

Отзывчивость современных гибридов сахарной свёклы на некорневые подкормки

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

Л.Н. ПУТИЛИНА, канд. с/х. наук (e-mail: lputilina@bk.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 определяется полным использованием климатических ресурсов, плодородия почвы и всех элементов технологии возделывания. Однако сам по себе гибрид, как и любой другой элемент технологии, ещё не гарантирует решения проблемы эффективного возделывания свекловичной культуры [1]. Следует учитывать, что генетический потенциал продуктивности сахарной свёклы в зависимости от почвенно-погодных, организационно-хозяйственных и агротехнических условий используется обычно на 40–60 % [2]. Лишь при соблюдении всех элементов технологии возделывания гибриды 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, болезней, 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 придают некорневым (листовым) подкормкам [7]. В литературе имеются многочисленные сведения об использовании сельхозпроизводителями препаратов на основе микроэлементов в качестве листовых подкормок сахарной свёклы [8, 9].

Некорневая подкормка не заменяет основного и припосевного удобрений, а лишь дополняет и улучшает их действие [10]. Механизм поглощения минеральных веществ листьями не отличается от аналогичного процесса в корневой системе. Происходит обменная адсорбция, процесс протекает на поглощающей поверхности практически мгновенно. И у листьев, и у корней поглощение солей из раствора зависит от кислотности среды, концентрации раствора, состава солей. Наблюдается тесная взаимосвязь между корневым и некорневым питанием у растений. В этом большую роль играют процессы фотосинтеза. Наблюдается положительное влияние

некорневых подкормок на повышение интенсивности фотосинтеза. Это усиливает приток органического вещества и энергетического материала к корневой системе. В результате наблюдается усиление дыхания, быстрый рост корней, а значит, и увеличение количества поступающих в растение минеральных веществ [11].

Однако введение в листья химических элементов может привести к связыванию и удержанию продуктов фотосинтеза в месте их образования. Это отрицательно сказывается на деятельности корневой системы и, как следствие, урожайности. Данный процесс характерен для первой половины вегетации, когда в растениях преобладают синтетические процессы. Поэтому наибольший положительный эффект некорневые подкормки дают при проведении в фазы развития растений, когда в них преобладает процесс гидролиза.

Наиболее технологичными в настоящее время считаются микроудобрения в хелатной форме, когда микроэлементы находятся в соединениях с комплексобразующими веществами: EDTA (этилендиамин-тетрауксусная кислота) и DTPA (диэтиленetriаминпентауксусная кислота). Микроэлементы в хелатной форме при некорневой подкормке лучше усваиваются растениями и практически не конкурируют друг с другом в растворе (отсутствует эффект антагонизма ионов) в отличие от простых солей этих элементов [12–14].

В качестве некорневой подкормки используют также гуматы, в основе получения которых лежат свойства гуминовых кислот образовывать водорастворимые соли с натрием, калием и аммонием. Под действием гуматных препаратов происходит интенсификация физико-химических и биохимических процессов в растении: 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 температур, засухе, переувлажнению, сильному ветру [15, 16].

На сегодняшний день основная обработка почвы и коррекция минерального питания за счёт внесения некорневых подкормок являются важными элементами интенсивной технологии возделывания сахарной свёклы, что позволяет одновременно при повышении урожайности получить сырьё с высоким технологическим качеством, в наибольшей степени отвечающим требованиям переработки. В связи с вышеизложенным научный и практический интерес представляло изучение реакции современных гибридов сахарной свёклы отечественной и иностранной селекции на некорневые подкормки растений при разных системах основной обработки почвы.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2019–2021 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.

Изучено две системы обработки почвы:

— 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 зяби;

— 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 среднемошный с содержанием гумуса в пахотном слое 5,6 %, $pH_{вод.}$ — 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 $N_{160}P_{160}K_{160}$. Органическое удобрение 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 некорневыми подкормками препаратами, зарегистрированными в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации» [17]:

— в качестве микроудобрения в хелатной форме применяли препарат «Здравень-аква», разработанный ООО «Ваше хозяйство» (г. Нижний Новгород), 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;

— в качестве микроудобрения в гуматной форме использовали препарат «Биогумус» (торговая марка «Сила жизни», г. Саратов), 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 некорневых 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 (некорневая 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.

Определение показателей чистой продуктивности фотосинтеза проводили путём деления среднесуточного прироста биомассы урожая за промежуток времени (обычно 5–10 дней) на среднюю

площадь листьев [18]; учёт урожайности с делянок — весовым методом с пересчётом по методике ВНИС [19]; математическую обработку результатов опыта — методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [20]; определение технологических показателей корнеплодов — экспресс-методом на автоматизированной линии анализа сахарной свёклы Betalyser.

Результаты исследований и обсуждения

Продуктивность фотосинтеза сахарной свёклы. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) — показатель, характеризующий количество общей сухой биомассы, образованной растениями в течение суток, в расчёте на 1 м² листьев. Эта величина является важной составляющей формирования урожая и в течение вегетации может варьировать от нуля (и даже отрицательных значений) до 15–18 г/м² в сутки.

