

вирусной инфекции в Ставропольском крае: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук/ А.Е.Зубов. -1997.-с.9.

8. Федорова, Ю.Н. Распространение вирусных болезней картофеля в Псковской области / Ю.Н.Федорова// Защита и карантин растений. – 2011. - №5. – С. 53-54.

9. Антоненко, В.В. Развитие фитофтороза и альтернариоза на различных сортах картофеля при использовании регуляторов роста растений: автореф. дис. ... канд. биол. Наук / В.В.Антоненко. – Москва, 2012.-23 с.

10. Тютереv, С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы: на-

учное издание / С.Л. Тютереv. – РАСХН: ВИЗР. Санкт-Петербург, 2010.

11. Бордукова, М.В. Методические указания по защите картофеля от болезней и вредителей/ М.В.Бордукова, А.С.Воловик, З.Г.Шепшелеv, В.А.Шмыгля - М.: Колос, 1972.- 40 с.

12. Методические указания по защите картофеля от болезней и вредителей. - М.: Колос. - 1972.-40 с.

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: Картофель, овощные и бахчевые культуры. – М.:, 1988.-120 с.

УДК 631.822

## МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОЭЛЕМЕНТСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Куликова Алевтина Христофоровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

**Черкасов Евгений Андреевич**, старший преподаватель кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422) 55-95-68,

e-mail: agroec@yandex.ru

**Ключевые слова:** почвы, микроэлементсодержащие удобрения, сельскохозяйственные культуры.

Впервые создана база данных содержания подвижных соединений меди, марганца, цинка в почвах Ульяновской области и показано, что 98,6% площади пашни обеспечены подвижным цинком в низкой степени; марганцем 67,7% и медью 98,6% - в средней и высокой степени. На основе мелкоделяночного опыта установлена эффективность микроэлементсодержащих удобрений Микромак и Страда N при возделывании озимой пшеницы.

### Введение

Оптимизация питательного режима почвы предполагает сбалансированное питание растений не только макро-, но и микроэлементами. Последние играют многогранную роль в физиолого-биохимических процессах, протекающих в живых организмах, низкая обеспеченность микроэлементами создает барьеры для поглощения растениями отдельных видов макроэлементов [1,2].

Основным источником микроэлементов для растительного организма служит почва, поэтому крайне важен мониторинг их содержания. Информация о распространении элементов в почвах необходима и для оценки их экологического состояния, так как такие элементы, как медь, цинк, бор, молибден при избыточных концентрациях становятся токсичными для живых организмов [3,4,5]. Достоверная информация о

распределении минеральных элементов в почвах является основой построения рациональных, экологически безопасных систем удобрений сельскохозяйственных культур в современном земледелии. Однако разработка эффективных систем удобрения невозможна без полевых исследований в конкретных почвенно-климатических условиях, так как подвижность (следовательно, доступность) элементов определяется множеством факторов (тип и подтип почвы, гранулометрический и минералогический состав, реакция почвенного раствора, содержание органического вещества и т.д.). При этом необходимо учесть, что в настоящее время сельскому хозяйству предлагается широкий спектр быстрорастворимых минеральных и органоминеральных удобрений, включающих полный комплекс основных макро- и микроэлементов, которые также требуют экспериментальной проверки в условиях, где предполагается их применять.

В Ульяновской области имеется значительный опыт применения микроэлементов в системе удобрения сельскохозяйственных культур [6 – 11]. Однако микроэлементсодержащие удобрения нового поколения не испытывались.

Целью исследования являлись оценка содержания подвижных соединений микроэлементов (Zn, Mn, Cu) в пахотных почвах Ульяновской области и изучение эффективности комплексных микроэлементсодержащих удобрений при возделывании озимой пшеницы на черноземах Среднего Поволжья.

#### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследований являлись: почвы Ульяновской области различного гранулометрического состава, озимая пшеница, а также микроэлементсодержащие удобрения Микромак и Страда N.

