

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ГУМИСТИМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ

Е.В. Справцева, Р.В. Мимонов, Н.М. Белоус, д.с.-х.н.,
В.П. Косьянчук, д.с.-х.н., В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н.

Брянский государственный аграрный университет, e-mail: bgsha@bgsha.com

Представлены результаты оценки эффективности различных доз, сочетаний и соотношений минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим при возделывании озимой пшеницы сорта Московская 39 в условиях радиоактивного загрязнения территории и их влияния на урожайность и качество зерна. Полевые опыты проводили на опытном поле Новозыбковского филиала Брянского ГАУ в четырехпольном севообороте на дерново-среднеподзолистой легкосуглинистой почве, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs 216-248 кБк/м² (6-7 Ки/км²). Посевы обрабатывали биопрепаратом Гумистим весной в фазе кущения из расчета расхода препарата 6 л/га. Учет стеблестоя проводили на закрепленных площадках по всходам и перед уборкой урожая, структуру отобранных снопов анализировали по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур в лабораторных условиях. Наибольшая урожайность озимой пшеницы формировалась за счет показателей элементов структуры. Выявлено, что урожайность зерна озимой пшеницы по вариантам опыта варьировала в пределах 1,88-4,07 т/га. Самый высокий урожай зерна озимой пшеницы (4,07 т/га) получен при внесении полного минерального удобрения в комплексе с биопрепаратом Гумистим, обеспечившего содержание белка в зерне 13,6% и его сбор 0,553 т/га, массовую долю клейковины 27,3%. Комплексное применение $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$ + Гумистим позволяет получать зерно озимой пшеницы с содержанием цезия-137 в 3,17 раза ниже в сравнении с контролем и в 13,4 раза ниже относительно действующего норматива (60 Бк/кг).

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, ^{137}Cs , удобрения, биопрепарат Гумистим, озимая пшеница, урожайность.

ASSESSMENT OF FERTILIZERS AND BIOPREPARATION GUMISTIM EFFICIENCY AT CULTIVATION OF WINTER WHEAT RADIOACTIVELY POLLUTED SOIL

E.V. Spravtseva, R.V. Mimonov, Dr.Sci. N.M. Belous, Dr.Sci. V.P. Kos'yanchuk, Dr.Sci. V.F. Shapovalov
Bryansk State Agrarian University, e-mail: bgsha@bgsha.com

The results of evaluating the effectiveness of the application of various doses, combinations and ratios of mineral fertilizers and biological preparation Gumistim in the cultivation of winter wheat of Moskovskaya 39 have been conducted the research in the conditions of radioactive contamination of the territory and their influence on yield and grain quality are presented. The field experiments were carried out on the experimental field of the Novozybkov branch of the Bryansk State Agrarian University in four-field crop rotation on soddy-medium-podzolic light-loamy soil, soil contamination density of ^{137}Cs is 216-248 kBq/m² (6-7 Ku/km²). The crops were treated with biopreparation Gumistim in spring in the tillering phase at the rate of preparation consumption of 6 l/ha. The account of the plant stand on the fixed sites on germination and before harvest has been carried out. The structural analysis of selected sheaves was carried out according to the method of the State cultivar testing of agricultural crops under laboratory conditions. The highest yield of winter wheat is formed due to all the indicators of the elements of the structure. It has been revealed that the yield of winter wheat grain in the studied varieties of the experiment varied on average from 1.88 to 4.07 t/ha. The highest grain yield of winter wheat (4.07 t/ha) was obtained with the introduction of a full mineral fertilizer in combination with the biological preparation Gumistim, to provide the protein content in grain of 13.6% and its collection of 0.553 t/ha, a mass fraction of gluten 27.3%. The complex application of the chemical means in the variant $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$ + Gumistim allows to obtain the grain of winter wheat with the content of ^{137}Cs 3.17 times lower in comparison with the control and 13.4 lower relative to the current standard (60 Bq/kg).

Keywords: soddy-podzolic soil, ^{137}Cs , fertilizers, biopreparation Gumistim, winter wheat, yield.

Повышением урожайности и качеством продукции сельскохозяйственных культур можно направленно управлять посредством регуляции синтетических процессов на определенных этапах роста и развития растений, повышая устойчивость их к стрессовому состоянию, применяя биологически активные препараты, повышающие биогенность ризосферы и филосферы [1-6]. В различных почвенно-климатических условиях выявлено, что наибольшая урожайность зерновых культур, в том числе и пшеницы, отмечена при комплексном применении средств химизации и биологически активных препаратов [7-9]. Кроме того, при техногенном загрязнении сельскохозяйственных угодий важнейшей задачей всех сельхозпроизводителей является получение продукции растениеводства и животноводства, соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу по содержанию в ней тяжелых металлов, радионуклидов и других токсикантов [10-14].

