

Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения микроэлементных удобрений при возделывании сахарной свеклы

Е. В. Жеряков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Растениеводство и лесное хозяйство»

А. В. Носов, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Финансы и информатизация бизнеса»

С. А. Семина, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 440014, Пенза, Ботаническая, 30

✉ zheryakov.e.v@pgau.ru

Резюме. Исследования проводили с целью оценки энергоэффективности и экономической целесообразности применения некорневой подкормки микроэлементными удобрениями гибридов сахарной свеклы разных генотипов в 2020–2022 гг. на черноземе выщелоченном среднесуглинистом Пензенской области. Объекты изучения: микроэлементные удобрения ПОЛИДОН БОР, ПОЛИДОН ЦИНК, ПОЛИДОН МОЛИБДЕН, ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ. Контроль – обработка водой. Гибриды сахарной свеклы: РМС 121; Предатор; БТС 590. Повторность четырехкратная. Некорневая обработка микроэлементными удобрениями проводилась трижды за вегетацию: в фазе 4...6 пар листьев, 8...10 пар листьев и за 20 дней до уборки. Учетная площадь деланки – 54 м². Предшественник – озимая пшеница. Норма посева – 120 тыс. шт./га. На все деланки опыта под культивацию вносили минеральные удобрения в дозе N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Экономическую и энергетическую оценку осуществляли по общепринятым рекомендациям. Урожайность корнеплодов гибрида Предатор на 13,7 % превышала гибрида нормального типа РМС 121 и на 27,1 % – гибрида сахаристого типа БТС 590. Относительно варианта без подкормки максимальная прибавка урожайности получена при листовой обработке микроэлементным удобрением ПОЛИДОН БОР – 13,7...18,7 %. По энергосодержанию в урожае гибрида Предатор на 20,2...33,3 % превышает гибриды нормального и сахаристого типов. Больше энергонакопление отмечено при применении борных и марганцевых удобрений. Эти же варианты выделились и по энергоэффективности. Наибольший условный чистый доход получен при листовой подкормке ПОЛИДОН БОР, ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ и ПОЛИДОН МОЛИБДЕН, прирост составил 7,4...16,9 %.

Ключевые слова: сахарная свекла, микроэлементные удобрения, энергетическая эффективность, доход.

Для цитирования: Жеряков Е. В., Носов А. В., Семина С. А. Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения микроэлементных удобрений при возделывании сахарной свеклы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (67). С. 29-35. doi 10.18286/1816-4501-2024-3-29-35

Economic and bioenergetic efficiency of microelement fertilizer application for sugar beetroot cultivation

E. V. Zheryakov, A. V. Nosov, S. A. Semina

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University
440014, Penza, 30 Botanicheskaya St. 30

✉ zheryakov.ev@pgau.ru

Abstract. This research was carried out to assess the energy efficiency and economic feasibility of foliar treatment with microelement fertilizers for sugar beet hybrids of different genotypes in 2020-2022 on leached medium loamy black soil of Penza region. Objects of the current research included: microelement fertilizers POLYDON BORON, POLYDON ZINC, POLYDON MOLYBDENUM, POLYDON MANGANESE. Control – treatment with water. Sugar beetroot hybrids: RMS 121; Predator; BTS 590. Repetition is fourfold. Foliar treatment with microelement fertilizers was carried out three times during the growing season: in the phase of 4...6 pairs of leaves, 8...10 pairs of leaves and 20 days before harvesting. The record area of the experimental plot was 54 m². The forecrop was winter wheat. The seeding amount is 120 thousand pcs/ha. Mineral fertilizers were applied to all experimental plots before cultivation at a dose of N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Economic and energy assessments were carried out according to generally accepted recommendations. The yield of root crops of Predator hybrid was 13.7% higher than yield of the normal type hybrid RMS 121 and 27.1% higher than the sugary type hybrid BTS 590. Compared to the variant without fertilizing, the maximum increase in yield was obtained by foliar treatment with microelement fertilizer POLYDON BORON – 13.7...18.7 %. In terms of energy content in the harvest, Predator hybrid was 20.2...33.3% higher than normal and sugar-type hybrids. More energy accumulation was observed when using boron and manganese fertilizers. Moreover, the same variants also were distinguished in terms of energy

efficiency. It was proved that the largest income could be obtained from foliar treatment with POLYDON BORON, POLYDON MANGANESE and POLYDON MOLYBDENUM, the increase was 7.4...16.9 %.

