

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 633.63:631.8:574.24  
DOI 10.23648/UMBJ.2017.26.6229

### ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДООБМЕНА РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ

В.И. Костин, В.А. Ошкин

ФГБОУ ВО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина»,  
г. Ульяновск, Россия

e-mail: oshkin@yahoo.com

*Цель – определить изменение показателей водообмена растений сахарной свеклы под действием внекорневой подкормки регулятором роста «Мелафен» и нереутилизуемыми микроэлементами.*

*Материалы и методы. Проведены исследования по изучению влияния внекорневых подкормок регуляторами роста и нереутилизуемыми микроэлементами на показатели водного дефицита и вододерживающей способности растений сахарной свеклы.*

*Показателями напряженности водного режима растений служат водный дефицит и дефицит относительной тургесцентности ткани. В обоих случаях сравнивали содержание воды в растительной ткани с количеством ее в той же ткани, находящейся в состоянии полного тургора.*

*За вегетационный период 2015 г. были выбраны три точки (3 июля, 25 июля, 20 августа) для отбора растительных образцов и проведения лабораторных анализов.*

*Результаты. При использовании регуляторов роста и микроэлементов значения показателя водного дефицита снижались, тем самым повышалась относительная тургесцентность тканей растений. Потеря воды растениями в контрольном варианте во всех трех точках отбора превосходила остальные варианты. То есть при применении внекорневой подкормки возрастала вододерживающая способность: 8 июля на 32 %, 25 июля на 28 %, 20 августа на 8 %. Таким образом, при использовании подкормки можно прогнозировать засухоустойчивость растений.*

*Заключение. В результате проведения внекорневых подкормок улучшились показатели водного режима. Вододерживающая способность растений, выращенных при вегетационном опыте, повышалась засухоустойчивость, выживаемость и продуктивность растений. Таким образом, повышалась экологическая пластичность растений сахарной свеклы к неблагоприятным факторам среды, проявляющимся в виде высоких атмосферных температур, недостаточного содержания почвенной влаги.*

**Ключевые слова:** сахарная свекла, внекорневая подкормка, «Мелафен», нереутилизуемые микроэлемента, водный дефицит, вододерживающая способность.

**Введение.** В тканях растений вода составляет 70–95 % сырой массы. Обладая уникальными свойствами, вода играет первостепенную роль во всех процессах жизнедеятельности. Роль воды в целом организме весьма многообразна. При снижении ее содержания в клетках и тканях (например, в спорах, семенах при их полном созревании) до критического уровня живые структуры переходят в состояние анабиоза.

Регуляция водного режима растений осуществляется комплексом взаимосвязанных внешних и внутренних факторов. Внешние факторы, контролируемые водные потоки, включают влажность воздуха, содержание воды в почве, температуру, освещенность и др. Неблагоприятные условия внешней среды: плохая водообеспеченность растений, низкие и высокие температуры и недостаток элементов минерального питания – могут

существенным образом повлиять на транспорт воды и снизить оводненность клеток и тканей растения [1].

Дефицит влаги в растениях действует на такие процессы, как поглощение воды, корневое давление, транспирация, фотосинтез, дыхание, ферментативная активность растений, рост, развитие и др. Влияние водного дефицита на метаболические процессы в значительной мере зависит от длительности действия.

Под влиянием почвенной и атмосферной засухи тормозится также отток ассимилятов из листьев в другие органы [2].

Растения испытывают водный дефицит, когда скорость транспирации превосходит скорость поглощения воды корневой системой. Снижение содержания воды в клетках при водном дефиците и сопутствующее обезвоживанию увеличение концентрации ионов в цитоплазме вызывают различного рода нарушения в структуре и функциях биополимеров, в частности происходит денатурация белков и подавляется их ферментативная активность, изменяется структура липидного бислоя мембран и нарушается их целостность на клеточном уровне. Водный дефицит выражается в потере тургора [1].

Проводить определение показателей водообмена у растений, в особенности в условиях недостаточного увлажнения, крайне важно, поскольку нередко наблюдаются продолжительные периоды без осадков и засухи.

**Цель исследования.** Определить изменение показателей водообмена растений сахарной свеклы под действием внекорневой подкормки регулятором роста «Мелафен» и нереутилизирующимися микроэлементами.

**Материалы и методы.** Полевые и вегетационные опыты проводились в специализированном свекловодческом хозяйстве Е.Ф. Сяпукова в Цильнинском районе Ульяновской области. Объектом исследования являлись вегетирующие растения сахарной свеклы (*Beta vulgaris*) гибрида «манон».