Полевой опыт по изучению эффективности комплексных микроэлементсодержащих удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы проведен в 2011 – 2013 гг. в 3-кратной повторности в севообороте с чередованием: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – овес. Схема опыта включала следующие варианты: 1. Без удо-

брений (фон 1); 2. Фон 1 + Микромак 2 л/т (предпосевная обработка семян); 3. Фон 1 + Страда N 3 л/га (некорневая подкормка посевов); 4.  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон 2); 5. Фон 2 + Микромак; 6. Фон 2 + Страда N; 7. Навоз 20 т/га (фон 3); 8. Фон 3 + Микромак; 9. Фон 3 + Страда N. Посевная площадь участков 50 м<sup>2</sup> (2×25), учетная 40 м<sup>2</sup> (1,6 × 25), размещение их рендомизированное. Почва опытного поля чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,6 %, общего азота 0,26 %, валового фосфора 0,078 %, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) 215 и 103 мг/кг почвы, марганца 14,5 мг/кг, цинка 0,46 мг/кг, меди 4,6 мг/кг, рН<sub>ккл</sub> 6,6. Следовательно, обеспеченность почвы подвижными P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O высокая, Mn – средняя, Zn – низкая, Cu – высокая.

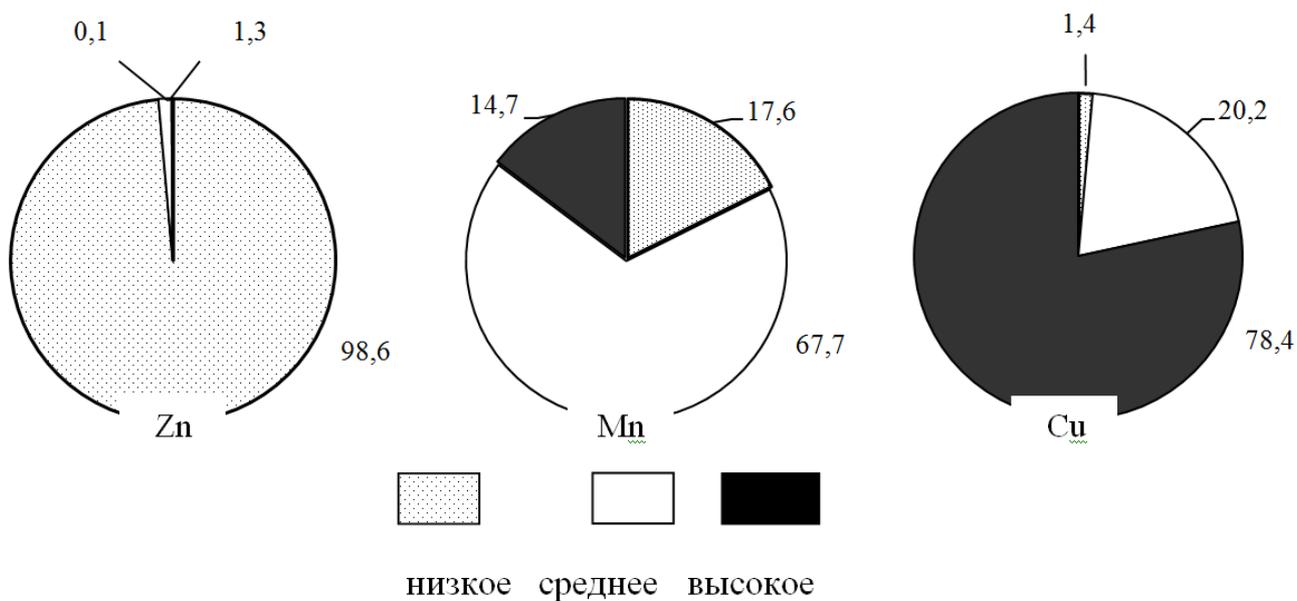
#### **Результаты исследований**

Обеспеченность почв подвижными микроэлементами определялась по следующей градации: низкая – Zn < 2,0, Cu < 1,5, Mn < 10 мг/кг; средняя соответственно 2,1 – 5,0, 1,6 – 3,3, 10 – 20 мг/кг; высокая Zn > 5, Cu > 3,3, Mn > 20 мг/кг. Мониторинг содержания их в почвах Ульяновской области показал, что на всей площади пашни сельскохозяйственных угодий наблюдается резкий дефицит цинка: почвы с низким его содержанием на 01.01.2012 г. оставили 98,6 % (рис. 1).