Keywords: sugar beetroot, microelement fertilizers, energy efficiency, income

For citation: Zheryakov E. V., Nosov A. V., Semina S. A. Economic and bioenergetic efficiency of microelement fertilizer application for sugar beetroot cultivation // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 29-35 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-29-35

Введение

Сахарная свекла – техническая, сахароносная сельскохозяйственная культура, корнеплоды которой являются основным материалом для работы перерабатывающих предприятий, производящих сахар и другие продукты. Основная задача сельхозтоваропроизводителей, выращивающих сахарную свеклу, – в условиях рыночной экономики получение дополнительного дохода при продаже корнеплодов [1, 2]. Исследователи указывают, что «продукционный генетический потенциал возделываемых сортов и гибридов сахарной свёклы используется не полностью, а факторами, ограничивающими его, являются неблагоприятные погодные условия и несбалансированное минеральное питание. Наряду с макро- и мезоэлементами, сахарной свекле необходимы микроэлементы. Добавление микроэлементов не только способствует увеличению урожая корнеплодов, но также повышает эффективность применения минеральных удобрений [3, 4]. При возделывании сахарной свёклы большое значение придается внекорневым подкормкам. Это позволяет проводить корректировку питания в отдельные периоды вегетации [5, 6, 7]. По мнению многих авторов, один из способов повышения урожайности корнеплодов и их качеств – это проведение внекорневых подкормок. Применение комплексных микроэлементных удобрений в небольших количествах является экономически обоснованным приемом [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. В статье Жердецкого И.Н., Заришняк А.В., Ступенко А.С. (2010) указано, что «наиболее доступными для растений являются микроэлементы в форме комплексонов (хелатов)» [15].

В работах Минаковой О.А., Косякина П.А., Александровой Л.В. (2022), Путилина Л.Н., Косякин П.А., Лазутина Н.А. (2018), Путилиной Л.Н., Гаврина Д.С., Кульневой Н.Г. (2020) отмечено: «...хелаты микроэлементов отличаются пролонгированностью действия, малой токсичностью, высокой усвояемостью растениями и низкими дозами внесения» [16, 17, 18].

Урожайность и экономико-энергетические показатели являются обязательными критериями оценки новых технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур. Оценка различных агроприемов по коэффициенту энергетической эффективности считается более правдивой в складывающихся экономических условиях, когда имеет место постоянное колебание стоимости материалов и услуг.

Цель исследований – определение экономической и биоэнергетической эффективности применения комплексных микроэлементных удобрений для

некорневой обработки сахарной свеклы разных генотипов.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2020–2022 гг. в условиях Пензенской области на черноземе выщелоченном среднесуглинистом. Объекты изучения: микроэлементные удобрения ПОЛИДОН БОР (0,5 л/га); ПОЛИДОН ЦИНК (0,5 л/га); ПОЛИДОН МОЛИБДЕН (0,3 л/га); ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ (0,5 л/га). Изучаемые микроэлементные удобрения использовали для некорневой обработки гибридов сахарной свеклы разных генотипов: РМС 121, Предатор, БТС 590. Повторность в опыте – четырехкратная. Учетная площадь делянки – 54 м². Предшественник – озимая пшеница. Экономическую эффективность определяли с помощью технологических карт, используя стандартные нормативы (Полунин Г.А., Гарист А.В., Князева Р.И. Методические рекомендации по определению экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе. М.: АНО «НИЦПО», 2007. 32 с.). Биоэнергетическую оценку проводили по методике Э.Ф. Вафиной, П.Ф. Сутыгину (Вафина Э.Ф., Сутыгин П.Ф. Энергетическая оценка эффективности приемов технологий возделывания полевых культур: учебное пособие. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. 62 с.)

Результаты

Технология возделывания сахарной свеклы считается одной из самых энергоресурсоемких, поэтому, снижение не только экономических, но и энергетических затрат на ее возделывание будет содействовать повышению прибыльности производства. В энергетическом аспекте оценка применения микроэлементных удобрений проводилась путем соотношения совокупных энергетических затрат на возделывание сахарной свеклы и энергетической ценности урожая корнеплодов. Данные об энергетической эффективности методов выращивания гибридов сахарной свеклы различных генотипов приведены в таблице 1. Применение любого внедряемого приема технологии возделывания должно оцениваться по его экономическому эффекту, по полученному доходу и уровню рентабельности затрат (табл. 2).