Первая внекорневая подкормка сахарной свеклы проводилась в фазу 5–6 настоящих листьев в баковой смеси одновременно со вторым опрыскиванием гербицидами, вторая подкормка – в период формирования корне-

плода [3–5]. Растворы нереутилизирующихся [6, 7] микроэлементов готовили в концентрации 0,05 %: бор (в виде борной кислоты –  $H_3BO_3$ ), цинк (в виде сульфата цинка –  $ZnSO_4$ ), марганец (в виде сульфата марганца –  $MnSO_4$ ). Концентрация раствора «Мелафена» –  $1 \times 10^{-7}$  % [8].

Опыт выполнялся по схеме из следующих вариантов:

- 1) контроль;
- 2) «Мелафен»;
- 3)  $H_3BO_3$ ;
- 4)  $ZnSO_4$ ;
- 5)  $MnSO_4$ ;
- 6)  $H_3BO_3$  + «Мелафен»;
- 7)  $ZnSO_4$  + «Мелафен»;
- 8)  $MnSO_4$  + «Мелафен»;
- 9)  $ZnSO_4 + MnSO_4$ ;
- 10)  $H_3BO_3 + ZnSO_4$ ;
- 11)  $H_3BO_3 + MnSO_4$ ;
- 12)  $ZnSO_4 + MnSO_4 + H_3BO_3$ ;
- 13)  $ZnSO_4 + MnSO_4$  + «Мелафен»;
- 14)  $H_3BO_3 + ZnSO_4$  + «Мелафен»;
- 15)  $H_3BO_3 + MnSO_4$  + «Мелафен»;
- 16)  $ZnSO_4 + MnSO_4 + H_3BO_3$  + «Мелафен».

Вегетационный опыт проводили в аналогичных условиях.

В научной лаборатории ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА были определены исследуемые показатели водного дефицита растений и водоудерживающей способности растений методом «завядания» по Арланду [9].

**Результаты и обсуждение.** Показателями напряженности водного режима растений служат водный дефицит и дефицит относительной тургесцентности ткани. В обоих случаях сравнивали содержание воды в растительной ткани с количеством ее в той же ткани, находящейся в состоянии полного тургора.

Для полного насыщения клеток влагой листья выдерживали в воде. Общее содержание воды определяли высушиванием листьев при 100–105 °С.

За вегетационный период 2015 г. были выбраны три точки (3 июля, 25 июля, 20 августа) для отбора растительных образцов и проведения лабораторных анализов. Полученные данные представлены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что при использовании регуляторов роста и микроэлементов значе-

ния показателя водного дефицита снижались, тем самым повышалась относительная тургесцентность тканей растений.

Определение водоудерживающей способности основывалось на учете потери воды завядающими растениями. Отобранные растения аккуратно взвешивали. Взвешивания повторяли через 30 мин, 1 ч 30 мин и 2 ч.

Убыль в массе показывала абсолютное количество воды, которое теряли испытуемые растения.

Результаты исследований представлены графически на рис. 2–7.

Аналогичная картина была получена в 2014 г. [10].