В результате исследований установлено, что чистая продуктивность фотосинтеза гибрида РМС 120 изменялась от 3,82 г/м² (в контроле при плоскорезной обработке почвы) до 6,92 г/м² (в варианте с гуматной подкормкой при глубокой вспашке). При плоскорезной обработке и использовании хелатного препарата чистая продуктивность фотосинтеза гибрида РМС 120 увеличивалась на 37,4 %, а при использовании гуматного препарата на фоне той же обработки — на 60,5 % в сравнении с контролем. На вспашке хелатный препарат способствовал увеличению ЧПФ отечественного гибрида на 17,6 %, гуматный препарат — на 28,1 % в сравнении с контрольным вариантом (рис. 1).

Аналогичная тенденция отмечена и в вариантах с иностранным гибридом сахарной свёклы, ЧПФ которого изменялась от 3,70 г/м² (в контроле при плоскорезной об-

работке почвы) до 7,35 г/м² (при вспашке с хелатной подкормкой).

При внесении хелатной подкормки и плоскорезной обработке почвы чистая продуктивность фотосинтеза гибрида Митика увеличилась на 68,4 %, а при использовании гуматного препарата с той же обработкой — на 72,7 % в сравнении с контролем. На вспашке с хелатной подкормкой наблюдалось увеличение ЧПФ иностранного гибрида на 44,1 %, с гуматной подкормкой — на 30,4 % в сравнении с контрольным вариантом.

Можно предположить, что благодаря действию компонентов вносимых по вегетации растений препаратов анализируемые гибриды сахарной свёклы в полной мере усваивали энергию солнечного света, необходимую для роста и развития, и показали высокую отзывчивость на применение некорневых подкормок.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии некорневых подкормок на чистую продуктивность фотосинтеза как отечественного, так и иностранного гибрида сахарной свёклы

в сравнении с соответствующими контрольными вариантами.

Содержание NPK в ботве и корнеплодах сахарной свёклы. В формировании урожая сахарной свёклы важную роль играют такие питательные элементы, как азот (N), калий (K₂O), фосфор (P₂O₅):

— недостаток азота проявляется светло-зелёной окраской надземной части растения, ранним пожелтением и отмиранием старых листьев. При недостатке азота сначала желтеют жилки сосудистых пучков и прилегающая к ним ткань, при этом части листа, удалённые от жилок, могут сохранять светло-зелёный цвет. Несбалансированный избыток азота приводит к уменьшению сахаристости и выхода белого сахара; — при недостатке фосфора происходит задержка роста, уменьшается масса корнеплода, в листьях происходит накопление сахара. Молодые листья и корнеплод при этом удовлетворяют свою потребность в фосфоре за счёт его реутилизации из старых листьев. Процесс реутилизации происходит и при достаточном обеспечении расте-

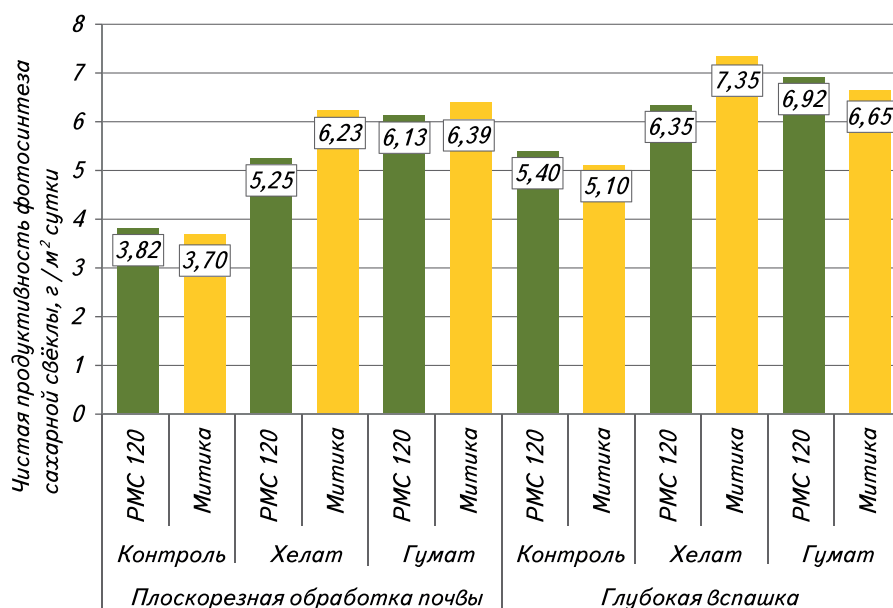


Рис. 1. Чистая продуктивность фотосинтеза сахарной свёклы (2019–2021 гг.)

ний фосфором, но менее активно. При дефиците фосфора с самого начала вегетации всходы сильно отстают в росте, приобретают тусклую тёмно-зелёную окраску. При сильном дефиците фосфора на листьях проявляются тёмно-бурые пятна, края нижних листьев становятся тёмно-коричневого цвета и отмирают;

— калий способствует повышению устойчивости растений к засухам и заморозкам. Недостаток калия проявляется подсыханием края пластинки листа, начиная с наиболее продуктивных средних листьев. Дефицит калия приводит к резкому снижению сахаристости корнеплодов [21].