Анализ урожайных данных показал, что наибольший сбор корнеплодов получен при возделывании гибрида урожайного типа Предатор. В среднем по вариантам его урожайность на 6,51 т/га или 13,7 % превышала гибрид нормального типа РМС 121, и на 11,50 т/га или 27,1 % – гибрид сахаристого типа БТС 590.

В годы проведения исследований максимальной урожайности достигали гибриды при некорневой обработке ПОЛИДОН БОР. В этом варианте сбор корнеплодов вырос на 6,01...7,27 т/га или 13,7...18,7 %.

На втором месте по уровню прибавок варианты с листовой подкормкой ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, где прирост урожайности варьировал от 4,99 до 5,89 т/га или от 11,4 до 12,5 %.

Следует отметить, что большие абсолютные прибавки к контролю обеспечил гибрид урожайного типа Предатор, однако относительный прирост был выше у гибрида сахаристого типа БТС 590. Фолиарная обработка микроэлементным удобрением ПОЛИДОН МОЛИБДЕН способствовала росту урожайности корнеплодов на 3,63...5,04 т/га или 9,4...10,2 % и по размеру абсолютной прибавки была более эффективна для гибрида урожайного типа.

Варианты с некорневой обработкой вегетирующих растений ПОЛИДОН ЦИНК по сбору корнеплодов превосходили контроль на 6,0...6,2 %, а размер абсолютных прибавок составил 2,64...3,10 т/га.

Проведенное исследование показало, что применение комплексных удобрений с

микроэлементами в хелатной форме существенно влияет на экономические и энергетические показатели при возделывании гибридов различной направленности.

Затраты энергии зависели как от вида удобрения, так и от гибрида сахарной свеклы. Как показал проведенный расчет, наиболее энергозатратным было возделывание гибрида Предатор. Совокупные затраты антропогенной энергии на единицу площади посева при его возделывании были на 13,8 % выше, чем у РМС121, и на 27,1 % превышали возделывание гибрида БТС 590. Но этот же гибрид характеризовался за счет большей урожайности максимальным выходом энергии, накопленной в урожае. Следует отметить, что выход энергии зависел как от урожайности, так и от содержания сухого вещества в продукции. По энергонакоплению урожаем гибрид Предатор значительно, на 20,2...33,3 %, превышает выход энергии при возделывании гибридов нормального и сахаристого типа. Гибриды всех генотипов больше энергии аккумулировали в урожае при некорневой обработке посевов ПОЛИДОН БОР и ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, прибавка к контролю составила 15,4...26,4 %.

Таблица 1. Энергетическая оценка применения микроэлементных удобрений при возделывании сахарной свеклы

Микроэлементные удобрения	Урожайность, т/га	Суммарные энергетические затраты, ГДж/га	Энергетическая ценность урожая, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент	Себестоимость энергии урожая, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
РМС 121							
Контроль	43,75	125,56	213,50	87,39	1,70	0,61	0,70
ПОЛИДОН БОР	49,76	142,81	262,23	119,42	1,84	0,54	0,83
ПОЛИДОН ЦИНК	46,39	133,13	240,76	107,63	1,81	0,55	0,81
ПОЛИДОН МОЛИБДЕН	48,22	138,39	246,87	108,48	1,79	0,56	0,78
ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ	48,74	139,88	269,96	130,08	1,83	0,52	0,93
Предатор							
Контроль	49,64	142,47	269,05	126,58	1,89	0,53	0,89
ПОЛИДОН БОР	56,82	163,07	312,51	149,44	1,92	0,52	0,92
ПОЛИДОН ЦИНК	52,74	151,36	283,74	132,38	1,88	0,53	0,87
ПОЛИДОН МОЛИБДЕН	54,68	156,93	294,18	137,25	1,95	0,53	0,87
ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ	55,53	159,37	310,41	151,04	1,95	0,51	0,95
БТС 590							
Контроль	38,71	111,10	192,00	80,90	1,73	0,58	0,73
ПОЛИДОН БОР	45,98	131,96	242,31	110,35	1,84	0,54	0,84
ПОЛИДОН ЦИНК	41,35	118,67	219,57	100,90	1,85	0,54	0,85
ПОЛИДОН МОЛИБДЕН	42,34	121,52	223,13	101,61	1,84	0,54	0,84
ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ	43,54	124,96	225,97	101,01	1,81	0,55	0,81

