

6. Рапс и сурепица (Выращивание, уборка, пользование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: DCV АГРОДЕЛО, 2007. – 320 с.

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

8. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.

9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 460 с.

SPRING RAPESEED QUALITY IN DEPENDENCE ON FERTILIZER SYSTEM

**V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko, M.S. Lopukh, O.G. Kulesh,
A.A. Gracheva, S.M. Shumak, Lomonos M.M.**

Summary

Quality indices of spring rapeseed growing on Luvisol sandy loam and loamy sand soils in dependence of fertilizer systems are presented in the paper. It was established that 100 grains mass, protein and oil contents in rapeseed were not depended on soil fertility and texture. Application of different forms and doses of mineral fertilizers didn't affect the contents of glucosinolates and erucic acids. Their contents in rapeseeds were in diapason of 2 % (1th class).

Поступила 30 октября 2012 г.

УДК 631.445.2:631.83:633.16

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО– ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

**Ю.В. Путятин, И.М. Богдевич, О.М. Таврыкина,
В.А. Довнар, Е.С. Третьяков, Д.В. Маркевич**
Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Оценивая значение корневого питания в создании высокого и устойчивого урожая, необходимо знать и учитывать требования растений к условиям питания. В нашей республике большое значение придается известкованию кислых почв – одному из важнейших условий получения стабильной урожайности сельскохозяйственных культур. Изменяя условия минерального питания растений, известкование дерново–подзолистых почв влияет на качественный состав растениеводческой продукции. О.К. Кедров–Зихман считал, что при известковании улучшается химический состав растений, растет содержание хлорофилла, угле-

водов, сахаров, крахмала, жира в семенах, каротина, аскорбиновой кислоты, даже улучшаются посевные качества семян [1]. Под действием извести изменяется биохимический состав растений. Это объясняется снижением почвенной кислотности, уменьшением в почвенном поглощающем комплексе содержания подвижного алюминия и изменением соотношения катионов. Питательная ценность кормов в значительной степени определяется их минеральным составом. Содержание элементов питания в растениях можно регулировать применением удобрений. При поступлении в растения элементы минерального питания находятся в постоянном взаимодействии, которое проявляется в виде синергизма или антагонизма [2, 3].

Изменение соотношения в почве между калием, кальцием и магнием оказывает существенное влияние на обмен азотсодержащих веществ в растениях, что приводит к различному содержанию белка в растениях и его сбору урожаем сельскохозяйственных культур [4]. Для зерновых культур очень важно не только содержание белка в зерне: его кормовая и хозяйственная ценность в значительной мере зависит и от сбалансированности аминокислотного состава [5,6]. Рациональное применение минеральных удобрений с учетом почвенного плодородия должно быть ключевым элементом технологий производства культур продовольственного и кормового назначения с целью обеспечения продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам.

Являясь ценной фуражной и продовольственной культурой, ячмень занимает около трети площадей зернового клина в республике, и проведение исследований по определению экономически и экологически оправданных доз калийных удобрений под данную культуру является актуальной задачей. Цель наших исследований заключалась в изучении эффективности различных доз калийных удобрений на разных уровнях кислотности и содержания обменных кальция и магния в дерново-подзолистой супесчаной почве на урожайность и качество зерна ячменя.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в КСУП «э/б «Стреличево» Хойникского района на дерново-подзолистой связносупесчаной, подстилаемой моренным суглинком почве, где создано пять различных соотношений катионов $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}:\text{K}^{+}$ путем внесения различных доз доломитовой муки и мела и внесены различные дозы удобрений (K60–120–180 на фоне N60P60). Схема опыта представлена в таблице 1. Почва стационарного опыта характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса ($0,4 \text{ n K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) – 1,56 % (1,26–1,86); содержание подвижного P_2O_5 – ($0,2 \text{ n HCl}$) – 259 мг/кг (235–283); содержание подвижного K_2O – 242 мг/кг почвы (207–277). Содержание обменных Ca и Mg представлено в таблице 3. Исследуемая культура – ячмень, сорт Атаман. Повторность опыта 4-кратная, размещение делянок рендомизированное. Общая площадь делянки – 24 м², учетная – 19 м².

