

6. Ban'kin V.A. Resursosberegayushchie tekhnologii – budushchee zemledeliya Rossii // Zemledelie. – 2006. – № 1. – S. 12-13.

7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Kolos, 1979. – 416 s.



УДК 636:631.416.9 (571.15)

**С.Ф. Спицына, А.А. Томаровский,
Г.В. Оствальд, О.Г. Поскребкава**
S.F. Spitsyna, A.A. Tomarovskiy,
G.V. Ostwald, O.G. Poskrebkova

ВЛИЯНИЕ БОРА И ЦИНКА НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА АДРЕТТА

THE EFFECT OF BORON AND ZINC ON THE YIELD OF ADRETTA POTATO VARIETY

Ключевые слова: картофель сорта Адретта, урожайность, макроудобрения, микроудобрения, микроэлементы, цинк, бор.

до 5,7 т/га, или от 28,1 до 33,8%, на фоне NPK – от 1,4 до 2,0 т/га, или от 5,4 до 10,8%.

Keywords: Adretta potato variety, yield, macro-fertilizers, micronutrient fertilizers, trace elements, zinc, boron.

Картофель – важнейшая сельскохозяйственная культура. Средняя ее урожайность в России составляет 11,1-11,77 т/га. Передовые хозяйства в Нечерноземной зоне страны ежегодно получают 25-30 т/га. Фактическая урожайность картофеля в условиях Алтайского края по данным Госкомстата составляет 12,6 т/га. Многолетний опыт научно-исследовательских организаций, в т.ч. на территории Алтайского края, показал, что пищевой режим картофеля невозможно оптимизировать только с помощью макроудобрений. Растениям картофеля нужны также и микроэлементы. Потребность картофеля в микроэлементах повышается в связи с утратой плодородия, уменьшением их подвижности, ежегодным отчуждением из пахотного слоя почвы и недостаточным их поступлением в почву с минеральными и органическими удобрениями. Данное исследование посвящено обобщению результатов многолетних опытов, проведенных различными исследователями на выщелоченном черноземе опытного поля учхоза АГАУ «Пригородное» в период с 1986 по 2014 гг. В этих исследованиях решалось несколько задач: выявление наиболее значимых для картофеля микроэлементов; влияние на эффективность микроудобрений климатических факторов, совместного применения макро- и микроэлементов, экологической безопасности применения микроэлементов. Объектами исследований были основные зональные почвы подзоны черноземов обыкновенных и выщелоченных умеренно-засушливой колючей степи, картофель сорта Адретта и полевые опыты с микроудобрениями, содержащими цинк (Zn) и бор (B). Проведенные исследования показали, что эффективность цинка и бора под картофель без NPK выше, чем на фоне NPK. Прибавки урожайности от цинка без фона NPK варьировали от 2,7 до 3,2 т/га, или от 17,0 до 22,3%, на фоне NPK они были ниже – от 0,3 до 0,8 т/га, или от 1,6 до 3,8%. Прибавки урожайности от бора без фона NPK варьировали от 3,9

Potato is one of the most important crops. Its average yield in Russia makes 11.1-11.77 t ha. The leading farms of the Non-Chernozem belt harvest 25-30 t ha per year. According to the data of the Federal State Statistics Service, the actual potato yield in the Altai Region is 12.6 t ha. The long-term experience of research organizations, including those of the Altai Region, shows that potato nutritive regime cannot be optimized through macro-fertilizer application only. Potato plants need trace elements as well. The trace element requirements of potato increase due to the loss of fertility and decrease of trace element mobility, annual removal from the topsoil and insufficient supply to soil with mineral and organic fertilizers. This study summarizes the results of long-term experiments conducted by various researchers on the leached chernozem on the Experimental Farm "Prigorodnoye" over the period from 1986 to 2014. The following research objectives were involved: the identification of the most important trace elements for potato, the climatic factor influence on micronutrient effectiveness, combined application of macro- and micronutrients and environmental safety of micronutrient application. The following research targets were involved: the main zonal soils of the subzone of ordinary and leached chernozems of the temperate arid forest-outlier steppe, Adretta potato variety and micronutrient fertilizers containing zinc (Zn) and boron (B). It is found that the effectiveness of zinc and boron for potato without NPK-fertilizer is higher than against NPK-fertilizer background. The yield gain caused by zinc without NPK-fertilizer ranged from 2.7 to 3.2 t ha, or 17.0-22.3%. Against NPK-fertilizer background the yield gains were smaller and ranged from 0.3 to 0.8 t ha, or 1.6-3.8%. The yield gain caused by boron without NPK-fertilizer ranged from 3.9 to 5.7 t ha, or 28.1-33.8%. Against NPK-fertilizer background the yield gains ranged from 1.4 to 2.0 t ha, or 5.4-10.8%.

