

ление земледелия и химизации, 1978. – С. 53-61.

2. Заикин, В.П. Механическая обработка почвы / В.П. Заикин, В.В. Ивенин, А.В. Климов. – Нижний Новгород, 1996. – С.218-219.

3. Заикин, В.П. Научные основы системы земледелия Волго-Вятского региона: учебное пособие / В.П. Заикин, В.В. Ивенин. – Нижний Новгород : НГСХА, 2003. – 100с.

4. Земледелие и его ресурсное обеспечение в современных условиях. Материалы научно- практической конференции. – Нижний Новгород : НГСХА, 2010. – С.9-19.

5. Оптимизация приемов возделывания яровой пшеницы в условиях Волго-Вятского региона / В.В. Ивенин, В.Л. Строкин, А.В. Ивенин, А.П. Саков, В.В. Осипов. – Нижний Новгород : НГСХА, 2011. – С.30-31.

УДК 631.8; 633.63

## ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФИТОРЕГУЛЯТОРА И БОРНОЙ КИСЛОТЫ

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

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

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

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.:+79084787387,

e-mail: bio-kafedra@yandex.ru

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, мелафен, борная кислота, минеральное питание, сахаристость, фиторегулятор

В работе представлены результаты трёхлетних данных и полевого вегетационного опыта по применению внекорневых подкормок мелафеном и борной кислотой на урожайность и вероятный выход сахара с единицы площади. Установлено, что под действием мелафена и борной кислоты происходит достоверное повышение урожайности и синергизма действия мелафена с бором.

### Введение

Сахарная свёкла – единственная сельскохозяйственная культура в России, обеспечивающая сырьём производство сахара, содержание которого колеблется в пределах 15,5-21 %. В связи с этим важнейшей задачей, стоящей перед аграрным комплексом Российской Федерации, является повышение урожайности и улучшение технологических качеств корнеплодов при переработке на заводе.

Одним из основных факторов, определяющих урожайность этой культуры, является минеральное питание не только макроэлементами, но и микроэлементами, в

частности бором. Под действием бора происходит не только повышение урожая, но и накопление сахарозы в корнеплодах. Перспективным направлением регулирования минерального питания являются внекорневые подкормки вегетирующих растений [1,2,3,4,5].

Для лучшей мобилизации питательных веществ и соединений бора использовали регулятор роста мелафен (меламиновая соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты) – фиторегулятор нового поколения, является полифункциональным соединением, растворим в воде. Стабильно усиливает энергетические процессы, снижает пести-

цидную нагрузку, повышает зимостойкость и засухоустойчивость растений. На сегодняшний день мелафен как по действующим концентрациям, так и по эффективности, широте действия и по функциональности не имеет в мире аналогов [6,7,8,9,10].

Выяснение механизмов ростостимулирующего эффекта мелафена показало, как и ожидалось с позиции передачи сигнала, что он обусловлен активацией энергетических процессов, в частности, дыхания и фотосинтеза, причём препарат в большей степени оказывает влияние на циклическое фотофосфорилирование [11].

### Объекты и методы исследований

На базе усовершенствованной технологии [12,13] проводилось изучение внекорневой подкормки мелафеном и борной кислотой. Опыты закладывались в специализированном свекловодческом КФХ «Сяпуков Е.Ф.» в 2011-2013 гг. Почва опытного участка чернозём выщелоченный среднетяжелый среднегумусный среднесуглинистый.

#### Схема двухфакторного опыта:

- 1) Контроль;
- 2) Мелафен;
- 3) Борная кислота;
- 4) Мелафен + борная кислота.

На полях бор содержится в пределах 0,1-0,18 (среднее 0,14), т.е. почвы КФХ бедны бором.

Обработку вегетирующих растений

проводили 0,05%-м раствором борной кислоты и 10<sup>-7</sup>%-м раствором мелафена.

Опыты закладывали в четырёхкратной повторности в коротком ротационном севообороте с чередованием культур: чёрный пар, озимая пшеница, сахарная свёкла, яровая пшеница. Площадь делянок 125 м<sup>2</sup>, учётная – 100 м<sup>2</sup>. Параллельно для достоверности результатов в 2013 г. были проведены полевые вегетационные опыты (рис. 1) по той же схеме, внекорневую подкормку проводили в те же сроки, что и полевые. Размещение вариантов в опытах систематическое последовательное. Основные и сопутствующие наблюдения проводили в соответствии со стандартными методиками. Сахарозу определяли на современном поляриметрическом сахариметре проточном АП-05.

