

REMOVAL OF BASIC NUTRIENTS BY SPRING TRITICALE AND WEED PLANTS IN ORGANOGENESIS

A.S. Pestereva, S.V. Soroka

Summary

As a result of carried out researches it is determined that during the vegetation period at various stages of crop development the amount of nitrogen removed by weed plants has made 2,7–14,8 kg/ha, phosphorus – 2,2–20,1 kg/ha, potassium – 6,7–39,0 kg/ha, calcium – 1,7–4,5 kg/ha, magnesium – 0,9–3,1 kg/ha. A dependence of nutrients removal on weed plant species and vegetative mass is revealed.

Поступила 10.04.13

УДК 633.367:631.81.095.338:631.445.2

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСИТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ КОБАЛЬТОМ И ПРИМЕНЕНИЯ КОБАЛЬТОВЫХ УДОБРЕНИЙ

М.В. Рак, Е.Н. Пукалова

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Среди зернобобовых культур в условиях Беларуси, кроме гороха и вики, большое кормовое и агротехническое значение имеет люпин. В Беларуси в настоящее время он представлен на 92 % сортами люпина узколистного белорусской селекции высокого репродукционного состава. Биологический зерновой потенциал сортов люпина узколистного в почвенно-климатических условиях республики при соблюдении технологии возделывания достаточно высок и в отдельные годы превышает 6 т/га. Современные сорта кормового люпина отличаются высоким содержанием белка в семенах. Люпин узколистный, например, имеет в семенах 36–38 % сбалансированного по аминокислотам белка. Они используются как высокобелковая добавка в рационах всех видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы, а также могут применяться во многих пищевых продуктах. Вегетативная масса люпина тоже содержит от 18 до 23 % белка в переводе на сухое вещество и используется в кормлении животных как в свежескошенном виде, так и для приготовления грубых и сочных кормов. Кроме большого количества полноценного белка, семена и вегетативная масса люпина содержат жиры, углеводы, витамины, микроэлементы и другие полезные вещества, что имеет важное значение для кормления скота. С экономической точки зрения,

2. Плодородие почв и применение удобрений

люпин узколистный – высокорентабельная культура. Так, при урожайности 3,0 т/га фуража рентабельность производства люпина составляет 90,9 %, прибыль – 174,7 доллара США/га [1].

Дифференцированное применение микроэлементов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур является дополнительным и значительным резервом дальнейшего роста урожайности и качества растениеводческой продукции.

Анализ имеющихся в литературе сведений показывает, что кобальт особенно необходим бобовым и зернобобовым культурам, так как усиливает азотфиксирующую деятельность клубеньковых бактерий. Ряд исследователей отмечают, что применение кобальтовых удобрений в некорневые подкормки позволяет повысить урожайность зернобобовых культур на 10–40 %. Роль кобальта заключается не только в повышении продуктивности зернобобовых культур, но и в решении проблемы качества кормов. Применение кобальтовых удобрений при возделывании зернобобовых культур позволяет значительно повысить содержание в зерне и зеленой массе протеина, жира, незаменимых аминокислот. Кобальт входит в состав витамина B_{12} , недостаток которого в кормах для сельскохозяйственных животных вызывает резкое падение их продуктивности, а также может быть причиной ряда заболеваний, таких как ацидоз и авитаминоз B_{12} , которые могут привести к гибели животных [2, 3, 4].

Дерново-подзолистые супесчаные почвы Беларуси характеризуются наибольшей вариабельностью в содержании подвижного кобальта. Закономерности распределения в почвах кобальта и его потребления требовательными к этому элементу культурами в зависимости от уровней обеспеченности им почвы в республике изучены слабо.

Цель исследований – изучить влияние кобальта на урожайность и показатели качества люпина узколистного в зависимости от уровней обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы этим микроэлементом, видов и доз кобальтовых микроудобрений.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2011–2012 гг. в полевом опыте в РУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлых водно-ледниковых супесях, сменяемых с глубины около 0,5 м связной супесью. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почвы: pH_{KCl} – 5,6; содержание гумуса – 2,0 %, P_2O_5 (0,2 н HCl) – 330 мг/кг и K_2O (0,2 н HCl) – 267 мг/кг. Исходное содержание подвижного кобальта в пахотном горизонте почвы составляло 0,15–0,54 мг/кг.

