

Влияние внекорневых подкормок и основной обработки почвы на технологическое качество современных гибридов сахарной свёклы

Л.Н. ПУТИЛИНА, канд. с/х. наук (e-mail: lputilina@bk.ru)

П.А. КОСЯКИН, канд. с/х. наук (e-mail: kosyakinp@mail.ru)

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

Введение

В настоящее время свекловодство является крупной отраслью сельскохозяйственного производства, характерной особенностью которой в последние годы стало расширение сортимента гибридов. Получение высоких урожаев сахарной свёклы обусловливается полным использованием климатических ресурсов, плодородия почвы и выполнением всех элементов технологии возделывания. Однако сам по себе гибрид, как и любой другой элемент технологии, ещё не гарантирует того, что проблема эффективного возделывания свекловичной культуры будет решена [1]. Следует учитывать, что генетический потенциал продуктивности гибридов в зависимости от почвенно-погодных, организационно-хозяйственных и агротехнических условий используется обычно на 40–60 % [2]. Только при неукоснительном соблюдении технологии возделывания во всей её полноте гибриды сахарной свёклы способны наиболее полно реализовать свои потенциальные возможности [3]. Так, от основной обработки почвы зависит совокупность её физических свойств (влажность, уплотнение и т. д.), оказывающих влияние на развитие растений, распростране-

ние заболеваний, засорённость, что в конечном итоге определяет почвенное плодородие, урожайность и качественные характеристики корнеплодов сахарной свёклы [4, 5].

Повышение урожайности и улучшение технологического качества корнеплодов невозможно без полной обеспеченности растений питательными веществами. В процессе вегетации сахарная свёкла использует разные элементы питания (макро-, мезо- и микроэлементы). Но потребность в большинстве из них не удовлетворяется за счёт почвенных запасов и внесения удобрений вследствие способности почвы связывать элементы в недоступное растениям состояние [6]. Поэтому при возделывании свекловичной культуры большое значение придается внекорневым (листовым) подкормкам [7]. В литературе имеются многочисленные сведения о применении сельхозпроизводителями в качестве внекорневых подкормок сахарной свёклы препаратов на основе микроэлементов [8, 9].

На данный момент наиболее технологичными считаются микроудобрения в хелатной форме, когда микроэлементы находятся в соединениях с комплексообразующими веществами: EDTA (этилен-

диамин-тетрауксусная кислота) и ДТРА (диэтилен-триаминпентауксусная кислота). Микроэлементы в хелатной форме при внекорневой подкормке лучше усваиваются растениями и практически не конкурируют друг с другом в растворе (отсутствует эффект антагонизма ионов) в отличие от простых солей этих элементов [10–12].

В качестве внекорневой подкормки используют и биологически активные препараты, в частности гуматы, в основе которых лежат свойства гуминовых кислот образовывать водорастворимые соли с натрием, калием и аммонием. Под действием гуматных препаратов в растении происходит интенсификация физико-химических и биохимических процессов: возрастает энергия клетки, оптимизируются физико-химические свойства протоплазмы, усиливается фотосинтез и дыхание, ускоряется деление клеток. Благодаря внесению гуматов активно развивается корневая система, усиливается корневое питание и поглощение влаги, повышается устойчивость растений к различным болезням и неблагоприятным факторам внешней среды – перепадам температуры, засухе, переувлажнению, сильному ветру [13–14].

На сегодняшний день основная обработка почвы и коррекция минерального питания за счёт внесения внекорневых подкормок являются важными элементами интенсивной технологии возделывания современных гибридов сахарной свёклы, что позволяет одновременно при повышенной урожайности получить сырьё высокого технологического качества, в наибольшей степени отвечающего требованиям переработки.

Цель исследований

В связи с вышеизложенным целью исследований было изучение технологических показателей гибридов сахарной свёклы отечественной и иностранной селекции в зависимости от системы основной обработки почвы и внесения внекорневых подкормок по вегетирующим растениям культуры.

Материалы и методы исследований

Исследования по данной теме проведены в 2019–2020 гг. в стационарном опыте ФГБНУ ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова, заложенном в 1985 г. в звене «чёрный пар – озимая пшеница – сахарная свёкла» 9-польного зерносвекловичного севооборота.

Вегетационные периоды свекловичной культуры в 2019 и 2020 гг. характеризовались малым количеством осадков – 206,3 и 135,3 мм соответственно, что на 135,2 и 234,7 мм (или 39,6 и 63,4 %) ниже среднеголетних значений. Следует также отметить неравномерное подекадное распределение осадков по каждому месяцу исследуемых вегетационных периодов, что не могло не отразиться на формировании качественных характеристик корнеплодов сахарной свёклы.