Массу корнеплодов устанавливали весовым методом, статистическую обработку урожайных данных методом двухфакторного дисперсионного анализа [14], коэффициент синергизма по эмпирической формуле Костина-Исайчева [15].

Учитывали зональность выращивания, согласно которой вся технология выращивания сахарной свёклы адаптирована к данным почвенно-климатическим условиям, наличие гибкой системы ухода за растениями, защиту от сорняков, вредителей, болезней и внекорневую подкормку борной кислотой и мелафеном.

Таблица 1

### Урожайность сахарной свёклы за 2011-2013 гг., т/га

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средняя урожайность	Прибавка	
					т/га	% к контролю
Контроль	48,8	42,3	53,5	48,2	-	100,0
Мелафен	51,6	44,9	55,3	50,6	2,4	104,9
Бор	52,7	46,8	58,5	52,6	4,4	109,2
Мелафен + бор	54,3	49,2	61,4	55,1	6,9	114,4
НСР <sub>05</sub> фактор А – мелафен	2,37	1,74	2,64			
НСР <sub>05</sub> фактор В - бор	2,37	1,74	2,64			
Коэффициент синергизма	0	0,18	0,20	0,14		

Первую подкормку проводили в фазу 5-6 листьев в баковой смеси с гербицидами одновременно со вторым опрыскиванием, вторую – в период формирования корнеплодов.

Для защиты растений нами проводились 3 обработки гербицидами. Первую обработку – в фазу семядоли у сорняков 17-31 мая против однолетних двудольных, многолетних корнеотпрысковых и злаков. Использовали баковую смесь: Бетарен экспресс АМ – норма расхода 1,0-1,5 л/га, Центурион – 0,2-1,0 л/га, Лонтрел-300 – 0,3-0,5 л/га.

Вторую обработку проводили 8-10 июля в фазу 2-х листьев у сорняков однолетних двудольных, в том числе щирицы, мари белой в фазе 2-4 листьев, многолетних корнеотпрысковых и злаковых баковой смесью, для этой цели использовали Бетанес - 0,9-1,2 л/га, Карибу – 30 г/га, Центурион – 0,2-1,0 л/га, Лонтрел-300 – 0,3-0,5 л/га.

Третью обработку по мере отрастания сорняков 27 июня-6 июля против однолетних двудольных, многолетних корнеотпрысковых и злаковых баковой смесью: Бетанес – 0,9-1,2 л/га, Центурион – 0,2-1,0 л/га, Лонтрел-300 – 0,3-0,5 л/га. Обработку против вредителей и болезней не применяли в связи с единичностью случаев.



Рис. 1 – Вегетационный опыт

### Результаты исследований

Метеорологические условия вегетационных периодов 2011-2013 гг. были различными. Наиболее благоприятный по количеству осадков и температурному режиму был 2011 г. 2013 год был очень влажным, особенно август и сентябрь, когда осадков выпало 2,5 месячные нормы. Поэтому урожайность выше, но с низким содержанием сахарозы. Данные по урожайности приведены в табл. 1.

Влияние первого фактора по годам исследований составляет в 2011 – 32,13 %, в 2012 – 40,2%, в 2013 – 29,31 %, фактора В соответственно – 13,31; 40,22 и 19,72 %. Критерий Стьюдента 2,13.

Результаты исследований показывают, что под влиянием бора и мелафена происходит статистически достоверное повышение

Таблица 2

### Урожайность сахарной свёклы на вегетационном опыте 2013 г., кг/сосуд

Вариант	Вегетационный	Прибавка	
		кг/сосуд	% к контролю
Контроль	103,4	-	100,0
Мелафен	112,3	8,9	108,6
Бор	119,8	16,4	115,9
Мелафен + бор	127,1	23,7	122,9
НСР05 фактора А	2,64	Влияние фактора А 29,31 %, фактора В – 19,72 %	
НСР05 фактора В	2,64		
Табличный критерий Стьюдента 2,13			
Коэффициент синергизма	0 – на уровне ошибки опыта		

**Таблица 3**  
**Сахаристость корнеплодов сахарной свёклы при**  
**внекорневой подкормке за 2011-2013 гг. (в %)**

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средняя сахаристость
Контроль	17,3	16,5	15,6	16,46
Мелафен	17,9	17,0	16,2	17,03
Бор	18,0	16,9	16,0	16,97
Мелафен + бор	18,6	17,6	16,8	17,66
Коэффициент синергизма	0	0,18	0,20	0,1

**Таблица 4**  
**Доброкачественность нормального сока, по-**  
**лучаемого при переработке корнеплодов сахарной**  
**свёклы (у.е.) (2011-2013 гг.)**

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средний показатель
Контроль	84,1	85,8	83,3	84,4
Мелафен	85,0	86,2	84,2	85,1
Бор + мелафен	85,1	85,9	84,0	85,0
Бор	86,5	86,7	84,9	86,0
Коэффициент синергизма	0,21	0,44	0	0,18

урожайности в среднем за 3 года на 2,4-6,9 т/га, при урожайности на контроле 48,2 т/га. Наибольшая урожайность получена при сочетанном действии двух факторов. Коэффициент синергизма по опыту составляет 0,14.