Анализ почвенных и растительных образцов проводился в соответствии с общепринятыми методиками:

а) почва: pH_{KCl} – на pH-метре ЛПЧ–0,1 (ГОСТ 26483–85); обменные кальций и магний (1 М KCl) – методом ЦИНАО (ГОСТ 26487–85); гумус – по Тюрину (0,4

М $K_2Cr_2O_7$) в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–84); фосфор – по Кирсанову (0,2 М HCl) (ГОСТ 26207–84); калий – по Кирсанову (0,2 М HCl) (ГОСТ 26207–84);

б) из качественных характеристик зерна определено содержание сырого протеина, рассчитанное по белковому азоту. Количество белка в зерне рассчитано умножением содержания белкового азота в зерне на белковый коэффициент 5,85. Определение содержания критических и незаменимых аминокислот (лизин, треонин, валин, метеонин, изолейцин, лейцин, фенилаланин) проводилось на жидкостном хроматографе Agilent 1100;

в) статистическая обработка результатов исследований проведена по Б.А. Доспехову (1985). Для математической обработки экспериментального материала использован дисперсионный и корреляционный методы. Расчеты проводились с использованием стандартного программного обеспечения (Microsoft Excel 7.0) и StatSoft Inc. (2001) STATISTICA Program;

г) для расчета экономической эффективности применения минеральных удобрений под ячмень использовали следующие нормативы: стоимость 1 т ячменя – 113 USD, затраты на уборку и доработку 1 тонны прибавки урожая – 17,4 USD, стоимость 1 тонны азота – 684 USD, P_2O_5 – 1436, K_2O – 34 USD. Затраты на создание различных уровней кислотности почвы при расчетах не учитывались.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведения стационарных опытов с ячменем установлено, что внесение минеральных удобрений независимо от реакции почвенной среды и состава обменных катионов оказало существенное влияние на формирование урожая зерна. Максимальный урожай в опыте был сформирован в варианте с внесением N60P60K180 на фоне $pH_{(KCl)}$ – pH 6,9 и содержанием обменных Ca – 715 и Mg – 184 мг/кг при их эквивалентном соотношении – 2,7. Прибавки урожая от внесения K60–120 на фоне N60P60 были достоверны на всех созданных уровнях кислотности почвы и обеспеченности Ca и Mg (табл. 1). Эффективность применения полного минерального удобрения возрастала с увеличением показателя pH. Прибавка урожая зерна на 1 кг д.в. N60P60K60–180 в среднем за три года составила 5,8–7,0 кг. Окупаемость минеральных удобрений с увеличением дозы калия снижалась незначительно.

Применение полного минерального удобрения с низкой дозой калия N60P60K60 было убыточным, рентабельность применения N60P60K120 составила 3–10 % и N60P60K180 – 20–30 % по сравнению с вариантами без внесения удобрений. На почвах с реакцией близкой к нейтральной ($pH_{(KCl)}$ – 6,5–6,9) рентабельность внесения минеральных удобрений была выше, чем на почве с pH_{KCl} 5,5 и содержанием обменных Ca – 548 и Mg – 135 мг/кг.

Положительная роль известкования многогранна и не сводится только к росту урожая и улучшению свойств почвы. Имеется значительное количество экспериментов, свидетельствующих о заметном влиянии извести на химический состав и другие показатели качества растениеводческой продукции.

Основной механизм влияния извести на рост растений состоит в изменении ионного состава и концентраций элементов питания в почвенном растворе и поглощающем комплексе. В полевом опыте существенное увеличение содержания белкового азота по сравнению с контрольным вариантом отмечено в вариантах

**Эффективность внесения минеральных удобрений под ячмень
на дерново-подзолистой
связносупесчаной почве**

Вариант	Урожай- ность, ц/га	Прибав- ка, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг зерна	Затраты, USD/га	При- быль, USD/га	Рентабель- ность, %
Фон 1 (рН 5,5, Са 548 мг/кг, Mg 135 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}=2,8/1/0,53$)						
Контроль (без удобрений)	23,6	—	—	—	—	—
N60P60K60	34,9	11,3	6,3	165,1	-21,6	-13
N60P60K120	37,8	14,2	5,9	175,1	5,3	3
N60P60K180	41,1	17,5	5,8	185,7	36,5	20
Фон 2 (рН 6,5, Са 597 мг/кг, Mg 152 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}=2,7/1/0,47$)						
Контроль	26,0	—	—	—	—	—
N60P60K60	38,7	12,7	7,0	167,5	-6,2	-4
N60P60K120	41,3	15,3	6,4	177,0	17,3	10
N60P60K180	44,7	18,7	6,2	187,8	49,7	26
Фон 3 (рН 6,8, Са 685 мг/кг, Mg 143 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}=3,4/1/0,50$)						
N60P60K120	40,0	14,0	5,8	—	—	—
Фон 4 (рН 6,9, Са 715 мг/кг, Mg 184 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}=2,7/1/0,39$)						
Контроль	27,3	—	—	—	—	—
N60P60K60	39,8	12,5	6,9	167,2	-8,4	-5
N60P60K120	42,6	15,3	6,4	177,0	17,3	10
N60P60K180	46,6	19,3	6,4	188,9	56,2	30
Фон 5 (рН 7,1, Са 800 мг/кг, Mg 155 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}=3,6/1/0,47$)						
N60P60K120	41,2	13,9	5,8	—	—	—
НСП ₀₅	2,52	—	—	—	—	—

