ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОЗ И СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ^{137}Cs ПОЧВАХ

Введение. В Беларуси в сельскохозяйственном пользовании находится более 1,0 млн га земель, загрязненных ^{137}Cs с плотностью 37 кБк/м² и выше. Наряду с вопросами снижения загрязнения продукции, требуется научная проработка экономических аспектов применения удобрений на загрязненных землях, поскольку сохраняющаяся необходимость проведения масштабных контрмер негативно отражается на конкурентоспособности производимой продукции. В значительной мере это связано с тем, что дорогостоящие защитные меры применяются на фоне низких уровней азотных удобрений, приводя к несбалансированности между элементами минерального питания растений и снижению продуктивности сельскохозяйственных культур [1; 2].

Основная часть. Исследования проводили в полевом опыте, расположенном на территории землепользования сельскохозяйственного производственного кооператива «Зарянский» Славгородского района Могилевской области.

Объектом исследований являлась дерново-подзолистая супесчаная почва на водно-ледниковых рыхлых супесях и зерновые культуры: ячмень, озимая рожь и овес. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: pH_{KCl} – 5,93, гумус – 2,03%, P_2O_5 – 218 мг/кг почвы, K_2O – 173 мг/кг почвы, общий азот – 988 мг/кг почвы, потенциально усвояемый азот – 150 кг/га. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs составляла 554 кБк/м² (15 Ки/км²).

Метеорологические условия вегетационных периодов различались. В полевом опыте возделывали яровой ячмень сорта Тюрингия, озимую рожь сорта Игуменская и овес сорта Богач. Схема полевого опыта включала варианты:

1. Контроль	9. Фон 2 + N90
2. Фон 1 – P60K90	10. Фон 2 + N60 + N30//
3. Фон 1 + N60	11. Фон 2 + N90 + N30//
4. Фон 1 + N90	12. Фон 3 – P60K150
5. Фон 1 + N60 + N30//	13. Фон 3 + N60
6. Фон 1 + N90 + N30//	14. Фон 3 + N90
7. Фон 2 – P60K120	15. Фон 3 + N60 + N30//
8. Фон 2 + N60	16. Фон 3 + N90 + N30//

Общая площадь делянок 72 м², учетная площадь – 45 м². Повторность опыта – четырехкратная.

Фосфорные и калийные удобрения вносили перед посевом культур, азотные удобрения в форме карбамида согласно схеме опыта в следующие сроки: N – перед

посевом ячменя и овса, в ранневесеннюю подкормку озимой ржи; N^{II} – в фазы выхода в трубку растений зерновых культур.

В среднем по Беларуси прибавка урожая зерновых культур от применения минеральных удобрений в производственных посевах составляет 9,6–15,0 ц/га, при окупаемости 1 кг NPK 6–8 кг зерна [3].

Нашими исследованиями установлено, что дозы и сочетания азотных, фосфорных и калийных удобрений оказали влияние на продуктивность исследуемых зерновых культур.

За годы исследований урожайность культур звена севооборота изменялась в зависимости от уровней применения минеральных удобрений ячменя от 31,3 до 54,8 ц/га, озимой ржи – от 33,9 до 57,9, овса от 23,9 до 47,2 ц/га.

При оптимальной обеспеченности почв подвижными соединениями фосфора и калия величина урожая зерновых культур определяется, в первую очередь, уровнем азотного питания растений. Наши исследования подтверждают это положение и показывают, что за счет азота, вносимого по фону РК, может формироваться дополнительно от 11,6 до 21,7 ц/га зерна. Действие азотных удобрений в значительной степени определялось уровнем калийного питания растений. Увеличение дозы калийных удобрений от 90 до 150 кг/га действующего вещества способствовало повышению прибавок зерна от азотных удобрений.

Положительный эффект от азотных удобрений возрастал при повышении дозы калийных удобрений до 120 кг/га. Так, в вариантах с азотными удобрениями, которые вносили на фоне P60K120, прибавки зерна составили по отношению к аналогичным вариантам на фоне P60K90 в среднем 2,3–2,9 ц/га. Из таблицы 1 видно, что увеличение дозы калия до 150 кг/га не способствовало дальнейшему существенному повышению урожайности от азотных удобрений.

Таблица 1

**Средняя урожайность зерна культур звена севооборота
(ячмень – озимая рожь – овес) в зависимости от доз и сроков внесения
азотных удобрений при разных уровнях калийного питания**

Вариант	Урожайность, ц/га	Продуктивность, ц/га зерновых единиц	Прибавка, ц/га	
			к контролю	к фону РК
Контроль	23,1	21,9	–	–
Фон 1 – P60K90	29,7	28,1	6,6	–
Фон 1 + N60	42,1	39,7	19,0	12,4
Фон 1 + N90	46,2	43,5	23,1	16,5
Фон 1 + N60 + N30 ^{II}	47,6	44,9	24,5	17,9
Фон 1 + N90 + N30 ^{II}	49,4	46,5	26,3	19,7
Фон 2 – P60K120	31,5	29,8	8,4	–
Фон 2 + N60	44,9	42,4	21,8	13,4
Фон 2 + N90	47,9	45,1	24,8	16,4
Фон 2 + N60 + N30 ^{II}	49,9	47,0	26,8	18,4

