

Системы удобрения для современных гибридов сахарной свёклы отечественной селекции в ЦЧР

О.А. МИНАКОВА, д-р с/х. наук (e-mail: mailto:olalmin2@rambler.ru)

Л.В. АЛЕКСАНДРОВА, научн. сотрудник (e-mail: lyuda.aleksandrova.61@bk.ru)

Т.Н. ПОДВИГИНА, мл. научн. сотрудник (e-mail: tatyanaPodwigina@yandex.ru)

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

Введение

Сахарная свёкла – высокопродуктивное растение, позволяющее получать значительную прибыль при комплексном подходе к технологии её возделывания. Оптимальных результатов при выращивании сахарной свёклы можно добиться только при высоком уровне земледелия [17]. Культура выносит с урожаем значительное количество NPK, так, для формирования урожая корнеплодов в 300 ц (и соответствующего количества ботвы) на чернозёмных почвах требуется 150–180 кг/га азота, 50–60 кг/га P₂O₅ и около 200 кг/га K₂O [13].

Применение удобрений при возделывании аграрной продукции – необходимое условие устойчивости сельскохозяйственного производства [7]. Коренное улучшение обеспеченности сахарной свёклы NPK в ЦЧР возможно только путём внесения высоких доз минеральных и органических удобрений [12, 14, 16].

Эффективность использования минеральных удобрений при возделывании сахарной свёклы в значительной степени определяется её сортовыми особенностями. Для каждого гибрида важно определить его агрохимическую эффективность, которая выражается той долей прибавки хозяйственно ценной части продукции, которая создаётся в результате большего (по сравнению с районированным сортом или гибридом) соответствия генетических, физиологических и морфологических свойств растения заданному в конкретных почвенно-климатических условиях минеральной обеспеченности [6, 11, 19].

Среди сельхозпроизводителей бытует мнение, что гибриды отечественной селекции менее урожайны и низкотехнологичны. Это не совсем так. К примеру, в исследованиях А.Н. Цыкалова с соавторами урожайность гибрида РМС 120 была на уровне гибридов Земис и Зефир (Lion Seeds) 479,1–495,4 ц/га [18]. В ряде исследований также подтверждается высокий продуктивный потенциал отечественных гибридов по сравнению с иностранными [1, 9]. Зачастую при

более низкой урожайности отечественные гибриды имеют сахаристость, сопоставимую с таковой у иностранных гибридов или выше [2, 4]. В засушливых условиях разница в урожайности отечественных и иностранных гибридов значительно меньше, чем во влажный год [10]. Отзывчивость отечественных гибридов сахарной свёклы на применение удобрений не ниже, чем большинства гибридов иностранной селекции [5, 15].

Таким образом, для наибольшей эффективности возделывания гибридов сахарной свёклы отечественной селекции необходим поиск приёмов агротехники культуры, в частности оптимальных доз удобрений, способствующих реализации биологического потенциала гибридов.

Цель исследований – установить агрохимическую эффективность современных гибридов отечественной селекции и определить системы удобрения, способствующие их максимальной продуктивности.

Задачи исследования

Выявить влияние различных доз удобрений на урожайность корнеплодов современных гибридов отечественной и иностранной селекции в условиях ЦЧР.

Установить влияние удобрений на сахаристость корнеплодов данных гибридов и биологический сбор сахара с 1 га.

Выявить агрохимическую и экономическую эффективность возделывания современных гибридов отечественной селекции.

Определить оптимальные дозы удобрений, содействующие наибольшей продуктивности гибридов РМС 120 и РМС 127.

Методика исследований

Научные исследования проводились на базе лаборатории агроэкологических исследований свекловичных агроценозов ВНИИСС в стационарном опыте по изучению влияния применения удобрений

на чернозёме выщелоченном в условиях зоны неустойчивого увлажнения лесостепи ЦЧР (год закладки – 1936-й) в 2019–2021 гг.

Схема опыта:

- без удобрений (контроль);
- $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза;
- $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза;
- $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза;
- $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза;
- $N_{190}P_{190}K_{190}$.

Исследования проводились в звене севооборота «чёрный пар – озимая пшеница – сахарная свёкла – ячмень». Повторность опыта трёхкратная, посевная площадь делянки – 43,7 м², учётная – 10,8 м². Опыт заложен на чернозёме выщелоченном в условиях зоны неустойчивого увлажнения лесостепи ЦЧР.

