

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].

Внесение оптимальных доз минеральных удобрений при сбалансированном соотношении элементов минерального питания дает возможность влиять на продуктивность и качество зерна ячменя ярового. Применение микроудобрений, в первую очередь при достаточном обеспечении растений макроэлементами, в значительной мере повышает урожайность ячменя. В связи с этим целью наших исследований являлась оценка эффективности комплексного применения макроудобрений с микроэлементами при возделывании ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования с ячменем сорта Бацька осуществляли путем проведения полевых опытов в ГП им. Суворова Узденского района Минской области на дерново-подзолистой оглеенной внизу супесчаной почве, развивающейся на рыхлой водно-ледниковой супеси, подстилаемой моренным суглинком с глубины 81 см (агродерново-подзолистая оглеенная внизу, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой моренным суглинком с глубины 81 см, рыхлосупесчаная). Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: pH_{KCl} – 5,3–5,5, содержание P_2O_5 – 150–170, K_2O – 170–190, Co – 0,69–0,72 мг/кг почвы, гумуса – 2,0–2,3 % (индекс агрохимической окультуренности – 0,86).

Схемой опыта предусматривалось изучение эффективности кобальтовых микроудобрений на фоне оптимальных доз минеральных удобрений, а также их сочетания с медными и марганцевыми микроудобрениями. Минеральные удобрения (карбамид, аммофос, хлористый калий) применяли согласно схеме опыта в основное внесение. В фазу первого узла ячменя проводили подкормку карбамидом. Эффективность применения кобальтовых микроудобрений изучалась на трех фонах минерального питания (NPK, NPK+медь, NPK+медь+марганец) путем внесения в виде некорневых подкормок и в почву. Некорневую подкормку микроэлементами проводили в фазу начала трубкования в дозах согласно схеме опыта. Из микроудобрений использовали сернокислый кобальт, Адоб Марганец (2,0 л/га), Адоб Медь (1,5 л/га).

Предпосевную обработку почвы и уход за растениями осуществляли с учетом рекомендаций по интенсивной технологии возделывания зерновых культур [9]. В опытах применяли интегрированную систему защиты растений от сорняков, болезней и вредителей. Сплошную обработку гербицидом прима (0,5 л/га) осуществляли в фазу кущения ячменя, 21–28 стадия по шкале ВВСН; фунгицидом фалькон (0,6 л/га) и ретардантом моддус (0,2 л/га) – в фазу начала выхода в трубку, 31–32 стадия по шкале ВВСН; фунгицидом фоликур БТ (1,0 л/га) и ретардантом моддус (0,2 л/га), 37–39 стадия по шкале ВВСН. Учет урожая зерна – сплошной поделяночный.

Анализ растительных образцов выполнен в соответствии с общепринятыми методиками. Азот и фосфор определяли после мокрого озоления проб в смеси серной кислоты и пероксида водорода фотоколориметрическим методом, калий – методом пламенной фотометрии.

На формирование урожая сельскохозяйственных культур, наряду с питанием растений, большое влияние оказывают водный и температурный режимы в течение вегетационного периода. У ячменя неодинаковые требования к теплу в

разные периоды роста и развития растений. В период от всходов до колошения наиболее благоприятной температурой воздуха является 20–22 °С, а при созревании зерна – 23–24 °С [10].

Температурный режим в годы исследования характеризовался некоторым отклонением от среднееголетних показателей, что не могло не сказаться на росте и развитии растений ячменя. В апреле 2010 и 2011 гг. температура была максимально приближена к среднему многолетнему значению. В мае-июне 2010 г. в среднемесячные температуры воздуха превышали среднееголетние показатели на 1,9–3,2°С, в июле и августе, в период налива зерна у зерновых, были выше нормы на 5,9 и 4,7°С соответственно.

В 2011 г. температурный режим был более приближен к средним значениям. В мае-июне среднемесячные температуры воздуха превышали норму на 1,7–3,5°С, в июле и августе, в период налива зерна у зерновых, были выше нормы на 3,1 и 6,0°С соответственно.

Из хлебных злаков ячмень наиболее засухоустойчивая культура. Однако из-за слабого развития корневой системы весеннюю засуху он переносит хуже: для него требуется увлажненная почва. Появление дружных всходов весной может быть при условии, если высеванные семена впитывают в себя влаги не менее 50 % от их веса. Ее недостаток в этот период ведет к запаздыванию всходов и их изреживанию. Много влаги ячмень расходует в фазе кущения и особенно во время выхода в трубку до колошения. Ее недостаток в этот период отрицательно сказывается на развитии растений [10].

