УДК 633.11:539.16

Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от средств химизации в условиях радиоактивного загрязнения

Е.В. СПРАВЦЕВА, аспирант
(e-mail: bgsha@bgsha.com)
Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская 2а, с. Кокино, Выгоничский р-он, Брянская обл., 243365, Российская Федерация

Резюме. *Цель исследований – оценка эффективности применения различных доз и сочетаний минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим при выращивании озимой пшеницы на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве в условиях радиоактивного загрязнения территории, их влияния на урожайность и качество зерна. Полевые опыты проводили в четырехпольном севообороте в 2014-2015 гг. на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве с содержанием органического вещества 2,00-2,63%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно 348-512 и 76-155 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,28-5,48, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs – 216-248 кБк/м^2. В факториальном эксперименте изучали влияние различных доз минеральных удобрений, как при отдельном внесении, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим, на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Норма высева – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га, способ посева – рядовой. Срок посева – третья декада августа. Посевы обрабатывали биопрепаратом Гумистим весной в фазу кущения из расчета расхода препарата 6 л/га. Выявлено, что урожайность зерна озимой пшеницы по изучаемым вариантам опыта изменялась от 1,27 до 3,29 т/га, наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за годы исследований (3,29 т/га) обеспечило применение полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Гумистим. Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы (13,43%) и наибольший сбор сырого белка (0,44 т/га) также отмечены в этом варианте. Самое высокое содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы (31,1%) в среднем за годы опыта зафиксировано в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$+Гумистим. Наибольшая кратность снижения удельной активности ^{137}Cs (в 1,98 раза в среднем за годы опыта) отмечена при комплексном применении полного минерального удобрения $N_{120}P_{90}K_{150}$ и биопрепарата Гумистим.*

Ключевые слова: *озимая пшеница, урожайность, удобрения, биопрепарат Гумистим, сырой белок, клейковина, ^{137}Cs.*

Для цитирования: *Справцева Е.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от средств химизации в условиях радиоактивного загрязнения // Земледелие. 2016. № 6. С. 31-35.*

Производство зерна – одно из важнейших направлений в развитии сельского хозяйства. К важнейшим из факторов, определяющих размер урожая зерновых, относятся условия минерального питания [1-5].

Озимая пшеница в Центральном регионе РФ по посевным площадям и валовым сборам занимает одно из первых мест среди других зерновых культур [6]. Традиционные технологии возделывания культуры, основанные преимущественно на химико-техногенных факторах интенсификации, имеют ряд недостатков. Несмотря на значительные вложения, имеющийся потенциал культуры по продуктивности используется менее чем на одну треть [7].

Перспективное направление совершенствования технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, – биологизация растениеводства, то есть интенсификация и максимальное использование биологических факторов в системах земледелия [8, 9]. Одно из направлений биологизации – интродукция в почву и на растения полезных микроорганизмов за счет обработки микробными препаратами, а также применение регуляторов роста растений на основе метаболитов, микроорганизмов, повышающих биогенность ризосферы и филлосферы. [10-13]. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы за счет рационального сочетания традиционных средств химизации с микробиологическими препаратами и регуляторами роста растений микробной природы – актуальная проблема.

В условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий юго-запада Центрального региона РФ при получении экологически безопасной продукции растениеводства особая роль среди элементов минерального питания растений принадлежит калию [14-17].

Цель исследований – оценка эффективности применения различных доз и сочетаний минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим при выращивании озимой пшеницы на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве в условиях радиоактивного загрязнения территории, их влияния на урожайность и качество зерна.

Исследования проводили в 2014-2015 гг. на опытном участке в полевом стационарном опыте Новозыбковского филиала Брянского ГАУ, на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая, легкосуглинистая с содержанием органического вещества (по Тюрину) 2,02-2,63%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно 348-512 и 76-155 мг на 1 кг почвы, pH_{KCl} 5,28-5,48. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs – 216-248 кБк/м^2. Повторность опыта трехкратная. Посевная площадь делянки 60 м^2, учетная – 50 м^2. Размещение делянок систематическое. Норма высева – 5,5 млн схожих зерен на 1 га, способ посева рядовой (при ширине междурядий 15 см) сеялкой СЗ-3,6, срок посева – третья декада августа. Биопрепаратом Гумистим посевы обрабатывали весной в фазу кущения из расчета расхода препарата 6 л/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 [18]. Урожай убирали поделяночно.

Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [19]. Предшественник озимой пшеницы – люпин на зеленый корм. Основная обработка почвы включала лущение стерни лущильником ЛДГ-10, через две недели – вспашка плугом ПЛН-4-35 на глубину пахотного слоя (18-20 см). Предпосевную обработку почвы проводили комбинированным агрегатом РВК-3,6. Минеральные удобрения: аммиачная селитра (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (48% P_2O_5), калий хлористый (56% K_2O). Всю расчетную дозу фосфорных удобрений вносили в предпосевную подготовку почвы. Азотные и калийные удобрения применяли дробно: $N_{90}K_{60} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{30}K_{30}$ – весеннее возобновление вегетации + N_{30} – выход в трубку; $N_{90}K_{90} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{30}K_{60}$ – весеннее возобновление вегетации + N_{30} – выход в трубку; $N_{90}K_{120} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{30}K_{90}$ – весеннее возобновление вегетации + N_{30} – выход в трубку; $N_{120}K_{90} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{60}K_{60}$ – весеннее возобновление вегетации + N_{30} – выход в трубку; $N_{120}K_{120} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{60}K_{60}$ – весеннее возобновление вегетации + $N_{30}K_{30}$ – выход в трубку; $N_{120}K_{150} \rightarrow N_{30}K_{30}$ до посева с осени + $N_{60}K_{90}$ – весеннее возобновление вегетации + $N_{30}K_{30}$ – выход в трубку.

Опыт развернут в четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: люпин на зеленый корм – озимая пшеница – ячмень – овес. Схема опыта: контроль без удобрений; $N_{90}P_{60}$ – фон I; фон I +K_{60}; фон I + K_{90}; фон I +K_{120}; контроль + Гумистим; фон I + Гумистим; фон I +K_{60} + Гумистим; фон I +K_{90} + Гумистим; 10. фон I +K_{120} + Гумистим; $N_{120}P_{90}$ – фон II; фон II +K_{90}; фон II +K_{120}; фон II +K_{150}; фон II + Гумистим; фон II + K_{90} + Гумистим; фон II +K_{120} + Гумистим; фон II +K_{150} + Гумистим.

Лабораторно-аналитические исследования проводили по общепринятым методикам в центре коллективного пользования научным оборудованием при Брянском ГАУ. Агрохимический анализ почвы проводили по методикам, принятым в агрохимической службе: содержание гумуса по Тюрину (ГОСТ 26213-91), pH_{KCl} определяли ионометрически (ГОСТ 24483-84), содержание P_2O_5 и K_2O по Кирсанову (ГОСТ 26207-84). Анализ качества зерна проводили стандартными методами: отбор проб, выделение навесок для определения качества – ГОСТ 13586.3-83, общий азот – индофенольным методом (ГОСТ 13496.4-93), сырой белок – пересчетом $N_{общ}$ × 5,7. Сырая клейковина – ГОСТ 13586.1-68. Удельная активность ^{137}Cs в зерне определяли, используя измерительный комплекс УСК «Гамма+» с программным обеспечением «Прогресс-2000» в геометрии «Маринелли». Сорт озимой пшеницы – Московская-39. Уборку и учет урожая проводили сплошным методом комбайном «Сампо-500». Погодные условия в годы исследований различались. Наиболее благоприятным по условиям увлажнения и температурному режиму для озимой пшеницы был 2014 г., 2015 характеризовался как засушливый. Условия вегетационного весенне-летнего периода 2014 года по температурному режиму характеризовались теплой погодой (табл. 1). Среднесуточная температура воздуха по месяцам практически была на уровне среднемноголетней. Осадков за май, июнь и июль месяц выпало 201,3 мм при среднемноголетнем значении 207,8 мм. Среднесуточная температура воздуха по месяцам в течение вегетационного периода 2015 г. превышала среднемноголетнюю, а количество осадков за этот период составило лишь 63,3% от среднемноголетнего значения.

1. Метеорологические условия вегетационных периодов 2014-2015 гг.

