

УДК 631.816:631.811:631.559:633.413(470.32)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ УДОБРЕННОСТИ ПОЧВ НА ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ НРК И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ИНОСТРАННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМНОМ РЕГИОНЕ

© 2022 г. О. А. Минакова^{1,*}, Л. В. Александрова¹, В. М. Вилков¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова
396030 Воронежская обл., Рамонский р-н, пос. ВНИИСС, 86, Россия

*E-mail: olalmin2@rambler.ru

Поступила в редакцию 21.03.2022 г.

После доработки 12.05.2022 г.

Принята к публикации 12.07.2022 г.

Выявлено, что в условиях ЦЧР урожайность корнеплодов иностранного гибрида была на 5.1–6.8 т/га больше по сравнению с отечественным, но он в меньшей степени отзывался на применение удобрений, вследствие чего его возделывание в большинстве изученных вариантов было нерентабельным. Корреляционная зависимость величины урожайности основной продукции от уровня удобрения была в большей степени выражена при возделывании отечественного гибрида. Возделывание гибрида сахарной свеклы отечественной селекции на одних и тех же фонах основного удобрения по сравнению с иностранным гибридом отличалось на 2.75–10.6% бóльшим содержанием в почве подвижных форм P_2O_5 , на 4.47–13.4% – K_2O , но на 0.02–0.28 меньше – величиной pH_{KCl} . Азот и калий удобрений лучше использовал отечественный гибрид, а фосфор – иностранный.

Ключевые слова: отечественная селекция, сахарная свекла, удобрения, почва, коэффициент использования, экономическая эффективность.

DOI: 10.31857/S0002188122100064

ВВЕДЕНИЕ

Продовольственная независимость страны, определяемая как отношение объема отечественной сельхозпродукции к объему внутреннего потребления, согласно Доктрине продовольственной безопасности РФ от 2020 г. [1], должна составлять для сахара не менее 90%. Пороговыми величинами объемов внутреннего рынка сахара должны быть полное самообеспечение, а также высокий экспортный потенциал [2].

Повышение эффективности отечественного сельского хозяйства, в том числе растениеводства, возможно прежде всего с помощью современных технологий и достижений передовой науки, а также обеспечения сельскохозяйственных товаропроизводителей семенами отечественной селекции наиболее продуктивных, адаптированных к условиям произрастания и устойчивых к вредным организмам и стрессам сортов [1–3].

Несмотря на то, что в настоящее время Россия занимает первое место в мире по площади посевов сахарной свеклы, доля семян отечественных гибридов данной культуры, используемых сель-

хозтоваропроизводителями, составляет менее 3%. Наличие 97% семян импортных гибридов в значительной степени повышает риски свекловодства [2].

Одним из факторов повышения продуктивности свекловичных плантаций должно быть увеличение производства отечественных гибридов [4]. В государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, по состоянию на 2019 г. включены 430 сортов, гибридов и родительских компонентов сахарной свеклы, из них отечественной селекции – 88, иностранной селекции – 342 [5] что составляет 79.5% от сортимента.

На российском рынке свеклосемян широко представлены гибриды сахарной свеклы фирм Florimond Desprez (Франция), Sesvanderhave (Франция), Strube (Германия), Syngenta (Швейцария), KWS (Германия), Lion Seeds Ltd. (Великобритания) и другие. Многие исследователи указывают на бóльшую урожайность таких гибридов (на 10.4–131%), чем отечественных [6–8].