Наименьшее количество осадков выпало в апреле 2011 г., что значительно (на 53 %) меньше среднееголетних показателей. Однако уже в июне того же года сумма осадков была на 68 % больше этих показателей

Следовательно, можно заключить, что во время проведения эксперимента метеорологические условия оказывали определенное влияние на рост и развитие растений ячменя, а также на эффективность удобрений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате проведенных исследований установлено влияние комплексного применения минеральных удобрений в сочетании с микроудобрениями (кобальтовыми, медными и марганцевыми) на урожайность ячменя и вынос элементов питания (табл. 1, 3). В варианте без внесения удобрений в среднем за два года исследований урожайность зерна ячменя составила 30,9 ц/га. Применение минеральных удобрений в дозах N70+40P60K150 способствовало увеличению урожайности зерна ячменя на 14,2 ц/га. Некорневая подкормка медными микроудобрениями в фазу начала выхода в трубку обеспечивала достоверное (на 1,8 ц/га) увеличение урожайности зерна ячменя по отношению к фоновому варианту (N70+40P60K150). Некорневая подкормка медными и марганцевыми микроудобрениями обеспечивала повышение урожайности зерна ячменя по отношению к фону на 2,6 ц/га. В этом варианте получена и максимальная урожайность зерна ячменя в опыте 47,7 ц/га в среднем за два года исследований. Однако различия в прибавках урожайности в варианте с некорневой подкормкой медными и марганцевыми микроудобрениями по отношению к варианту, где применялись только медные микроудобрения, были незначительными.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Внесение кобальта оказывало различное влияние на урожайность зерна ячменя. В среднем за два года исследований достоверная прибавка урожайности зерна от применения кобальтовых микроудобрений была получена в вариантах с некорневой подкормкой в дозе 50 г/га д.в. в фазу начала выхода в трубку и при внесении в почву в дозе 1,0 кг/га д.в. Некорневая подкормка кобальтовыми микроудобрениями в дозе 50 г/га была эффективна также в 2011 г., когда прибавка урожайности зерна ячменя составила 2,0 ц/га. Во всех остальных вариантах разница в урожайности зерна при некорневых обработках кобальтовыми удобрениями и при внесении в почву была незначительной.

Урожайность зерна ячменя в опыте несколько отличалась по годам исследований. В 2010 г. она практически по всем вариантам опыта (за исключением контрольного без внесения удобрений) была выше, чем в 2011 г., что явилось следствием более благоприятных погодных условий в течение периода вегетации.

Таблица 1

Влияние доз и способов внесения кобальтовых микроудобрений на урожайность зерна ярового ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Урожайность зерна, ц/га			Прибавка, ц/га		Оплата удобрений зерном, кг
	2010 г.	2011 г.	Ø	к контролю	к фону	
Без удобрений	30,2	31,5	30,9	–	–	–
N70+40P60K150 – Фон 1	48,1	42,1	45,1	14,2	–	4,4
Фон 1+Co _{0,05}	48,8	44,1	46,5	15,6	1,4	4,9
Фон 1+Co _{0,10}	48,4	41,0	44,7	13,8	–0,4	4,3
Фон 1+Co _{0,15}	49,0	42,0	45,5	14,6	0,4	4,6
N70+40P60K150+Cu _{0,1} – Фон 2	49,5	44,3	46,9	16,0	–	5,0
Фон 2+Co _{0,05}	48,2	44,1	46,2	15,3	–0,7	4,8
Фон 2+Co _{0,10}	47,2	41,5	44,4	13,5	–2,5	4,2
Фон 2+Co _{0,15}	48,4	42,2	45,3	14,4	–1,6	4,5
N70+40P60K150+Cu _{0,1} +Mn _{0,3} – Фон 3	50,6	44,8	47,7	16,8	–	5,3
Фон 3+Co _{0,05}	49,2	43,9	46,6	15,7	–1,1	4,9
Фон 3+Co _{0,10}	49,4	45,4	47,4	16,5	–0,3	5,2
Фон 3+Co _{0,15}	50,0	43,7	46,9	16,0	–0,8	5,0
Фон 1+Co _{1,0} (в почву)	49,5	43,1	46,3	15,4	1,2	4,8
Фон 1+Co _{1,5} (в почву)	48,5	43,1	45,8	14,9	0,7	4,7
Фон 1+Co _{2,0} (в почву)	48,3	42,2	45,3	14,4	0,2	4,5
НСР _{0,05}	1,7	1,3	1,1			

Максимальная оплата удобрений зерном получена в варианте с некорневой обработкой медью и марганцем.