Как показали исследования, содержание азота в корнеплодах сахарной свёклы отечественного гибрида РМС 120 варьировало от 1,53 % в контрольном варианте на фоне глубокой вспашки до 1,92 % — с применением хелатного препарата с той же системой обработки почвы. В ботве содержалось от 1,76 % при плоскорезной обработке с внесением гуматного препарата до 2,80 % — при вспашке, также с гуматным препаратом (табл. 1).

При использовании хелатного препарата на фоне плоскорезной обработки почвы наблюдалось уменьшение содержания азота в листьях на 15,4 %, а при использовании гуматного препарата — на 30,7 % относительно контроля. В корнеплодах снижение содержания элемента составило 18,1 % с применением хелатного препарата, и 11,9 % — гуматного препарата в сравнении с контролем.

На вспашке с хелатным препаратом отмечено увеличение содержания азота в листьях гибрида РМС 120 на 3,8 %, с гуматным препаратом — на 34,0 %. В корнеплодах хелатный препарат способствовал росту содержания азота на 25,5 %, гуматный препарат — на 13,7 % относительно контроля.

В листьях гибрида Митика при плоскорезной обработке и применении хелатного препарата наблюдалось уменьшение на 33,1 % содержания анализируемого элемента. При подкормке гуматным препаратом выявлено снижение количества азота на 30,6 % в сравнении с контролем. В корнеплодах иностранного гибрида хелатный препарат способствовал уменьшению содержания азота на 18,0 %, а гуматный — увеличению данного элемента на 15,7 % по сравнению с контрольным вариантом.

а гуматный — увеличению данного элемента на 15,7 % по сравнению с контрольным вариантом.

На фоне вспашки хелатная подкормка увеличивала содержание азота в листьях иностранного гибрида на 9,0 %, гуматная подкормка на этом же фоне обработки почвы снижала количество анализируемого элемента в ботве на 11,7 % относительно контроля. В корнеплодах Митики с некорневыми подкормками наблюдался рост содержания азота: в варианте с хелатным препаратом — на 11,5 %, а с гуматным — на 15,2 % в сравнении с контролем.

Содержание фосфора в корнеплодах отечественного гибрида составило 0,36–0,76 %. Минимальный показатель был определён в варианте с плоскорезной обработкой и гуматной подкормкой, максимальный — в варианте с глубокой вспашкой и также с гуматной подкормкой. В ботве гибрида РМС 120 содержалось от 0,60 до 0,75 % фосфора. Самый высокий показатель наблюдался при плоскорезной обработке с использованием хелатного препарата, наименьший — при вспашке в контрольном варианте (табл. 2).

Таблица 1. Содержание N в листьях и корнеплодах сахарной свёклы, %

Контроль				Хелат				Гумат			
РМС 120		Митика		РМС 120		Митика		РМС 120		Митика	
Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод
Плоскорезная обработка											
2,54	1,93	2,78	1,72	2,15	1,58	1,86	1,41	1,76	1,70	1,93	1,99
Глубокая вспашка											
2,09	1,53	2,23	1,65	2,17	1,92	2,43	1,84	2,80	1,74	1,97	1,90

Таблица 2. Содержание P_2O_5 в листьях и корнеплодах сахарной свёклы, %

Контроль				Хелат				Гумат			
РМС 120		Митика		РМС 120		Митика		РМС 120		Митика	
Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод
Плоскорезная обработка											
0,71	0,64	0,79	0,51	0,75	0,62	0,63	0,33	0,68	0,36	0,71	0,64
Глубокая вспашка											
0,60	0,52	0,68	0,63	0,73	0,70	0,66	0,79	0,72	0,76	0,60	0,52

В корнеплодах гибрида Митика содержалось 0,33–0,79 % фосфора. При использовании плоскорезной обработки и хелатного препарата оно было минимальным. Максимальное значение показателя наблюдалось в варианте с глубокой вспашкой с тем же препаратом. В листьях гибрида Митика определено от 0,60 % фосфора при вспашке и использовании гуматной подкормки до 0,79 % — в контрольном варианте на фоне плоскорезной обработки почвы.

В сравнении с контрольным вариантом плоскорезная обработка почвы и хелатный препарат способствовали увеличению содержания фосфора в листьях гибрида РМС 120 на 5,6 %. При внесении гуматного препарата выявлено незначительное снижение содержания элемента в листьях (на 4,2 %) в сравнении с контрольным вариантом, а в корнеплодах аналогичная тенденция наблюдалась при хелатной подкормке, где анализируемый показатель был на 3,1 % ниже контроля. При гуматной подкормке и плоскорезной обработке почвы отмечено значительное снижение анализируемого показателя — на 43,8 %.

На фоне вспашки с применением некорневых подкормок в листьях отечественного гибрида наблюдалось повышение содержания фосфора: под действием хелатного препарата — на 21,7 %, гуматного препарата — на 20,0 % относительно контроля. В корнеплодах увеличение составило 34,6 и 46,2 % соответственно.