Таблица 2. Экономическая эффективность применения микроэлементных удобрений при возделывании сахарной свеклы

Микроэлементные удобрения	Затраты на возделывание, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
РМС 121				
Контроль	32350	144375	112025	347
ПОЛИДОН БОР	38649	164208	125559	324
ПОЛИДОН ЦИНК	34468	153087	118219	339
ПОЛИДОН МОЛИБДЕН	37716	159126	121410	322
ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ	40301	160841	120540	299
Предатор				
Контроль	36704	163812	127108	346
ПОЛИДОН БОР	43862	187506	143644	327
ПОЛИДОН ЦИНК	41963	174042	132079	315
ПОЛИДОН МОЛИБДЕН	42471	180444	137973	324
ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ	45313	183249	137936	304
БТС 590				
Контроль	28622	127743	99121	346
ПОЛИДОН БОР	35820	151734	115914	324
ПОЛИДОН ЦИНК	31126	136455	105329	338
ПОЛИДОН МОЛИБДЕН	33313	139722	106409	319
ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ	36354	143682	107328	295

В этих вариантах гибриды РМС 121 и БТС-590 обеспечили прирост величины чистого энергетического дохода на 24,8...48,8 % по сравнению с контролем. Гибрид урожайного типа характеризовался меньшим уровнем прибавок – 18,0...19,3 %.

«Энергоэффективность применения того или иного технологического приема достаточно объективно характеризует биоэнергетический коэффициент, отношение аккумулированной урожаем энергии к энергетическим затратам на его производство» [4]. Как показал анализ полученных данных, для гибрида нормального типа РМС 121 большая энергоэффективность отмечена при применении ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, обеспечившего рост величины биоэнергетического коэффициента на 13,5 % по сравнению с контролем. В остальных вариантах с микроэлементными удобрениями прирост составил 4,7...8,2 % с преимуществом применения ПОЛИДОН БОР. Для гибрида урожайного типа наибольший коэффициент полезного действия получен при некорневой обработке посевов ПОЛИДОН БОР и ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, однако разница с контролем составила лишь 1,6...3,2 %. У гибрида сахаристого типа биоэнергетический коэффициент при применении ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, наоборот, был самым низким. – 1,81. Энергоэффективность применения других видов удобрений на посевах гибрида сахаристого типа была примерно равной, по сравнению с контролем она увеличилась на 0,11...0,12 ед. или 4,6...6,9 %. При возделывании сахарной свеклы разных генотипов, несмотря на большие затраты энергии в вариантах с некорневой подкормкой, биоэнергетический коэффициент был выше, чем на контроле. Он варьировал от 1,78 до 1,95, а значит, данная технология возделывания является энергосберегающей и энергетически оправданной.

Себестоимость энергии урожая независимо от генотипа гибрида наиболее высокой была в

контрольном варианте. В зависимости от вида удобрения и гибрида отмечены особенности. Так у гибридов нормального и урожайного типов меньшая энергетическая себестоимость получена при применении ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, а у гибрида БТС 590 все варианты с микроэлементными удобрениями были практически равноценны и себестоимость на 5,4...7,4 % ниже контроля.

Расчеты показали, что применение удобрений с микроэлементами было эффективным. На посевах гибридов нормального и урожайного типов лучшими по этому показателю были варианты с применением ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, коэффициент энергетической эффективности на 0,06...0,23 ед. превышал контроль. Вариант с внесением ПОЛИДОН БОР показал хорошие результаты в повышении урожайности и качества сахарной свеклы. Обработка ПОЛИДОН БОР способствует улучшению питательного режима растений, активизации обменных процессов, а также укреплению иммунитета растений, что в итоге благоприятно сказывается на их росте и развитии. Важно отметить, что энергетическая оценка показала эффективность использования ПОЛИДОН БОР в возделывании сахарной свеклы, что делает этот вариант привлекательным для сельскохозяйственных предприятий. Для гибрида сахаристого типа БТС 590 в варианте с ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, наоборот, разница с контролем была наименьшей, 0,08 ед., тогда как в других вариантах она составила 0,11...0,12 ед.

