

УДК 631.8.022.3:[631.84+631.81.095.337]:631.445.24:633.11

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

М.В. Рак, С.А.Титова

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно возрастает внимание к проблеме сбалансированности пищевых продуктов по микроэлементному составу. Недостаток, избыток или нарушение соотношения между микроэлементами в почвах является частой причиной снижения урожайности культур, продуктивности сельскохозяйственных животных и возникновения биогеохимических эндемических заболеваний. Поэтому в настоящее время остается актуальным вопрос обогащения микроэлементами сельскохозяйственной продукции. Большой интерес в этой связи представляет микроэлемент селен, так как, дефицит его и низкая суточная норма потребления негативно сказывается на здоровье человека и животных. Недостаток селена в почве и кормах обуславливает

повсеместно распространение беломышечной болезни и других заболеваний животных. Дефицит селена в продуктах питания человека приводит к возникновению многих болезней, как кардиомиопатии, изменение трубчатых костей, поражение печени и др. [1].

Беларусь относится к биогеохимической провинции с дефицитом содержания селена в почве, в растениях и водах. Маршрутные исследования сельскохозяйственных земель республики показали, что содержание валового селена в почве определяется гранулометрическим составом. В дерново-подзолистых суглинистых почвах содержание селена колеблется в пределах 17,2-240,0 мкг/кг почвы, в супесчаных – 8,9-118,0, в песчаных – 6,5-77,8 и торфяно-болотных почвах – 173,2-265,4 мкг/кг почвы. Среднее содержание элемента в зерне озимой пшеницы, озимой ржи и ячменя составляет 15,2 мкг/кг (с колебаниями в пределах 2,7-56,4 мкг/кг), что в 6,6 раза меньше нижнего порога оптимального содержания этого микроэлемента в кормах для сельскохозяйственных животных (100 мкг/кг) [2]. В основных продуктах питания, в частности, в картофеле селена содержится 0,8-3,0 мг/кг, свекле 0,4-1,2 мг/кг, капусте 1,04 мг/кг, хлебе белом и черном соответственно 14,6-31,1 и 0,2-13,0 мг/кг [3]. Потребление в среднем селена человеком с основными продуктами питания в республике составляет 9,9-14,0 мкг/сутки, что в 4-5 раз ниже минимального суточного потребления селена (50 мкг), рекомендованного ВОЗ [4].

В настоящее время, наряду с механическим обогащением продуктов питания и кормов селеном, выращивание дрожжей и водорослей с высоким содержанием этого элемента, инъектирование селенсодержащими препаратами животных, одним из перспективных приемов обогащения растений селеном является применение селенсодержащих удобрений.

Пшеница – главная зерновая культура, в зерне которой содержится много белка и других ценных веществ. Для нормальной жизнедеятельности организма суточная потребность человека в селене составляет 200 мкг, с хлебобулочными изделиями должно поступать не менее 25% его суточной потребности [5]. Однако в зерне этой культуры не всегда содержится достаточного количества селена и поэтому важно разработать приемы обогащения данным элементом до оптимального уровня.

Цель исследований заключалась в определении эффективности применения новых форм селенсодержащих азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по изучению эффективности применения новых форм селенсодержащих азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы проводили в 2003-2004 гг. в стационарном полевом опыте в СПК «Щомыслица» Минского района на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лесовидном (пылеватом) суглинке. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы опытного участка следующая: содержание гумуса – 2,1%, pH – 5,8, P_2O_5 – 350, K_2O – 240 мг/кг почвы, валового селена – 50 мкг/кг почвы.

Площадь делянки – 29,8 м², повторность – 4-х кратная. Учет урожая – сплошной поделяночный.

Для преодоления селенодефицита в сельскохозяйственной продукции разработано новое азотное удобрение с селеном, которое в качестве азотного удобрения включает карбамид или КАС и микроэлемент селен [6].