Изучены две системы обработки почвы:

А – глубокая отвальная обработка (или глубокая вспашка) под

все культуры севооборота: озимую пшеницу по клеверу, ячмень, однолетние травы на глубину 20–22 см, кукурузу и чёрный пар на глубину 25–27 см, сахарную свёклу на глубину 30–32 см по схеме улучшенной ябьи;

Г – безотвальная (плоскорезная) обработка под все культуры севооборота – озимую пшеницу по клеверу, ячмень, однолетние травы на глубину 20–22 см, кукурузу и чёрный пар на глубину 25–27 см, сахарную свёклу на глубину 30–32 см.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный с содержанием гумуса в пахотном слое 5,6 %, $pH_{\text{вод.}} = 5,5–5,7$.

В качестве основного минерального удобрения применяли азофоску (16:16:16), которую вносили под сахарную свёклу в звене с чёрным паром перед основной обработкой почвы в дозе $N_{160}P_{160}K_{160}$. Навоз использовали в количестве 50 т/га в чёрном пару в звене «пар – озимая пшеница – сахарная свёкла». Всего на 1 га севооборотной площади внесено $N_{59}P_{59}K_{59} + 11$ т навоза.

Методом расщеплённых делянок были заложены варианты с внекорневыми подкормками препаратами из Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации [15]. В качестве микроудобрения в хелатной форме применяли препарат «Здравень-аква», разработанный ООО «Ваше хозяйство» (г. Нижний Новгород, государственный регистрационный номер 1941-10-206-212-0-0-0-1 от 01.01.2000), в составе которого содержатся (%): N – 3; P – 1,6; K – 5,5; Mg – 0,4; B – 0,006; Mn – 0,008; Zn – 0,004; Cu – 0,005; Mo – 0,001; Fe – 0,01. Микроэлементы Mn, Zn, Cu находятся в форме хелатов.

В качестве микроудобрения в гуматной форме использовали

препарат «Биогумус» (торговая марка «Сила жизни», г. Саратов, государственный регистрационный номер 274-18-451-1 от 21.11.2014), в состав которого входят (%): гуминовые кислоты – 15; фульвокислоты – 15; аминокислоты – 12; витамины – B₁, B₃, B₁₂; глюконовая кислота – 3; полисахариды – 5; гидроксикарбоновые кислоты – 35; N – 8; P₂O₅ – 3; K₂O – 4; Mg – 1; B – 0,5; Co – 0,02; Fe – 1; Mn – 0,6; Mo – 0,02; Zn – 0,8.

Растворы препаратов внекорневых подкормок вносили из расчёта 1 л/га двукратно (первое внесение – в фазу 4–6 пар листьев) с интервалом в две недели.

Повторность опыта трёхкратная, площадь учётной делянки – 36 м². Размещение вариантов систематическое. Агротехника возделывания сахарной свёклы общепринятая для ЦЧР, кроме изучаемого фактора (внекорневая подкормка). В опыте возделывали два гибрида сахарной свёклы – отечественной (РМС-120, ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова) и иностранной (Митика, LION SEEDS LTD) селекции.

Схема опыта на обоих гибридах включала в себя следующие варианты:

- 1) контроль – плоскорезная обработка;
- 2) плоскорезная обработка + хелатная подкормка;
- 3) плоскорезная обработка + гуматная подкормка;
- 4) контроль – глубокая вспашка;
- 5) глубокая вспашка + хелатная подкормка;
- 6) глубокая вспашка + гуматная подкормка.

В процессе исследований проводили оценку технологического качества корнеплодов экспресс-методом, предусматривающим получение дигератов на автоматизированной линии Venema и определение в них на компьютеризированной линии анализа

сахарной свёклы Betalyser сахаристости, содержания калия, натрия и α -аминного азота. На основании полученных данных рассчитывали прогнозируемые потери сахара в мелассе по формуле Брауншвейгского университета, прогнозируемый выход сахара, коэффициент его извлечения.

Результаты исследований и их обсуждение

Технологическая оценка сахарной свёклы на момент уборки показала, что на фоне безотвальной обработки почвы сахаристость в опытных вариантах гибрида РМС 120 составила 18,70–18,98 %, гибрида Митика – 18,83–19,23 %, тогда как на фоне глубокой вспашки она была ниже, достигнув уровня 17,94–18,47 и 18,58–18,87 % соответственно (табл. 1).