17,6 % пашни обеспечены доступным марганцем в низкой, 67,7 % – средней и 14,7 % – высокой степени. 98,6 % пахотных почв обеспечены медью в средней (20,2 %) и высокой (78,4 %) степени.

Наблюдения на стационарных участках показали, что происходит резкое снижение содержания доступного марганца в почвах: в 13 из 18 реперных участков (67%) почвы за 1994 – 2012 годы перешли в группу с низкой обеспеченностью данным элементом (табл. 1).

Что касается двух других изучаемых элементов – цинка и меди, содержание подвижных их соединений в пахотном слое почв Ульяновской области практически не изменилось. Более того, появилась в целом слабая тенденция повышения содержания цинка и более заметная – меди. Последнее может быть обусловлено несколькими при-



**Рис.1 – Содержание подвижных микроэлементов в пахотном слое почв Ульяновской области, %. На 01.01.2012 г.**

**Таблица 1**  
**Содержание подвижных форм Zn, Mn, Cu в почвах реперных участков за 1994 и 2012 годы**

№ п/п	Почва	Цинк		Марганец		Медь	
		1994 г.	2012 г.	1994 г.	2012 г.	1994 г.	2012 г.
1.	Темно-серая лесная среднесуглинистая	0,3	0,5	14,5	12,0	3,6	4,5
2.	Темно-серая лесная легкосуглинистая	0,6	1,0	21,2	11,4	4,7	4,4
3.	Чернозем выщелоченный среднесуглинистый	0,6	0,6	18,6	7,9	4,4	4,7
4.	Чернозем оподзоленный легкосуглинистый	0,6	0,6	20,1	22,9	5,4	6,1
5.	Чернозем выщелоченный среднесуглинистый	0,7	0,3	21,2	11,8	5,1	4,6
6.	Чернозем типичный легкосуглинистый	0,4	0,5	21,6	11,7	3,8	4,8
7.	Чернозем типичный среднесуглинистый	0,3	0,5	23,7	11,0	4,2	4,6
8.	Темно-серая лесная среднесуглинистая	0,3	0,5	23,6	7,4	4,4	5,2
9.	Чернозем выщелоченный среднесуглинистый	0,3	0,5	15,1	15,2	3,8	4,9
10.	Серая лесная щебенчатая легкосуглинистая	1,3	1,0	22,3	22,2	3,4	3,2
11.	Серая лесная тяжелосуглинистая	1,1	1,0	22,1	30,6	4,2	2,9
12.	Чернозем типичный глинистый	0,3	0,3	19,1	8,6	4,6	4,9
13.	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	0,3	0,4	11,7	7,3	2,3	3,7
14.	Чернозем выщелоченный среднесуглинистый	0,4	0,5	16,5	12,1	5,0	4,4
15.	Чернозем типичный легкосуглинистый	0,3	0,5	21,2	9,4	2,7	4,8
16.	Чернозем типичный легкосуглинистый	0,1	0,5	14,8	8,0	3,4	4,9
17.	Чернозем типичный супесчаный	0,3	0,5	9,9	6,3	3,0	3,0
18.	Аллювиальнодерново-карбонатная легко суглинистая	0,1	0,7	55,5	9,5	4,1	5,6

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений и навоза на урожайность озимой пшеницы, т/га (2011–2013 гг.)

№ п/п	Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее	Отклонение от контроля	
						т/га	%
1	Без удобрений (фон 1)	3,28	3,23	4,92	3,81	–	–
2	Фон 1 + Микромак	3,57	3,37	5,10	4,01	+0,20	5,2
3	Фон 1 + Страда N	3,41	3,40	5,03	3,95	+0,14	3,7
4	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> (Фон 2)	3,93	3,32	5,19	3,95	+0,14	3,7
5	Фон 2+ Микромак	3,71	3,47	5,36	4,18	+0,37	9,7
6	Фон 2 + Страда N	3,53	3,50	5,34	4,12	+0,31	8,1
7	Навоз 20 т/га (фон 3)	3,79	3,34	5,21	4,11	+0,30	7,9
8	Фон 3 + Микромак	4,22	3,49	5,41	4,37	+0,56	14,7
9	Фон 3 + Страда N	4,15	3,51	5,29	4,32	+0,51	13,4
НСР <sub>05</sub>	Фактор А	0,08	0,01	0,10	0,16		
	Фактор В	0,08	0,06	0,10	0,16		
	Фактор АВ	0,14	0,11	0,17	0,27		