Схемой опыта предусмотрены селенсодержащие азотные минеральные удобрения на основе КАС и карбамида с возрастающими дозами содержания в них селена, кг/га д.в.:

1. $N_{90}(KAC)P_{60}K_{120}$ – фон I

2. КАС + $Se_{0,05}$

3. КАС + $Se_{0,15}$

4. КАС + $Se_{0,25}$

5. КАС + $Se_{0,35}$

6. $N_{90}(\text{карбамид})P_{60}K_{120}$ – фон II

7. Карбамид + $Se_{0,05}$

8. Карбамид + $Se_{0,15}$

9. Карбамид + $Se_{0,25}$

10. Карбамид + $Se_{0,35}$

Исследования по изучению действия различных доз селенсодержащих азотных удобрений проводили на фоне РК (аммонизированного суперфосфата и хлористого калия). Минеральные удобрения внесены в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$ под предпосевную культивацию. В стадию первого узла в баковой смеси с регулятором роста применяли некорневую подкормку сульфатом меди и марганца в дозе по 50 г/га действующего вещества.

Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для данной зоны. В опыте возделывали яровую пшеницу сорта Рассвет, норма высева – 4,0 млн. всхожих зерен на гектар. При возделывании яровой пшеницы применяли интегрированную систему защиты растений.

Погодные условия в годы проведения исследований были примерно одинаковыми, ГТК (за май-август) составил 1,6 и 1,7, что благоприятно сказалось на росте и развитии яровой пшеницы. Исключение составляет июнь и август 2003 г., а также май 2004 г., где показатели увлажнения были самыми низкими.

Исследования проводили в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов. Статистическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что при возделывании яровой пшеницы внесение селенсодержащих азотных удобрений под предпосевную культивацию не оказало существенного влияния на повышение урожайности зерна (табл.1). В среднем за два года исследований урожайность зерна яровой пшеницы в фоновых вариантах составила 40,6-41,1 ц/га, а в вариантах с внесением селенсодержащих азотных удобрений с возрастающими дозами в них селена 38,5-45,5 ц/га. При этом отмечалась тенденция повышения урожайности зерна яровой пшеницы в зависимости от вида азотного удобрения, в частности при внесении селенсодержащего азотного удобрения на основе карбамида.

Анализ данных урожая соломы показал, что применение исследуемых удобрений также не способствовало увеличению урожайности (табл.1). Наибольшее повышение урожайности соломы яровой пшеницы отмечено при внесении селенсодержащего азотного удобрения на основе карбамида.

Таблица 1

Влияние селенсодержащих азотных удобрений на урожайность зерна и соломы яровой пшеницы

Варианты	Урожайность, ц/га									
	зерно					солома				
	2003г.	2004г.	сред-нее	прибавка, ц/га к фону I	к фону II	2003г.	2004г.	сред-нее	прибавка, ц/га к фону I	к фону II
N ₉₀ (KAC)P ₆₀ K ₁₂₀ –фон I	33,8	48,4	41,1	-	-	28,6	46,5	37,6	-	-
KAC + Se _{0,05}	35,9	47,4	41,6	0,5	-	31,1	46,2	38,7	1,1	-
KAC + Se _{0,15}	32,0	45,1	38,6	-	-	24,5	44,8	34,7	-	-
KAC + Se _{0,25}	29,4	47,6	38,5	-	-	28,0	40,3	34,2	-	-
KAC + Se _{0,35}	32,0	46,4	39,2	-	-	21,5	43,1	32,3	-	-
HCP _{0,5}	3,2	4,3	3,7	-	-	6,4	6,2	4,3	-	-
N ₉₀ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ - фон II	31,7	49,6	40,6	-	-	18,6	40,9	29,8	-	-
Карбамид + Se _{0,05}	35,7	54,3	45,0	-	4,4	20,0	35,3	27,7	-	-
Карбамид + Se _{0,15}	37,5	53,5	45,5	-	4,9	21,0	44,3	32,7	-	2,9
Карбамид + Se _{0,25}	36,3	51,3	43,8	-	3,2	24,6	46,6	35,6	-	5,8
Карбамид + Se _{0,35}	37,0	51,1	44,1	-	3,5	30,7	45,5	38,1	-	8,3
HCP _{0,5}	4,6	5,0	4,7	-	-	8,7	11,0	6,0	-	-