Таким образом, результаты исследований указывают не только на достоверную прибавку урожайности, но, самое главное, происходит взаимное физиологическое усиление, т.е. синергизм действия.

Результаты полевого вегетационного опыта приведены в таблице 2. Вегетационный опыт показывает, что потенциально можно получить более 100 т корнеплодов с одного гектара при соблюдении всей технологической цепочки и обеспечении всеми минеральными веществами и регуляторами роста. В этих практически идеальных условиях происходит увеличение урожайности на 8,6-22,9 %.

#### **Сахаристость и качество корнепло-** **дов**

Главный показатель биохимических качеств корнеплодов сахарной свёклы – количественное содержание сахарозы. Выход

сахара на сахарном заводе в первую очередь зависит от сахаристости корнеплодов и доброкачественности нормального и очищенного сока, поэтому основными критериями при оценке свеклосырья являются эти показатели. Результаты исследований по сахаристости приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что под влиянием внекорневых подкормок происходит увеличение сахаристости в среднем за три года на 0,51-1,20 % при средней сахаристости 16,46 %. Следует отметить, во все годы исследований наблюдается синергетический эффект мелафена и бора, за исключением 2011 г., где наблюдается аддитивность действия, т.е. сложение эффектов.

Содержание сахарозы было выше в 2011 г., а наименьшая сахаристость во влажном 2013 г., особенно в августе и сентябре, когда осадков выпало в 2,5 раза больше средней многолетней нормы. Повышенная влажность почвы и воздуха создали оптимальные условия питания, благоприятствовали более интенсивным процессам роста листьев и корнеплодов, но уменьшили накопление сахарозы в корнеплодах.

Внекорневая подкормка оказала влияние и на доброкачественность нормального сока. Результаты исследований приведены в табл. 4.

Данные таблицы 4 показывают, что доброкачественность нормального сока колеблется от 84,4 у.е. на контроле до 86,0 у.е. под действием двух факторов. Под влиянием используемых веществ происходит улучшение нормального сока.

Следует отметить, что под влиянием сочетанного действия мелафена с борной кислотой происходит взаимное усиление, т.е. синергизм действия, в среднем за годы исследований коэффициент синергизма составляет 0,18, исключение составляет 2013 г., где этот эффект на уровне аддитивности. Наилучший сок получен в 2012 году. Во влажном 2013 г. этот показатель ниже уров-

Таблица 5

Вариант	Вероятный выход сахарозы, т/га				Прибавка	
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Сред. выход	т/га	% к контролю
Контроль	8,4	6,9	8,3	7,86	0	100,0
Мелафен	9,2	7,6	8,9	8,56	0,7	108,9
Бор	9,5	7,9	9,4	8,93	1,1	113,6
Мелафен + бор	10,3	8,6	10,4	9,76	1,9	124,1
Коэффициент синергизма	0	0	0,15	0,06		

ня 2011-2012 гг. Таким образом, двухкратную внекорневую подкормку можно использовать как метод повышения содержания сахарозы в корнеплодах и улучшения доброкачественности нормального сока.

За счёт одновременного повышения сахарозы и урожая увеличивается и сбор сахара с единицы площади. Результаты приведены в табл. 5.

Данные показывают, что в 2011 г. и 2013 г. результаты примерно одинаковые, это связано с тем, что в 2011 г. содержание сахарозы выше, а в 2013 г. урожайность выше.

По выходу сахара наблюдается положительная динамика сочетанного действия этих двух факторов, в двух случаях аддитивный эффект, а в 2013 году и в среднем за 3 года синергетический эффект действия. Вероятный выход сахарозы увеличивается на 8,9-24,1 %.

Таким образом, при использовании мелафена и бора в качестве внекорневых подкормок увеличивается сбор сахара на 0,7-1,9 т/га, при урожайности на контроле 7,86 т/га.

В результате такого рода взаимодействия происходит интенсивное образование сахарофосфатов, увеличивается способность бора образовывать с моносахаридами такие комплексы, как *d*-фруктоза, *d*-галактоза,  $\alpha$ - и *d*-глюкоза, увеличивающие биосинтез сахарозы и её накопление в корнеплодах.