Как показал расчет, при некорневой обработке посевов удобрениями с микроэлементами отмечается увеличение затрат на возделывание. Для всех гибридов свеклы, по сравнению с контролем, максимум роста затрат отмечен при некорневой обработке ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ – 23,4...27,0 % к контролю, а минимальный рост получен при применении ПОЛИДОН ЦИНК – 7,8...14,3 %. Как видно из приведенных данных в таблице 2, некорневая

обработка за счет роста урожайности корнеплодов способствовала получению большего условно чистого дохода. У всех гибридов наибольший условный чистый доход получен при листовой подкормке ПОЛИДОН БОР, ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ и ПОЛИДОН МОЛИБДЕН. По сравнению с контролем условно чистый доход вырос на 7,4...16,9 %. Применение ПОЛИДОН ЦИНК было менее эффективным, рост условно чистого дохода в зависимости от гибрида варьировал от 3,9 до 6,3 % по отношению к контролю. Анализ таблицы 2 показывает, что при применении микроэлементных удобрений отмечается снижение уровня рентабельности. Данная экономическая оценка позволяет сделать предположение о том, что использование микроэлементных удобрений не всегда является оптимальным вариантом для повышения эффективности возделывания гибридов сахарной свеклы. В данном случае, вариант без добавления микроэлементных удобрений оказался менее затратным. Применение некорневой подкормки снижало рентабельность на 8...51 %. А наименее рентабельным было применение ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, уровень рентабельности по сравнению с контролем снизился на 42...51 %.

Обсуждение

В сложившихся экономических условиях страны выращивание сахарной свеклы является наиболее энерго- и экономически затратным. Об этом свидетельствуют результаты исследований, проведенных в различных регионах страны [1, 2, 4, 19]. В связи с этим уменьшение экономических и энергетических затрат на ее возделывание при одновременном росте урожайности является важнейшей задачей отрасли растениеводства. Проведенные нами исследования показали, что применение микроэлементных удобрений способствует росту урожайности корнеплодов сахарной свеклы на 6,0...18,7 % и, независимо от генотипа гибрида, преимущество имела некорневая обработка удобрением ПОЛИДОН БОР. Расчеты показали, что

большим энергонакоплением отличались посевы с некорневой обработкой ПОЛИДОН БОР и ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ. Применение микроэлементных удобрений увеличивало коэффициент энергетической эффективности на 0,06...0,23 ед. В вариантах с некорневой подкормкой микроэлементными удобрениями биоэнергетический коэффициент также был выше, чем на контроле (на 0,03...0,14 ед.), что свидетельствует о том, что их применение является энергетически оправданным. При применении микроэлементных удобрений отмечен рост условно чистого дохода, а преимущество было за обработкой посевов ПОЛИДОН БОР. По сравнению с контролем в вариантах с некорневой подкормкой гибрида РМС 121 он увеличился на 6,194...13,534 тыс. руб. Для гибрида урожайного типа Предатор рост величины условно чистого дохода составил 4,971...16,536 тыс. руб., а гибрид сахаристого типа БТС 590 обеспечил прибавку 6,208...16,793 тыс. руб. по отношению к контролю. Однако при применении микроэлементных удобрений отмечается снижение уровня рентабельности, а менее рентабельной была некорневая подкормка ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ.

Заключение

При возделывании сахарной свеклы наиболее энергетически выгодным было применение микроэлементных удобрений на гибриде Предатор. Максимальное количество энергии в урожае накоплено при некорневой обработке посевов микроэлементными удобрениями ПОЛИДОН БОР и ПОЛИДОН МАРГАНЕЦ, прибавка к контролю составила 20,2...33,3 %.

Применение микроэлементных удобрений способствовало росту условно чистого дохода с единицы площади вследствие увеличения урожайности корнеплодов, но снижало рентабельность производства на 8...51 %. Более высокий условно чистый доход на посевах всех гибридов сахарной свеклы был получен при некорневой подкормке ПОЛИДОН БОР.