Исследования показали, что содержание селена в зерне и соломе яровой пшеницы зависело от доз вносимых селенсодержащих азотных удобрений (табл. 2). В среднем за два года исследований в вариантах с внесением азотного удобрения KAC и карбамида без селена (фон I и II) количество накапливаемого зерном селена было низкое и составило соответственно 45,4 и 28,2 мкг/кг сухой массы, что объясняется низким естественным содержанием селена в почве. Последовательное повышение содержания селена в азотном удобрении KAC приводило к увеличению накопления селена в зерне до 76,1-172,4 мкг/га сухой массы, что на 30,7-127,0 мкг/кг сухой массы или в 1,7-3,8 раза выше фонового варианта.

Таблица 2

Влияние селенсодержащих азотных удобрений на содержание селена в зерне и соломе яровой пшеницы, мкг/кг сухой массы

Варианты	Зерно	Солома
----------	-------	--------

	содержание селена	повышение содержания		содержание селена	повышение содержания	
		мкг/кг	%		мкг/кг	%
N ₉₀ (KAC)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон I	45,4	-	-	27,1	-	-
KAC + Se _{0,05}	76,1	30,7	67,6	61,3	34,2	126,2
KAC + Se _{0,15}	96,9	51,5	113,4	66,6	39,5	145,8
KAC + Se _{0,25}	132,8	87,4	192,5	122,9	95,8	353,5
KAC + Se _{0,35}	172,4	127,0	279,7	234,3	207,2	764,6
N ₉₀ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон II	28,2	-	-	37,8	-	-
Карбамид + Se _{0,05}	102,3	74,1	262,8	74,0	36,2	95,8
Карбамид + Se _{0,15}	142,8	114,6	406,4	88,9	51,1	135,2
Карбамид + Se _{0,25}	190,4	162,2	575,2	161,2	123,4	326,5
Карбамид + Se _{0,35}	267,6	239,4	848,9	253,6	215,8	570,9

Нижняя граница оптимального содержания селена в зерне, которая соответствует 100 мкг/кг сухой массы, в наших исследованиях была достигнута при внесении селена в дозе 0,25-0,35 кг/га. Более интенсивное накопление селена в зерне происходило при внесении всех доз селенсодержащего азотного удобрения на основе карбамида. Применение различных марок селенсодержащего карбамида обеспечивало содержание селена до 102,3-267,6 мкг/кг сухой массы, что на 74,1-239,4 мкг/кг сухой массы или в 3,6-9,5 раза выше фонового варианта. В целом содержание селена в зерне от применяемых селенсодержащих азотных удобрений находилось в пределах оптимальных концентраций (100-500 мкг/кг сухой массы).

При анализе данных по содержанию селена в соломе в зависимости от применяемых селенсодержащих азотных удобрений прослеживается аналогичная закономерность накопления этого микроэлемента, как и в зерне. Нижняя граница оптимального содержания селена в соломе была достигнута при внесении селена в удобрения KAC и карбамид в дозе 0,25-0,35 кг/га.

При этом были отмечены колебания содержания селена в зерне яровой пшеницы в различные годы исследований в зависимости от доз и формы селенсодержащего азотного удобрения (табл.3). В 2003 году нижняя граница оптимального содержания селена в зерне была достигнута при внесении азотного удобрения KAC и карбамида с дозами селена в них 0,05-0,35 кг/га, а в 2004 году только марка KAC + Se_{0,35} и карбамид + Se_{0,25-0,35}.

Таблица 3

Содержание селена в почве (мкг/кг) и в зерне яровой пшеницы (мкг/кг сухой массы) в разные годы исследований и коэффициенты накопления селена