Применение в посевах сахарной свёклы хелатного препарата на фоне плоскорезной обработки привело к росту содержания сахара в корнеплодах гибрида РМС 120 на 0,28 абс. %, гибрида Митика – 0,16 абс. % относительно контролей (18,70 и 18,83 % соответственно). На фоне глубокой вспашки при внесении данного препарата выявлено более интенсивное накопление сахарозы у обоих гибридов в сравнении с плоскорезной обработкой. Тем не менее у отечественного гибрида анализируемый показатель максимально превысил значение контрольного варианта на 0,53 абс. % (табл. 2).

При обработке вегетирующих растений гуматным препаратом наибольшее увеличение сахаристости наблюдалось у гибрида Митика на фоне безотвальной обработки почвы, где отклонение от контроля составило 0,40 абс. %. На фоне глубокой вспашки с данным препаратом исследуемый показатель у обоих образцов практически одинаково превысил значения соответствующих контролей (на 0,22–0,27 абс. %).

Таблица 1. Технологическое качество современных гибридов сахарной свёклы в зависимости от внекорневой подкормки и способа основной обработки почвы (2019–2020 гг.)

Исследуемые параметры	Вариант					
	Контроль		Хелат		Гумат	
	РМС 120	Митика	РМС 120	Митика	РМС 120	Митика
Плоскорезная обработка						
Сахаристость, %	18,70	18,83	18,98	18,99	18,85	19,23
Содержание Na ⁺ , ммоль/100 г свёклы	0,37	0,35	0,40	0,41	0,42	0,30
Содержание K ⁺ , ммоль/100 г свёклы	3,54	3,21	3,80	3,49	4,06	2,71
Содержание α -аминного азота, ммоль/100 г свёклы	2,73	2,00	3,18	2,29	3,57	1,47
Потери сахара в мелассе, %	1,60	1,38	1,75	1,50	1,92	1,19
Выход сахара, %	16,10	16,45	16,23	16,49	15,93	17,04
Коэффициент извлечения сахара, %	86,10	87,36	85,51	86,83	84,51	88,61
Глубокая вспашка						
Сахаристость, %	17,94	18,58	18,47	18,87	18,21	18,80
Содержание Na ⁺ , ммоль/100 г свёклы	0,35	0,40	0,29	0,49	0,43	0,45
Содержание K ⁺ , ммоль/100 г свёклы	3,28	3,54	2,95	3,78	3,66	3,50
Содержание α -аминного азота, ммоль/100 г свёклы	1,81	1,92	1,46	2,40	2,09	2,31
Потери сахара в мелассе, %	1,35	1,41	1,22	1,57	1,47	1,51
Выход сахара, %	15,59	16,17	16,25	16,30	15,74	16,29
Коэффициент извлечения сахара, %	86,90	87,03	87,98	86,38	86,44	86,65

На фоне плоскорезной обработки почвы при применении хелатного препарата «Здравень-аква» в корнеплодах анализируемых гибридов выявлено увеличение содержания всех мелассообразующих нес сахаров в сравнении с соответствующими контролями, что привело к достоверному повышению потерь сахара в мелассе на 0,15 (РМС 120) и 0,12 абс. % (Митика), снижению извлекаемости сахарозы из сырья на 0,59 (РМС 120) и 0,53 абс. % (Митика), в результате чего выход сахара несущественно превысил значения контролей (на 0,04–0,13 абс. %). На фоне глубокой вспашки отмечено положительное действие

данного препарата на отечественный гибрид, заключающееся в снижении всех мелассообразователей (Na⁺ – на 17,1 %; K⁺ – на 10,1 %; α -аминного азота – на 19,3 %) относительно показаний соответствующего контроля – 0,35; 3,28 и 1,81 ммоль/100 г свёклы, что позволило получить достоверное превышение прогнозируемого выхода сахара на 0,66 абс. % и коэффициента его извлечения на 1,08 абс. %. У иностранного гибрида при данных агротехнических приёмах наблюдалось увеличение количества всех мелассообразующих веществ относительно контроля (Na⁺ – на 22,5 %; K⁺ – на 6,8 %; α -аминного

Таблица 2. Отклонение технологических показателей сахарной свёклы в вариантах с внекорневыми подкормками от соответствующих контрольных вариантов