При оценке эффективности комплексного применения минеральных макро- и микроудобрений при возделывании ячменя важное значение имеет химический состав основной и побочной продукции, поскольку внесенные удобрения оказывают

значительное влияние на поступление элементов минерального питания в растения, чем определяют как уровень урожайности, так и качество получаемой продукции.

В среднем за два года исследований в контрольном варианте без внесения удобрений содержание азота в зерне ячменя составило 1,92 %, фосфора – 0,76 %, калия – 0,54 %, в соломе – 0,50, 0,10 и 1,41 % соответственно. Внесение минеральных удобрений в дозе N70+40P60K150 оказало существенное влияние на содержание основных элементов питания в зерне и соломе ячменя. Так, в варианте с внесением указанных доз минеральных удобрений содержание в зерне азота увеличилось на 0,32, фосфора – на 0,18, калия – на 0,14 %, в соломе – на 0,19, 0,05, 0,47 % соответственно.

Применяемые в исследованиях микроудобрения не оказали существенного влияния на содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе ячменя.

Таблица 2

Влияние удобрений на содержание основных элементов питания в зерне и соломе ярового ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве, 2010–2011 гг.

Вариант	Содержание элементов питания, % в сухом веществе					
	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	1,92	0,76	0,54	0,50	0,10	1,41
N70+40P60K150 – Фон 1	2,24	0,94	0,68	0,69	0,15	1,88
Фон 1+Co _{0,05}	2,29	0,91	0,67	0,73	0,15	1,95
Фон 1+ Co _{0,10}	2,26	0,94	0,68	0,79	0,16	1,96
Фон 1+ Co _{0,15}	2,12	0,91	0,67	0,75	0,16	1,77
N70+40P60K150+Cu _{0,1} – Фон 2	2,20	0,91	0,67	0,65	0,16	1,91
Фон 2+Co _{0,05}	2,24	0,94	0,66	0,70	0,16	2,18
Фон 2+Co _{0,10}	2,31	0,89	0,68	0,67	0,15	1,81
Фон 2+Co _{0,15}	2,12	0,86	0,64	0,78	0,16	1,97
N70+40P60K150+Cu _{0,1} +Mn _{0,3} – Фон 3	2,25	0,85	0,65	0,77	0,14	1,68
Фон 3+Co _{0,05}	2,24	0,83	0,67	0,70	0,15	1,76
Фон 3+Co _{0,10}	2,18	0,82	0,65	0,72	0,17	1,80
Фон 3+Co _{0,15}	2,22	0,84	0,68	0,73	0,17	1,68
Фон 1+Co _{1,0} (в почву)	2,12	0,86	0,67	0,74	0,16	1,83
Фон 1+Co _{1,5} (в почву)	2,30	0,84	0,69	0,73	0,17	1,77
Фон 1+Co _{2,0} (в почву)	2,31	0,90	0,67	0,77	0,17	1,85
НСП _{0,05}	0,13	0,08	0,05	0,10	0,02	0,25

На основании данных по химическому составу основной и побочной продукции ячменя был определен общий вынос элементов минерального питания (табл. 3).

На общий вынос элементов питания в исследованиях наиболее значимое влияние оказывало применение минеральных удобрений. В варианте с применением минеральных удобрений N70+40P60K150 вынос азота с урожаем основной и побочной продукции с 1 га составил 98,7 кг, фосфора – 38,8, калия – 58,8 кг. Некорневая подкормка растений ячменя кобальтом в дозе 50 г/га способствовала

2. Плодородие почв и применение удобрений

существенному увеличению выноса азота и калия, что, вероятно, связано с некоторым увеличением урожайности ячменя в этом варианте.

Следует отметить, что общий вынос элементов питания зависит не только от уровня получаемой урожайности, но и от ряда других факторов, которые оказывают влияние на формирование урожайности культуры, таких, как погодные условия периода вегетации, дозы применяемых удобрений и др., что ограничивает использование этого показателя в агрохимической практике. В этом отношении более стабильным показателем является удельный вынос элементов питания, определяемый как вынос в расчете на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции. В данных исследованиях в вариантах с комплексным применением минеральных макро- и микроудобрений под ячмень яровой удельный вынос азота изменялся в пределах 21,5–23,4 кг, фосфора – 7,7–8,8, калия – 12,2–15,7 кг с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции.