чинами. В первом случае содержание подвижного цинка в почвах вообще находится не просто на низком, а на очень низком уровне (менее 0,5 мг/кг). По-видимому, такой уровень содержания доступного цинка обеспечивается количеством его поступления с пожнивными остатками возделываемых культур, обусловленного сложившейся системой земледелия и фоновым содержанием в материнских породах. Иные поступления Zn в почву на территории области практически отсутствуют (нет локальных источников загрязнения, осадки промышленных и сточных вод не применяются, использование фосфорных удобрений ограничено, известкование не проводится).

Обеспеченность доступной медью почв области высокая (за исключением 3-х реперных участков, где, тем не менее, содержание ее находится ближе к высокой обеспеченности). Следовательно, вынос Cu сельскохозяйственными культурами не приводит к снижению степени обеспеченности почв данным элементом.

Мониторинг содержания подвижных цинка, марганца и меди в почвах Ульяновской области, в том числе в динамике на ста-

ционарных участках, позволяет сделать два основополагающих вывода:

– на всей площади пашни сельскохозяйственных угодий наблюдается острый дефицит подвижных соединений цинка с содержанием практически менее 1,0 мг/кг почвы;

– происходит резкое снижение содержания доступного марганца в почвах: 18-летние наблюдения за его содержанием на реперных участках показали, что в 13 из них (67 %) почвы перешли в группу с низкой обеспеченностью данным элементом.

**Влияние комплексных микроэлементсодержащих удобрений на урожайность озимой пшеницы.** Озимая пшеница – основная зерновая культура в Ульяновской области. По данным Министерства сельского хозяйства области ([www.agro-ul.ru](http://www.agro-ul.ru)), ее посевы в 2013 году занимали 165 тыс. га, или 25 % всей посевной площади. Средняя урожайность ее в 2013 году составила 2,2 т/га.

Как уже не раз отмечалось, сбалансированное питание растений макро – и микроэлементами – важнейшее условие более полного проявления потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур.

При этом эффективность традиционных макроэлементсодержащих минеральных удобрений хорошо изучена во всех регионах страны, но уровень применения микроэлементов достаточно низок, несмотря на большой объем экспериментальных данных, доказывающих необходимость их использования в сельскохозяйственном производстве.

Изучение эффективности микроэлементсодержащих удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы на черноземе выщелоченном проведено в мелкоделянном опыте (табл.2).

Анализ результатов опыта свидетельствует о значительной роли комплексных микроэлементсодержащих минеральных удобрений в формировании урожайности зерновых культур, в том числе пшеницы: прибавка урожайности зерна озимой пшеницы в среднем за три года при обработке посевного материала Микромак составила 0,20 т/га. Применение Микромак на фоне NPK позволило повысить урожайность на 0,37 т/га, а совместно с навозом (20 т/га) – 0,56 т/га (15 %), где урожайность пшеницы в среднем за три года была на уровне 4,37 т/га.

Последнее, прежде всего, обусловлено более оптимальным режимом питания растений в связи с многокомпонентностью элементного состава данного удобрения и значительным улучшением азотного режима при внесении как нитрофоски, так и навоза на фоне высокой обеспеченности доступными формами фосфора и калия. И, несомненно, не маловажна роль цинка, так как почва опытного поля имеет очень низкую обеспеченность Zn, а содержание его в Микромак наибольшее по сравнению с другими комплексными удобрениями (3,3 %). Тем более, что потребность растений в цинке увеличивается при высоком содержании доступных фосфора и азота в почве [13 – 14]. Страда N по влиянию на формирование урожайности озимой пшеницы уступает Микро-