N60P60K120–180 (табл. 2). Достоверных изменений в содержании фосфора калия и магния в зерне ячменя в зависимости от уровней минерального питания не отмечено. Максимальный сбор белка с единицы площади – 419 кг/га получен на фоне внесения N60P60K180 при $pH_{(KCl)}$ – pH 6,9 и содержании обменных Са – 715 и Mg – 184 мг/кг при их эквивалентном соотношении – 2,7 (табл. 3).

Для повышения кормовой ценности зерна важно не только увеличивать содержание белка, но и улучшать его аминокислотный состав, то есть сбалансированность по аминокислотам. В белке зерна ячменя обнаружено 20 различных аминокислот, 8 из них для человека являются незаменимыми, так как не могут синтезироваться в его организме. К ним относятся лизин, треонин, метионин, триптофан, фенилаланин, валин, изолейцин и лейцин.

В наших полевых и лабораторных исследованиях существенное повышение содержания критических и незаменимых аминокислот в зерне ячменя наблюдалось при нейтрализации кислой почвы до уровня pH 6,9 и содержании обменных Са 715 мг/кг, Mg 184 мг/кг и их соотношения 2,7 (табл. 4). Прирост аминокислот в зерне на известкованных фонах обеспечивался в большей степени за счет увеличения массы треонина, лейцина и фенилаланина.

Таблица 2

Влияние катионного состава дерново–подзолистой связносупесчаной почвы и доз минеральных удобрений под ячмень на химический состав зерна ячменя

Вариант	N белк.	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
	%				
Фон 1 (рН 5,5, Са 548 мг/кг, Mg 135 мг/кг, Ca ²⁺ / Mg ²⁺ /K ⁺ = 2,8/1/0,53)					
Контроль (без удобрений)	1,57	0,63	0,64	0,016	0,09
N60P60K60	1,64	0,66	0,65	0,014	0,09
N60P60K120	1,72	0,63	0,64	0,015	0,09
N60P60K180	1,75	0,74	0,67	0,019	0,10
Фон 2 (рН 6,5, Са 597 мг/кг, Mg 152 мг/кг, Ca ²⁺ / Mg ²⁺ /K ⁺ = 2,7/1/0,47)					
Контроль	1,62	0,68	0,65	0,012	0,09
N60P60K60	1,64	0,67	0,60	0,014	0,09
N60P60K120	1,72	0,69	0,64	0,015	0,10
N60P60K180	1,63	0,67	0,66	0,012	0,08
Фон 3 (рН 6,8, Са 685 мг/кг, Mg 143 мг/кг, Ca ²⁺ / Mg ²⁺ /K ⁺ = 3,4/1/0,50)					
N60P60K120	1,66	0,72	0,67	0,017	0,09
Фон 4 (рН 6,9, Са 715 мг/кг, Mg 184 мг/кг, Ca ²⁺ / Mg ²⁺ /K ⁺ = 2,7/1/0,39)					
Контроль	1,63	0,65	0,67	0,014	0,08
N60P60K60	1,82	0,68	0,64	0,019	0,09
N60P60K120	1,68	0,67	0,62	0,018	0,10
N60P60K180	1,73	0,64	0,65	0,018	0,09
Фон 5 (рН 7,1, Са 800 мг/кг, Mg 155 мг/кг, Ca ²⁺ / Mg ²⁺ /K ⁺ = 3,6/1/0,47)					
N60P60K120	1,78	0,69	0,56	0,018	0,09
SD _{95 %}	0,083	0,041	0,034	0,0032	0,006

Таблица 3

Влияние катионного состава дерново–подзолистой связносупесчаной почвы и доз минеральных удобрений на сбор сырого белка