В опыте высевалось три гибрида (два отечественных и один иностранный). Гибриды РМС 120 и РМС 127 – односемянные диплоидные гибриды на стерильной основе N-типа селекции ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. Гибрид Митика – одностростковый диплоидный гибрид на стерильной основе N-типа, оригинатор Lion Seeds Ltd [3].

В посевах сахарной свёклы определяли урожайность корнеплодов по Л.А. Барнштейну, Н.Г. Гизбуллину (1986), сахаристость корнеплодов – на автоматизированной линии Betalizer, сбор сахара и окупаемость удобрений – расчётным методом, статистическую обработку данных – по Б.А. Доспехову (1985) с помощью Microsoft Excel 2010, экономическую эффективность применения удобрений – по методике ВНИИА (2005).

Результаты исследований

Уровень урожайности корнеплодов сахарной свёклы отечественных гибридов в опыте составил 28,3–45,1 т/га, иностранного – 42,2–51,6 т/га (табл. 1). Максимальная урожайность отечественного гибрида РМС 127 на момент уборки обеспечивалась примене-

нием $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, что повышало её относительно контроля на 13,2–14,0 т/га (44,0–46,7 %). Системы удобрения $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, $N_{190}P_{190}K_{190}$ и $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза способствовали созданию наибольшей урожайности РМС 120, при этом повышение относительно варианта без удобрений составило 14,9–16,8 т/га (52,6–59,3 %). Это свидетельствует о том, что РМС 120 лучше реагировал на применение удобрений. Разница в урожайности отечественных гибридов была незначительной, 1,1–1,7 т/га, за исключением варианта $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, где урожайность РМС 127 была на 2,4 т/га выше, чем РМС 120.

Уровень урожайности иностранного гибрида в вариантах с применением удобрений был на 10,9–27,1 % выше, чем у отечественных гибридов, в контроле – на 42,3–50,9 %. Наименьшая разница отмечалась в вариантах $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, РМС 120 – также $N_{190}P_{190}K_{190}$. Действие удобрений проявилось в повышении урожайности гибрида Митика на 3,8–9,4 т/га (9,00–22,3 %), что свидетельствует о слабой реакции данного гибрида на улучшение условий питания (в отличие от отечественных гибридов).

Наиболее высокая окупаемость 1 кг NPK для всех гибридов отмечена при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, максимальной она была на РМС 120, а на гибриде Митика – также при внесении $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза. Для отечественных гибридов данный показатель также был высоким при действии $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза (36,7–38,7 кг/га). Разница в окупаемости отечественных гибридов по вариантам составила: РМС 120 – 3,4–19,4 кг/кг, РМС 127 – 1,4–17,0 кг/кг, а иностранного – 1,7–7,6 кг/кг. Это свидетельствует о том, что агрохимическая эффективность отечественных гибридов была намного выше, а также у них отмечаются значительные отличия данного показателя при действии разных систем удобрения.

Таблица 1. Урожайность корнеплодов сахарной свёклы и окупаемость удобрений в опыте, 2019–2021 гг.

Вариант	РМС 120		РМС 127		Митика	
	Урожайность корнеплодов, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов	Урожайность корнеплодов, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов	Урожайность корнеплодов, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов
Контроль	28,3	–	30,0	–	42,2	–
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	37,7	45,7	36,2	30,1	46,0	18,5
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	40,8	36,7	43,2	38,7	48,0	17,0
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	45,1	35,3	44,0	29,4	51,6	19,8
$N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза	43,2	29,7	41,6	23,1	48,3	12,2
$N_{190}P_{190}K_{190}$	43,3	26,3	42,4	21,7	50,1	13,9
НСР _{05гибрид}	2,54					
НСР _{05удобр.}	3,60					

Максимальная сахаристость корнеплодов сахарной свёклы (18,2–18,9 %) (табл. 2) как отечественных, так и иностранного гибридов обеспечивалась применением $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза, минимальная – в контроле и при внесении $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза. Средняя сахаристость гибрида РМС 120 составила 17,6 %, РМС 127 – 17,9 %, Митики – 18,1 %. Отмечено значительное повышение сахаристости корнеплодов отечественных гибридов в вариантах с удобрениями относительно контрольного варианта. Так, на гибриде РМС 120 отмечено достоверное повышение показателя на 1,6–2,6 %, РМС 127 – на 1,1–1,7 %, а содержание сахара в корнеплодах иностранного гибрида не изменялось. Сахаристость отечественных гибридов была достоверно на 0,4–2,1 %, ниже, чем иностранного (кроме системы $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза), наибольшая разница отмечалась между РМС 120 и Митикой в вариантах $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза и в контроле.