Цель исследований – оценка эффективности комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы сорта Московская 39 в условиях радиоактивного загрязнения почвы.

Объекты и методы. Исследования проведены в 2014-2017 гг. на опытном участке в полевом стационарном факториальном опыте Новозыбковского филиала Брянского ГАУ. Фактор А – биопрепарат Гумистим, Фактор В – минеральные удобрения. Почва – дерново-среднеподзолистая, легкосуглинистая с содержанием органического вещества 2,02-2,63%, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 348-512 и 76-155 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,28-5,48. Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs – 216-248 кБк/м² (6-7 Ки/км²). Повторность опыта трехкратная. Посевная площадь делянки 60 м², учетная – 50 м². Размещение делянок систематическое. 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. Норма высева – 5,0 млн. всхожих зерен на 1 га, способ посева рядовой, сеялкой СЗ-3,6, срок посева – третья декада августа. Весной в фазе кушения посевы обрабатывали биопрепаратом Гумистим из расчета 6 л/га. Препарат Гумистим производства ООО «СХП Женьшень» содержит физиологически активные формы калийных солей гуминовых кислот (гуматы калия). В состав препарата также входят аминокислоты, углеводы, водорастворимые карбоновые кислоты (щавелевая, янтарная, яблочная, лимонная), основные элементы минерального питания (азот, фосфор, калий и микроэлементы (железо, цинк, марганец, бор, молибден). Расчетную дозу суперфосфата двойного гранулированного (48% P₂O₅) вносили в предпосевную об-

работку почвы. Аммиачную селитру (34,4% N), хлористый калий (56% K₂O) применяли дробно: N₉₀K₆₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₃₀K₃₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀ – выход в трубку; N₉₀K₉₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₃₀K₆₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀ – выход в трубку; N₉₀K₁₂₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₃₀K₉₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀ – выход в трубку; N₁₂₀K₉₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₆₀K₆₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀ – выход в трубку; N₁₂₀K₁₂₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₆₀K₆₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀K₃₀ – выход в трубку; N₁₂₀K₁₅₀ → N₃₀K₃₀ до посева с осени + N₆₀K₉₀ – весеннее возобновление вегетации + N₃₀K₃₀ – выход в трубку.

Опыт развернут в четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: люпин на зеленый корм – озимая пшеница – ячмень – овес. Урожай убирали поделочно методом сплошного обмолота комбайном Сампо-500. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову. 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), рН_{KCl} определяли ионометрически (ГОСТ 24483-84), содержание P₂O₅ и K₂O по Кирсанову (ГОСТ 26207-84). Стеблевой учитывали на закрепленных площадках по всходам и перед уборкой урожая, для определения структуры урожая снопы отбирали в фазе полной спелости зерна, структуру отобранных снопов анализировали по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985) в лабораторных условиях. С каждого варианта опыта в трехкратной повторности проводили отбор проб, выделяли навески для определения качества – ГОСТ 13586.3-83; массы 1000 зерен – ГОСТ 10842-89; натуры зерна – ГОСТ 10840-64; содержания белка – ГОСТ 10846-91; содержания сырой клейковины – ГОСТ 13586.1-68; число падения по Хагбергу-Пертену, общий азот – индофенольным методом (ГОСТ 13496.4-93), сырой белок – пересчетом N_{общ.} × 5,7. Удельную активность ¹³⁷Cs зерне определяли, используя измерительный комплекс УСК «Гамма+» с программным обеспечением Прогресс-2000 в геометрии «Маринелли», аппаратная ошибка измерений не превышала 30%.

Наиболее благоприятными по условиям увлажнения и температурному режиму для озимой пшеницы были 2014 и 2016 г., 2015 г. характеризовался как засушливый, 2017 г. как слабозасушливый. Условия вегетационного весенне-летнего периода 2014 г. по температурному режиму характеризовались теплой погодой (табл. 1).