Вариант	Содержание сы- рого белка	Сбор сырого белка	Прибавка сырого белка	
	%	кг/га	кг/га	%
<i>Фон 1 (pH 5,5, Ca 548 мг/кг, Mg 135 мг/кг, Ca²⁺/Mg²⁺/K⁺= 2,8/1/0,53)</i>				
Контроль (без удобрений)	9,2	196	–	–
N60P60K60	9,6	303	107	55
N60P60K120	10,1	343	147	75
N60P60K180	10,2	373	177	90
<i>Фон 2 (pH 6,5, Ca 597 мг/кг, Mg 152 мг/кг, Ca²⁺/Mg²⁺/K⁺= 2,7/1/0,47)</i>				
Контроль	9,5	223	–	–
N60P60K60	9,6	336	113	51
N60P60K120	10,1	375	152	68
N60P60K180	9,5	379	156	70
<i>Фон 3 (pH 6,8, Ca 685 мг/кг, Mg 143 мг/кг, Ca²⁺/Mg²⁺/K⁺= 3,4/1/0,50)</i>				
N60P60K120	9,7	364	141	63
<i>Фон 4 (pH 6,9, Ca 715 мг/кг, Mg 184 мг/кг, Ca²⁺/Mg²⁺/K⁺= 2,7/1/0,39)</i>				
Контроль	9,5	236	–	–

Вариант	Содержание сы- рого белка	Сбор сырого белка	Прибавка сырого белка	
	%	кг/га	кг/га	%
N60P60K60	10,6	384	148	63
N60P60K120	9,8	378	142	60
N60P60K180	10,1	419	183	78
Фон 5 (рН 7,1, Са 800 мг/кг, Mg 155 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}= 3,6/1/0,47$)				
N60P60K120	10,4	395	159	67

Таблица 4

**Влияние катионного состава дерново–подзолистой связносупесчаной
почвы и доз минеральных удобрений
на аминокислотный состав зерна ячменя**

Вариант	Треонин*	Валин	Метйонин*	Фенилаланин	Изолейцин	Лейцин	Лизин*	Сумма* критиче- ских ами- нокислот	Сумма незаменимых аминокислот
Фон 1 (рН 5,5, Са 548 мг/кг, Mg 135 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}= 2,8/1/0,53$)									
Контроль	5,98	6,46	1,94	7,64	4,36	8,75	3,75	11,67	38,88
N60P60K60	4,29	6,83	2,09	7,19	4,49	8,49	4,26	10,64	37,64
N60P60K120	4,31	6,77	2,02	7,65	4,53	8,74	5,43	11,76	39,45
N60P60K180	4,36	6,81	2,05	7,67	4,63	8,74	3,77	10,18	38,03
Фон 2 (рН 6,5, Са 597 мг/кг, Mg 152 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}= 2,7/1/0,47$)									
Контроль	5,17	6,43	1,96	6,89	4,32	8,12	3,96	11,09	36,85
N60P60K60	4,66	7,38	2,06	8,25	4,89	9,37	5,03	11,75	41,64
N60P60K120	4,50	7,16	2,24	7,66	4,83	8,98	5,02	11,76	40,39
N60P60K180	5,42	6,87	2,07	7,41	4,62	8,59	3,56	11,05	38,54
Фон 4 (рН 6,9, Са 715 мг/кг, Mg 184 мг/кг, $Ca^{2+}/Mg^{2+}/K^{+}= 2,7/1/0,39$)									
Контроль	5,82	7,79	2,33	8,09	5,12	9,6	5,09	13,24	43,84
N60P60K60	6,76	7,45	2,22	8,15	5,02	9,39	4,83	13,81	43,82
N60P60K120	6,55	7,39	2,21	8,02	4,88	9,23	5,12	13,88	43,40
N60P60K180	4,37	6,95	2,07	7,48	4,58	8,67	4,19	10,63	38,31
HCP ₀₅	0,22	0,34	0,14	0,35	0,21	0,42	0,12	–	–

ВЫВОДЫ

1. В результате проведения стационарного опыта на дерново–подзолистой связносупесчаной почве с ячменем установлено, что максимальный урожай и сбор белка с единицы площади был сформирован в варианте с внесением N60P60K180 на фоне $pH_{(KCl)} - pH\ 6,9$ и содержанием обменных Са – 715 и Mg – 184 мг/кг при их эквивалентном соотношении – 2,7. Эффективность применения полного минерального удобрения возрастала с увеличением показателя pH. Окупаемость минеральных удобрений прибавкой зерна с увеличением дозы калия снижалась незначительно. На почвах с реакцией близкой к нейтральной ($pH_{(KCl)} - 6,5-6,9$)

рентабельность внесения минеральных удобрений была выше, чем на почве с pH_{KCl} 5,5 и содержанием обменных Ca – 548 и Mg – 135 мг/кг.

2. Существенное повышение содержания критических и незаменимых аминокислот в зерне ячменя наблюдалось при нейтрализации кислой почвы до уровня pH 6,9 и содержании обменных Ca 715 мг/кг, Mg 184 мг/кг и их соотношения 2,7. Прирост аминокислот в зерне на известкованных фонах обеспечивался в большей степени за счет увеличения массы треонина, лейцина и фенилаланина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кедров–Зихман, О.К. Главные итоги изучения известкования почв и применение микроудобрений в Белоруссии / О.К. Кедров–Зихман // Сб. науч. тр. по известкованию кислых почв. – Минск, 1960. – С. 17–33.