Наиболее высокий биологический сбор сахара 9,95–9,34 т/га (см. рис.) был отмечен у иностранного гибрида в вариантах $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{190}P_{190}K_{190}$, у отечественных гибридов: РМС 120 – в этих же вариантах, а также $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза (7,86–7,98 т/га); РМС 127 – $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза и $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза (7,60–7,79 т/га). Действие удобрений на данный показатель более всего проявилось на гибриде РМС 120, увеличение относительно контроля составило 54,9–76,0 %, несколько меньше – на РМС 127 (на 32,6–51,0 %), менее всего – на Митике (на 10,1–22,0 %). Сбор сахара иностранным гибридом превышал таковой у РМС 120 на 11,8–68,9 %, РМС 127 – на 13,7–47,3 %, с увеличением уровня удобрённости разница снижалась, минимальной она была при $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза (11,7–15,5 %). Сбор сахара у отечественных гибридов на разных фонах

удобрения был практически одинаков (превышение на 20 % было отмечено у РМС 120 на фоне $N_{190}P_{190}K_{190}$, на 14,7 % – у РМС 127 в контроле).

Изучение экономической эффективности применения удобрений под гибриды сахарной свёклы отечественной и иностранной селекции выявило, что наиболее выгодно возделывать гибриды российской селекции (уровень рентабельности дополнительных затрат составит 128–226 %) (табл. 3). Наибольшую экономическую эффективность показала доза $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза при применении как на РМС 127, так и на РМС 120, для последнего – также $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза. Рентабельность дополнительных затрат составила при этом 226, 214 и 215 % соответственно, прибыль – 22 077, 19 977 и 26 989 р/га соответственно. Применение удобрений под иностранный гибрид не было экономически эффективным, кроме дозы $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, которая обеспечила невысокую рентабельность (101 %) и небольшую прибыль (4 789 р/га).

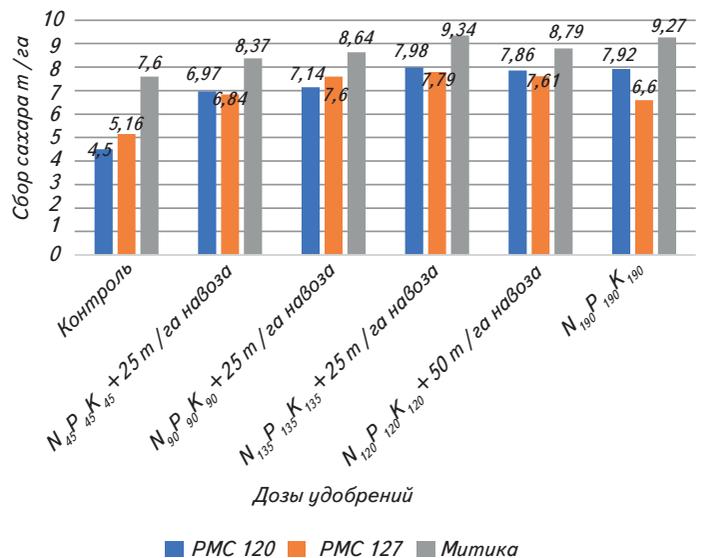
Заключение

Действие удобрений на урожайность корнеплодов проявилось в большей степени у отечественных гибридов сахарной свёклы, чем у иностранного (у РМС 120 – повышение на 33,2–59,4 % относительно контроля, РМС 127 – на 20,7–46,7 %, Митики – на 9,00–22,3 %). Увеличение доз удобрений сокращало разницу в урожайности корнеплодов иностранного и отечественных гибридов до 11,8–17,3%, тогда как в варианте без удобрений она составила 42,3–50,9 %.