При плоскорезной обработке почвы и применении хелата количество фосфора в листьях и корнеплодах гибрида Митика снижалось: в листьях — на 20,3 %, в корнеплодах — на 35,3 % по сравнению с контрольным вариантом. Гуматный препарат оказывал аналогичное действие: снижение составило 8,9 и 13,7 % соответственно.

На фоне глубокой вспашки с хелатным препаратом в листьях иностранного гибрида также происходило некоторое снижение количества фосфора (на 2,9 %), а в корнеплодах, наоборот, наблюдалось его увеличение на 25,4 % в сравнении с контролем. При некорневой подкормке гуматным препаратом также выявлено снижение в листьях количества фосфора на 11,8 %, а в корнеплодах, наоборот, повышение на 20,6 %.

Содержание калия в корнеплодах РМС 120 составило 0,65–1,19 %. Вариант с глубокой вспашкой и гуматной подкормкой показал максимальное количество анализируемого элемента, минимальное — при внесении хелатного препарата на том же фоне (табл. 3).

В листьях отечественного гибрида содержалось калия от 0,73 (в варианте с плоскорезной обработкой и гуматной подкормкой) до 1,02 % (на фоне вспашки с применением хелатной подкормки).

В корнеплодах гибрида Митика определено 0,69–0,85 % калия. Максимальный показатель отмечен на фоне плоскорезной обработки и хелатного препара-

та, минимальный — в контрольном варианте на фоне глубокой вспашки. В листьях иностранного гибрида содержалось от 0,77 до 1,12 % калия. Самое высокое значение анализируемого показателя отмечено в контрольном варианте с плоскорезной обработкой, самое низкое — в контрольном варианте на фоне вспашки.

У гибрида РМС 120 при плоскорезной обработке и применении как хелатной, так и гуматной подкормки наблюдалось снижение содержания калия: в ботве на 10,1 и 26,2 % соответственно, в корнеплодах — на 24,5 и 32,1 % соответственно.

При вспашке и обработке хелатом в корнеплодах отечественного гибрида содержание калия снижалось на 22,6 %, а в ботве — увеличивалось на 15,9 % от контроля. При той же обработке почвы с применением гуматного препарата, наоборот, в ботве гибрида РМС 120 количество калия уменьшалось на 15,9 %, в корнеплодах — увеличивалось на 41,7 %.

Плоскорезная обработка и хелатный препарат снижали содержание калия в листьях гибрида Митика на 8,0 %, в корнеплодах — увеличивали на 19,7 % относительно контроля. Гуматный препарат способствовал уменьшению количества калия и в листьях, и в корнеплодах иностранного гибрида — на 22,3 и 1,4 % соответственно.

При вспашке и подкормке хелатным препаратом у гибрида Митика выявлен рост количества калия: в листьях на 24,7 %, в корнепло-

Таблица 3. Содержание K_2O в листьях и корнеплодах сахарной свёклы, %

Контроль				Хелат				Гумат			
РМС 120		Митика		РМС 120		Митика		РМС 120		Митика	
Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод	Листья	Корнеплод
Плоскорезная обработка											
0,99	1,06	1,12	0,71	0,89	0,80	1,03	0,85	0,73	0,72	0,87	0,70
Глубокая вспашка											
0,88	0,84	0,77	0,69	1,02	0,65	0,96	0,83	0,74	1,19	0,89	0,75

дах — на 20,3 % в сравнении с контролем. Гуматный препарат на фоне этой же обработки почвы оказывал аналогичное действие: увеличение анализируемого показателя в листьях и корнеплодах составило 15,6 и 8,7 % соответственно.

В результате проведённых анализов содержания NPK в растительных образцах отечественного и иностранного гибридов сахарной свёклы выявлено, что наиболее предпочтительным для них по данным показателям являлся вариант с глубокой вспашкой. Отечественный гибрид необходимо обрабатывать хелатным препаратом, а иностранный гибрид — гуматным, так как в соответствующих вариантах минеральные элементы удобрений были использованы растениями сахарной свёклы наиболее полно.

Механизм действия некорневых подкормок по вегетирующим растениям сахарной свёклы заключается в том, что микроудобрения проникают в ткани листовой поверхности и включаются в биохимические реакции обмена, происходящего в них. Это значительно увеличивает коэффициент использования микроэлементов. Микроэлементы и кислоты, содержащиеся в микроудобрениях, принимают самое непосредственное участие в биохимических процессах, происходящих в растениях: они активизируют ферменты и фотосинтетическую активность, способствуют биосинтезу хлорофилла, влияют на углеводный и азотный обмен, обеспечивают транспорт сахаров, повышают стойкость к болезням, ускоряют рост и развитие растений. Итогом физиолого-биохимических процессов, протекающих в растениях, является повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Урожайность сахарной свёклы. В результате проведённых учётов установлено, что урожайность

корнеплодов гибрида РМС 120 за годы исследований была минимальной в контроле при плоскорезной обработке почвы — 34,2 т/га, а максимальной в варианте с глубокой вспашкой с применением хелатного препарата — 42,8 т/га (рис. 2).