1. Метеорологические условия весенне-летнего периода вегетации

Год \ Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Среднесуточная температура, °С					
2014	10,4	18,3	18,9	23,0	21,2
2015	7,9	16,5	20,0	20,3	21,6
2016	10,1	16,5	20,0	20,8	20,8
2017	9,1	14,9	19,1	19,7	20,9
Среднемноголетняя	7,3	14,9	18,3	20,0	18,7
Осадки, мм					
2014	14,5	80,2	54,3	66,8	41,4
2015	18,4	47,4	38,5	45,6	28,8
2016	50,0	87,8	44,1	113,4	83,9
2017	12,7	13,4	16,6	157,0	37,1
Среднемноголетние	38,9	54,4	71,6	80,0	69,7

Результаты исследований. Наименьшая (1,99 т/га) урожайность зерна озимой пшеницы формировалась в условиях 2015 г., наибольшая (3,71 т/га) получена в 2016 г. В среднем за четыре года урожайность зерна изменялась от 1,70 т/га (контроль) до 3,86 т/га в варианте фон II + K₁₅₀ + Гумистим (табл. 2). Прибавки урожая от применяемых средств химизации были достоверными. Применение азотно-фосфорного удобрения (N₉₀P₆₀ – фон I) обеспечило прибавку по сравнению с абсолютным контролем равную 0,63 т/га, дополнительное внесение калия в последовательно возрастающих дозах от 60 до 120 кг/га д.в. на азотно-фосфорном фоне (N₉₀P₆₀) повышало урожайность зерна по сравнению с фоном I в 1,07-1,25 раза, а относительно абсолютного контроля в 1,47-1,71 раза или на 47,1-71,2%.

Увеличение дозы азотно-фосфорного удобрения до N₁₂₀P₉₀ (фон II) способствовало дальнейшему по-

вышению урожайности озимой пшеницы по сравнению с дозой N₉₀P₆₀ (фон I) на 0,34 т/га, или в 1,15 раза. Применение последовательно возрастающих доз калийного удобрения от 90 до 150 кг/га д.в. в составе N₁₂₀P₉₀ (фон II) приводило к повышению урожайности зерна озимой пшеницы относительно фона II (N₁₂₀P₉₀) на 0,10-0,26 т/га, а по сравнению с контролем на 1,08-1,23 т/га, или на 63,5-87,8%.

Обработка посевов озимой пшеницы препаратом Гумистим также способствовала повышению урожайности зерна. Так, применение биопрепарата в контрольном варианте повышало урожайность зерна озимой пшеницы в среднем на 0,35 т/га, на фоне внесения N₉₀P₆₀ (фон I) прибавка урожая достигала 0,36 т/га. Применение биопрепарата Гумистим на фоне N₉₀P₆₀ с последовательно возрастающими дозами калия от 60 до 120 кг/га д.в. обеспечивало получение прибавок урожая зерна на уровне 0,36-0,46 т/га.

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

Вариант	Урожайность, т/га					Прибавка, т/га		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	от удобрений	от Гумистим	от удобрений и Гумистим
1. Без удобрений (контроль)	1,38	1,17	2,45	1,81	1,70	-	-	-
2. N ₉₀ P ₆₀ – фон I	1,89	1,60	3,20	2,62	2,33	0,63	-	-
3. Фон I + K ₆₀	1,94	1,70	3,23	3,12	2,50	0,80	-	-
4. Фон I + K ₉₀	2,09	1,76	3,25	3,51	2,65	0,95	-	-
5. Фон I + K ₁₂₀	2,36	1,89	3,56	3,84	2,91	1,21	-	-
6. Контроль + Гумистим	1,51	1,95	2,58	2,15	2,05	-	0,35	-
7. Фон I + Гумистим	2,21	2,00	3,52	3,02	2,69	-	0,36	0,99
8. Фон I + K ₆₀ + Гумистим	2,39	2,06	3,66	3,30	2,85	-	0,36	1,15
9. Фон I + K ₉₀ + Гумистим	2,77	2,10	3,82	3,74	3,11	-	0,46	1,41
10. Фон I + K ₁₂₀ + Гумистим	2,95	2,35	4,17	3,97	3,36	-	0,45	1,66
11. N ₁₂₀ P ₉₀ – фон II	2,17	1,95	3,59	2,98	2,67	0,97	-	-
12. Фон II + K ₉₀	2,38	2,00	3,72	3,03	2,78	1,08	-	-
13. Фон II + K ₁₂₀	2,44	2,06	3,80	3,25	2,89	1,19	-	-
14. Фон II + K ₁₅₀	2,51	2,10	3,42	3,69	2,93	1,23	-	-
15. Фон II + Гумистим	2,38	2,12	3,78	3,19	2,87	-	0,20	1,17
16. Фон II + K ₉₀ + Гумистим	2,87	2,35	4,15	3,47	3,21	-	0,43	1,51
17. Фон II + K ₁₂₀ + Гумистим	3,32	2,72	4,60	4,05	3,67	-	0,78	1,97
18. Фон II + K ₁₅₀ + Гумистим	3,97	2,58	4,80	4,10	3,86	-	0,93	2,16
В среднем по опыту	2,42	1,99	3,71	3,27				
НСР_{0,5} факт. А (Гумистим)	0,03	0,05	0,16	0,04				
НСР_{0,5} (факт. В (удобрения), АВ)	0,06	0,10	0,34	0,08				

3. Изменение элементов структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от применяемых средств химизации (среднее за 2014-2017 гг.)