Показатель	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Среднесуточная температура, °С					
2014 г.	10,4	18,3	18,9	23,0	21,2
2015 г.	7,9	16,5	20,0	20,3	21,6
Среднемноголетняя	7,1	14,7	18,1	19,8	18,4
Осадки, мм					
2014 г.	14,5	80,2	54,3	66,8	41,4
2015 г.	18,4	47,4	38,5	45,6	28,8
Среднемноголетние	38,7	54,4	72,2	81,2	70,9

Выявлено, что в среднем за два года опытов урожайность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта варьировала от 1,27 до 3,29 т/га (табл. 2). Применение азотно-фосфорного удобрения $N_{90}P_{60}$ – фон I – позволило получить прибавку, равную 0,46 т/га. Последовательно возрастающие дозы калия от 60 до 120 кг/га в составе $N_{90}P_{60}$ (фон I) увеличивали урожайность зерна озимой пшеницы по сравнению с фоном – I в 1,05-1,23 раза, а по отношению к абсолютному контролю (без удобрений) – в 1,43-1,68 раза. В целом прибавки урожайности составили 0,55-0,86 т/га. Применение биопрепарата Гумистим способствовало повышению урожая зерна озимой пшеницы, включая контрольный вариант и фон I с последовательно возрастающими дозами калия от K_{60} до K_{120}. При этом прибавки урожая озимой пшеницы от применения биопрепарата изменялись от 0,13 до 0,52 т/га.

При увеличении дозы азотно-фосфорного удобрения до $N_{120}P_{90}$ (фон II) отмечено повышение урожайности зерна озимой пшеницы по сравнению с дозой $N_{90}P_{60}$ (фон I) на 0,33 т/га или в 1,19 раза. Последовательно возрастающие дозы калия от K_{90} до K_{150} в составе $N_{120}P_{90}$ повышали урожайность зерна озимой пшеницы по сравнению с фоном II на 0,13-0,25 т/га, а по сравнению с контролем – на 0,92-1,04 т/га или на 72,4-81,9%. Применение биопрепарата Гумистим в комплексе с азотно-фосфорным удобрением $N_{120}P_{90}$ (фон II) повышало урожайность зерна озимой пшеницы в сравнении с фоном

2. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на урожайность зерна озимой пшеницы

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка от удобрений, т/га	Прибавка от Гумистима, т/га
	2014 г.	2015 г.	среднее		
Без удобрений (контроль)	1,38	1,17	1,27	–	–
$N_{90}P_{60}$ – фон I	1,86	1,60	1,73	0,46	–
Фон I+K_{60}	1,94	1,70	1,82	0,55	–
Фон I+K_{90}	2,09	1,76	1,93	0,66	–
Фон I+K_{120}	2,36	1,89	2,13	0,86	–
Контроль+ гумистим	1,51	1,29	1,40	–	0,13
Фон I + гумистим	2,21	1,88	2,04	–	0,31
Фон I+K_{60} + гумистим	2,39	2,07	2,23	–	0,41
Фон I+K_{90} + гумистим	2,77	2,29	2,53	–	0,60
Фон I+K_{120} + гумистим	2,95	2,35	2,65	–	0,52
$N_{120}P_{90}$ – фон II	2,17	1,95	2,06	0,79	–
Фон II+K_{90}	2,38	2,00	2,19	0,92	–
Фон II+K_{120}	2,44	2,06	2,25	0,98	–
Фон II+K_{150}	2,51	2,10	2,31	1,04	–
Фон II + гумистим	2,38	2,12	2,25	–	0,19
Фон II+K_{90} + гумистим	2,87	2,35	2,61	–	0,42
Фон II+K_{120} + гумистим	3,32	2,72	3,02	–	0,77
Фон II+K_{150} + гумистим	3,97	2,61	3,29	–	0,98
$НСР_{0,5\ факт.\ А\ (Гумистим)}$	0,03	0,05			
$НСР_{0,5\ (факт.\ В\ (удобр.),\ АВ)}$	0,06	0,10			

3. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на содержание и сбор сырого белка урожаем зерна озимой пшеницы