Спицына Светлана Федоровна, д.с.-х.н., проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-09. E-mail: tom486@yandex.ru.

Томаровский Алексей Анатольевич, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-31. E-mail: tom486@yandex.ru.

Оствальд Галина Викторовна, к.х.н., доцент, зав. каф. химии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Поскребка Ольга Геннадьевна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Spitsyna Svetlana Fyodorovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: tom486@yandex.ru.

Tomarovskiy Aleksey Anatolyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-31. E-mail: tom486@yandex.ru.

Ostwald Galina Viktorovna, Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-09. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Poskrebkova Olga Gennadyevna, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: ostvaldgv@mail.ru.

Введение

Картофель – важнейшая сельскохозяйственная культура. Средняя ее урожайность в России составляет 11,1-11,77 т/га. Передовые хозяйства в Нечерноземной зоне страны ежегодно получают 25-30 т/га [1].

По данным Госкомстата, фактическая урожайность картофеля в условиях Алтайского края составляет 12,6 т/га. Данные многолетнего стационарного опыта Западно-Сибирской овощной опытной станции показывают, что при выращивании картофеля использование районированных сортов и выполнение в сроки агроинженерных приемов обеспечивают стабильное получение урожая клубней не менее 25 т/га [2]. Применение удобрений, особенно совместно органических и минеральных в тех же условиях, позволяют повысить урожайность культуры до уровня 32,7-37,2 т/га [2].

Многолетний опыт научно-исследовательских организаций, в т.ч. на территории Алтайского края, показал, что пищевой режим картофеля невозможно оптимизировать только с помощью макроудобрений. Растениям картофеля нужны также и микроэлементы [3-10]. Их высокая биологическая активность связана с ферментативным катализом, что определяет их участие в фотосинтезе, дыхании, азотном, углеводном обменах и др.

Потребность картофеля в микроэлементах повышается в связи с утратой плодородия, уменьшением их подвижности, ежегодным отчуждением из пахотного слоя почвы и недостаточным их поступлением в почву с минералами и органическими удобрениями.

Применение микроудобрений под картофель дает возможность вовлечь в формирование дополнительного урожая потенциальные резервы почвы, климата, растений и удобрений.

Решить вопрос о необходимости применения микроудобрений в конкретных условиях невозможно без научного обоснования, без учета данных о содержании и поведении микроэлементов в системе почва-растения, в

т.ч. растения картофеля. Эти данные должны стать основой для прогноза целесообразности применения того или иного микроэлемента под ту или иную культуру.

Целью исследований является обобщение результатов многолетних опытов, проведенных на выщелоченном черноземе опытного поля учхоза АГАУ «Пригородное» в период с 1986 по 2014 гг. В этих исследованиях решались несколько задач: выявление наиболее значимых для картофеля микроэлементов; влияние на эффективность микроудобрений климатических факторов; проблемы совместного применения макро- и микроэлементов; экологическая безопасность применения микроэлементов. Все эти проблемы до конца не решены и требуют дальнейших исследований в значительной степени для конкретизации экономической целесообразности их использования.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований были основные зональные почвы подзоны черноземов обыкновенных и выщелоченных умеренно-засушливой колочной степи, картофель сорта Адретта и полевые опыты с микроудобрениями, содержащими медь (Cu), молибден (Mo), марганец (Mn), цинк (Zn), кобальт (Co), бор (B).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, маломощный, малогумусный, среднесуглинистый. Содержание гумуса 3,8-4,2%. Сумма поглощенных оснований 19-20 мг-экв. на 100 г почвы, pH = 6,6-6,8. Содержание в почве подвижного фосфора по Чирикову среднее и высокое (9,0-17,6 мг на 100 г почвы), содержание подвижного калия по Масловой повышенное и высокое (9-18 мг на 100 г почвы), содержание в почве нитратного азота низкое и очень низкое (6,0-15 мг/кг). Обеспеченность картофеля подвижными формами молибдена и цинка низкая, подвижными формами бора – средняя и низкая.

Методологической основой в работе послужили сопряженные наблюдения и учеты в

системе почва-растения картофеля-удобрения-климат с применением современных и традиционных химических, агрохимических и физико-химических методов.

Сбор фактического материала проведен при постановке полевых опытов с применением микроэлементов под картофель в периоды с 1986 по 1989 гг. (опыты Томаровского А.А.), с 1999 по 2002 гг. (опыты Адама А.Я.) и с 2013 по 2014 гг. (опыты Покребковой О.Г.). Все эти опыты проводились под руководством профессора С.Ф. Спицыной.