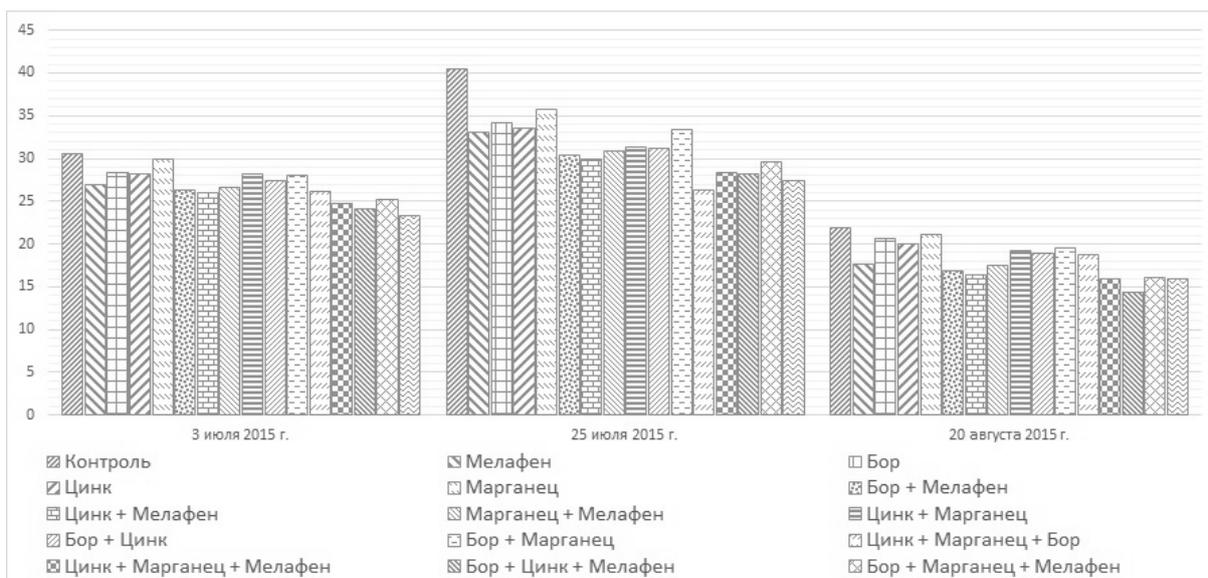


Рис. 1. Водный дефицит растений сахарной свеклы за вегетационный период 2015 г.

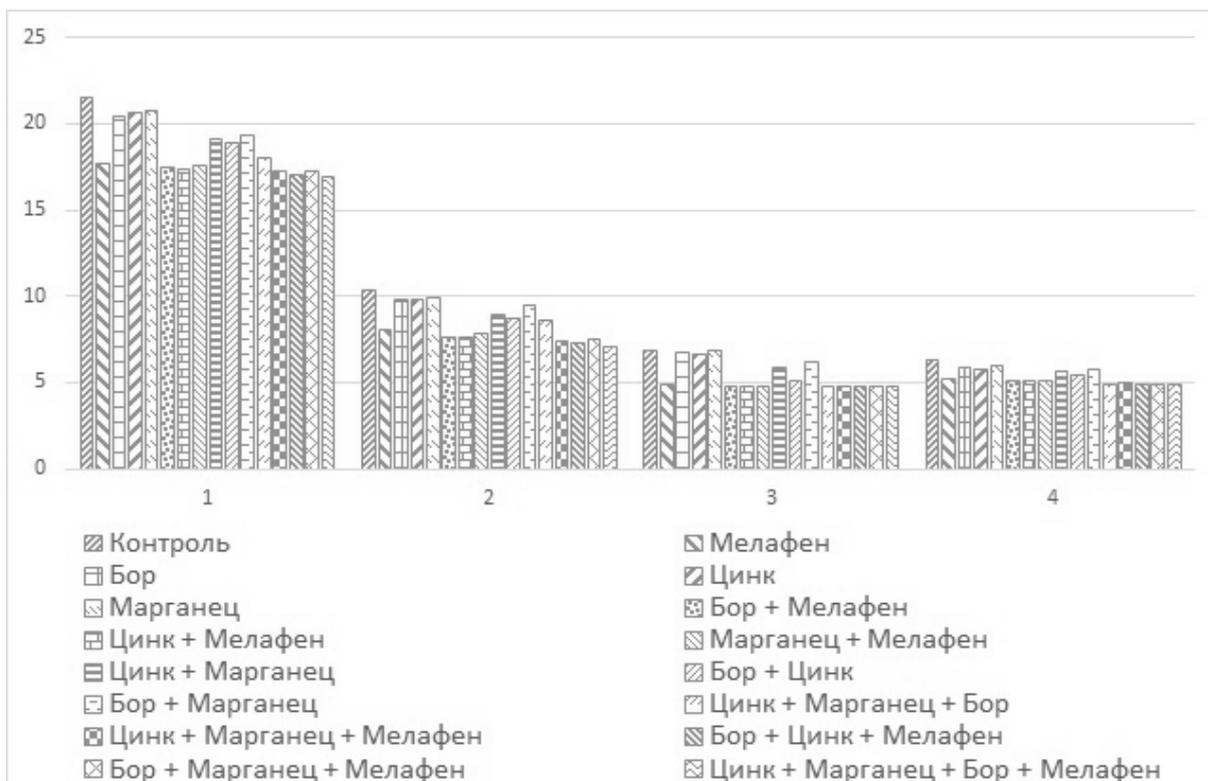


Рис. 2. Потеря воды листьями сахарной свеклы, % от массы (3 июля 2015 г.)