Таблица 3

Влияние удобрений на вынос основных элементов питания яровым ячменем на дерново-подзолистой супесчаной почве, в сухом веществе, 2010–2011гг.

Вариант	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	59,4	21,5	38,5	19,3	7,0	12,6
N70+40P60K150 – Фон 1	98,7	38,8	58,8	21,9	8,6	13,1
Фон 1+Co _{0,05}	107,3	39,3	70,2	23,2	8,5	15,2
Фон 1+Co _{0,10}	101,6	39,0	62,7	22,8	8,8	14,1
Фон 1+Co _{0,15}	99,5	38,6	64,6	22,0	8,5	14,4
N70+40P60K150+Cu _{0,1} – Фон 2	102,3	39,6	67,5	21,9	8,5	14,5
Фон 2+Co _{0,05}	103,1	40,2	71,8	22,4	8,7	15,7
Фон 2+Co _{0,10}	103,0	37,2	65,6	23,3	8,4	15,0
Фон 2+Co _{0,15}	96,8	36,4	60,4	21,5	8,0	13,5
N70+40P60K150+Cu _{0,1} +Mn _{0,3} – Фон 3	106,3	37,4	57,8	22,4	7,8	12,2
Фон 3+Co _{0,05}	102,6	35,9	60,0	22,1	7,7	13,0
Фон 3+Co _{0,10}	103,1	36,9	63,7	21,8	7,8	13,6
Фон 3+Co _{0,15}	103,8	37,2	60,5	22,2	7,9	13,0
Фон 1+Co _{1,0} (в почву)	99,4	37,6	63,8	21,5	8,2	13,9
Фон 1+Co _{1,5} (в почву)	105,6	36,7	63,9	23,1	8,0	14,0
Фон 1+Co _{2,0} (в почву)	105,1	38,3	63,6	23,4	8,5	14,3
НСР _{0,05}	5,9	3,1	6,1	1,3	0,6	1,4

ВЫВОДЫ

При возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено положительное влияние комплексного применения минеральных макро и микроудобрений на урожайность зерна, которая составила 44,4–47,7 ц/га.

Отмечена тенденция к снижению урожайности зерна ячменя при увеличении дозы кобальта, вносимого в почву.

Удельный вынос азота, фосфора, калия с 1 т основной и соответствующего количества побочной продукции при урожайности 47,7 ц/га составляет 22,4, 7,8 и 12,2 кг/т соответственно. Включение в систему удобрения ячменя медных, марганцевых и кобальтовых микроудобрений не оказывало влияния на величину удельного выноса элементов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Л.: Агропромизат, 1990. – 272 с.
2. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; БелНИИПА. – 2006. – 119 с.
3. Лапа, В.В. Влияние доз и сроков внесения азотных удобрений на урожай и качество зерновых культур на высококультуренной дерново-подзолистой почве / В.В. Лапа, В.Н. Босак // Агрохимия. – 2001. – № 12. – С. 29–34.
4. Волошин, Е.И. Кобальт в почвах и растениях фоновых территорий / Е.И. Волошин // Агрохимический вестник. – 2002. – №3. – С. 22–26.
5. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Ковальский, В.В. Микроэлементы в растениях и кормах / В.В. Ковальский. – Минск: Колос, 1971. – 235 с.
7. Ягодин, Б.А. Кобальт в жизни растений / Б.А. Ягодин. – М.: Наука, 1970. – 343 с.
8. Школьник, М.Я. Значение микроэлементов в жизни растений и земледелии Советского Союза / М.Я. Школьник. – М.: АН СССР, 1963. – 74 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрас. регламентов / под общ. ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Белорус. наука, 2005. – 304 с.
10. Осин, А.Е. Ячмень – высокоурожайная культура / А.Е. Осин. – Минск: Ураджай, 1983. – 79 с.

COMPLEX APPLICATION MACRO- BOTH MICRONUTRIENTS INFLUENCE ON PRODUCTIVITY AND CARRYING OUT OF FOOD ELEMENTS BY BARLEY ON CULTIVATION ON SOD-PODZOLIC SANDY SOIL

E.I. Shpoka

Summary

Influence of complex application macro- both micronutrients on productivity and carrying out of food elements by barley is studied. Positive influence of optimum mineral fertilizers doses N70+40P60K150 in a combination to copper and magnesium micronutrients on grain productivity is established. The tendency to decrease in productivity of barley grain is noted at increase in a dose of the cobalt brought in soil.

Поступила 13 июля 2012 г.