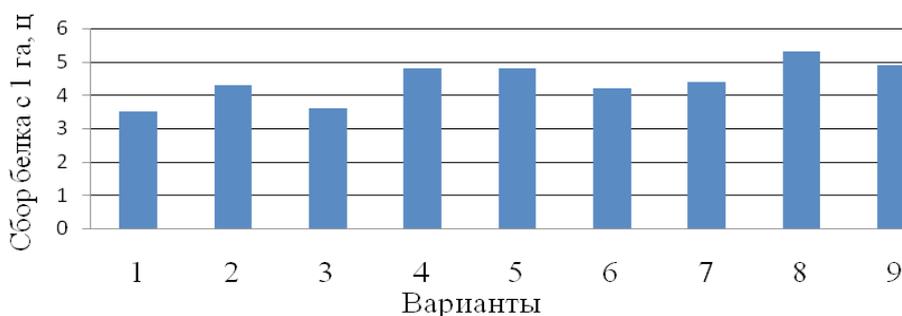


Рис. 2 – Сбор белка с 1 га, ц

мак, в том числе, по – видимому, в связи с меньшим содержанием в его составе цинка (0,122 %).

Важнейшим показателем, отражающим условия возделывания культур, наряду с продуктивностью, служит химический состав урожая, в частности, концентрация в зерне и соломе биогенных макро – и микроэлементов. В наших опытах внесение в почву вместе с семенами Микромак сопровождалось повышением накопления азота в зерне на 0,34 %, что сравнимо с применением N<sub>30</sub>. При использовании Микромак на фоне NPK содержание азота в зерне составило 2,92 %, что выше контроля на 0,51 %. Существенно также увеличение азота в зерне при применении навоза и микроэлементсодержащих удобрений на его фоне, что повышает сбор белка с единицы площади (рис. 2).

Содержание всех трех микроэлементов (Zn, Cu, Mn) в продукции невысокое, и на контрольном варианте концентрация цинка в зерне составляет 7,8, меди 1,3 и марганца 6,6 мг/кг; в соломе соответственно 2,3; 0,8 и 16 мг/кг. Применение микроэлементсодержащих удобрений Микромак и Страда N не привело к повышению накопления их в продукции. Однако совместное использование навоза, Микромак и Страда N сопровождалось достоверным увеличением выноса данных элементов с одного гектара. Так, вынос цинка зерном при этом увеличился с 29,7 г/га на контроле до 45 г/га на варианте с предпосевной обработкой семян на фоне навоза 20 т/га.

#### Выводы

1. В почвах Ульяновской области наблюдается острый дефицит содержания подвижного цинка: 98,6% обследованной площади сельскохозяйственных угодий

имеют низкую обеспеченность данным элементом. 17,6% пашни обеспечены доступным марганцем в низкой, 67,7% – средней и 14,7% – высокой степени. Почвы области в медных удобрениях практически не нуждаются, так как 98,6% площади обеспечены медью в средней (20,2%) и высокой (78,4%) степени.

2. Выявлено значительное снижение содержания доступных соединений марганца в почвах области независимо от их типа, подтипа и соответствующих показателей, от которых зависит подвижность данного элемента: по наблюдениям на 18 стационарных участках, почвы 13 из них (67%) перешли в группу низкообеспеченных. В содержании подвижных цинка и меди в пахотном слое почв заметных изменений за этот период не произошло.

3. Предпосевная обработка семян Микромак способствовала повышению урожайности зерна озимой пшеницы в среднем за 3 года на 0,20 т/га. Применение Микромак на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  повысило ее на 0,37 т/га, навоза 20 т/га – на 0,56 т/га (на контроле 3,81 т/га). Страда N по влиянию на формирование урожайности озимой пшеницы уступала Микромак.

#### **Предложение производству**

Рекомендуем сельхозтоваропроизводителям использовать при возделывании озимой пшеницы жидкие комплексные микроэлементсодержащие удобрения Микромак и Страда N в следующих дозах и способах: Микромак для предпосевной обработки семян (2 л/т); Страда N для некорневой подкормки посевов в фазе кущения – выхода в трубку в дозе 3–5 л/га.

#### **Библиографический список**

1. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.
2. Ягодин, Б.А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека / Б.Я. Ягодин, А.М. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. - 1995. - № 2. – С. 24–26.
3. Черных, Н.А. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере / Н.А. Черных, С.Н. Сидоренко. – М.: РУДН, 2003. – 430 с.