Исследования проводились на фоне минеральных удобрений ($P_{60}K_{120}$), которые вносились в форме аммонизированного суперфосфата, хлористого калия под культивацию. Сорт люпина – Прывабны. Норма высева – 1,2 млн всхожих семян на 1 гектар. Предшественник – ячмень.

Схема полевого опыта с люпином включала 8 вариантов. Некорневые подкормки растений люпина узколистного кобальтовыми микроудобрениями развернуты на 4-х уровнях насыщения супесчаной почвы кобальтом, созданных перед закладкой опыта. Площадь деланки – 12 м². Уровни насыщения пахотного слоя

почвы кобальтом в полевом опыте были созданы путем внесения сернокислого кобальта в виде водного раствора с учетом исходного содержания подвижного кобальта в почве на каждом уровне и нормативов затрат для смещения его содержания на данной почве.

Схема опыта с люпином узколистым

Уровни насыщения почвы кобальтом:

- I – низкий уровень (0,9 мг/кг);
- II – средний уровень (2,0 мг/кг);
- III – высокий уровень (3,0 мг/кг);
- IV – избыточный уровень (3,5 мг/кг).

Некорневые подкормки:

- 1. Контроль без удобрений;
 - 2. $P_{60}K_{120}$ – фон;
 - 3. $Co_{0,025}$;
 - 4. $Co_{0,05}$;
 - 5. $Co_{0,075}$;
 - 6. $Co_{0,025}B_{0,025}$;
 - 7. $Co_{0,05}B_{0,05}$;
 - 8. $Co_{0,075}B_{0,075}$.
- некорневые подкормки микроудобрением МикроСтим-Кобальт
- некорневые подкормки микроудобрением МикроСтим-Кобальт,Бор

Некорневые подкормки растений люпина узколистного с возрастающими дозами кобальта и бора (0,025, 0,05, 0,075 кг/га д.в.) проводились в фазу бутонизации на фоне минеральных удобрений ($P_{60}K_{120}$). В процессе ухода посева люпина обработаны гербицидом Примэкстра голд (2,5 л/га), инсектицидом Децис (60 мл/га). Закладку и проведение опыта, учет урожайности, качественных показателей, анализы почвы и растений проводили согласно принятым методикам.

Вегетационные периоды 2011–2012 гг. по значению ГТК характеризовались как избыточно увлажненные, с неравномерным выпадением осадков. Избыточное количество влаги в большей мере отмечалось в июне, а ее дефицит наблюдался в 2011 г. в августе, в 2012 г. количество осадков было ниже среднемноголетнего показателя в мае, июле и августе. Температура воздуха в течение вегетации в 2011 г. было выше, чем в 2012 г. В целом погодные условия были благоприятными для возделывания люпина.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов исследований за два года показал, что урожайность зерна люпина в значительной степени определялась уровнем обеспеченности почвы кобальтом. Наибольшая урожайность на фоновых вариантах опыта отмечалась при среднем уровне обеспеченности почвы кобальтом (2,0 мг/кг). Применение кобальтовых микроудобрений в некорневую подкормку растений люпина более эффективно на первых двух уровнях обеспеченности почвы кобальтом (до 2,0 мг/кг) (рис. 1, табл. 1). Так, при низком уровне содержания кобальта в почве (0,9 мг/кг) урожайность зерна составила 27,1 ц/га. По мере увеличения обеспеченности почвы кобальтом до 2,5 мг/кг урожайность зерна люпина повысилась на 1,9 ц/га (7 %).

2. Плодородие почв и применение удобрений

Более высокие концентрации кобальта в почве не оказывали положительного влияния на урожайность культуры. Так, повышение содержания подвижного кобальта (до 3,0 мг/кг) приводило к снижению урожайности зерна на 3,9 ц/га, или на 13,4 %.