Результаты исследований

Первый период исследований (1986, 1987, 1988 гг.) сопровождался получением средней урожайности картофеля на контроле – **18,8 т/га**. Урожайность на контроле по годам варьировала от 11,0 до 24,2 т/га. Урожайность в варианте с цинком (Zn) – от 11,4 до 30,4 т/га, в среднем – 22,0 т/га. Прибавка от цинка по отношению к контролю составила 3,2 т/га (17,0%). Урожайность в варианте с бором (B) варьировала от 13,3 до 34,1 т/га, в среднем – 5,7 т/га (30,3%).

Второй период исследования (1999, 2000, 2001, 2002 гг.) сопровождался получением средней урожайности картофеля на контроле – **13,9 т/га**. Урожайность на контроле по годам варьировала от 8,9 до 18,5 т/га. Урожайность в варианте с цинком (Zn) – от 11,1

до 21,4 т/га, в среднем – 17,0 т/га. Прибавка от цинка по отношению к контролю составила 3,1 т/га (22,3%). Урожайность в варианте с бором (B) варьировала от 11,5 до 21,8 т/га, в среднем – 17,8 т/га. Прибавка от бора по отношению к контролю составила 3,9 т/га (28,1%) (табл. 1).

Третий период исследований (2013, 2014 гг.) сопровождается получением средней урожайности картофеля на контроле – **13,3 т/га**. Урожайность на контроле по годам варьировала от 10,6 до 16,0 т/га. Урожайность в варианте с цинком (Zn) – от 12,6 до 19,5 т/га, в среднем – 16,1 т/га. Прибавка от цинка по отношению к контролю составила 2,7 т/га (20%). Урожайность в варианте с бором (B) варьировала от 14,8 до 20,5 т/га, в среднем – 17,7 т/га. Прибавка от бора по отношению к контролю составила 4,3 т/га (33,8%).

Потребность картофеля в микроэлементах может увеличиться в связи с применением макроудобрений. Микроэлементы увеличивают эффективность макроудобрений, активизируя процессы метаболизма и интенсивность поглощения растениями из почвы и удобрений других элементов питания. Данные о влиянии на урожайность картофеля совместного применения макро- и микроудобрений в отдельные периоды представлены в таблице 2.

Таблица 1

Влияние микроэлементов цинка и бора на урожайность картофеля в различные периоды

Урожайность картофеля	I период (1986, 1987, 1988 гг.)		II период (1999, 2000, 2001, 2002 гг.)		III период (2013, 2014 гг.)	
	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний	среднее
$U_{к}$, т/га	11,0-24,2	18,8	8,9-18,5	13,9	10,6-16,0	13,3
U_{Zn} , т/га	11,4-30,4	22,0	11,1-21,4	17,0	12,6-19,5	16,1
ΔU_{Zn} , т/га	0,4-6,2	3,2	2,2-3,3	3,1	2,0-3,5	2,7
ΔU_{Zn} , %	4,5-25,6	17,0	14,8-40,2	22,3	18,9-21,8	20
U_{B} , т/га	13,3-34,1	24,5	11,5-21,8	17,8	14,8-20,5	17,7
ΔU_{B} , т/га	2,3-9,9	5,7	2,6-6,5	3,9	4,2-4,5	11,9
ΔU_{B} , %	20,9-40,9	30,3	11,8-52,0	28,1	28,1-39,6	33,8

Примечание. $U_{к}$ – урожайность картофеля на контроле; U_{Zn} – урожайность в варианте с цинком; U_{B} – урожайность в варианте с бором; ΔU_{Zn} – прибавка урожайности от цинка; ΔU_{B} – прибавка урожайности отбора.

Таблица 2

Влияние на урожайность картофеля раздельного и совместного применения макро- и микроудобрений

Показатели	Контроль			NPK		
	контроль	Zn	B	контроль	Zn	B
Первый период (1986, 1987, 1988 гг.)						
Урожайность, т/га	18,8	22,0	24,5	25,7	26,5	27,1
Прибавка, т/га	-	3,2	5,7	6,9	7,7	8,7
Прибавка, %	-	17	30,3	36,7	40,9	44,1
Второй период (1999, 2000, 2001, 2002 гг.)						
Урожайность, т/га	13,9	17,0	17,8	18,6	19,3	20,6
Прибавка, т/га	-	3,1	3,9	4,7	5,4	6,7
Прибавка, %	-	23,3	28,1	33,8	38,8	48,2
Третий период (2013, 2014 гг.)						
Урожайность, т/га	13,3	16,1	17,7	18,9	19,2	20,4
Прибавка, т/га	-	2,7	4,4	5,6	5,9	7,1
Прибавка, %	-	20,0	33,8	42,1	44,3	53,4