Вариант	Содержание белка, %				Сбор белка, т/га		
	2014 г.	2015 г.	сред-нее	при-бавка	2014 г.	2015 г.	сред-нее
Без удобрений (контроль)	11,29	11,63	11,46	–	0,156	0,136	0,146
$N_{90}P_{60}$ – фон I	11,91	12,03	11,97	0,51	0,221	0,192	0,207
Фон I+K_{60}	11,97	12,14	12,06	0,60	0,232	0,206	0,219
Фон I+K_{90}	12,14	12,20	12,17	0,71	0,254	0,215	0,235
Фон I+K_{120}	12,20	12,31	12,26	0,80	0,288	0,233	0,261
Контроль+ Гумистим	11,74	11,86	11,80	0,34	0,177	0,153	0,165
Фон I + Гумистим	12,37	12,48	12,43	0,97	0,273	0,235	0,254
Фон I+K_{60} + Гумистим	12,54	12,65	12,60	1,14	0,300	0,262	0,281
Фон I+K_{90} + Гумистим	12,65	12,77	12,71	1,25	0,350	0,292	0,321
Фон I+K_{120} + Гумистим	12,71	12,82	12,77	1,31	0,375	0,301	0,338
$N_{120}P_{90}$ – фон II	12,03	12,82	12,43	0,97	0,261	0,250	0,256
Фон II+K_{90}	12,33	12,59	12,46	1,00	0,293	0,252	0,272
Фон II+K_{120}	12,38	12,62	12,50	1,04	0,302	0,260	0,281
Фон II+K_{150}	12,41	12,65	12,53	1,07	0,311	0,265	0,288
Фон II + Гумистим	12,48	12,71	12,60	1,14	0,297	0,269	0,283
Фон II+K_{90} + Гумистим	12,71	12,88	12,80	1,34	0,365	0,303	0,334
Фон II+K_{120} + Гумистим	13,00	13,17	13,09	1,63	0,432	0,358	0,395
Фон II+K_{150} + Гумистим	13,28	13,57	13,43	1,97	0,527	0,354	0,441
$НСР_{0,5\ факт.\ А\ (Гумистим)}$	0,059	0,085					
$НСР_{0,5\ (факт.\ В\ (удобр.),\ АВ)}$	0,126	0,179					

II на 0,19 т/га, а величина прибавки от Гумистима в вариантах с возрастающими дозами калийного удобрения на фоне $N_{120}P_{90}$ колебалась от 0,42 до 0,98 т/га. В сравнении с абсолютным контролем прибавки от комплексного применения удобрений $N_{120}P_{90}$ с последовательно возрастающими дозами калия и биопрепаратом Гумистим составляли от 1,34 до 2,02 т/га.

Содержание белка в зерне озимой пшеницы изменялось по вариантам опыта и годам исследований. В засушливом 2015 г. содержание белка в зерне озимой пшеницы было выше по сравнению с более благоприятным 2014 г. (табл. 3).

Применение минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим способствовало повышению белковости зерна озимой пшеницы. Содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы в среднем за годы исследований варьировало от 11,46 до 13,43%. Внесение азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{90}P_{60}$ (фон I) повышало содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы по сравнению с абсолютным контролем на 0,51%. При повышении дозы азотно-фосфорного удобрения до $N_{120}P_{90}$ (фон II) содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы по сравнению с фоном I увеличивалось на 0,14%, а по сравнению с абсолютным контролем на 0,60%. Последовательно возрастающие дозы калия (60-120 кг/га д.в.) в составе $N_{90}P_{60}$ (фон I) повышали содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы относительно фона I на 0,09-0,29%, а по отношению к абсолютному контролю – на 0,6-0,8%. Применение последовательно возрастающих доз калия от 90 до 150 кг/га д.в. в составе азотно-фосфорного удобрения $N_{120}P_{90}$ (фон II) способствовало повышению белковости зерна озимой пшеницы по сравнению с абсолютным контролем на 1,00-1,07%, а по отношению к фону II – на 0,03-0,10%. Применение препарата Гумистим на абсолютном контроле (без удобрений) повышало содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы на 0,34%. Обработка озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим на фоне $N_{90}P_{60}$ (фон I) повышала содержание белка в зерне озимой пшеницы в сравнении с абсолютным контролем на 0,97%, а в сравнении с фоном I – на 0,37%. Применение Гумистима на фоне возрастающих доз калия в составе $N_{90}P_{60}$ (фон I) повышало содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы в сравнении с абсолютным контролем на 1,14-1,31%, а по отношению к фону I – на 0,63-0,51%. Применение препарата Гумистим на азотно-фосфорном фоне $N_{120}P_{90}$ (фон II) увеличивало содержание сырого белка в зерне по сравнению с абсолютным контролем на 1,14%, а в сравнении с фоном II – на 0,17%. Обработка посевов озимой пшеницы биопрепаратом Гумистим при применении последовательно возрастающих доз калия 90-150 кг/га д.в. в составе $N_{120}P_{90}$ (фон II) повышало содержание белка в зерне по сравнению с абсолютным контролем на 1,34-1,97%, а по отношению к фону II – на 0,20-0,83%. Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы 13,43% в среднем за годы исследований отмечено в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$+Гумистим.