Наибольшие прибавки урожайности зерна люпина от применения некорневой подкормки исследуемыми микроудобрениями отмечались при низкой обеспеченности почвы кобальтом. При уровне содержания кобальта в почве 0,9 мг/кг некорневая подкормка удобрением МикроСтим-Кобальт увеличивала урожайность зерна на 3,1–3,6 ц/га, удобрением МикроСтим-Кобальт, Бор – на 2,0–3,0 ц/га. При повышении содержания в почве кобальта до 2,0 мг/кг эффективность некорневой подкормки кобальтовыми удобрениями несколько снижалась. Так, прибавки урожайности зерна были на уровне 2,9–3,5 ц/га от удобрения МикроСтим-Кобальт и 2,0–2,4 ц/га от удобрения МикроСтим-Кобальт, Бор. При высоком уровне содержания кобальта в почве прибавка от некорневой подкормки (2,2 ц/га) была получена только от удобрения МикроСтим-Кобальт в дозе 0,025 кг/га д.в. кобальта.

Анализ урожайных данных по дозам и видам удобрений показал, что наибольшие прибавки урожайности зерна люпина отмечались при внесении удобрения МикроСтим-Кобальт в дозе 0,05 кг/га д.в. и составили 3,6 ц/га при низком уровне содержания кобальта в почве и 3,5 ц/га при среднем уровне. В среднем за два года исследований можно отметить некоторое преимущество по влиянию на урожайность зерна удобрения МикроСтим-Кобальт в сравнении с удобрением МикроСтим-Кобальт, Бор.

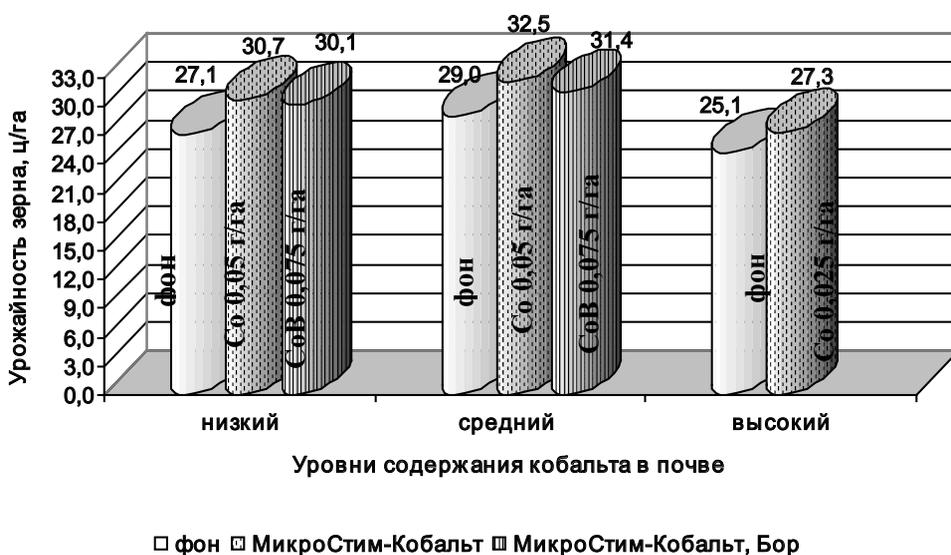


Рис. 1. Урожайность зерна люпина в зависимости от обеспеченности почвы кобальтом и кобальтовых удобрений, ц/га