Вариант	Элементы структуры урожая						
	весенне-летняя выживаемость, %	продуктивный стеблей, шт/м ²	продуктивная кустистость, шт/раст.	длина колоса, см	число зерен в колосе, шт.	масса зерна одного колоса, г	масса 1000 зерен, г
Без удобрений (контроль)	80	303	1,24	6,53	33,7	1,40	32,7
N ₉₀ P ₆₀ – фон I	83	351	1,30	6,88	35,6	1,60	34,4
Фон I + K ₆₀	84	348	1,34	6,97	37,2	1,70	35,3
Фон I + K ₉₀	85	385	1,36	7,24	39,2	1,75	36,3
Фон I + K ₁₂₀	86	405	1,39	7,31	40,0	1,80	36,6
Контроль + Гумистим	81	316	1,26	6,69	34,6	1,45	33,8
Фон I + Гумистим	84	359	1,31	7,06	36,8	1,68	36,8
Фон I + K ₆₀ + Гумистим	84	393	1,38	7,15	37,8	1,73	37,7
Фон I + K ₉₀ + Гумистим	86	404	1,39	7,32	39,9	1,79	37,9
Фон I + K ₁₂₀ + Гумистим	87	417	1,40	7,45	40,4	1,86	38,2
N ₁₂₀ P ₉₀ – фон II	85	399	1,39	7,50	37,3	1,60	37,2
Фон II + K ₉₀	86	416	1,40	7,53	43,1	1,90	37,7
Фон II + K ₁₂₀	87	424	1,40	8,53	43,5	2,00	37,8
Фон II + K ₁₅₀	87	432	1,41	7,46	44,1	2,10	38,2
Фон II + Гумистим	86	412	1,40	7,68	38,4	1,82	38,9
Фон II + K ₉₀ + Гумистим	87	429	1,41	7,72	44,6	2,16	40,0
Фон II + K ₁₂₀ + Гумистим	88	444	1,44	8,68	44,9	2,21	40,4
Фон II + K ₁₅₀ + Гумистим	88	445	1,44	8,74	45,7	2,28	40,9
В среднем по опыту	85	393	1,37	7,47	39,8	1,82	37,3
НСР_{0,5} факт. А (Гумистим)	1,3	9,1	0,019				
НСР_{0,5} (факт. В (удобрения), АВ)	2,7	19,3	0,040				

Следует отметить, что применение биопрепарата Гумистим на повышенном азотно-фосфорном фоне N₁₂₀P₉₀ увеличивало урожайность зерна относительно варианта фон II на 0,20 т/га. В тоже время комплексное применение биопрепарата Гумистим в составе N₁₂₀P₉₀ с последовательно возрастающими дозами калия от 90 до 150 кг/га д.в. приводило к дальнейшему росту урожайности от 3,21 до 3,86 т/га, а прибавки от биопрепарата Гумистим составляли 0,43-0,93 т/га, или 15,5-31,7%.

Прибавки урожая зерна от комплексного применения удобрений N₉₀P₆₀ (фон I) с последовательно возрастающими дозами калия (K₆₀-K₁₂₀) и биопрепарата Гумистим в сравнении с контролем составляли от 0,99 до 1,66 т/га. Применение N₁₂₀P₉₀ (фон II) с последовательно возрастающими дозами калия (K₉₀-K₁₅₀) в комплексе с биопрепаратом Гумистим обеспечило получение более высоких прибавок урожая зерна в сравнении с контролем, которые варьировали от 1,17 до 2,16 т/га, или от 68,8 до 127,1%. В среднем за годы исследований самый высокий урожай зерна озимой пшеницы 3,86 т/га формировался в варианте с комплексным применением средств химизации N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим.

Анализ структуры урожая (табл. 3) свидетельствует о том, что урожайность зерна озимой пшеницы определялась повышением весенне-летней выживаемости, количеством продуктивных стеблей на 1 м², продуктивностью колоса и массой 1000 зерен.

Изменение показателей структуры урожая в целом зависело от применяемых в опыте форм и доз удобрений, их соотношений и биопрепарата Гумистим. В среднем за годы исследований продуктивный стеблей по опыту составил 376,4 шт/м² с варьированием по изучаемым вариантам от 303 (контроль) до 445 шт/м² стеблей в варианте фон II + K₁₅₀ + Гумистим. Масса зерна с одного колоса в среднем по опыту составляла 1,82 г, число зерен с одного колоса – 39,8 шт., масса 1000 зерен – 37,3 г.