4. Соколов, О.А. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / О.А. Соколов, В.А. Черников, С.В. Лукин. – Белгород: Константа, 2008. – 188 с.

5. Лукин, С.В. Микроэлементы в почвах Белгородской области / С.В. Лукин, П.М. Абраменко // Земледелие. – 2008.- №7. – С. 21–22.

6. Исайчев, Виталий Александрович. Влияние макро- и микроэлементов в их взаимодействии на физиолого-биохимические процессы и продуктивность растений яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. биологических наук: 06.01.04 / В.А.Исайчев. – Казань, 1997. – 18 с.

7. Исайчев, В.А. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на фотосинтетическую деятельность посевов яровой пшеницы / В.А. Исайчев, А.В. Дозоров // Зерновые культуры. – 1999. – №6. – С. 12–13.

8. Костин, В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами / В.И. Костин. – Ульяновск, 1998. – 120 с.

9. Костин, В.И. К вопросу о механизме действия предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур/ В.И. Костин, В.А. Исайчев, О.В. Костин // Региональные проблемы международного сельского хозяйства. Материалы Всероссийской конференции. – Ульяновск, 2004. – Часть1. – С. 91 – 97.

10. Дозоров, А.В. Влияние предпосевной обработки семян пектином и микроэлементами на качество урожая озимой пшеницы, гороха и сои / А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // Зерновое хозяйство.- 2001. – №4. – С. 31 – 33.

11. Асмус, Вера Александровна. Влияние диатомита, макро- и микроудобрений на продуктивность яровых зерновых культур и свойства выщелоченного чернозема в Среднем Поволжье: дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.09 / В.А. Асмус. – Саратов, 2005. – 29 с.

13. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами / В.Г. Сычев, А.И. Аристархов, А.Ф. Харитонов, В.П. Толстоусов, Н.К. Ефимова, Н.И. Бушуев.

– М., 2009. – 520 с.

14. Лукин, С.В. Мониторинг содержания микроэлементов в пахотных почвах/

С.В. Лукин// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – №3. – С. 29–26.

УДК 633.63:631.87

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

**Ошкин Владимир Александрович**, аспирант кафедры «Биология, химия, ТХППР»

**Костин Владимир Ильич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Биология, химия, ТХППР»,

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, тел.: +79063924220,

e-mail: bio-kafedra@yandex.ru

**Ключевые слова:** микроэлементы-синергисты, экономическая эффективность, энергетическая эффективность, внекорневая обработка, мелафен.

В статье приведены результаты исследований по применению микроэлементов-синергистов с использованием мелафена для оценки энергетической и экономической эффективности используемых факторов. Установлено, что коэффициент энергетической эффективности на всех вариантах больше единицы. Благодаря их действию обеспечивается снижение себестоимости и увеличение рентабельности на 9,6-42,9%. Низкая материалоемкость проводимых технологических операций позволяет получать высокий экономический эффект, в результате увеличивается дополнительный чистый доход.

### Введение

Свекловодство – перспективная отрасль в зоне Среднего Поволжья. Использование регуляторов роста нового поколения и микроэлементов-синергистов с базипетальным градиентом распределения, повышающих урожайность и улучшающих технологические и экологические качества корнеплодов, весьма актуально, поэтому разработка и теоретическое обоснование данных современных технологических приёмов – один из важных резервов снижения материальных затрат на производство сахара для условий лесостепи Поволжья. Без решения этих вопросов невозможно повысить урожайность корнеплодов этой важной технической культуры. Ранее нами уже была

разработана технология, внедрение которой обеспечивает эффективность применения регуляторов роста и борной кислоты в технологии выращивания сахарной свёклы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Продуктивность фотосинтеза сельскохозяйственных культур, в том числе и сахарной свёклы, целесообразно оценивать величиной выхода полезной энергии с единицы посева.

Полезная энергия – это материализованная солнечная энергия в урожае за вычетом техногенной энергии, затраченной на производство. В агрофитоценозах, кроме энергии, фиксируемой растениями в процессе фотосинтеза и энергии, запасённой в гумусе почвы, определяющую роль играют