Литература

1. Воронин А. Н., Соловиченко В. Д., Логвинов И. В. Экономическая оценка систем земледелия при выращивании сахарной свеклы В ЦЧР // Сахарная свекла. 2019. №8. С. 4-8.
2. Аристархов А. Н., Яковлева Т. А. Агрохимическая и агроэкономическая эффективность применения борных удобрений разными способами под сахарную свеклу (*Beta vulgaris* L. var. *Sacharifera* Alef.) // Агрохимия. 2019. №2. С. 21-36.
3. Семина С. А., Остробородова Н. И. Комплексные удобрения и элементы структуры урожайности яровой пшеницы // Роль вузовской науки в решении проблем АПК: сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции посвященная 90-летию со дня рождения профессора Г.Б. Гальдина. Том I. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. С. 134-135.
4. Жеряков Е. В., Семина С. А. Формирование продуктивных агроценозов сахарной свеклы при применении микроэлементных удобрений в условиях Среднего Поволжья: монография. Пенза: ПГАУ, 2023. 187 с.
5. Долгополова Н. В., Нагорных А. В. Филимонов П. С. Внекорневая подкормка сахарной свеклы микроудобрениями // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 9. С. 47-51.
6. Дроздова В. В., Булдыкова И. А., Шеуджен А. Х. Агрохимическая оценка применения макро- и микроудобрений при возделывании сахарной свеклы в Западном Предкавказье // Плодородие. 2019. № 1 (106). С. 8-11.

7. Бурунов А. Н., Васин В. Г., Новиков А. В. Продуктивность яровой пшеницы и ячменя при применении удобрений и стимуляторов роста // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 20-25.
8. Zheryakov E. V., Semina S. A., Gavryushina I. V. Duration of Storage and Quality of Sugar Beet Roots // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Science. 2018. Т. 9. № 3. Р. 1096-1100.
9. Внекорневая подкормка агрофитоценоза сахарной свеклы и технологические качества корнеплодов / В. И. Костин, Ф. А. Мударисов, С. Н. Решетникова и др. // Сахарная свекла. 2020. № 3. С. 44-46.
10. Якомаскин С. С., Каргин В. И., Зубарев А. А. Минеральное питание как основа физиологических процессов, происходящих в растениях // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2 (62). С. 36-42.
11. Гущина В. А., Смирнов А. А., Смирнов А. Д. Применение микроэлементных удобрений на технической конопле сорта Сурская и их влияние на содержание каннабиноидов // Нива Поволжья. 2021. № 1 (58). С. 3-10.
12. Малышко А. В., Семашко И. Н., Луговцов В. В. Некорневые подкормки микроудобрениями – важный резерв повышения продуктивности сахарной свёклы // Сахар. 2020. № 6. С. 47-49.
13. Минакова О. А., Косякин П. А., Александрова Л. В. Эффективность различных видов подкормки сахарной свеклы в ЦЧР // Сахар. 2019. № 3. С. 52-55.
14. Семина С. А., Жеряков Е. В., Жерякова Ю. И. Особенности роста растений сахарной свеклы при использовании различных полифункциональных регуляторов роста растений // Нива Поволжья. 2022. № 2 (62). С. 1008.
15. Жердецкий И. Н., Заришняк А. В., Ступенко А. С. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на продуктивность сахарной свеклы и содержание в ней макроэлементов // Агрохимия. 2010. № 10. С. 20-27.
16. Минакова О. А., Косякин П. А., Александрова Л. В. Удобрение сахарной свеклы в центрально-черноземном районе РФ // Агрохимия. 2022. №1. С. 10-20.
17. Путилина Л. Н., Косякин П. А., Лазутина Н. А. Влияние микроудобрений в хелатной форме на технологическое качество и продуктивность сахарной свёклы в условиях ЦЧР // Сахар. 2018. № 3. С. 42-45.
18. Путилина Л. Н., Гаврин Д. С., Кульнева Н. Г. Формирование технологического качества корнеплодов сахарной свеклы под действием внекорневых подкормок // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. №. 1. С. 49-58.
19. Исмагилов К. Р. Анализ зависимости формирования урожайности сахарной свеклы от гидротермических ресурсов // Нива Поволжья. 2024. № 1(69). С. 1006. doi:10.36461/NP.2024.69.1.013.