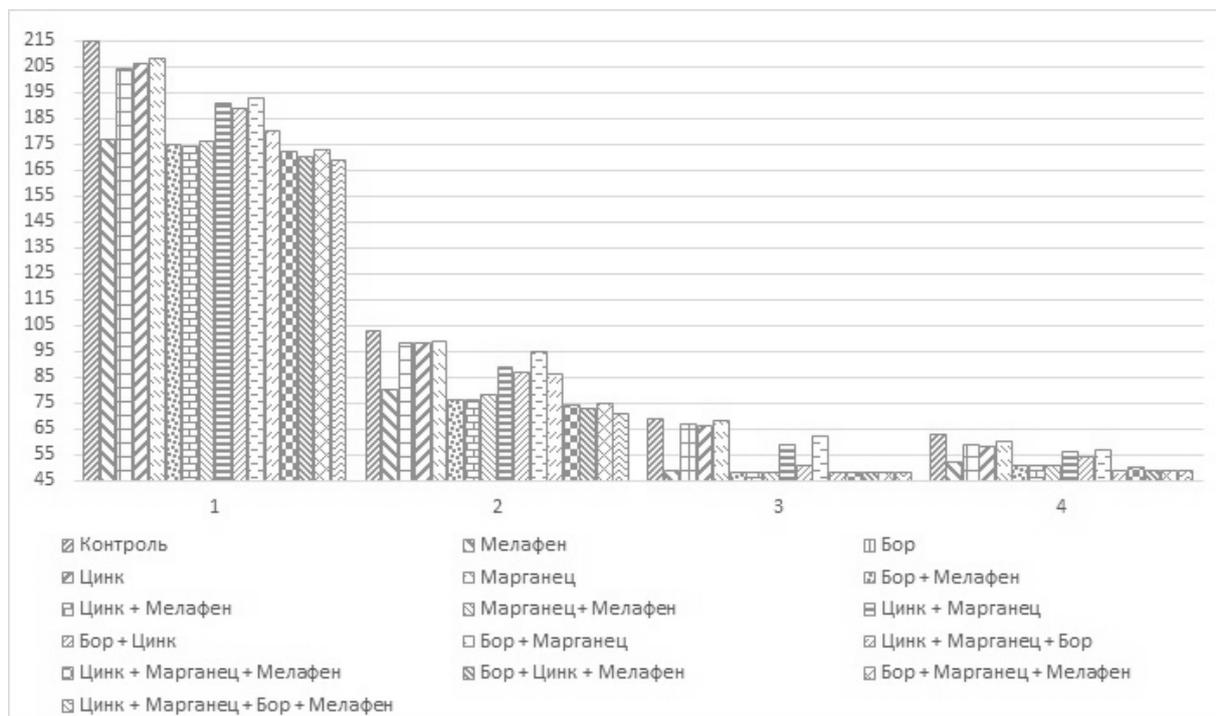


Рис. 3. Потеря воды листьями сахарной свеклы, г/кг (3 июля 2015 г.)