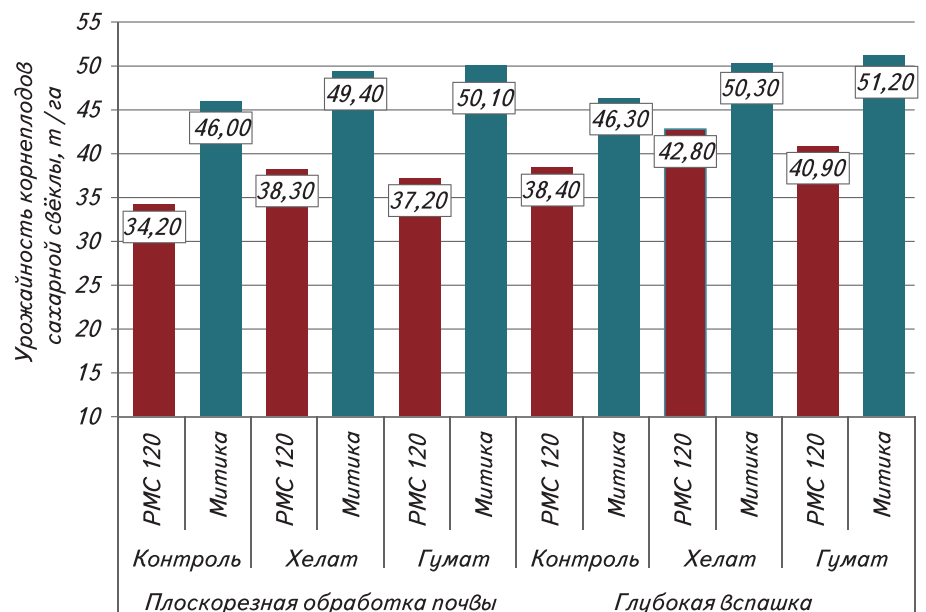
У гибрида Митика наименьшая урожайность также отмечалась в контрольном варианте при плоскорезной обработке (46,0 т/га), а наибольшая — в варианте с глубокой вспашкой и применением гуматного препарата (51,2 т/га).

При совместном действии плоскорезной обработки почвы и некорневой подкормки вегетирующих растений сахарной свёклы хелатным препаратом урожайность иностранного гибрида превысила отечественный гибрид на 11,1 т/га (29,0 %), а при внесении гуматного препарата — на 12,9 т/га (34,7 %). При глубокой вспашке урожайность гибрида Митика была достоверно выше, чем у гибрида РМС 120 на 7,5 т/га (17,5 %) и на 10,3 т/га (25,2 %) соответственно.

Применение хелатного препарата по фону плоскорезной обработки почвы способствовало достоверному увеличению урожайности корнеплодов отечественного гибрида относительно контроля на 4,1 т/га (12,0 %), гуматного — на 3,0 т/га (8,8 %); иностранного гибрида — на 3,4 т/га (7,4 %) и 4,1 т/га (8,9 %) соответственно.

Некорневая подкормка хелатным препаратом в сочетании с глубокой вспашкой способствовала получению прибавки урожая корнеплодов гибрида РМС 120 относительно контроля на 4,4 т/га (11,5 %), гуматным — на 2,5 т/га (6,5 %), гибрида Митика — на 4,0 т/га (8,6 %) и 4,9 (10,6 %) соответственно.

Увеличение урожайности сахарной свёклы в результате использования листовой подкормки при различных системах обработки почвы, возможно, связано с интенсификацией процесса фотосинтеза, оттока пластических веществ из листьев в корнеплод при одновременном усилении корневого питания растений.



НСП₀₅ урожай. обработка почвы = 2,3 т/га; НСП₀₅ урожай. некорнев. подкормок = 1,5 т/га

Рис. 2. Урожайность сахарной свёклы (2019–2021 гг.)

Технологическое качество корнеплодов сахарной свёклы. При создании мощного ассимиляционного аппарата, чему в немалой степени способствуют микроудобрения, в листьях образуются растворимые углеводы, которые, превращаясь в транспортные формы, обеспечивают постоянный приток моносахаридов и сахарозы в корнеплоды. Поступление углеводов из листьев и интенсивность синтеза сахарозы в корнеплодах — это два главных фактора сахаронакопления в корнеплодах свёклы [22].

В результате технологической оценки сахарной свёклы на момент уборки установлено, что на фоне плоскорезной обработки почвы сахаристость в опытных вариантах гибрида РМС 120 составила 18,10–18,36 %, гибрида Митика — 18,22–18,63 %, тогда как на фоне глубокой вспашки она была ниже, достигнув уровня 17,34–17,88 и 17,95–18,26 % соответственно (рис. 3).