Таким образом, мелафен, как и фитогормоны, обладает полифункциональностью действия, что способствует повышению урожайности и улучшению технологических качеств корнеплодов.

#### Выводы

На основании наших исследований

можно сделать предварительные выводы:

1. Применение внекорневой подкормки способствует статистически достоверному повышению урожайности на 4,9-14,4 %.
2. Под влиянием мелафена и борной кислоты улучшаются технологические качества корнеплодов за счёт увеличения сахарозы и доброкачественности нормального сока, увеличивается выход сахара на 8,9-24,1 %.
3. Установлено, что мелафен и борная кислота (анионы этих соединений) являются синергистами, коэффициенты синергизма колеблются от 0 до 0,44.

#### Библиографический список

1. Жердецкий, И.Н. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на продуктивность сахарной свёклы и содержание в ней микроэлементов / И.Н. Жердецкий, А.С. Заришняк, А.В. Ступенко // Агрохимия. – 2010. – №10. – С. 20-27.
2. Ксенз, Л.И. Некорневая подкормка свёклы / Л.И. Ксенз, С.И. Руцкая // Сахарная свёкла. – 1983. – №6. – С. 30-31.
3. Костин, О.В. Влияние внекорневой подкормки на технологические качества сахарной свёклы / О.В. Костин, Е.Е. Сяпуков, И.А. Сяпуков // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества продукции. Мичуринск: Изд. ФГОУ ВПО Мич. ГАУ, 2007, Т.1 – С. 124-127
4. Костин, В.И. Влияние предуборочной внекорневой подкормки на качество и технологические показатели сахарной свёклы / В.И. Костин, А.Г. Мулянов // Энергосберегающие технологии в растениеводстве //

Пенза. 2005. – С. 66-68.

5. Костин, В.И. Использование бора для улучшения технологических качеств сахарной свёклы / В.И. Костин, А.Г. Мулянов // Энергосберегающие технологии в растениеводстве. – 2005 – С. 68-70

6. Пат. 2158735 Российская Федерация, МПК C07D251/54, C07F9/30, A01N57/24, A01N43/68. Меламиновая соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты (мелафен) в качестве регулятора роста и развития растений и способ ее получения / Фаттахов С.Г., Лосева Н.Л., Резник В.С., Коновалов А.И., Алябьев А.Ю., Гордон Л.Х., Зарипова Л.П.; заявители и патентообладатели Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН; Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН. - № 99115552/04; заявл. 13.07.1999; опубл. 10.11.2000. – 2 с.: 14 ил., 9 табл.

7. Антонова, Т.А. Влияние мелафена на зимостойкость озимой ржи / Т.А. Антонова, С.Г. Фаттахов / Международный сборник «Регуляторы роста и развития растений» М.: МСХА, 2001. – С. 209-210

8. Антонова, Т.А. Использование мелафена для охраны популяции озимой ржи от загрязнения ядохимикатами / Т.А. Антонова // Сборник «Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях техногенного загрязнения экосистем» - Казань, 2002. – 4.2. – С. 151-153.

9. Фаттахов, С.Г. Мелафен – перспективный регулятор роста растений для сельского хозяйства и биотехнологии / С.Г. Фаттахов, В.С. Резник, А.И. Коновалов // Сборник

материалов Всероссийского семинара-совещания. – Казань, 2006. – С. 3-12.

10. Костин, В.И. Результаты исследований по применению мелафена при возделывании сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, О.В. Костин, В.А. Исайчев // Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания. – Казань, 2006. – С. 35-37.

11. Лосева, Н.Л. Исследование влияния фосфорорганического соединения мелафена на рост и энергетические процессы клеток хлореллы / Н.Л. Лосева, О.А. Кешмю, А.Ю. Алябьев, А.Х. Гордон, В.И. Трибунслих // Сборник материалов Всероссийского семинара-совещания. – Казань, 2006. – С. 12-15.

12. Костин, В.И. Технология возделывания сахарной свёклы в КФХ «Аметист» Цильнинского района Ульяновской области / В.И. Костин, Е.Е. Сяпуков, И.В. Сяпуков // Нива Поволжья. – №2 (3). – 2007. – С. 7-9.

13. Костин, В.И. Совершенствование технологии возделывания сахарной свёклы в условиях Ульяновской области : практические рекомендации / В.И. Костин, Е.Е. Сяпуков, О.Г. Музурова. – Ульяновск : УГСХА, 2010. – 58 с.

14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 6-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 2011. – 352 с.

15. Костин, В.И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, В.А. Исайчев, О.В. Костин. – М.: Изд. «Колос», 2006. – 290 с.