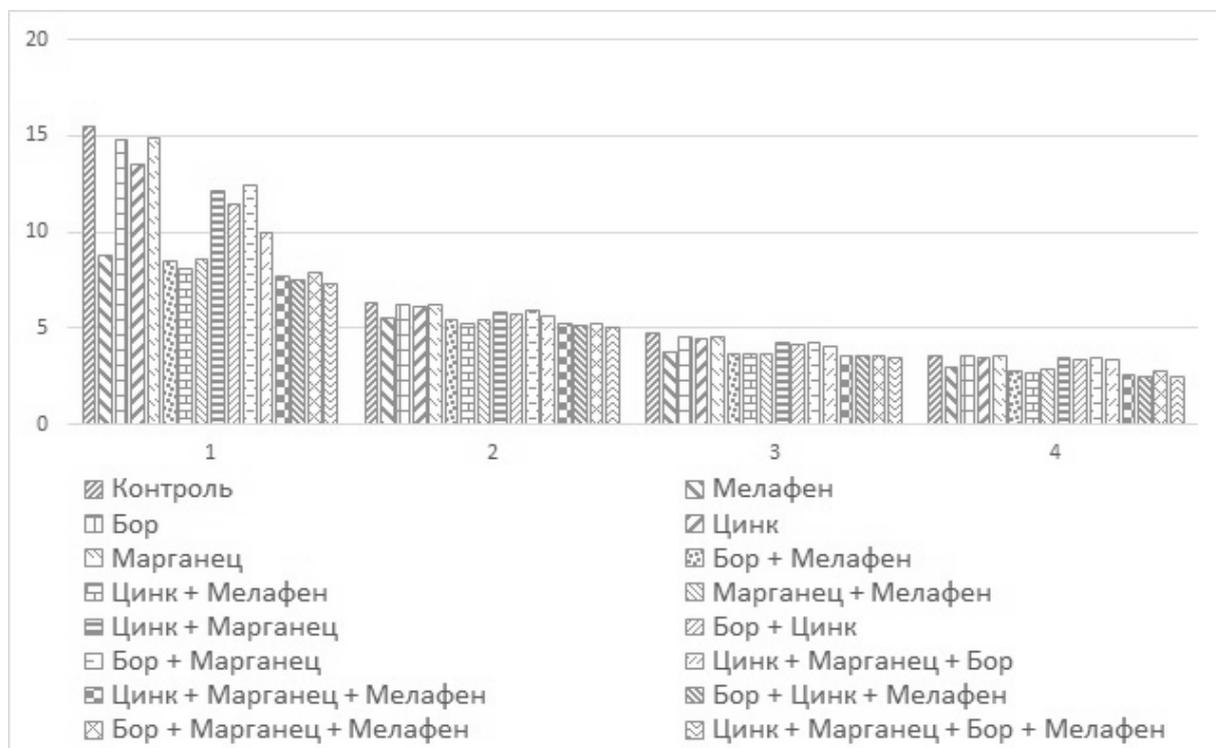


Рис. 4. Потеря воды листьями сахарной свеклы, % от массы (25 июля 2015 г.)

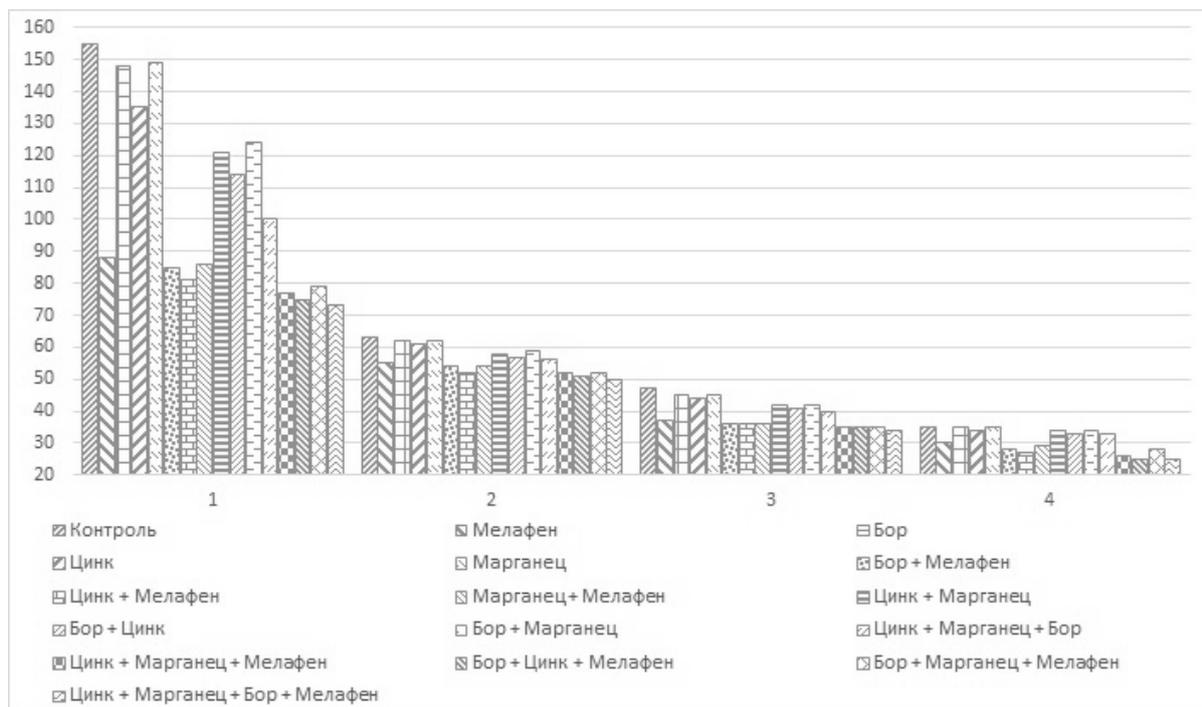


Рис. 5. Потеря воды листьями сахарной свеклы, г/кг (25 июля 2015 г.)