Величина сбора белка с единицы площади определялась его относительным содержанием и урожайностью зерна озимой пшеницы. Наивысший сбор сырого белка 0,441 т/га в среднем за годы исследований отмечен в варианте с повышенной дозой NPK в комплексе с биопрепаратом Гумистим ($N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим).

Минеральные удобрения как при внесении отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим способствовали увеличению содержания сырой клейковины в зерне озимой пшеницы (табл. 4). По вариантам опыта этот показатель варьировал в пределах 21,5-31,1%. Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте фон II + K150 + Гумистим – 31,1%.

4. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на выход сырой клейковины (среднее за 2014-2015 гг.)

Вариант	Выход сырой клейковины, %		Увеличение выхода, %	
	без Гумистима	с Гумистимом	от удобрений	от удобрений и Гумистима
Без удобрений (контроль)	21,5	24,3	–	–
$N_{90}P_{60}$ – фон I	25,6	28,0	4,1	6,5
Фон I+K_{60}	26,3	28,3	4,8	6,8
Фон I+K_{90}	26,4	29,8	4,9	8,3
Фон I+K_{120}	26,7	29,7	5,2	8,2
$N_{120}P_{90}$ – фон II	27,4	30,1	5,9	8,6
Фон II+K_{90}	27,6	30,4	6,1	8,9
Фон II+K_{120}	28,4	30,5	6,9	9,0
Фон II+K_{150}	28,8	31,1	7,3	9,6

Удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы была относительно невысокой, по сравнению с действующим в настоящее время нормативом (60 Бк/кг). По изучаемым вариантам опыта она изменялась в среднем от 11,2 до 5,65 Бк/кг, т.е. была ниже норматива в 5,36-10,6 раза (табл. 5). Применение азотно-фосфорного удобрения как в дозе $N_{90}P_{60}$ (фон I), так и в дозе $N_{120}P_{90}$ (фон II) приводила к повышению удельной активности ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы по сравнению с абсолютным контролем. Под влиянием возрастающих доз калийных удобрений на первом азотно-фосфорном фоне ($N_{90}P_{60}$) удельная активность ^{137}Cs снижалась в 1,22-1,5 раза, на втором азотно-фосфорном фоне

5. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на поступление ^{137}Cs в урожай зерна озимой пшеницы

Вариант	Удельная активность ^{137}Cs, Бк/кг			Кратность снижения, раз		
	2014 г.	2015 г.	среднее	от удобрений	от Гумистима	от удобрений и Гумистима
Без удобрений (контроль)	9,15	13,25	11,20	–	–	–
$N_{90}P_{60}$ – фон I	8,02	12,60	10,31	1,09	–	–
Фон I+K_{60}	8,10	10,26	9,18	1,22	–	–
Фон I+K_{90}	5,66	9,56	7,61	1,47	–	–
Фон I+K_{120}	5,80	9,18	7,49	1,50	–	–
Контроль+ Гумистим	7,72	11,24	9,48	–	1,18	–
Фон I + Гумистим	7,78	12,46	10,12	–	1,02	1,11
Фон I+K_{60} + Гумистим	6,59	10,25	8,42	–	1,09	1,33
Фон I+K_{90} + Гумистим	5,22	9,11	7,17	–	1,06	1,56
Фон I+K_{120} + Гумистим	4,56	8,46	6,51	–	1,15	1,72
$N_{120}P_{90}$ – фон II	8,64	12,56	10,60	1,06	–	–
Фон II+K_{90}	7,34	13,20	10,27	1,09	–	–
Фон II+K_{120}	5,70	9,50	7,60	1,47	–	–
Фон II+K_{150}	4,00	9,20	6,60	1,70	–	–
Фон II + Гумистим	8,00	12,36	10,18	–	1,04	1,10
Фон II+K_{90} + Гумистим	4,98	9,22	7,10	–	1,45	1,58
Фон II+K_{120} + Гумистим	4,16	8,44	6,30	–	1,21	1,78
Фон II+K_{150} + Гумистим	2,80	8,50	5,65	–	1,17	1,98

Примечание: допустимый уровень 60 Бк/кг. Нормативные документы: ГОСТ Р 54040-2010. Технический регламент таможенного союза «О безопасности зерна» ТРТС 015/2011 от 9 декабря 2011 г. №874.