Дополнительные прибавки урожайности картофеля от бора и цинка в опытах с совместным применением макро- и микроудобрений

Урожайность картофеля	I период (1986, 1987, 1988 гг.)	II период (1999, 2000, 2001, 2002 гг.)	III период (2013, 2014 гг.)
Y_{NPK} , т/га	25,7	18,6	18,9
Y_{NPK}^{Zn} , т/га	26,5	19,3	19,2
ΔY_{NPK}^{Zn} , т/га	0,8	0,7	0,3
ΔY_{NPK}^{Zn} , %	3,1	3,8	1,6
Y_{NPK}^B , т/га	27,1	20,6	20,4
ΔY_{NPK}^B , т/га	1,4	2,0	1,5
ΔY_{NPK}^B , %	5,4	10,8	7,9

Примечание. Y_{NPK} – урожайность картофеля в варианте с NPK; Y_{NPK}^{Zn} – урожайность в варианте «NPK + Zn»; ΔY_{NPK}^{Zn} – прибавка урожайности от цинка по отношению к варианту Y_{NPK} ; ΔY_{NPK}^B – прибавка урожайности от бора по отношению к варианту Y_{NPK} ; Y_{NPK}^B – урожайность в варианте «NPK + B»; ΔY_{NPK}^B – прибавка урожайности от бора по отношению к варианту Y_{NPK} ; ΔY_{NPK}^B – прибавка урожайности по отношению к варианту Y_{NPK} .

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что средние прибавки от цинка в опытах без макроудобрений варьируют от 17 до 22,3%, от бора – от 28,1 до 33,8, от NPK – от 33,8 до 42,1%.

Дополнительные прибавки урожайности от цинка по фону NPK варьировали от 0,3 до 0,8 т/га, или 1,6-3,8%. Дополнительные прибавки от бора по фону NPK были более высокие – от 1,4 до 2,0 т/га, или 5,4-10,8%.

Заключение

Проведенное исследование показало, что эффективность цинка и бора под картофель без NPK выше, чем на фоне NPK. Прибавки урожайности от цинка без фона NPK варьировали от 2,7 до 3,2 т/га, или от 17,0 до 22,3%, на фоне NPK они были ниже – от 0,3 до 0,8 т/га, или от 1,6 до 3,8%. Прибавки урожайности от бора без фона NPK варьировали от 3,9 до 5,7 т/га, или от 28,1 до 33,8%, на фоне NPK – от 1,4 до 2,0 т/га, или от 5,4 до 10,8%.

Библиографический список

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства. – М., 1999. – 725 с.
2. Сирота С.М. Оптимизация минерального питания картофеля с использованием математических моделей в условиях Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. / III Междунар. науч.-практ. конф. (12-13 марта 2008 г.). – Барнаул: РИО АГАУ, 2008. – Кн. 1. – С. 480-484.
3. Елькина Г.Я. Микроэлементы в питании картофеля в Коми АССР // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине: тез. докл. XI Всесоюз. конф. – Самарканд, 1990. – С. 151.
4. Думкин А.И., Беспалова Н.С. Комплексное действие удобрений, микроэлементов и стимуляторов роста // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 6. – С. 59-61.

5. Кух И.А. Микроэлементы – важный фактор оптимизации питания картофеля в условиях Западного региона УССР // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине: тез. докл. XI Всесоюз. конф. – Самарканд, 1990. – С. 181.

6. Пузина Т.И. с соавт. Роль фитогормонов в физиологическом действии меди и цинка в формировании клубней картофеля // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – Самарканд, 1990. – С. 317.

7. Крылов Е.А. – Новые формы микроудобрений // Химизация сельского хозяйства. – 1996. – № 6. – С. 31-36.

8. Томаровский А.А. Микроэлементы в почвах и система микроудобрений для различных культур в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 1999. – 17 с.

9. Адам А.Я., Спицына С.Ф. Влияние микроудобрений и навоза на площадь листовой поверхности и урожайности картофеля // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 2 (10). – С. 8.

10. Biswas T.D., Mukherjee S.K. Textbook of Soil Science. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987. – 314 p.