Исследуемые параметры	Отклонение технологических показателей от значений соответствующих контрольных вариантов			
	Хелат		Гумат	
	РМС-120	Митика	РМС-120	Митика
Плоскорезная обработка				
Сахаристость, абс. %	+0,28	+0,16	+0,15	+0,40
Содержание Na ⁺ , ммоль/100 г свёклы (%)	+0,03 (+8,1)	+0,06 (+17,1)	+0,05 (+13,5)	-0,05 (-14,3)
Содержание K ⁺ , ммоль/100 г свёклы (%)	+0,26 (+7,3)	+0,28 (+8,7)	+0,52 (+14,6)	-0,50 (-15,6)
Содержание α-аминного азота, ммоль/100 г свёклы (%)	+0,45 (+16,5)	+0,29 (+14,5)	+0,84 (+30,8)	-0,53 (-26,5)
Потери сахара в мелассе, абс. %	+0,15	+0,12	+0,32	-0,19
Выход сахара, абс. %	+0,13	+0,04	-0,17	+0,59
Коэффициент извлечения сахара, абс. %	-0,59	-0,53	-1,59	+1,25
Глубокая вспашка				
Сахаристость, абс. %	+0,53	+0,29	+0,27	+0,22
Содержание Na ⁺ , ммоль/100 г свёклы (%)	-0,06 (-17,1)	+0,09 (+22,5)	+0,08 (+22,9)	+0,05 (+12,5)
Содержание K ⁺ , ммоль/100 г свёклы (%)	-0,33 (-10,1)	+0,24 (+6,8)	+0,38 (+11,6)	-0,04 (-1,1)
Содержание α-аминного азота, ммоль/100 г свёклы (%)	-0,35 (-19,3)	+0,48 (+25,0)	+0,28 (+15,5)	+0,39 (+20,3)
Потери сахара в мелассе, абс. %	-0,13	+0,16	+0,12	+0,10
Выход сахара, абс. %	+0,66	+0,13	+0,15	+0,12
Коэффициент извлечения сахара, абс. %	+1,08	-0,65	-0,46	-0,38

работки почвы у гибрида Митика привела к снижению содержания мелассообразователей (Na⁺ – на 14,3 %; K⁺ – на 15,6 %; α-аминного азота – на 26,5 %), а следовательно, и потерь сахарозы в мелассе на 0,19 абс. %. При расчёте прогнозируемых технологических показателей исследуемого образца сахарной свёклы получен выход сахара, достоверно (на 0,59 абс. %) превышающий контроль (16,45 %) при лучшей извлекаемости сахарозы (на 1,25 абс. %). У иностранного гибрида на глубокой вспашке и у гибрида РМС 120 на обоих фонах обработки почвы с применением гуматного препарата «Биогумус» потери сахара в мелассе достоверно превысили соответствующие контроли (на 0,10–0,32 абс. %). В итоге извлекаемость сахарозы в данных вариантах с внекорневой подкормкой была хуже контролей на 0,38–1,59 абс. %, а полученный выход сахара оказался практически на уровне вариантов без подкормки.

Заключение

Таким образом, в результате комплексной оценки качества сахарной свёклы в исследуемых вариантах установлено влияние на технологические показатели таких агротехнических приёмов, как внекорневые подкормки и система основной обработки почвы. Применение хелатного препарата на фоне глубокой вспашки у гибрида РМС 120 способствовало достоверному повышению сахаристости на 0,53 абс. %, прогнозируемого выхода сахара – на 0,66 абс. % при снижении его потерь в мелассе на 0,13 абс. % и улучшении извлекаемости сахарозы при переработке корнеплодов на 1,08 абс. % относительно соответствующего контрольного варианта. Под действием гуматного препарата на фоне плоскорезной обработки у гибрида Митика отмечено увеличение сахаристости на 0,40 абс. %,

азота – на 25,0 %), что в итоге вызвало ухудшение извлекаемости сахарозы на 0,65 абс. %.

Внекорневая подкормка вегетирующих растений гуматным препаратом на фоне плоскорезной об-

прогнозируемого выхода сахара на 0,59 абс. % и коэффициента его извлечения на 1,25 абс. % при снижении мелассообразующих несахаров в сравнении с контролем.