Варианты	2003 г.			2004 г.		
	содержание селена		коэффициент накопления селена	содержание селена		коэффициент накопления селена
	почва	зерно		почва	зерно	
N ₁₁₅ (KAC)P ₆₀ K ₁₂₀ – фон I	51,0	64,9	1,3	63,0	26,0	0,4
KAC + Se _{0,05}	134,0	108,7	0,8	97,0	43,4	0,4
KAC + Se _{0,15}	150,0	138,2	0,9	172,0	55,6	0,3
KAC + Se _{0,25}	192,0	175,9	0,9	220,0	89,6	0,4
KAC + Se _{0,35}	327,0	204,5	0,6	264,0	140,2	0,5
N ₁₁₅ (карбамид)P ₆₀ K ₁₂₀ -фон II	73,0	31,7	0,4	92,0	24,7	0,3
Карбамид + Se _{0,05}	93,0	133,1	1,4	111,0	71,5	0,6
Карбамид + Se _{0,15}	106,0	192,8	1,8	122,0	92,8	0,8
Карбамид + Se _{0,25}	128,0	262,1	2,0	161,0	118,7	0,7

Карбамид + Se _{0,35}	132,0	378,4	2,9	206,0	156,8	0,8
-------------------------------	-------	-------	-----	-------	-------	-----

Анализ данных по содержанию селена в почве в различные годы исследований показывает, что количество накопления этого элемента происходило в зависимости от применения доз и формы селенсодержащего азотного удобрения и от погодных условий вегетационного периода (табл.3). В первый год исследований накопление селена в зерне происходило более интенсивно, коэффициент накопления составил 0,6-0,9 при внесении селенсодержащего азотного удобрения на основе КАС и 1,4-2,9 на основе карбамида. Во второй год процесс накопления растением яровой пшеницы селена из почвы проходил медленно. Коэффициент накопления селена снизился и составил соответственно 0,3-0,5 и 0,6-0,8, что в 1,2-3,6 раза ниже, чем в предыдущем году.

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение селенсодержащих азотных удобрений на основе КАС и карбамида в технологии возделывания яровой пшеницы повышало содержание селена в зерне до оптимальных концентраций, что важно для получения зерна обогащенного этим микроэлементом.

2. Действие применяемых новых селенсодержащих азотных удобрений на накопление селена в зерне яровой пшеницы зависело от количества введенного селена в состав удобрения. Последовательное повышение содержания селена в КАС приводило к увеличению его накопления в зерне до 76,1-172,4 мкг/га сухой массы (в 1,7-3,8 раза). Внесение различных марок селенсодержащего карбамида обеспечивало более интенсивное накопление селена в зерне – до 102,3-267,6 мкг/кг сухой массы (3,6-9,5 раза).

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Головатый, С.Е. Содержание селена в почвах и растениях Беларуси / С.Е. Головатый [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – Минск. – 2005. – С. 89-93.
3. Содержание микроэлементов в основных продуктах питания и в рационах жителей республики Беларусь / Н.Д. Коломеец [и др.] // Медицина. – 1999. – №1. – С.38-41.
4. Зайцев, В.А. Содержание селена в основных пищевых продуктах, потребляемых населением Беларуси / В.А. Зайцев, Н.Д. Коломеец, В.И. Мурох. // Питание и обмен веществ: сб. науч. тр. – Гродно, 2002. – С.34-45.
5. О путях преодоления дефицита селена // Хлебопек. – 2003. – №5. – С.22-23.
6. Азотное удобрение с селеном: пат. 9713 Респ. Беларусь МПК 7 C05 C11/00 / И.М. Богдевич, Г.В. Пироговская, М.В. Рак, С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич и др.; заявитель РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии» № а 20050104; заяв. 03.02.05; опубл. 30.08.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 4. – С. 96.

EFFICIENCY OF SELENIUM-CONTAINING NITROGEN FERTILIZERS AT CULTIVATION OF SPRING WHEAT ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

M.V. Rak, S. A. Titova

Summary

The efficiency of new forms of selenium-containing nitrogen fertilizers for optimization of selenium content in a grain in the field experience with spring wheat cultivated on sod-podzolic light loamy soil has been studied. It is found that selenium-containing nitrogen fertilization under spring wheat has not substantial influence on yield increase but promotes the accumulation of this element in grain harvest up to the optimum concentration by introduce selenium in KAS in doses 0,25 and 0,3 5 kg/ha and in urea – 0,05-0,25 and 0,35 kg/ha.

Поступила 22 апреля 2009 г.