**Влияние кобальтовых удобрений на урожайность зерна люпина
при различной обеспеченности почвы кобальтом**

Уровни содержания кобальта в почве	Вариант опыта		Урожайность зерна, ц/га			Прибавка, ц/га
			2011 г.	2012 г.	среднее	
Низкий (0,9 мг/кг)	1. Контроль		18,0	22,0	20,0	–
	2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		25,0	29,2	27,1	–
	3. Co _{0,025}	МикроСтим-Кобальт	27,2	33,6	30,4	3,3
	4. Co _{0,05}		28,2	33,3	30,7	3,6
	5. Co _{0,075}		29,0	31,5	30,2	3,1
	6. Co _{0,025} B _{0,025}	МикроСтим-Кобальт, Бор	26,8	31,5	29,1	2,0
	7. Co _{0,05} B _{0,05}		27,0	33,0	30,0	2,9
	8. Co _{0,075} B _{0,075}		28,2	32,0	30,1	3,0
Средний (2,0 мг/кг)	2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		28,8	29,3	29,0	–
	3. Co _{0,025}	МикроСтим-Кобальт	31,1	32,8	31,9	2,9
	4. Co _{0,05}		31,8	33,2	32,5	3,5
	5. Co _{0,075}		32,5	31,5	32,0	3,0
	6. Co _{0,025} B _{0,025}	МикроСтим-Кобальт, Бор	30,6	32,0	31,3	2,3
	7. Co _{0,05} B _{0,05}		30,8	31,2	31,0	2,0
	8. Co _{0,075} B _{0,075}		30,8	32,0	31,4	2,4
	Высокий (3,0 мг/кг)	2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		25,6	24,6	25,1
3. Co _{0,025}		МикроСтим-Кобальт	27,7	27,0	27,3	2,2
4. Co _{0,05}			24,4	26,6	25,5	0,4
5. Co _{0,075}			23,8	25,5	24,6	–
6. Co _{0,025} B _{0,025}		МикроСтим-Кобальт, Бор	27,4	25,0	26,2	1,1
7. Co _{0,05} B _{0,05}			23,5	24,5	24,0	–
8. Co _{0,075} B _{0,075}			21,2	26,6	23,9	–
НСР ₀₅ вариантов			1,74	1,08	1,49	
НСР ₀₅ уровней			1,24	1,54	1,31	

2. Плодородие почв и применение удобрений

Установлено, что под влиянием кобальта содержание сырого протеина в зерне люпина по вариантам опыта составило 28,4–34,0 %, выход сырого протеина – 7,0–10,4 ц/га (табл. 2). По мере увеличения концентрации кобальта в почве на фоновых вариантах от низкого (0,9 мг/кг) до высокого уровня (3,0 мг/кг) отмечалась тенденция к снижению содержания сырого протеина в зерне люпина на 0,2–0,3 %. Сбор сырого протеина зависел от урожайности люпина и увеличивался на 0,5 ц/га до 2 уровня содержания кобальта в почве.

Таблица 2

Влияние кобальтовых удобрений на качество зерна люпина при различной обеспеченности почвы кобальтом (среднее за 2011–2012 гг.)

Вариант опыта		Уровни содержания кобальта в почве		
		низкий (0,9 мг/кг)	средний (2,0 мг/кг)	высокий (3,0 мг/кг)
сырой протеин, %				
2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		28,7	28,5	28,4
3. Co _{0,025}	МикроСтим-Кобальт	31,8	30,1	27,1
4. Co _{0,05}		34,0	30,5	30,5
5. Co _{0,075}		32,0	31,9	30,2
6. Co _{0,025} B _{0,025}	МикроСтим-Кобальт, Бор	32,3	31,2	30,3
7. Co _{0,05} B _{0,05}		31,8	31,4	31,4
8. Co _{0,075} B _{0,075}		31,6	31,2	29,1
сбор сырого протеина, ц/га				
2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		7,8	8,3	7,1
3. Co _{0,025}	МикроСтим-Кобальт	9,7	9,6	7,4
4. Co _{0,05}		10,4	9,9	7,8
5. Co _{0,075}		9,8	10,2	7,4
6. Co _{0,025} B _{0,025}	МикроСтим-Кобальт, Бор	9,4	9,8	7,9
7. Co _{0,05} B _{0,05}		9,5	9,7	7,5
8. Co _{0,075} B _{0,075}		9,5	9,8	7,0

Применение кобальтовых удобрений в некорневую подкормку растений люпина способствовало повышению содержания сырого протеина в зерне с наибольшей эффективностью при низкой концентрации кобальта в почве. С увеличением концентрации кобальта в почве эффективность влияния некорневой подкормки на данный показатель снижается. Наибольшее содержание сырого протеина (34,0 %) и сбор сырого протеина (10,4 ц/га) были получены в варианте с внесением МикроСтим-Кобальт в дозе 0,05 кг/га д.в. кобальта при низкой концентрации его в почве.