Применение в посевах сахарной свёклы хелатного препарата на фоне плоскорезной обработки почвы привело к росту содержания сахара в корнеплодах гибрида РМС 120 на 0,26 абс. %, гибрида Митика — 0,16 абс. % относительно контролей (18,10 и 18,22 % соответственно). При внесении данного препарата на фоне глубокой вспашки выявлено более интенсивное накопление сахарозы у обоих гибридов в сравнении с плоскорезной обработкой почвы. Тем не менее у отечественного гибрида анализируемый показатель максимально превысил значение контрольного варианта на 0,54 абс. %.

При обработке вегетирующих растений гуматным препаратом наибольшее увеличение сахаристости наблюдалось у гибрида Митика на фоне плоскорезной обработки почвы, где отклонение от контроля составило 0,41 абс. %. При внесении данного препарата на фоне глубокой вспашки иссле-

дуемый показатель у обоих образцов практически одинаково превысил значения соответствующих контролей (на 0,23–0,26 абс. %).

Полученные данные свидетельствуют о том, что некорневые подкормки сахарной свёклы в целом положительно сказались на содержании сахара в корнеплодах.

В результате расчёта прогнозируемого выхода сахара при переработке сырья установлено, что

во всех вариантах с внесением некорневых подкормок анализируемый показатель достиг уровня 15,21–16,01 % (у РМС 120) и 15,81–16,45 % (у Митики), что на 0,08–0,39 и 0,11–0,47 абс. % выше в сравнении с соответствующими контрольными вариантами (рис. 4). Вероятно, это связано с ростом содержания сахара в корнеплодах обоих гибридов под действием некорневых подкормок.

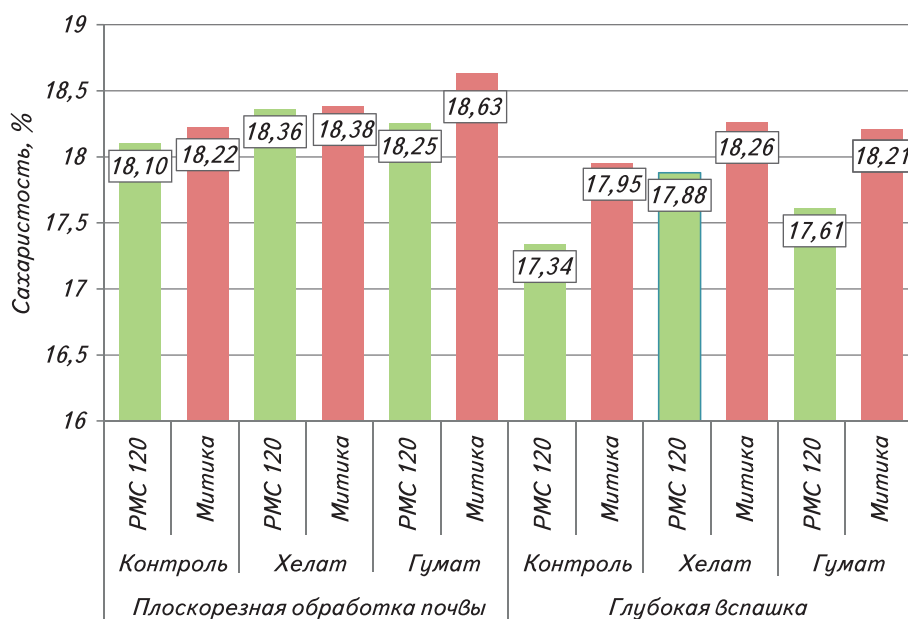


Рис. 3. Сахаристость гибридов сахарной свёклы (2019–2021 гг.)

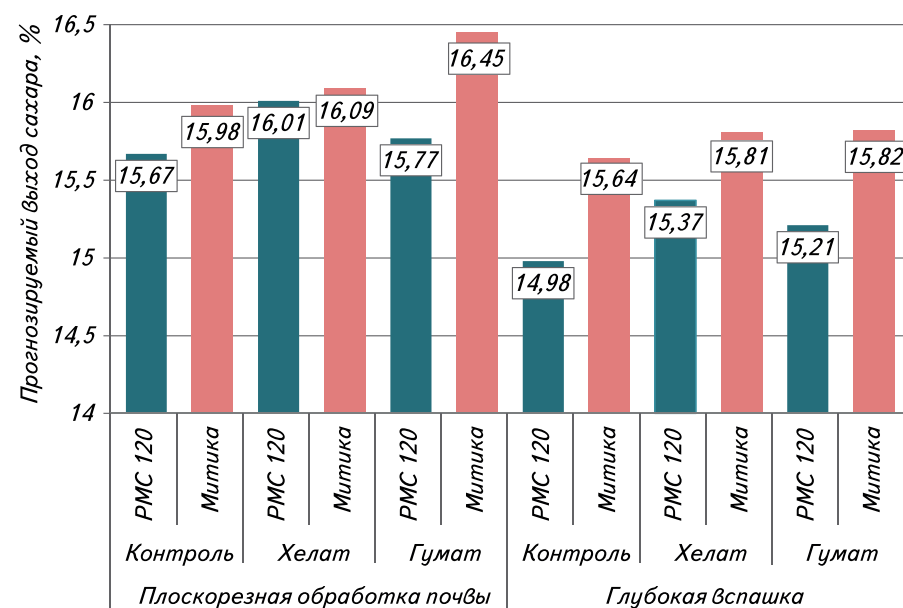


Рис. 4. Прогнозируемый выход сахара (2019–2021 гг.)