Улучшение питания отечественных гибридов способствовало повышению сахаристости корнеплодов относительно контрольного варианта: РМС 120 –

Таблица 2. Сахаристость корнеплодов на момент уборки, 2019–2021 гг., %

Вариант	РМС 120	РМС 127	Митика
Контроль	15,9	17,2	18,0
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	18,5	18,9	18,2
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	17,5	17,6	18,0
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	17,7	17,7	18,1
$N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза	18,2	18,3	18,2
$N_{190}P_{190}K_{190}$	17,6	17,9	18,1
НСР _{05гибрид}		0,29	
НСР _{05удобр.}		0,41	



Биологический сбор сахара в опыте, т/га: НСР_{05гибрид} – 0,28 т/га, НСР_{05удобр.} – 0,39 т/га

Таблица 3. Экономическая эффективность применения удобрений в опыте

Гибрид Вариант	РМС 120		РМС 127		Митика	
	Прибыль, р/га	Рентабельность дополнительных затрат, %	Прибыль, р/га	Рентабельность дополнительных затрат, %	Прибыль, р/га	Рентабельность дополнительных затрат, %
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	16 563	242	6 963	160	–	71,1
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	19 977	214	22 077	226	–	79,4
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	26 989	215	18 589	179	4 789	101
$N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза	17 503	164	7 600	128	–	57,9
$N_{190}P_{190}K_{190}$	20 146	181	16 476	182	–	81,0

на 1,6–2,6 %, РМС 127 – на 1,1–1,7 %, на сахаристость иностранного гибрида оно не влияло.

Наиболее экономически эффективным мероприятием, обеспечивающим оптимальное соотношение «прибыль/затраты», являлось внесение $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза под отечественные гибриды (РМС 127 – также $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза), а применение удобрений под иностранный гибрид было экономически неэффективным.

Наибольшей агрохимической эффективностью обладал гибрид РМС 120 при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза и $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, а гибрид РМС 127 – несколько меньшей, в наибольшей степени она проявлялась при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза.

Предложение производству

Для получения высоких урожаев корнеплодов отечественных гибридов (на уровне 43,2–45,1 т/га) необходимо вносить с осени под зяблевую вспашку $N_{135}P_{135}K_{135}$ на фоне 25 т/га навоза в пару. Гибрид РМС 120 способен обеспечивать высокую урожайность при внесении $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза в пару, а также $N_{190}P_{190}K_{190}$ (без навоза); гибрид РМС 127 – при $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза в пару.

Список литературы

- Афонин, Н.М. Определение гибридов сахарной свёклы, наиболее подходящих для выращивания в условиях Тамбовской области / Н.М. Афонин, А.С. Громов, С.М. Панков // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – № 1. – С. 1.
- Голикова, С.А. Состояние и тенденции развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации / С.А. Голикова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57). – С. 208–216.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты расте-

ний / ФГБУ «Госсортокомиссия». URL: <https://reestr.gossortrf.ru> (Дата обращения: 29.10.2021)

4. Заволока, И.П. Продуктивность гибридов сахарной свёклы отечественной и зарубежной селекции в условиях Северо-Восточной части ЦЧЗ / И.П. Заволока, О.Н. Гостев, Ю.И. Верещагин // Сб. науч. тр., посвящ. 85-летию МичГАУ. – Мичуринск, 2016. – С. 25–29.

5. Жеряков, Е.В. Отзывчивость сорта и гибридов сахарной свёклы на минеральные удобрения / Е.В. Жеряков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 11 (97). – С. 007–012.

6. Климашевский, Э.Л. Оценка агрохимической перспективы сорта / Э.Л. Климашевский, Н.Ф. Чернышева // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1982. – № 10. – С. 2.

7. Корчагин, А.А. Система удобрений : учеб. пособие / А.А. Корчагин, М.А. Мазиров, Н.А. Комарова. – Владимирск. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2018. – 116 с.

8. Кошеляев, В.В. Оценка агрохимической эффективности и продуктивности сортообразцов ячменя / В.В. Кошеляев, М.Н. Семов // Нива Поволжья. – 2009. – № 4(13). – С. 17–20.

9. Кравцов, А.М. Продуктивность гибридов отечественной и зарубежной селекции сахарной свёклы в зависимости от агротехнических факторов / А.М. Кравцов, Т.Я. Бровкина, И.А. Павелко // Энтузиасты аграрной науки : сб. статей по матер. Всеросс. науч.-практ. конф. – КубГАУ, 2019. – С. 32–43.

