

2. Boddey R.M., Dobereiner J. Nitrogen fixation with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research // Plant Soil. – 1988. – Vol. 108 (1). – P. 53-65.

3. Курсакова В.С., Новикова Л.А., Кузнецов О.О. Несимбиотическая азотфиксация в посевах яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Приобского Плато // Новые технологии в промышленности и сельском хозяйстве: матер. 1-й Всерос. заоч. науч.-практ. конф. (декабрь 2012 г.). – Бийск, 2012. – С. 272-275.

4. Курсакова В.С., Новикова Л.А., Кузнецов О.О., Поляков Д.И. Эффективность микробных препаратов корневых diaзотрофов при возделывании зерновых культур в условиях Алтайского Приобья // Вестник АГАУ. – 2013. – № 10(108). – С. 5-7.

5. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 269 с.

7. Ничипорович А.А., Строгонова Л.Е. Фотосинтетическая деятельность в посевах. – М.: АН СССР, 1961. – 115 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

9. Козьмина Л.М. Использование биологического азота в земледелии // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1987. – № 1. – С. 153-154.

References

1. Otsenka effektivnosti mikrobynykh preparatov v zemledelii / pod red. A.A. Zavalina. – M.: Rossel'khozakademiya, 2000. – 82 s.

2. Boddey R.M., Dobereiner J. Nitrogen fixation with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research // Plant Soil. – 1988. – Vol. 108 (1). – P. 53-65.

3. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O. Nesimbioticheskaya azotfik-satsiya v posevakh yarovoi myagkoi i tverdoi pshenitsy v usloviyakh Priobskogo Plato // Novye tekhnologii v promyshlennosti i sel'skom khozyaistve: mater. 1-i Vserossiiskoi zaochnoi nauch.-prakt. konf., dekabr', 2012. – Biisk, 2012. – S. 272-275.

4. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznetsov O.O., Polyakov D.I. Effektivnost' mikrobynykh preparatov kornevykh diazotrofov pri vzdelyvanii zernovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo Priob'ya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 10 (108). – S. 5-7.

5. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.

6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. – M., 1985. – 269 s.

7. Nichiporovich A.A., Strogonova L.E. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' v posevakh. – M.: AN SSSR, 1961. – 115 s.

8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

9. Koz'mina L.M. Ispol'zovanie biologicheskogo azota v zemledelii // Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – 1987. – № 1. – S. 153-154.



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

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА ТЕРРИТОРИИ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ И ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

BALANCED PLANT NUTRITION WITH TRACE ELEMENTS IN THE FOREST-OUTLIER STEPPE AND FOREST-STEPPE OF THE ALTAI KRAI

Ключевые слова: микроэлементы, микроудобрения, система почва-растение, цинк, медь, марганец, сбалансированное питание растений, колючая степь и лесостепь.

Keywords: trace elements, micronutrient fertilizers, soil-plant system, zinc, copper, manganese, balanced plant nutrition, forest-outlier steppe and forest-steppe.

Одним из условий высокой продуктивности растений является оптимизация их питания с учетом содержания и сбалансированности запасов микроэлементов в почве. При хорошей сбалансированности микроэлементов в почве растения получают необходимые количества элементов в хорошем соотношении. Это обеспечивает сопряженность реакций обмена веществ. Формирование рационального соотношения микроэлементов в тканях растений контролируется генотипом, барьерными механизмами и механизмами активного поглощения микроэлементов с учетом их содержания и соотношения в почве и материнских породах. Представлено изучение вопроса о соотношениях содержания микроэлементов в растениях различных зон Алтайского края в зависимости от содержания их в почвах и материнских породах. Соотношения в растениях Zn/Cu; Mn/Zn; Mn/Cu были определены по данным, полученным в каждой из зон в течение 1970-2000 гг. В качестве эталонов сравнения были взяты соотношения элементов в растениях по данным Г.Я. Ринькиса и В.Ф. Ноллендорф. Наши исследования показали, что в почвах колючей степи и лесостепи Алтайского края в естественной растительности наблюдается относительное преобладание марганца над цинком и медью и достаточно сбалансированное соотношение Zn/Cu. В естественной растительности колючей степи и лесостепи края соотношения Zn/Cu близки к соотношению в растениях стандарта по Ринькису-Ноллендорф. Соотношения Mn/Cu и Mn/Zn в растениях обеих зон значительно выше стандарта. Преобладание марганца над цинком и медью в растениях связано с его преобладанием в материнских породах и почвах. В растениях это преобладание проявляется менее

