of yield and quality of winter rye grain affected by chemicals application on sod-podzolic sandy soil in conditions of radioactive contamination of the territory are presented. The differences in yield and grain quality under organic, organo-mineral and mineral fertilization systems were established. It was revealed that scientifically based fertilization rates ensured yield sustainability with high grain quality.

Key words: fertilizer system, winter rye, south-west of Non-chernozem zone.