10. Курындин, А.В. Современные гибриды сахарной свёклы и их реакция на изменение вегетационного периода в условиях ЦЧР / А.В. Курындин // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 50–3. – С. 61–64.

11. Кухарев, О.Н. Эффективность сортов и гибридов сахарной свёклы при различных уровнях минерального питания / О.Н. Кухарев, О.М. Касынкина, В.В. Кошеляев // Нива Поволжья. – 2017. – № 2 (43). – С. 29–33.

12. Минакова, О.А. Система удобрения сахарной свёклы в зоне неустойчивого увлажнения Центрально-Чернозёмного региона РФ / О.А. Минакова, Л.В. Тамбовцева // Земледелие. – № 4. – 2013. – С. 9–10.

Мы знаем о сахаре всё!

А вы?



13. Минеев, В.Г. Агрохимия : учебник / В.Г. Минеев. — М. : Изд-во МГУ КолосС, 2004. — 720 с.

14. Система ведения агропромышленного производства Воронежской области до 2010 года / Под общ. ред. акад. РАСХН И.Ф. Хицкова. — Воронеж : Центр духовного возрождения Чернозёмного края, 2005. — 464 с.

15. Продуктивность отечественных и зарубежных гибридов на разных фонах питания / С.И. Смуров, Д.М. Иевлев, О.В. Григоров, Р.И. Шестакова // Сахарная свёкла. — 2008. — № 5. — С. 28–30.

16. Тютюнов, С.И. Интенсификация земледелия при комплексном применении средств химизации / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев // Владимирский земледелец. — 2016. — № 4 (78). — С. 2–6.

17. Хисматуллина, Р.Р. Классификация гибридов сахарной свёклы / Р.Р. Хисматуллина, Д.Р. Исламгулов // Современные наукоёмкие технологии. — 2013. — № 9. — С. 16.

18. Цыкалов, А.Н. Результаты изучения гибридов сахарной свёклы, предоставленных АО «Щелково

Агрохим» в 2012–2014 гг. / А.Н. Цыкалов, И.В. Рыльков, К.Ю. Бабин. — В сб. : Инновационные технологии производства зерновых, зернобобовых, технических и кормовых культур. — 2016. — С. 258–264.

19. Чернышёв Н.Ф. Факторы отзывчивости разных сортов растений в связи с их взаимодействием с удобрениями / Н.Ф. Чернышёв, Э.Л. Климашевский // Агрохимия. — 1979. — № 6. — С. 57–68.

Аннотация. Гибриды сахарной свёклы отечественной селекции реагируют на улучшение условий питания значительным повышением урожайности и сахаристости корнеплодов в отличие от иностранного гибрида. Внесение удобрений под зарубежный гибрид Митика было экономически неэффективным. Агрохимическая эффективность отечественных гибридов была намного выше, чем иностранного, разные системы удобрения по этому показателю отличались в значительной степени. Рекомендуется вносить под РМС 120 $N_{135}P_{135}K_{135}$ на фоне 25 т/га навоза в пару, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза в пару, а также $N_{190}P_{190}K_{190}$ (без навоза), под гибрид РМС 127 – $N_{135}P_{135}K_{135}$ на фоне 25 т/га навоза в пару и $N_{90}P_{90}K_{90}$ под сахарную свёклу + 25 т/га навоза в пару.

Ключевые слова: сахарная свёкла, гибриды, удобрения, урожайность, рентабельность, сахаристость, окупаемость.

Summary. Unlike the foreign hybrid, domestic sugar hybrids react to improvement of nutrient supply conditions by substantial increase of beet root yield and sugar content. Application of fertilizers for the hybrid of Mitika was economically inefficient. Agrochemical effectiveness of domestic hybrids was much more than of the foreign one; different fertilizer systems differed substantially in this index. It is recommended to apply $N_{135}P_{135}K_{135}$ with the background of 25 t/hectares of manure in fallow, $N_{120}P_{120}K_{120}$ with the background of 50 t/hectares of manure in fallow as well as $N_{190}P_{190}K_{190}$ without manure for RMS 120, $N_{135}P_{135}K_{135}$ with the background of 25 t/hectares of manure in fallow and $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ t/hectares of manure in fallow for the hybrid of RMS 127.

Keywords: sugar beet, hybrids, fertilizers, yield, profitability, sugar content, recoupment.