($N_{120}P_{90}$) она снижалась в 1,09-1,7 раза. Применение биопрепарата Гумистим способствовало снижению удельной активности цезия-137 в зерне озимой пшеницы в 1,18 раза, а в сочетании с минеральными удобрениями в зависимости от дозы калия на первом азотно-фосфорном фоне ($N_{90}P_{60}$) в 1,02-1,15 раза, на втором азотно-фосфорном фоне ($N_{120}P_{90}$) в 1,04-1,45 раза. С увеличением дозы калия до 150 кг/га д.в. в составе $N_{120}P_{90}$ эффект от Гумистима ослабевал.

Таким образом, комплексное применение минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим повышало урожайность зерна озимой пшеницы, содержание в нем сырого белка и сырой клейковины и снижало удельную активность радиоактивного цезия (^{137}Cs) в зерне.

В среднем за годы исследований наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы (3,29 т/га) обеспечивало применение полного минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Гумистим. Прибавка урожайности зерна – 0,98 т/га.

Наивысшее содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы (12,53%) отмечено при отдельном внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{120}P_{90}K_{150}$. Применение биопрепарата Гумистим в этом же варианте способствовало повышению содержания сырого белка в зерне до уровня 13,43%. Самый высокий сбор сырого белка был в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Под влиянием минеральных удобрений как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим повышалось содержание клейковины в зерне озимой пшеницы. Самое высокое ее содержание (31,1%) в среднем за годы исследований отмечено в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Удельная активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы при нормативе 60 Бк/кг по изучаемым вариантам опыта изменялась в пределах 11,2-5,65 Бк/кг. Азотно-фосфорные удобрения ($N_{90}P_{60}$ и $N_{120}P_{90}$) повышали удельную активность ^{137}Cs в зерне озимой пшеницы. Калийные удобрения в последовательно возрастающих дозах от K_{90} до K_{150} в составе полного минерального удобрения снижали удельную активность ^{137}Cs в зерне в 1,09-1,7 раза. Самая высокая кратность снижения удельной активности ^{137}Cs в 1,98 в среднем за годы исследования отмечена при комплексном применении минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим в варианте $N_{120}P_{90}K_{150}$ + Гумистим.

Литература

1. Шаповалов В.Ф. Экологическая оценка систем удобрения дерново-подзолистых песчаных почв Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дисс. доктора с.-х. наук: 06.01.04, 03.00.16. М.: ВНИИА, 2006. 40 с.

2. Элементы агротехники, способствующие получению качественного зерна озимой пшеницы / Г.В. Овсянникова, О.В. Скрыпка, А.П. Самохвалов, Н.Г. Игнатьева, Т.А. Гричаникова, Т.В. Белобородова // Земледелие. 2011. №1. С.31–33.

3. Продуктивность сортов зерновых культур в зависимости от фонов минерального питания / М.В. Шелахова, И.Н. Романова, С.Е. Терентьев, С.М. Князева, Т.И. Рыбченко, А.М. Рыбаков // Зерновое хозяйство России. 2012. №2 (20). С. 57–60.

4. Неволина К.Н. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна озимых зерновых культур в Преуралье // Достижения науки и техники АПК. 2013. №5. С.27–29.

5. Конончук В.В., Бородуля М.В. Источники азота и диагностика азотного питания озимой пшеницы в полевом севообороте на дерново-позолистой почве // Агрохимический вестник. 2012. №1. С.8–11.

6. Алабушев А.В., Гуревич А.В., Раева С.А. Состояние и направления развития зерновой отрасли. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2009. 192 с.

7. Тарасов С.А. Роль биопрепаратов в возделывании озимой пшеницы на черноземе типичном Центрального чернозёмья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук: 06.01.01. Брянск, 2015. 19 с.