Наибольшее значение прогнозируемого выхода сахара при переработке корнеплодов отмечено у обоих гибридов на фоне плоскорезной обработки почвы, только у гибрида РМС 120 при внесении хелатного удобрения, у Митики — гуматного. Аналогичная тенденция наблюдалась и на фоне глубокой вспашки, хотя значения анализируемого показателя были несколько ниже в сравнении с плоскорезной обработкой почвы.

Сбор очищенного сахара с 1 га посева. Основным интегральным показателем, характеризующим эффективность свеклосахарного производства, является прогнозируемый сбор очищенного сахара с 1 га посева, который напрямую зависит от урожайности и выхода сахара на заводе. Минимальный сбор очищенного сахара был отмечен в контрольном варианте у гибрида РМС 120 при плоскорезной обработке почвы (5,36 т/га), максимальный — у гибрида Митика при применении гуматного препарата на обоих фонах обработки почвы (8,10–8,24 т/га) (рис. 5).

Сочетание хелатного препарата и плоскорезной обработки обеспечивало повышение данного показателя у гибрида РМС 120 в сравнении с контролем на 0,77 т/га (14,4 %), у гибрида Митика — на 0,60 т/га (8,2 %), а на фоне вспашки увеличение сбора очищенного сахара составило 0,83 т/га (14,4 %) и 0,71 т/га (9,8 %) соответственно.

Применение гуматного препарата на гибриде РМС 120 при плоскорезной обработке обеспечивало увеличение сбора очищенного сахара в сравнении с контролем на 0,51 т/га (9,5 %), на гибриде Митика — на 0,89 т/га (12,1 %), при вспашке — 0,47 т/га (8,2 %) и 0,86 т/га (11,9 %) соответственно.

Гибрид Митика в сравнении с РМС 120 в контрольном варианте с плоскорезной обработкой почвы обеспечил увеличение интегрального показателя на 1,99 т/га (35,1 %) относительно контроля, а при внесении хелатного препарата — на 1,82 т/га (29,7 %), гуматного — на 2,37 т/га (40,4 %). Основная обработка почвы в виде вспашки способствовала повышению интегрируемого показателя

у гибрида Митика относительно РМС 120 на 1,49 т/га (25,9 %) в контрольном варианте, при использовании хелатного препарата — на 1,37 т/га (20,8 %), при внесении гуматного препарата — на 1,88 т/га (30,2 %).

Рост продуктивности сахарной свёклы в результате использования листовой подкормки при различных системах обработки почвы, возможно, связан с интенсификацией процесса фотосинтеза, оттока пластических веществ из листьев в корнеплод при одновременном усилении корневого питания растений [23].

Экономическая эффективность применения некорневых подкормок в посевах современных гибридов сахарной свёклы. Расчёт экономической эффективности применения некорневых подкормок в посевах сахарной свёклы (цены 2021 г.) показал, что максимальная прибыль при возделывании иностранного гибрида получена при использовании гуматной подкормки на фоне глубокой вспашки: 15 790 р/га, у гибрида отечественной селекции — при внесении хелатного препарата на фоне глубокой вспашки: 14 080 р/га. В вышеуказанных вариантах определена наиболее высокая рентабельность дополнительных затрат: у Митики — 1161,0 %, у РМС 120 — 1066,7 %.

Заключение

Таким образом, для успешной реализации генетического потенциала гибридов сахарной свёклы с целью повышения их продуктивности и качества рекомендуем при возделывании культуры проводить на фоне глубокой вспашки двукратное внесение в качестве некорневой подкормки хелатных препаратов в дозе 1 л/га на отечественных гибридах и гуматных препаратов в дозе 1 л/га — на иностранных гибридах.