Список литературы

1. *Ионицей, Ю.С.* Результаты испытаний гибридов сахарной свёклы / Ю.С. Ионицей, Ю.О. Ременюк // Вісник цукровиків України. – 2013. – № 11 (90). – С. 18–21.
2. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Воронежской области / под общ. ред. А.В. Гордеева. – Воронеж : Кварта, 2013. – 446 с.
3. *Путилина, Л.Н.* Оценка влияния агротехнических факторов на продуктивность гибридов сахарной свёклы отечественной и зарубежной селекции / Л.Н. Путилина, А.В. Курындин // Сахарная свёкла. – 2018. – № 6. – С. 18–20.
4. *Записоцкий, Д.Н.* Способы основной обработки почвы и продуктивность сахарной свёклы / Д.Н. Записоцкий, С.М. Муханова // Сахарная свёкла. – 2015. – № 10. – С. 30–32.
5. *Рымарь, С.В.* Оптимизация системы удобрений и способов основной обработки для повышения урожайности корнеплодов / С.В. Рымарь, В.М. Гармашов // Сахарная свёкла. – 2009. – № 5. – С. 6–7.
6. *Минеев, В.Г.* Агрехимия / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и [др.]. – М. : Изд-во ВНИИА им. Д.И. Прянишникова, 2017. – 854 с.
7. *Минакова, О.А.* Эффективность различных видов подкормки сахарной свёклы в ЦЧР / О.А. Минакова, П.А. Косякин, Л.В. Александрова // Сахар. – 2019. – № 3. – С. 52–55.
8. *Ивановский, М.Н.* Роль микроудобрений в формировании продуктивности в условиях Центрального Черноземья / М.Н. Ивановский, К.Л. Родионов, А.В. Малы-
9. *Булдыкова, И.А.* Влияние микроудобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свёклы / И.А. Булдыкова, А.Х. Шеуджен // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98 (04).
10. *Заришняк, А.С.* Роль микроудобрений в повышении продуктивности сахарной свёклы / А.С. Заришняк, О.П. Стрилец // Сахарная свёкла. – 2013. – № 4. – С. 10–12.
11. *Путилина, Л.Н.* Формирование технологического качества корнеплодов сахарной свёклы под действием внекорневых подкормок / Л.Н. Путилина, Д.С. Гаврин, Н.Г. Кульнева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 1. – С. 49–58.
12. *Путилина, Л.Н.* Влияние микроудобрений в хелатной фор-

ме на технологическое качество и продуктивность сахарной свёклы в условиях ЦЧР / Л.Н. Путилина, П.А. Косякин, Н.А. Лазутина // Сахар. – 2018. – № 3. – С. 42–45.

13. *Грехова, И.В.* Гуминовые регуляторы роста и развития растений / И.В. Грехова // Растениеводство. – 2008 – № 1. – С. 12.

14. *Гаврин, Д.С.* Экспериментальный состав комплексного удобрения для сахарной свёклы / Д.С. Гаврин, И.И. Бартенев // Наука – свекловодству: Сб. научн. тр., посв. 95-летию ФГБНУ ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. – Воронеж : Воронежский ЦНТИ филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2017. – С. 171–175.

15. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Ч. II. Агрохимикаты. Изд. официальное. – М. : Минсельхоз России, 2019. – 51 с.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния внекорневых подкормок и различных систем основной обработки почвы на технологическое качество сахарной свёклы. Выявлено, что для наиболее успешной реализации генетического потенциала отечественного гибрида RMS 120 эффективной являлась обработка вегетирующих растений хелатным препаратом на фоне глубокой вспашки, для иностранного гибрида Митика – обработка гуматным препаратом на фоне плоскорезной обработки почвы. В результате применения данных агротехнических приёмов отмечено снижение количества мелассообразующих несахаров и потерь сахара в мелассе и, как следствие, повышение выхода сахара и улучшение его извлекаемости при переработке корнеплодов в сравнении с контрольными вариантами без подкормок. Данная закономерность в большей степени проявилась на гибриде отечественной селекции.

Ключевые слова: сахарная свёкла, внекорневые подкормки, основная обработка почвы, сахаристость, мелассообразующие несахара, выход сахара, коэффициент извлечения сахара.

Summary. In the paper, the results of studies on influence of foliar applications and various main tillage systems upon sugar beet technological quality are presented. It has been revealed that the chelate chemical treatment of vegetating plants with deep plowing background is effective for the most successful realization of the domestic hybrid RMS 120 genetical potential. The humate chemical treatment with disk tillage background has the same effect on the foreign hybrid Mitika. Using of these agricultural methods has resulted in decrease of molasses-forming non-sugars and molasses sugar losses and, as a consequence, increase of sugar output and improvement of its extraction ability when processing in comparison with the control variants without additional fertilizing. This regularity has revealed itself in the domestic hybrid to a greater extent.

Keywords: sugar beet, foliar applications, main tillage, sugar content, molasses-forming non-sugars, sugar output, sugar extraction coefficient.