2. Ринькис, Г.Я. Оптимизация минерального питания растений / Г.Я. Ринькис, В.Ф. Ноллендорф. – Рига: Зинатне, 1972. – 352 с.

3. Ринькис Г.Я. Сбалансированное питание растений макро– и микроэлементами / Г.Я. Ринькис, В. Ф. Ноллендорф. – Рига: Зинатне, 1982. – 304 с.

4. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: Изд–во БГУ, 2003. – 322 с.

5. Детковская, Л.П. Действие известкования на качество зерна ячменя при различной обеспеченности почвы калием / Л.П. Детковская, Н.Н. Алексейчик, А.З. Денисова // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск: Ураджай, 1978. – Вып. 9. – С. 128–136.

6. Мяделец, П.С. Формирование величины и качества урожая основных зерновых культур в зависимости от различных уровней минерального питания на дерново–подзолистых легкосуглинистых почвах БССР: автореф. дис. ...канд. с.–х. наук / П.С. Мяделец. – М., 1980. –18 с.

INFLUENCE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOD– PODZOLIC LOAMY SAND SOIL AND POTASH FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BARLEY GRAIN

**Yu.V. Putyatin, I.M. Bogdevitch, O.M. Tavrykina,
V.A. Dovnar, E.S. Tretjakov, D.V. Markevich**

Summary

As a result of carry out of stationary experiment on sod–podzolic loamy sand soil with barley it is established, that the maximum grain yield and cross output of protein from area unit have been grown on a variant with N60P60K180 application on the background of $pH_{(KCl)}$ – pH 6,9 and exchangeable content Ca – 715 and Mg – 184 mg/kg with their equivalent ratio – 2,7. Efficiency of application of full mineral fertilizer increased with increase of pH index. The recoupment of mineral fertilizers an increase of grain yield with increase of potassium rates decreased slightly. On soils with reaction close to neutral ($pH_{(KCl)}$ – 6,5–6,9) profitability of mineral fertilizers application was higher, than on soil with pH_{KCl} 5,5 and the maintenance exchange Ca – 548 and Mg – 135 mg/kg. Essential increase of the contents of critical and essential amino acids in barley grain was observed at neutralization of acid soil to level pH 6,9 and the content

of exchangeable Ca 715 mg/kg, Mg 184 mg/kg and their ratio 2,7. The gain of amino acids in grain on limed backgrounds was provided for the most part at the expense of share increase of threonine, leucine and phenylalanine.

Поступила 15 ноября 2012 г.

УДК 631.81.095.337:633.16:631.445.2

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯЧМЕНЕМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Е.И. Шпока

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно возрастает внимание к проблеме сбалансированности кормов по микроэлементному составу. Недостаток, избыток или нарушение соотношения между микроэлементами в кормах является частой причиной снижения продуктивности сельскохозяйственных животных и возникновения биогеохимических эндемических заболеваний. Большой интерес в этой связи представляет микроэлемент кобальт, так как его дефицит негативно сказывается на здоровье животных и человека. Кобальт является постоянным и необходимым компонентом любого корма и каждого рациона животных. Недостаток такого микроэлемента, как кобальт, входящего в состав витамина В₁₂, приводит к ослаблению всего организма, а также сопровождается снижением аппетита и замедлением роста [1].

К основным фуражным культурам в Республике Беларусь относится ячмень яровой. При этом на корм широко используется не только зерно, но и солома, и мякина. Кроме того, большое значение принадлежит ячменю как продовольственной культуре. Из зерна ячменя производят перловую и ячневую крупу, которые по своим достоинствам практически не уступают рисовой и гречневой. Ячмень также является незаменимым сырьем для пивоваренной промышленности [2, 3]. Поэтому остается актуальным вопрос обогащения микроэлементами зерна ячменя.

Как известно, потребность растений в микроэлементах увеличивается при систематическом применении азотных, фосфорных и калийных удобрений. Высокие дозы минеральных удобрений индуцируют недостаток микроэлементов даже в тех почвах, в которых, по данным анализа, их достаточное количество. Возможны случаи, когда эффект от полного внесения минеральных удобрений будет низким, если одновременно не вносить необходимых микроудобрений [4, 5, 6]. Необходимость применения и выбор доз микроудобрений определяется не только содержанием подвижных форм микроэлементов в почве, но и другими факторами, в частности, уровнем питания растений другими элементами [7, 8].