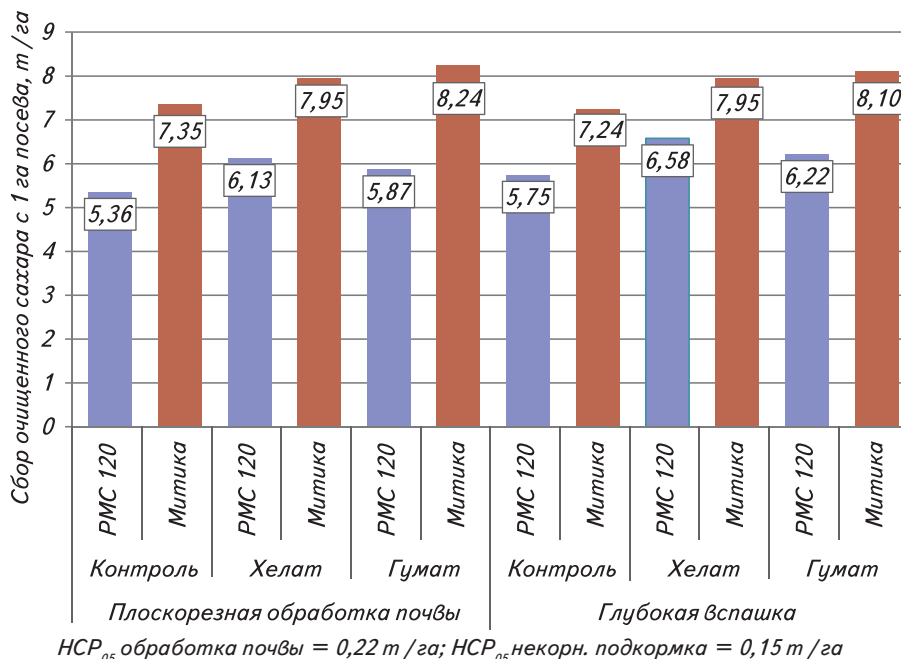


Рис. 5. Сбор очищенного сахара с 1 га посева (2019–2021 гг.)

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 : Кварт, 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. Курьиндин // Сахарная свёкла. — 2018. — № 6. — С. 18–20.
4. *Запищоцкий, Д.Н.* Способы основной обработки почвы и продуктивность сахарной свёклы / Д.Н. Запищоцкий, 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. Агрохимия / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и [др.]. — М. : 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. Малыхин // Сахарная свёкла. — 2013. — № 1. — С. 27–29.
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). — С. 25–27.
10. *Немкович, А.* Роль микроудобрений в формировании урожая / А. Немкович // Белорусское сельское хозяйство. — 2015. — № 3 (155). — С. 26–29.
11. *Косякин, П.А.* Влияние применения некорневых подкормок и основной обработки почвы на содержание азота, фосфора и калия в растениях сахарной свёклы / П.А. Косякин // Инновационные направления научных исследований в земледелии и животноводстве как основа развития сельскохозяйственного производства: Матер. Всерос. научн.-практ. конф. с междунар. участием и Всерос. школы молодых учёных. Белгород, 24–25 июня 2021 г. — ООО «Константа», 2021. — С. 43–46.
12. *Заришняк, А.С.* Роль микроудобрений в повышении продуктивности сахарной свёклы / А.С. Заришняк, О.П. Стрилец // Сахарная свёкла. — 2013. — № 4. — С. 10–12.
13. *Путилина, Л.Н.* Формирование технологического качества корнеплодов сахарной свёклы под действием некорневых подкормок / Л.Н. Путилина, Д.С. Гаврин, Н.Г. Кульнева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. — 2020. — № 1. — С. 49–58.
14. *Путилина, Л.Н.* Влияние микроудобрений в хелатной форме 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.
15. *Грехова, И.В.* Гуминовые регуляторы роста и развития растений / И.В. Грехова // Растениеводство. — 2008. — № 1. — С. 12.
16. *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.
17. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Ч. II. Агрохимикаты. Изд. официальное. — М. : Минсельхоз России, 2019. — 51 с.
18. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора, М.Н. Власова. — М. : Изд-во АН СССР, 1961. — 137 с.
19. *Барштейн, Л.А.* Методика исследований на сахарной свёкле / Барштейн Л.А., Гизбуллин Н.Т. // Киев : ВНИИСС, 1986. — 262 с.
20. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М. : Книга по Требованию, 2012. — 352 с.
21. *Аскаров, В.Р.* Влияние микроудобрений и фунгицидов на продуктивность свекловичных посевов / В.Р. Аскаров // Сахарная свёкла. 2016. — № 9. — С. 39–42.
22. *Ошкин, В.А.* Влияние внекорневой подкормки на технологические качества корнеплодов / В.А. Ошкин, В.И. Костин, Н.В. Смирнова // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 1. — С. 72–75.
23. *Пелагин, Д.С.* Влияние макро- и микроудобрений на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свёклы на чернозёме выщелоченном / Д.С. Пелагин, Н.Г. Мязин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2019. — Т. 12. — № 2 (61). — С. 13–21.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния некорневых подкормок и различных систем основной обработки почвы на формирование урожая и качество сахарной свёклы. Выявлено, что для наиболее успешной реализации генетического потенциала отечественного гибрида РМС 120 эффективной являлась обработка вегетирующих растений хелатным препаратом на фоне глубокой вспашки, для иностранного гибрида Митика — обработка гуматным препаратом на том же фоне.

Ключевые слова: сахарная свёкла, некорневые подкормки, основная обработка почвы, фотосинтез, урожайность, сахаристость, сбор очищенного сахара.

Summary. In the paper, results of studying foliar application and various systems of main tillage influence on sugar beet crop yield and quality formation are presented. It has been revealed that, for the most successful realization of genetical potential, treatment of growing plants with a chelate chemical is effective for RMS 120, a domestic hybrid, and application of a humate chemical is good for Mitika, a foreign hybrid, with deep ploughing background.

Keywords: sugar beet, foliar application, main tillage, photosynthesis, yield, sugar content, refined sugar yield.