Анализ данных по содержанию кобальта в зерне свидетельствует о линейной зависимости его поступления в растения люпина от концентрации его в почве и некорневой подкормки кобальтсодержащими удобрениями (табл. 3). Увеличение содержания подвижной формы кобальта в почве (от низкого до высокого) способствовало накоплению элемента в зерне от 0,43 до 0,49 мг/кг, или на 0,03 мг/кг от 1 мг/кг в почве. При этом для достижения нижней границы оптимального содержания кобальта в сухом веществе (0,43 мг/кг) достаточно содержания его в почве на уровне 0,9 мг/кг. Некорневые подкормки кобальтовыми удобрениями в фазу бутонизации повышали его содержание в зерне по вариантам опыта до 0,48–0,60 мг/кг, или на 11,6–22,4 % по сравнению с фоновыми вариантами.

Коэффициент накопления является отношением содержания микроэлемента в растениях к содержанию его в почве и может быть использован для прогнозирования содержания микроэлемента в растениях (табл. 3). Для расчетов коэффициента использовано содержание подвижной формы кобальта в пахотном горизонте почвы к концу созревания люпина. Результаты расчетов свидетельствуют о значительном усвоении кобальта из почвы. Наиболее активно он накапливается в зерне при низкой концентрации его в почве (0,9 мг/кг), где коэффициент накопления был равен 0,49. По мере увеличения концентрации кобальта от низкого до избыточного уровня коэффициент накопления элемента в зерне снижался до 0,16. Коэффициент накопления от некорневой подкормки кобальтом увеличивался с возрастающими дозами микроэлемента и максимально составил 0,63 при низком уровне содержания кобальта в почве и 0,20 при избыточном.

Экономическая эффективность некорневой подкормки люпина кобальтовыми микроудобрениями МикроСтим-Кобальт и МикроСтим-Кобальт, Бор рассчитана на основании полученных в опыте прибавок зерна и нормативных данных затрат и цен (табл. 4). При низком и среднем содержании в почве подвижного кобальта экономически эффективно использование обоих видов удобрения. Рентабельность от разных доз и видов удобрений в некорневую подкормку колебалась от 116 до 530 %. Уровень рентабельности выше в вариантах с применением удобрения МикроСтим-Кобальт по сравнению с МикроСтим-Кобальт, Бор. Наибольший экономический эффект был получен в вариантах с применением МикроСтим-Кобальт в дозе 0,025 кг/га д.в. кобальта. При этом рентабельность составила 530 % при низком содержании кобальта в почве и 490 % – при среднем.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 3

Содержание кобальта в зерне люпина в зависимости от уровней насыщения почвы кобальтом, доз и видов кобальтовых удобрений (среднее за 2011–2012 гг.)

Вариант опыта		Уровни содержания кобальта в почве		
		низкий (0,9 мг/кг)	средний (2,0 мг/кг)	высокий (3,0 мг/кг)
содержание кобальта в зерне, мг/кг сухой массы				
2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		0,43	0,46	0,49
3. Co _{0,025}	МикроСтим-Кобальт	0,48	0,49	0,51
4. Co _{0,05}		0,49	0,51	0,52
5. Co _{0,075}		0,52	0,53	0,55
6. Co _{0,025} B _{0,025}	МикроСтим-Кобальт, Бор	0,49	0,52	0,56
7. Co _{0,05} B _{0,05}		0,50	0,54	0,57
8. Co _{0,075} B _{0,075}		0,55	0,57	0,60
коэффициент накопления кобальта				
2. P ₆₀ K ₁₂₀ – фон		0,49	0,23	0,16
3. Co _{0,025}	МикроСтим-Кобальт	0,55	0,25	0,17
4. Co _{0,05}		0,56	0,26	0,17
5. Co _{0,075}		0,59	0,27	0,18
6. Co _{0,025} B _{0,025}	МикроСтим-Кобальт, Бор	0,54	0,26	0,18
7. Co _{0,05} B _{0,05}		0,56	0,27	0,19
8. Co _{0,075} B _{0,075}		0,63	0,28	0,20

Таблица 4

**Экономическая эффективность некорневых подкормок люпина
кобальтовыми удобрениями на почве с разным уровнем содержания кобальта**