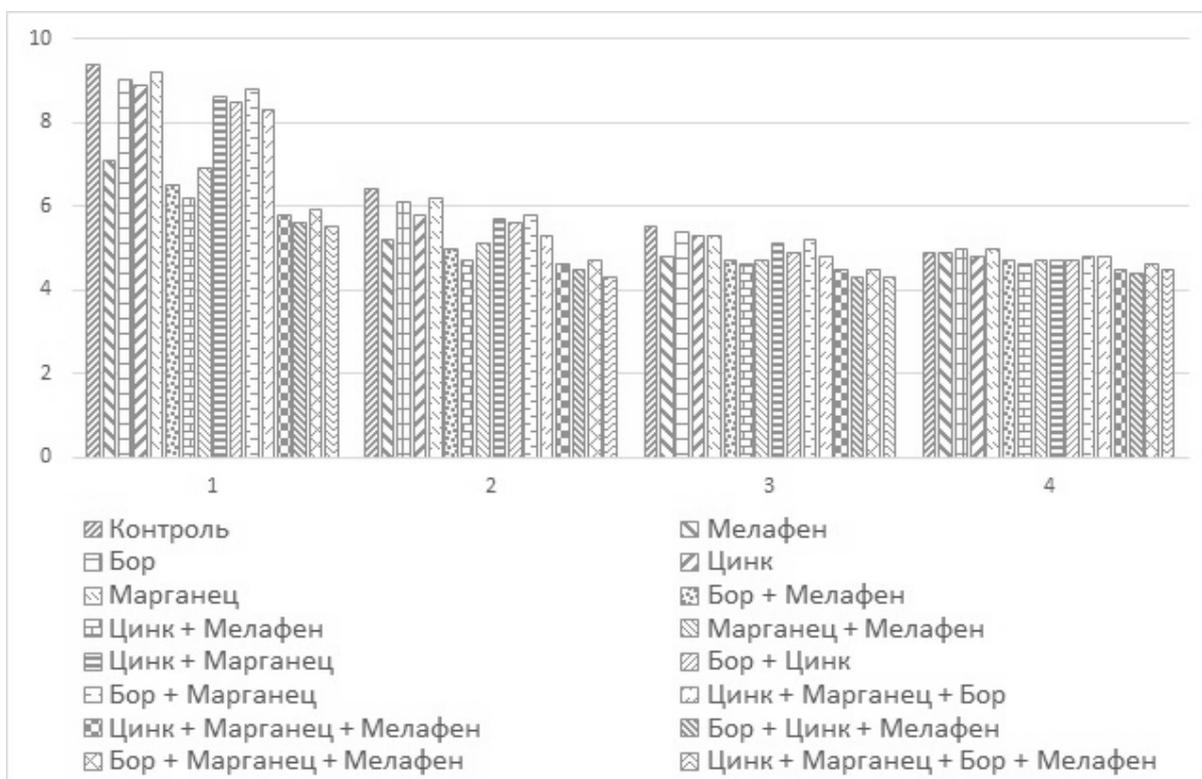


Рис. 6. Потеря воды листьями сахарной свеклы, % от массы (20 августа 2015 г.)