значительно, чем в почвах, что связано с избирательностью растений.

One of the conditions of high plant productivity is to optimize their nutrition in terms of balanced trace element content in the soil. Provided balanced trace element content in soil, the plants uptake their required amounts in good balance. That ensures the interaction of metabolic reactions. The formation of rational ratios of trace elements in plant tissues is controlled by the genotype, the barrier mechanisms and the mechanisms of trace element uptake depending on their content and ratio in the soil parent rocks. This work deals with the study of the content ratio of trace elements in plants of different zones of the Altai Krai depending on their content in soils and parent rocks. The ratios of Zn/Cu; Mn/Zn; Mn/Cu in plants were determined from data obtained in each of the zones over the period of 1970-2000. The ratios of element content in plants according to G.Ya. Rinkis and V.F. Nollendorf were used as comparison standards. According to our studies, in the soils of the forest-outlier steppe and forest-steppe of the Altai Krai under natural vegetation there is relative predominance of manganese over zinc and copper and a balanced ratio of Zn/Cu. In the natural vegetation of the forest-outlier steppe and forest-steppe of the Region the ratio Zn/Cu is close to the standard ratio by Rinkis and Nollendorf. The ratios Mn/Cu and Mn/Zn in the plants of both zones are significantly above the standard. The predominance of manganese over zinc and copper in plants is related to its prevalence in the parent rocks and soils. In plants, this predominance is revealed less significantly than in the soils due to the selectivity of plants.

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

Томаровский Алексей Анатольевич, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-12. 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: ostvaldgv@mail.ru.

Tomarovskiy Aleksey Anatolyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-12. 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

Одним из условий высокой продуктивности растений является оптимизация их питания с учетом содержания и сбалансированности запасов микроэлементов в почве.

При хорошей сбалансированности микроэлементов в почве растения получают необходимые количества элементов в хорошем соотношении. Это обеспечивает сопряженность реакций обмена веществ. Формирование рационального соотношения микроэлементов в тканях растений контро-

лируется генотипом, барьерными механизмами и механизмами активного поглощения микроэлементов с учетом их содержания и соотношения в почве и материнских породах.

Растения, благодаря различным механизмам, формируя рациональное соотношение микроэлементов, ограничивают поступление в корни избыточных и активизируют поступление дефицитных, лимитирующих продуктивность элементов.

Установление этого факта имеет большое значение при разработке системы микроудобрений, предусматривающей увеличение количества дефицитных микроэлементов, ограничивая количество тех элементов, которые нарушают соотношение из-за избыточного содержания в почвах и материнских породах. Недостаточные знания по этому вопросу искажают реальную сущность поведения микроэлементов в системе почва-растения, отражающую причины недостатка или избытка для растений отдельных микроэлементов. Эти исследования должны основываться на повышенном внимании к наиболее дефицитным элементам, чтобы подтвердить их наибольшую значимость в различных почвенно-климатических условиях. Эти знания необходимы при разработке системы удобрений, включающей микроэлементы, предусматривающей применение предпочтительно тех элементов, которые являются наиболее дефицитными в данных условиях, что ведет к формированию рационального соотношения их в тканях растений.

Цель работы заключается в изучении вопроса о соотношениях содержания микроэлементов в растениях различных зон Алтайского края в зависимости от содержания их в почвах и материнских породах.