Показатели	Дозы и виды удобрений					
	Co _{0,025}	Co _{0,025} В _{0,025}	Co _{0,05}	Co _{0,025} В _{0,025}	Co _{0,075}	Co _{0,075} В _{0,075}
	МикроСтим-Кобальт	МикроСтим-Кобальт, Бор	МикроСтим-Кобальт	МикроСтим-Кобальт, Бор	МикроСтим-Кобальт	МикроСтим-Кобальт, Бор
Уровень 1. Низкое содержание кобальта (0,9 мг/кг почвы)						
Прибавка, ц/га	3,3	2,0	3,6	2,9	3,1	3,0
Стоимость прибавки, тыс. руб./га	1155,0	700,0	1260,0	1015,0	1085,0	1050,0
Всего затрат, тыс. руб./га	183,0	178,3	260,3	302,0	317,0	405,0
Чистый доход, тыс. руб./га	972,0	521,7	1000,0	713,0	768,0	645,0
Рентабельность, %	530	292	384	236	242	159
Уровень 2. Среднее содержание кобальта (2,0 мг/кг почвы)						
Прибавка, ц/га	2,9	2,3	3,5	2,0	3,0	2,4
Стоимость прибавки, тыс. руб./га	1015,0	805,0	1225,0	700,0	1050,0	840,0
Всего затрат, тыс. руб./га	172,0	186,0	258,0	278,0	315,0	388,0
Чистый доход, тыс. руб./га	843,0	619,0	967,0	422,0	735,0	452,0
Рентабельность, %	490	333	375	152	233	116

ВЫВОДЫ

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве урожайность зерна люпина узколистного зависела от содержания кобальта в почве и была более высокой при среднем уровне обеспеченности почвы этим микроэлементом (2,0 мг/кг). Дальнейшее повышение концентрации кобальта в почве (до 3,0 мг/кг) приводило к снижению урожайности люпина.

2. Эффективность кобальтовых удобрений была различной и зависела от уровня обеспеченности почвы кобальтом, доз и видов микроудобрений. Некорневая подкормка растений люпина в фазу бутонизации кобальтовыми удобрениями повышала урожайность зерна на 2,0–3,6 ц/га. При этом более высокую экономическую эффективность (прибавки зерна 3,3 и 2,9 ц/га при рентабельности 530 и 490 %) обеспечивает внесение в некорневые подкормки удобрения МикроСтим-Кобальт в дозе 0,025 кг/га д.в. при низком (0,9 мг/кг) и среднем (2,0 мг/кг) уровнях содержания кобальта в почве.

3. Некорневые подкормки кобальтовыми удобрениями повышали содержание кобальта в зерне по вариантам опыта до 0,48–0,60 мг/кг сухой массы, или на 11,6–22,4 % в сравнении с фоновыми вариантами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купцов, Н.С. Потенциал люпина заслуживает более пристального внимания / Н.С. Купцов, И.И. Борис // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 40–41.
2. Катылымов, М.В. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности / М.В. Катылымов. – М.: Химия, 1965. – 332 с.
3. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 272 с.
4. Ковальский, В.В. Микроэлементы в растениях и кормах / В.В. Ковальский, Ю.Е. Раецкая, Т.И. Грачева. – М.: Колос, 1971. – 235 с.

DEPENDENCE OF YIELD AND QUALITY OF BLUE LUPINE ON THE COBALT SUPPLY OF PODZOLUVISOL LOAMY SAND SOIL AND COBALT FERTILIZERS

M.V. Rak, E.N. Pukalova

Summary

Results of researches on study of influence of various levels of cobalt content in podzoluvisol loamy sand soil, doses and cobalt fertilizers on the yield and quality of blue lupine are presented in the article. It is established that higher efficiency (grain increase 3,3 and 2,9 c/ha at profitability of 530 and 490 %) provides the application introduction of MikroStim-Cobalt in foliar fertilizations in a dose of 0,025 kg/ha a.s. at low (0,9 mg/kg) and average (2,0 mg/kg) levels of the cobalt content in a soil.

Поступила 29.04.13