Вариант	Урожайность, ц/га	Продуктивность, ц/га зерновых единиц	Прибавка, ц/га	
			к контролю	к фону РК
Фон 2 + N90 + N30 ^{II}	52,3	49,2	29,2	20,8
Фон 3 – P60K150	32,4	30,6	9,3	–
Фон 3 + N60	46,5	43,8	23,4	14,1
Фон 3 + N90	48,4	45,6	25,3	16,0
Фон 3 + N60 + N30 ^{II}	51,5	48,4	28,4	19,1
Фон 3 + N90 + N30 ^{II}	53,3	50,2	30,2	20,9
НСР ₀₅	1,8	1,6	–	–

Применение азота в дозе 60 кг/га увеличило урожайность зерна в среднем от 12,4 (на фоне P60K90) до 14,1 ц/га (на фоне P60K150). Повышение дозы азота на 30 кг/га (N90) обеспечило существенный (в среднем на 2–4 ц/га) рост урожая к варианту с N60. Дробное внесение N90 имело преимущество перед однократным только на среднем (K120) и высоком (K150) уровнях калийного питания, где прибавки зерна составили в среднем 2,0 и 3,1 ц/га, соответственно.

Дробное применение высокой дозы азота (120 кг/га) обеспечило достоверное (2,4 ц/га) увеличение урожайности только на фоне P60K120, на других фонах фосфора и калия она была в пределах ошибки опыта (1,8 ц/га). В пересчете на зерновые единицы наблюдается достоверное увеличение продуктивности культур и на фоне K150.

Основным принципом оценки экономической эффективности удобрений является сопоставление показателей прироста урожая с дополнительными затратами на его получение. Исходя из этого, по результатам полевых опытов на основе данных стоимости прибавки урожая, действующих закупочных цен на зерно разного целевого назначения, расходов на приобретение и внесение удобрений, уборку, перевозку и доработку прибавки урожая проведены расчеты экономической эффективности доз и сроков применения азотных удобрений в зависимости от уровня калийного питания растений [4].

Эффективность азотных удобрений возрастала при увеличении доз азота от 60 до 120 кг/га. Дробное применение азота способствовало повышению рентабельности азотных удобрений и увеличению дополнительного чистого дохода по отношению к однократному внесению этой же дозы.

Анализ экономической эффективности применения минеральных удобрений в среднем за звено севооборота ячмень – озимая рожь – овес показал следующее (таблица 2).

Наиболее высокая экономическая эффективность азотных удобрений при внесении их под зерновые культуры с целью производства продовольственного и фуражного зерна получена в варианте с дробным применением N120 на фоне P60K150. Рентабельность и дополнительный чистый доход составили соответственно при получении продовольственного зерна 151,4% и 467,7 тыс. руб./га, фуражного зерна – 80,3% и 262,8 тыс. руб./га [5].

**Экономическая эффективность применения удобрений
при возделывании культур звена севооборота ячмень – озимая рожь – овес**

Вариант	Производство продовольственного зерна		Производство фуражного зерна	
	Чистый доход, тыс. рублей	Рентабельность, %	Чистый доход, тыс. рублей	Рентабельность, %
Контроль				
Фон 1 – Р60К90				
Фон 1 + N60	255,9	118,6	136,6	60,5
Фон 1 + N90	352,9	131,7	189,9	66,2
Фон 1 + N60 + N30 ^д	392,0	139,6	213,5	71,7
Фон 1 + N90 + N30 ^д	438,5	146,6	236,8	75,8
Фон 2 – Р60К120				
Фон 2 + N60	286,5	125,4	164,3	66,8
Фон 2 + N90	350,2	130,9	193,4	66,4
Фон 2 + N60 + N30 ^д	401,2	141,4	220,5	73,2
Фон 2 + N90 + N30 ^д	465,5	151,0	254,8	79,2
Фон 3 – Р60К150				
Фон 3 + N60	300,1	129,9	169,3	69,4
Фон 3 + N90	337,9	128,0	188,6	64,9
Фон 3 + N60 + N30 ^д	421,1	144,9	234,3	75,9
Фон 3 + N90 + N30 ^д	467,7	151,4	262,8	80,3

Заключение. На супесчаной почве с повышенной обеспеченностью P_2O_5 и средним содержанием K_2O действие азотных удобрений на урожайность зависит от доз, сроков их внесения и уровня калийного питания. Применение N60 увеличивает урожайность зерна в среднем на 12,4–14,1 ц/га. Повышение дозы азота на 30 кг/га (N90) обеспечивает существенный (в среднем на 2–4 ц/га) рост урожая к варианту с N60. Дробное внесение N90 имеет преимущество перед однократным только на среднем (K120) и высоком (K150) уровнях калийного питания – прибавки зерна 2,0–3,1 ц/га. Применение дозы азота 120 кг/га обеспечивает достоверное (2,4 ц/га) увеличение урожайности только на фоне Р60К120.

При обеспеченности супесчаной почвы потенциально усвояемым азотом 140–150 кг/га экономически наиболее эффективным под зерновые культуры с целью получения продовольственного и фуражного зерна является дробное применение 120 кг/га азота удобрений на фоне Р60К150.

Список использованных источников

1. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных угодий Беларуси : методич. указания / под науч. ред. И.М. Богdevича. – Минск : БИТ «Хага», 2001. – 60 с.

2. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2003–2005 годы / Министерство сельского хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь. – Минск : Б. и., 2002. – 72 с.

3. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.] ; под ред. В.В. Лапа. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 390 с.

4. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.

5. Цыбулько, Н.Н. Эффективность доз и сроков применения азотных удобрений в зависимости от уровней калийного питания в звене зернотравяного севооборота / Н.Н. Цыбулько, Д.В. Киселева // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2 (41). – С. 96–102.