Объекты и методы исследования

Проблема о соотношениях цинка, меди и марганца в растениях естественных биогеоценозов рассматривалась с учетом имеющихся данных о содержании и соотношении элементов в растениях, почвах и материнских породах колючей степи и лесостепи Алтайского края.

Соотношения в растениях Zn/Cu; Mn/Zn; Mn/Cu были определены по данным, полученным в каждой из зон в течение 1970-2000 гг. В качестве эталонов сравнения были взяты соотношения элементов в растениях по данным Г.Я. Ринькиса и В.Ф. Ноллендорф [1].

Результаты исследований и их обсуждение

Соотношения содержания микроэлементов в растениях и их значимость для характеристики сбалансированности питания растений изучалась рядом исследователей [1-8]. Г.Я. Ринькис и В.Ф. Ноллендорф выявили приблизительный средний показатель концентрации основных элементов питания для различных сельскохозяйственных культур, который стал основой для определения средних оптимальных соотношений элементов в растениях [1]. По их данным

соотношение в растениях Zn/Cu равно 3,1:1; соотношение Mn/Zn – 6,3:1. По данным этих авторов аналогичными должны быть соотношения в питательном субстрате. Данные о пределах колебаний соотношения микроэлементов в естественной растительности зон Алтайского края и о средних величинах этих соотношений представлены в таблице 1. Судя по данным таблицы, соотношения Zn/Cu, Mn/Zn, Mn/Cu переменны и зависят от почвенно-климатических условий местности и химического состава среды обитания.

Судя по средней величине, соотношение содержания в растениях Zn/Cu близко к соотношению по Ринькису-Ноллендорф (3,1:1) только на территории колючей степи. В зоне лесостепи это соотношение немного выше (4,0:1), что можно связать с повышенной обеспеченностью растений цинком в зоне лесостепи, которая характеризуется повышенной влажностью, относительно низкими величинами pH почв и повышенным содержанием в них подвижного цинка. Повышение содержания в растениях цинка относительно меди на территории лесостепи Алтайского края свидетельствует о том, что в данной зоне для растений дефицит цинка по отношению к меди менее вероятен, чем в зоне колючей степи.

В колючей степи среднее соотношение содержания Mn/Zn в растениях более высоко (4), чем эта величина в лесостепной зоне (3) и чем средняя величина этого соотношения по Ринькису-Ноллендорф (2,6). Это сопряжено с высоким валовым содержанием марганца в материнских породах и почвах колючей степи и значительным относительным преобладанием в них марганца над цинком.

Соотношение Mn/Cu во всех зонах Алтайского края (11) значительно выше стандарта по Ринькису-Ноллендорф (6,3), что свидетельствует о вероятности преобладания в растениях марганца над медью в связи со спецификой материнских пород.

Формирование определенных соотношений содержания микроэлементов в растениях, так или иначе, зависит от их соотношений в почвах (табл. 2).

Было установлено, что согласно сведениям Г.Я. Ринькиса и В.Д. Ноллендорф, соотношение Mn/Cu в субстрате, как и в растениях, должно составлять 6,3:1 [1]. В почвах колючей степи это отношение составило 24,0:1, а в почвах лесостепи – 32:1, что свидетельствует о значительном преобладании марганца над медью в почвах и является причиной преобладания его в растениях.

Таблица 1

Соотношения содержаний микроэлементов в растениях зон Алтайского края

Соотношение элементов	Зоны				стандарты*
	колочная степь		лесостепь		
	пределы колебаний	среднее	пределы колебаний	среднее	
Zn/Cu	2-5	3,5	3-5	4,0	3,1
Mn/Zn	2-6	4	2-4	3	2,6
Mn/Cu	7-16	11	7-16	11	6,3

* Среднее соотношение по Ринькису-Ноллендорф [1].