References

1. Agrobiologicheskie osnovy proizvodstva, khraneniya i pererabotki produktsii rastenievodstva. – M., 1999. – 725 s.
2. Sirota S.M. Optimizatsiya mineral'nogo pitaniya kartofelya s ispol'zovaniem matematicheskikh modelei v usloviyakh Altaiskogo kraya // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaistvu: sbornik statei: v 3 kn. / III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (12-13 marta 2008 g.). – Barnaul: RIO AGAU, 2008. – Kn. 1. – S. 480-484.
3. El'kina G.Ya. Mikroelementy v pitanii kartofelya v Komi ASSR / Mikroelementy v biologii i ikh primeneniye v sel'skom khozyaistve i

meditsine // Tezisy dokladov XI Vsesoyuznoi konferentsii. – Samarkand, 1990. – S. 151.

4. Dumkin A.I., Bepalova N.S. Kompleksnoe deistvie udobrenii, mikroelementov i stimulyatorov rosta // Khimizatsiya sel'skogo khozyaistva. – 1990. – № 6. – S. 59-61.

5. Kukh I.A. Mikroelementy – vazhnyi faktor optimizatsii pitaniya kartofelya v usloviyakh Zapadnogo regiona USSR / Mikroelementy v biologii i ikh primenenie v sel'skom khozyaistve i meditsine // Tezisy dokladov XI Vsesoyuznoi konferentsii. – Samarkand, 1990. – S. 181.

6. Puzina T.I. i dr. Rol' fitogormonov v fiziologicheskom deistvii medi i tsinka v formirovanii klubnei kartofelya / Mikroelementy v biologii i ikh primenenii v sel'skom khozyaistve i meditsine. – Samarkand, 1990. – S. 317.

7. Krylov E.A. Novye formy mikroudobrenii // Khimizatsiya sel'skogo khozyaistva. – 1996. – № 6. – S. 31-36.

8. Tomarovskii A.A. Mikroelementy v pochvakh i sistema mikroudobrenii dlya razlichnykh kul'tur v usloviyakh umerenno-zasushivoi kolchoi stepi Altaiskogo kraya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 1999. – 17 s.

9. Adam A.Ya., Spitsyna S.F. Vliyanie mikroudobrenii i navoza na ploshchad' listovoi poverkhnosti i urozhainost' kartofelya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2003. – № 2 (10). – S. 8.

10. Biswas T.D., Mukherjee S.K. Textbook of Soil Science. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987. – 314 p.



УДК 631.445.15

С.В. Макарычев, И.В. Гейке, И.В. Шорина
S.V. Makarychev, I.V. Gefke, I.V. Shorina

ВЛИЯНИЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМОВ

THE EFFECT OF CUCURBITS CROPS ON THE FORMATION OF CHERNOZEM THERMOPHYSICAL REGIME

Ключевые слова: бахчевые культуры, тыква, кабачки, влажность, объемная теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность.

Теплофизические характеристики почвы зависят от ряда факторов, таких как влажность, плотность, гранулометрический состав, содержание гумуса, температура и т.д. Эти факторы обуславливают формирование температурного режима в почвенном профиле. При этом почвенное увлажнение является определяющим условием, от которого напрямую зависят рост и развитие сельскохозяйственных культур. Знание почвенной влажности генетических горизонтов чернозема позволило определить общие и оценить полезные запасы влаги в метровом слое почвы. Кроме того, исследование теплофизических характеристик дало возможность выявить, что черноземы Алтайского Приобья являются плохо прогреваемыми, особенно в нижних горизонтах профиля вследствие высоких значений объемной теплоемкости и теплопроводности. Осенью черноземы медленно остывают благодаря высоким запасам тепла, накопленного за вегетацию, и сезонному снижению тепло- и температуропроводности. Особенностью теплофизического состояния чернозема является также стабилизация их теплового режима в периоды похолоданий.

Keywords: cucurbits crops, squash, zucchini, moisture, volumetric heat capacity, thermal conductivity, thermal diffusivity.

Soil thermophysical properties depend on a number of factors as moisture content, density, particle-size distribution, humus content, temperature, etc. Those factors determine the formation of the temperature regime in the soil profile. And the soil moisture is a determining factor directly affecting the crop growth and development. The knowledge of soil moisture content in the genetic horizons of chernozem enabled determining the total moisture reserve and evaluating available moisture reserves in one meter soil layer. In addition, the study of the thermal properties has revealed that the chernozems of the Altai Region's Priobye (the Ob River area) warm up poorly particularly in the lower horizons of the profile due to high values of volumetric heat capacity and thermal conductivity. Chernozems cool slowly in autumn due to large reserves of heat accumulated during the growing season and the seasonal decrease of thermal conductivity and thermal diffusivity. Another feature of chernozem thermophysical status is the stabilization of the thermal regime at the periods of cold weather.