References

1. Voronin A. N., Solovichenko V. D., Logvinov I. V. Economic assessment of agricultural systems of sugar beets cultivation in the Central Black-Soil zone // Sugar beetroot. 2019. No. 8. P. 4-8.
2. Aristarkhov A. N., Yakovleva T. A. Agrochemical and agro-economic efficiency of application of boron fertilizers in different ways for sugar beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *Sacharifera* Alef.) // Agrochemistry. 2019. No. 2. P. 21-36.
3. Semina S. A., Ostroborodova N. I. Complex fertilizers and elements of the structure the yield of spring wheat // The role of university science in solving problems of the agro-industrial complex: a collection of articles of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of Professor G.B. Galdin birthday. Volume I. Penza: Publishing house of PSAU, 2018. P. 134-135.
4. Zheryakov E. V., Semina S. A. Formation of productive agrocenoses of sugar beetroot with microelement fertilizers treatment under conditions of the Middle Volga region: monograph. Penza: PSAU, 2023. 187 p.
5. Dolgoplova N. V., Nagornykh A. V., Filimonov P. S. Root feeding of sugar beetroot with fertilizers // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2021. No. 9. P. 47-51.
6. Drozdova V. V., Buldykova I. A., Sheudzhen A. Kh. Agrochemical evaluation of application of macro- and micronutrient fertilizers in cultivation of sugar beetroot on leached black soil of Western Ciscaucasia // Soil Fertility. 2019. No. 1 (106). P. 8-11.
7. Burunov A. N., Vasin V. G., Novikov A. V. Productivity of spring wheat and barley when using fertilizers and growth stimulants // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2020. No. 1 (49). P. 20-25.
8. Zheryakov E. V., Semina S. A., Gavryushina I. V. Duration of storage and quality of sugar beet roots // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Science. 2018. Vol. 9, No. 3. P. 1096-1100.
9. Kostin V. I., Mudarisov F. A., Reshetnikova S. N., Guseva I. T. Foliar top dressing of sugar beetroot agrophytocenosis and technological qualities of root crops // Sugar beetroot. 2020. No. 3. P. 44-46.
10. Yakomaskin S. S., Kargin V. I., Zubarev A. A. Mineral nutrition as the basis of physiological processes occurring in plants // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2023. No. 2 (62). P. 36-42.
11. Gushchina V. A., Smirnov A. A., Smirnov A. D. Application of micro-element fertilizers on industrial hemp (Surskaya variety) and their effect on the content of cannabinoids // Volga Region Farmland. 2021. No. 1 (58). P. 3-10.
12. Malysheko A. V., Semashko I. N., Lugovtsov V. V. Foliar application with microfertilizers is an important treatment for increasing the sugar beet productivity // Sugar. 2020. No. 6. P. 47-49.

13. Minakova O. A., Kosyakin P. A., Aleksandrova L. V. Efficiency of various types of treatment for sugar beet in the Central Black-Soil zone // Sugar. 2019. No. 3. P. 52-55.
14. Semina S. A., Zheryakov E. V., Zheryakova Yu. I. Growth characteristics of sugar beetroot plants when applying different polyfunctional plant growth regulators // Volga Region Farmland. 2022. No. 2 (62). P. 1008.
15. Zherdetsky I. N., Zarishnyak A. V., Stupenko A. S. Foliar treatment efficiency of microfertilizer application on productivity of sugar beetroot and the content of macroelements in it // Agrochemistry. 2010. No. 10. P. 20-27.
16. Minakova O. A., Kosyakin P. A., Aleksandrova L. V. Sugar Beetroot Fertilizing in the Central Black-Soil zone // Agrochemistry. 2022. No. 1. P. 10-20.
17. Putilina L. N., Kosyakin P. A., Lazutina N. A. The influence of microfertilizers in chelated form on the technological quality and productivity of sugar beetroot in the conditions of the Central Black-Soil zone // Sugar. 2018. No. 3. P. 42-45.
18. Putilina L. N., Gavrin D. S., Kulneva N. G. Formation of sugar beet root technological quality under the influence of foliar application // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy nutrition products. 2020. No. 1. P. 49-58.
19. Ismagilov K. R. Analysis of the dependence of yield formation of sugar beet on hydrothermal resources // Volga Region Farmland. 2024. No. 1 (69). P. 1006. doi:10.36461/NP.2024.69.1.013.