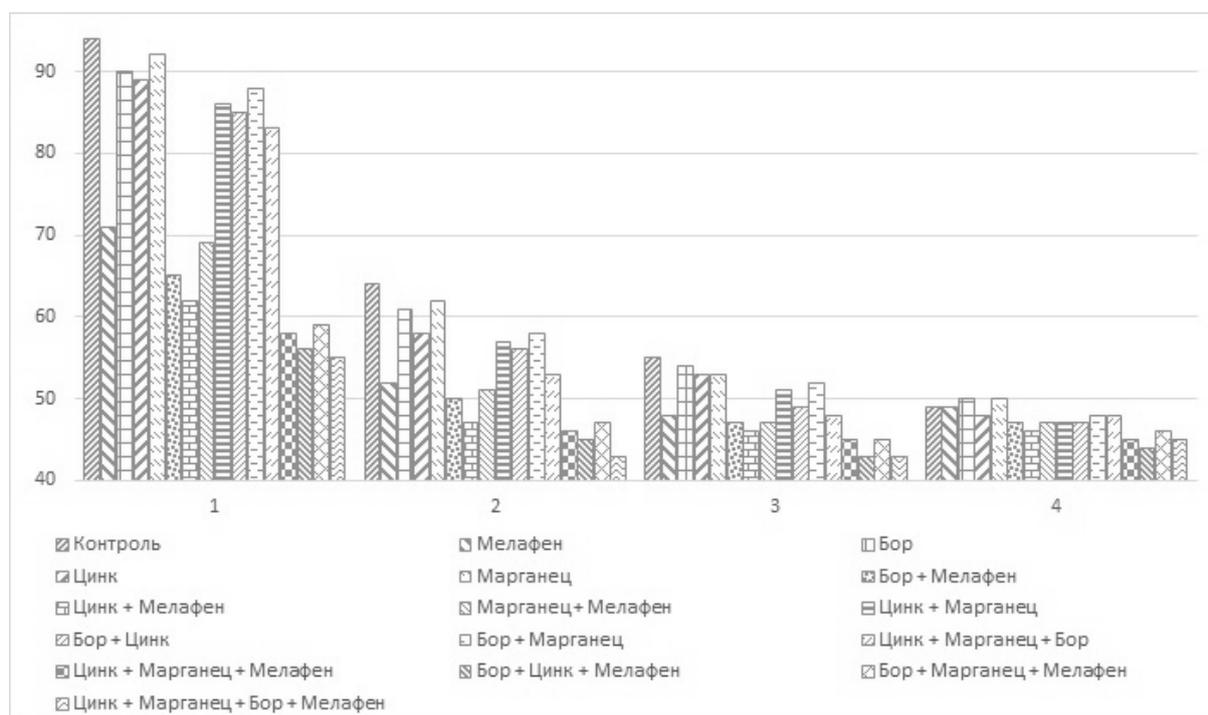


Рис. 7. Потеря воды листьями сахарной свеклы, г/кг (20 августа 2015 г.)

Из рис. 2–7 видно, что потеря воды растениями в контрольном варианте во всех трех точках отбора превосходила остальные варианты. То есть при применении внекорневой подкормки возрастала водоудерживающая способность: 8 июля на 32 %, 25 июля на 28 %, 20 августа на 8 %. Таким образом, при использовании подкормки можно прогнозировать засухоустойчивость растений.

**Заключение.** В результате проведения внекорневых подкормок регулятором роста «Мелафен» и нереутилизирующимися микроэлементами: бором, цинком и марганцем –

улучшались показатели водного режима. Улучшение водоудерживающей способности растений повышало засухоустойчивость, выживаемость и продуктивность растений. В конечном итоге это приводило к повышению урожайности, улучшению качественных показателей, более высокому содержанию сахарозы в корнеплодах. Таким образом, повышалась экологическая пластичность растений сахарной свеклы к неблагоприятным факторам среды, проявляющимся в виде высоких атмосферных температур, недостаточного содержания почвенной влаги.

### Литература

1. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф., Ермаков И.П., ред. Физиология растений: учебник для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия»; 2005. 640.
2. Полевой В.В. Физиология растений: учебник для биологических специальностей вузов. М.: Высшая школа; 1989. 464.
3. Костин В.И., Исайчев В.А., Ошкин В.А., Федорова И.Л. Внекорневая подкормка сахарной свеклы и качество корнеплодов. Сахарная свекла. 2015; 2: 28–31.
4. Костин В.И., Ошкин В.А., Сяпуков Е.Е. Экологическая и биохимическая оценка применения регуляторов роста и микроэлементов в свекловодстве. Вестник Российской академии естественных наук. 2014; 6 (14): 46–53.
5. Ошкин В.А., Костин В.И., Смирнова Н.В. Влияние внекорневой подкормки на технологические качества корнеплодов. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016; 1 (33): 72–75.

6. Костин В.И., Исайчев В.А., Ошкин В.А. Изучение взаимодействия микроэлементов и мелафена на технологические качества корнеплодов сахарной свеклы. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014; 4 (28): 64–69.
7. Ошкин В.А. Использование нереутилизирующихся микроэлементов для внекорневой подкормки сахарной свеклы. Научное обеспечение АПК. Итоги и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; 2013; 1: 100–102.
8. Фаттахов С.Г., Лосева Н.Л., Резник В.С., Коновалов А.И., Алябьев А.Ю., Гордон Л.Х., Зарипова Л.П. Патент РФ № 2158735; 2000.
9. Третьяков Н.Н., ред. Практикум по физиологии растений: учебное издание. 3-е изд. М.: Агропромиздат; 1990. 271.
10. Костин В.И., Ошкин В.А., Музурова О.Г. Возможности активации продукционного процесса и повышения засухоустойчивости сахарной свеклы. Сахарная свекла. 2014; 10: 30–33.