8. Иванов А.Л. Земледелие должно быть адаптивным // Земледелие. 2006. №2. С.2–3.

9. Парахин Н.В. Основные приоритеты устойчивого развития растениеводства // Вестник Орловского ГАУ. 2006. №2–3. С.8–12.

10. Завалин А.А. Азотное питание и продуктивность сортов яровой пшеницы. М.: Агроконсалт, 2005. 153 с.

11. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Влияние средств химизации на урожай и качество зерна озимой ржи // Земледелие. 2010. №4. С. 21–22.

12. Уромова И.П. Урожайность и качество картофеля при использовании биопрепаратов // Плодородие. 2009. №1. С. 33–34.

13. Постников А.Н., Устименко И.Ф., Болотова Е.А. Урожайность и качество картофеля при применении препарата циркон на различных фонах питания // Достижения науки и техники АПК. 2012. №6. С. 57–58.

14. Влияние средств химизации на урожайность и качество картофеля в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, Д.П. Шлык // Земледелие. 2015. №2. С. 28–30.

15. Малявко Г.П., Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России. Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010. 247 с.

16. Условия производства зерна озимой ржи на радиоактивно загрязненных почвах / Н.М. Белоус, Г.П. Малявко, В.В. Талызин, В.Ф. Шаповалов // Агрохимический вестник. 2009. №2. С. 2–3.

17. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, И.Н. Белоус, Ю.И. Иванов // Агрохимический вестник. 2015. №5. С. 29–31.

18. Матюхина М.В. Эффективность средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения юго-запада центрального региона России: автореф. дисс. канд. с.-х. наук: 06.01.04. Брянск, 2013. 20 с.

19. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 135 с.

Productivity and Quality of Winter Wheat Grain Depending on Chemicalization Means under Conditions of Radioactive Pollution

E.V. Spravtseva
Bryansk State Agricultural University, ul. Sovetskaya, 2a, s. Kokino, Vygonichsky r-n, Bryanskaya obl., 243365, Russian Federation

Summary. *The aim of our investigations was to estimate the efficiency of application of different doses and combinations of mineral fertilizers and the Gumistim biological preparation during cultivation of winter wheat on sod medium podzol sandy loam soil under conditions of radioactive pollution of the territory. We also wanted to determine their influence on productivity and grain quality. The field experiments were carried out in four-field crop rotation in 2014-2015 on the sod medium podzol sandy loam soil with the content of organic matter 2.00-2.63%, of mobile phosphorus and exchange potassium (according to Kirsanov) 348-512 and 76-155 mg/kg of the soil, respectively, pH(KCl) was 5.28-5.48, the density of pollution of the soil by Cs-137 was 216-248 kBq/sq.m. In the factorial experiment it was studied the influence of various doses of mineral fertilizers both at separate application and in the complex with the Gumistim biological preparation on productivity and quality of grain of winter wheat. The seeding rate was 5.5 million of grains per a hectare, the seeding method was row. The sowing time was the third decade of August. Processing of crops by the biological product Gumistim was carried out in the spring at the tillering phase at the rate of 6 l/ha. It was revealed that the yield of grain of winter wheat among the studied variants changed from 1.27 to 3.29 t/ha, the maximum productivity of grain of winter wheat on average over the years of the investigation (3.29 t/ha) was provided by the use of the full mineral fertilizer N120P90K150 in the combination with the biological preparation Gumistim. The highest content of crude protein in grain of winter wheat (13.43%) and the greatest harvest of crude protein (0.44 t/ha) was also registered in this variant. The highest content of crude gluten in grain of winter wheat (31.1%) on average for the years of the test was noted in the variant N120P90K150 + Gumistim. The greatest decrease in specific activity of Cs-137 (on average 1.98 times) was noted at the complex use of the full mineral fertilizer N120P90K150and the biological product Gumistim.*

Keywords: *winter wheat, productivity, fertilizers, biological preparation Gumistim, crude protein, gluten, Cs-137.*

Author Details: *E.V. Spravtseva, postgraduate student (e-mail: bgsha@bgsha.com)*

For citation: *Spravtseva E.V. Productivity and Quality of Winter Wheat Grain Depending on Chemicalization Means under Conditions of Radioactive Pollution. Zemledelie. 2016. №6. Pp. 31-35 (in Russ.).*