Таблица 2

Соотношения содержаний микроэлементов в почвах и естественной растительности колочной степи и лесостепи Алтайского края

Зона	Показатели	Zn	Mn	Cu
Колочная степь	N_x/N_{Zn}	1	28	0,7
	I_x/I_{Zn}	1	4	0,3
	N_x/N_{Mn}	0,04	1	0,04
	I_x/I_{Mn}	0,3	1	0,1
	N_x/N_{Cu}	2,0	24,0	1
	I_x/I_{Cu}	3,5	11,0	1
Лесостепь	N_x/N_{Zn}	1	14,3	0,4
	I_x/I_{Zn}	1	3	0,3
	N_x/N_{Mn}	0,07	1	0,03
	I_x/I_{Mn}	0,4	1	0,1
	N_x/N_{Cu}	2,2	32,0	1
	I_x/I_{Cu}	4,0	11,0	1
Соотношения по Ринькису-Ноллендорф	I_x/I_{Zn}	1	2,6	0,3
	I_x/I_{Mn}	0,4	1	0,2
	I_x/I_{Cu}	3,1	6,3	1

Примечание. $N_x, N_{Zn}, N_{Mn}, N_{Cu}$ – валовое содержание (мг/кг) в почве цинка, марганца, меди; $I_x, I_{Zn}, I_{Mn}, I_{Cu}$ – содержание микроэлементов (мг/кг) в естественной растительности.

Согласно данным Г.Я. Ринькис и В.Д. Ноллендорф, соотношение в растениях и субстрате Mn/Zn должно составлять 2,6:1 [1]. В колочной степи края в растениях оно составляет 4:1, почвах – 28:1; лесостепи в растениях – 3:1; в почвах – 14,3:1. То есть преобладание марганца над цинком в почвах колочной степи наблюдается чаще, чем в лесостепи.

Преобладание марганца над цинком в растениях обеих зон не очень высокое, что объясняется наличием в растениях барьерных механизмов. Соотношение Zn/Cu по Г.Я. Ринькису и В.Д. Ноллендорф должно составлять 3,1:1. В колочной степи оно составляет: в растениях – 3,4:1; почвах – 2:1; лесостепи в растениях – 3,8:1, почвах – 2,2:1. То-есть это соотношение в растениях зон края близко к стандарту, а в почвах наблюдается относительное преобладание меди.

Выводы

Таким образом, исследования показали, что в почвах колочной степи и лесостепи Алтайского края в естественной растительности наблюдается относительное преобладание марганца над цинком и медью и достаточно сбалансированное соотношение Zn/Cu. В естественной растительности ко-

лочной степи и лесостепи края соотношение Zn/Cu близко к соотношению в растениях стандарта по Ринькису-Ноллендорф. Соотношение Mn/Cu и Mn/Zn в растениях обеих зон значительно выше стандарта. Преобладание марганца над цинком и медью в растениях связано с его преобладанием в материнских породах и почвах. В растениях это преобладание проявляется менее значительно, чем в почвах, что связано с избирательностью растений.

Библиографический список

1. Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. – Рига, 1982. – 202 с.
2. Ковалевский А.Л. О физиологических барьерах поглощения химических элементов растениями // Микроэлементы в биосфере и применение их в сельском хозяйстве и медицине Сибири и Дальнего Востока. – Улан-Удэ, 1971. – С. 134-144.
3. Ильин В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов в южной части Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1973. – 389 с.
4. Ткаченко Т.Н. Поведение и взаимодействие микроэлементов в системе: почва-растение на территории Приобского

плато Алтайского края: автореф. канд. дис. – Барнаул, 2000. – 18 с.

5. Спицына С.Ф., Ткаченко Т.Н. Соотношение микроэлементов в растительности Приобского плато // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3. – С. 153-154.

6. Протопопова Л.Г. Поведение кобальта в системе почва-растения и эффективность кобальтовых удобрений в условиях Алтайских равнин и предгорий: автореф. канд. дис. – Барнаул, 2002. – 18 с.