Физико-химические показатели качества зерна позволяют в более полной мере оценить применяемые агроприемы. Изучаемые системы удобрения как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим оказали положительное влияние на физико-химические показатели качества зерна озимой пшеницы (табл. 4).

Удельная активность ¹³⁷Cs в зерне озимой пшеницы по изучаемым вариантам опыта была относительно невысокой в сравнении с действующим в настоящее время нормативом (60 Бк/кг) и изменялась по вариантам опыта в среднем от 14,19 Бк/кг (контроль) до 4,48 Бк/кг в варианте N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + Гумистим, т.е. была ниже норматива в 4,2-13,4 раза (табл. 5).

Таким образом, при возделывании озимой пшеницы сорта Московская 39 наиболее высокий урожай зерна (3,86 т/га с натурой зерна 766 г/л, содержанием клейковины на уровне 27,3%, содер-

4. Показатели качества зерна озимой пшеницы (среднее за 2014-2017 гг.)

Вариант	Стекловидность, %	Натура, г/л	Массовая доля клейковины, %	Содержание белка, %	Сбор белка, т/га
1	51	716	24,3	11,5	0,216
2	52	723	24,7	12,0	0,301
3	53	731	25,0	12,1	0,324
4	53	733	25,2	12,2	0,346
5	54	739	25,4	12,4	0,383
6	53	723	24,7	11,8	0,263
7	54	735	25,3	12,4	0,356
8	54	743	25,4	12,6	0,383
9	55	744	25,8	12,8	0,421
10	55	750	26,1	12,8	0,453
11	54	743	26,4	12,5	0,356
12	55	749	26,5	12,4	0,366
13	55	755	26,8	12,6	0,387
14	56	757	27,7	12,7	0,395
15	55	757	26,5	12,9	0,393
16	55	760	26,7	13,1	0,444
17	57	764	26,9	13,3	0,510
18	58	766	27,3	13,6	0,553
НСР_{0,5} факт. А (Гумистим)	0,41	2,1	0,24	0,06	
НСР_{0,5} (факт. В (удобрения), АВ)	0,86	4,5	0,51	0,13	

Примечание. Расшифровка вариантов дана в таблице 3.

5. Удельная активность ¹³⁷Cs в зерне озимой пшеницы (2014-2017 гг.)

Вариант	Удельная активность ¹³⁷ Cs, Бк/кг					Кратность снижения, раз		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее	от удобрений	от Гумистим	от удобрений и Гумистим
1	9,15	13,25	18,00	16,37	14,19	-	-	-
2	8,02	12,60	13,80	12,28	11,68	1,22	-	-
3	8,10	10,26	8,22	8,78	8,84	1,61	-	-
4	5,66	9,56	7,79	7,65	7,70	1,84	-	-
5	5,80	9,18	4,33	6,24	6,35	2,23	-	-
6	7,72	11,24	12,42	10,56	10,49	-	1,35	-
7	7,78	12,46	9,65	9,48	9,84	-	1,19	1,44
8	6,59	10,25	8,76	8,45	8,51	-	1,04	1,67
9	5,22	9,11	6,26	5,66	6,56	-	1,17	2,16
10	4,56	8,46	5,19	6,26	6,12	-	1,04	2,32
11	8,64	12,56	13,66	10,35	11,30	1,26	-	-
12	7,34	13,20	9,37	9,87	9,95	1,43	-	-
13	5,70	9,50	8,32	8,15	7,92	1,79	-	-
НСР_{0,5} факт. А (Гумистим)	0,20	0,15	0,17	0,34				
НСР_{0,5} (факт. В (удобрения), АВ)	0,41	0,31	0,35	0,72				

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.

жанием белка 13,6% и величиной сбора 0,553 т/га) обеспечивает вариант N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ в комплексе с биопрепаратом Гумистим. Определяющий фактор получения высокого урожая в условиях проводимого эксперимента – весенне-летняя выживаемость растений, густота продуктивного стеблестоя, число зерен с колоса и растения, масса зерна с колоса и растения, мас-

са 1000 зерен, реализация которого возможна при наличии не менее 445 шт. продуктивных стеблей на 1 м². Комплексное применение минерального удобрения N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ и биопрепарат Гумистим способствовало получению нормально-чистого зерна озимой пшеницы в условиях плотности загрязнения почвы цезием-137 на уровне 6-7 Ки/км².