## WATER EXCHANGE INDEX ALTERATIONS IN SUGAR BEET UNDER EXTRA ROOT TOP DRESSING

V.I. Kostin, V.A. Oshkin

*Ulyanovsk State Agricultural Academy named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia*

e-mail: oshkin@yahoo.com

*The objective of the work is to determine the change in indicators of sugar beet water exchange under the influence of extra root top dressing using growth-regulating chemical Melafen and non-recyclable microelements.*

*Materials and Methods. The authors studied the influence of extra root top dressing by growth-regulating chemicals and non-recyclable microelements on water deficiency and water-storage capacity of sugar beet. Water deficiency and deficiency in relative tissue water content can be the indices of plant water stress regime. In both cases the authors compared water-ratio in normal plant tissue and in plants under turgor pressure.*

*During 2015-growing period three points (July 3, July 25, August 20) for plant sampling and laboratory analyses were chosen.*

*Results. Water deficiency rates decreased while using growth-regulating chemicals and microelements. Therefore, plant tissue relative turgidity increased. Plant water loss in control group is the highest at all three points. In other words, while using extra root top dressing the water-retaining capability increases: July 8 – by 32 %, July 25 – by 28 %, August 20 – by 8 %. Thus, if top dressing is used it is possible to predict plant drought resistance.*

*Conclusion. The water regime parameters improved when using extra root top dressing. Water-storage capacity of plants grown in greenhouse trial increased drought resistance, survival and plant performance. Thus, it is possible to increase the bionomic flexibility of sugar beets to unfavorable environmental factors, such as high atmospheric temperatures and insufficient soil moisture.*

**Keywords:** *sugar beet, extra root top dressing, Melafen, non-recyclable microelements, water deficiency, water-storage capacity.*

### References

1. Alekhina N.D., Balnokin Yu.V., Gavrilenko V.F., Ermakov I.P., red. *Fiziologiya rasteniy: Uchebnik dlya studentov vuzov* [Plant physiology: textbook for college students]. Moscow: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya»; 2005. 640 (in Russian).
2. Polevoy V.V. *Fiziologiya rasteniy: uchebnik dlya biologicheskikh spetsial'nostey vuzov* [Plant physiology: textbook for Biology students]. Moscow: Vysshaya shkola; 1989. 464 (in Russian).
3. Kostin V.I., Isaychev V.A., Oshkin V.A., Fedorova I.L. *Vnekornevaya podkormka sakharnoy svekly i kachestvo korneplodov* [Extra root top dressing of sugar beet and quality of root crops]. *Sakharnaya svekla*. 2015; 2: 28–31 (in Russian).

4. Kostin V.I., Oshkin V.A., Syapukov E.E. Ekologicheskaya i biokhimicheskaya otsenka primeneniya regulyatorov rosta i mikroelementov v sveklovodstve [Ecological and biochemical assessment of growth-regulating chemicals and microelements in sugar beet growing]. *Vestnik Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk*. 2014; 6 (14): 46–53 (in Russian).
5. Oshkin V.A., Kostin V.I., Smirnova N.V. Vliyanie vnekornevoy podkormki na tekhnologicheskie kachestva korneplodov [Influence of extra root top dressing on the technological quality of root crops]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2016; 1 (33): 72–75 (in Russian).
6. Kostin V.I., Isaychev V.A., Oshkin V.A. Izuchenie vzaimodeystviya mikroelementov i melafena na tekhnologicheskie kachestva korneplodov sakharnoy svekly [Examining microelements and Melafen interaction on technological qualities of sugar beet root crops]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2014; 4 (28): 64–69 (in Russian).
7. Oshkin V.A. Ispol'zovanie nereutiliziruyushchikhsya mikroelementov dlya vnekornevoy podkormki sakharnoy svekly [Using non-recycling microelements for extra root top dressing of sugar beet] *Nauchnoe obespechenie APK. Itogi i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu FGBOU VPO Izhevskaya GSKhA*. [Scientific support of agribusiness industry. Results and possibilities: Proceedings of the International science-to-practice conference devoted to 70<sup>th</sup> anniversary of Izhevsk State Agricultural Academy]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy; 2013; 1: 100–102 (in Russian).
8. Fattakhov S.G., Loseva N.L., Reznik V.S., Kononov A.I., Alyab'ev A.Yu., Gordon L.Kh., Zaripova L.P. *Patent RF №2158735; 2000* (in Russian).
9. Tret'yakov N.N., editor. *Praktikum po fiziologii rasteniy: uchebnoe izdanie* [Manual on plant physiology: educational edition]. 3-e izd. Moscow: «Agropromizdat»; 1990. 271 (in Russian).
10. Kostin V.I., Oshkin V.A., Muzurova O.G. Vozmozhnosti aktivatsii produktsionnogo protsessa i povysheniya zasukhoustoychivosti sakharnoy svekly [Possibilities of productional process activation and increase in sugar beet drought resistance]. *Sakharnaya svekla*. 2014; 10: 30–33 (in Russian).