7. Спицына С.Ф., Томаровский А.А., Оствальд Г.В. Проявление синергизма и антагонизма между ионами меди, цинка и марганца при поступлении их в растения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10. – С. 29-32.

8. Bowen H.I.M. The use of reference materials in the elemental analysis of biological samples // Atomic Energy Review. – 1975. – V. 13. – P. 451-458.

References

1. Rinkis G.Ya. Nollendorf V.F. Sbalansirovanoe pitanie rastenii makro- i mikroelementami. – Riga, 1982. – 202 s.

2. Kovalevskii A.L. O fiziologicheskikh bar'erakh pogloshcheniya khimicheskikh elementov rasteniyami // Mikroelementy v biosfere i primeneniye ikh v sel'skom

khozyaistve i meditsine Sibiri i Dal'nego Vostoka. – Ulan-Ude, 1971. – S. 134-144.

3. Il'in V.B. Biogeokhimiya i agrokhimiya mikroelementov v yuzhnoi chasti Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Nauka. – 1973. – 389 s.

4. Tkachenko T.N. Povedenie i vzaimodeistvie mikroelementov v sisteme: pochva-rastenie na territorii Priobskogo plato Altaiskogo kraya: avtoref. kand. dis. – Barnaul, 2000. – 18 s.

5. Spitsyna S.F., Tkachenko T.N. Sootnosheniye mikroelementov v rastitel'nosti Priobskogo plato // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – № 3. – S. 153-154.

6. Protopopova L.G. Povedeniye kobal'ta v sisteme pochva-rasteniya i effektivnost' kobal'tovykh udobreniy v usloviyakh Altaiskikh ravnin i predgorii: avtoref. kand. dis. – Barnaul. – 2002. – 18 s.

7. Spitsyna S.F., Tomarovskii A.A., Ostval'd G.V. Proyavleniye sinergizma i antagonizma mezhdru ionami medi, tsinka i margantsa pri postuplenii ikh v rastenii // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10. – S. 29-32.

8. Bowen H.I.M. The use of reference materials in the elemental analysis of biological samples // Atomic Energy Review. – 1975. – V. 13. – P. 451-458.



УДК 631.53.027

О.М. Соболева, Е.П. Кондратенко
O.M. Soboleva, Ye.P. Kondratenko

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НИЗКОЙ ВСХОЖЕСТИ

COMBINED METHOD OF PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS WITH LOW GERMINATION

Ключевые слова: семена, предпосевная обработка, воздушно-тепловой обогрев, электромагнитная обработка, СВЧ, яровая мягкая пшеница, всхожесть, биометрические показатели, проросток.

Предпосевная обработка семян имеет важное значение в агропромышленном производстве. Однако известные методы не всегда приводят к ожидаемым результатам. Поэтому поиск новых методов предпосевного воздействия продолжается. Поставлена цель – изучить комбинацию методов предпосевной обработки семян пшеницы – сочетание воздушно-теплого и электромагнитного воздействия. Для решения цели поставлен лабораторный опыт с яровой мягкой пшеницей. Выбран среднеранний сорт Ирень. Предпосевная

обработка зерна заключалась в одновременном воздействии тепла и электромагнитного поля. Исследуемые варианты: температура воздуха для обогрева 30°C, параметры микроволновой обработки – 2,45 МГц, 140 Вт, продолжительность от 10 до 30 с. Эксперимент показал, что исследуемое сочетание методов по-разному влияет на посевные качества зерна пшеницы. Некоторые выбранные режимы приводят к повышению всхожести, однако негативно сказываются на развитии проростка. Наиболее благоприятный режим обработки № 3 (воздушно-тепловая обработка в течение 30 мин. + воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты в течение 10 с). Именно этот вариант приводит к увеличению всхожести и минимально угнетает развитие побега прорастающего семени. Показатель «число