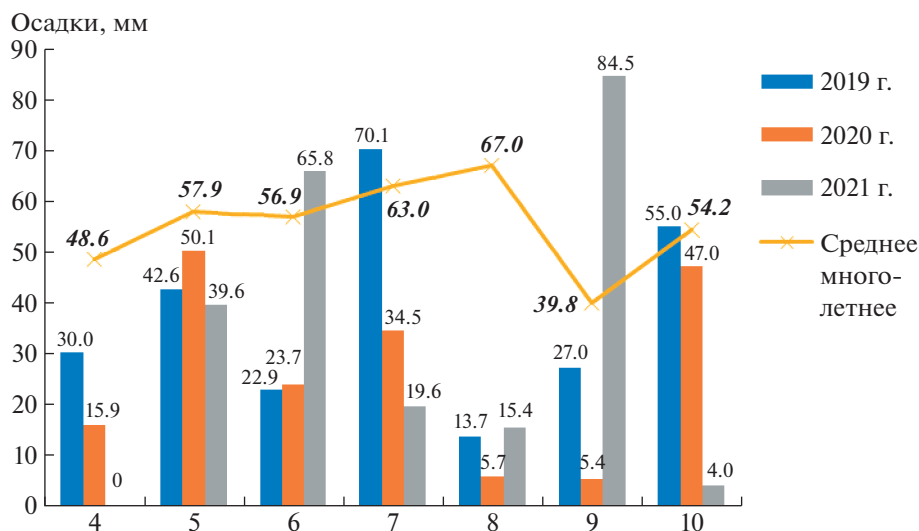


Рис. 1. Количество осадков в 2019–2021 гг.

Чтобы стать рентабельной культурой, гибриды сахарной свеклы должны иметь высокую устойчивость к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам окружающей среды — избытку или недостатку влаги, болезням, вредителям, а также избыточному или недостаточному уровню минерального питания, что позволит растению реализовать свой биологический потенциал, обеспечить получение сбора сахара с гектара не меньше 10 т и высокие технологические качества (способность отдавать сахар при переработке: низкое содержание калия, натрия, магния и кальция и аминного азота) [9].

В ряде опытов подтвержден высокий продуктивный потенциал отечественных гибридов (урожайность корнеплодов до 76 т/га и сахаристость до 19%) по сравнению с иностранными [10–13]. Отзывчивость гибридов отечественной селекции на улучшение условий питания сопоставима с иностранными, или она выше [14–16].

Эффективность использования минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы в значительной степени определяется ее сортовыми особенностями. Для каждого гибрида важно определить его агрохимическую эффективность, которая выражается прибавкой хозяйственно-ценной части продукции, получаемой в результате большего соответствия генетических, физиологических и морфологических свойств растения заданной в конкретных почвенно-климатических условиях минеральной обеспеченности (по сравнению с районированным гибридом) [8, 13, 17]. Применение удобрений является основой полу-

чения высоких урожаев гибридов как отечественной, так и иностранной селекции [18–20].

Различия в уровнях питания растений, которые обеспечиваются внесением удобрений, несомненно, сказывается на агрохимических показателях почвенного плодородия [21–23]. Оценка содержания NPK в корнеобитаемом слое почвы и почвенной кислотности на разных фонах удобренности позволяет сделать вывод об эффективности использования каждым гибридом элементов питания из почвы и удобрений.

Следовательно, разработка сортовой агротехники гибридов сахарной свеклы отечественной селекции в рамках импортозамещения с учетом потребностей конкретного гибрида в элементах питания с целью получения их высокой продуктивности является важной задачей отечественного свекловодства. Цель работы — оценка эффективности применения разных доз удобрений с помощью коэффициентов использования NPK из почвы и удобрений и определение изменений агрохимических свойств почвы, их связи с продуктивностью культуры.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2019–2021 гг. во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлунова. Климат зоны проведения исследования характеризуется значительной континентальностью, его характерной особенностью является большая неустойчивость температуры воздуха и неравномерность выпадения осадков по временам года. Гидротермический коэффициент пери-

ода вегетации в данной местности за последние годы в среднем равен 1.35 [24].

Годы исследования следует отнести к засушливым, т.к. с апреля по октябрь 2019 г. выпало 261.3 мм осадков, в 2020 г. — 182.3 мм и 2021 г. — 228.9 мм, что было на 32.5, 52.9 и 40.9 мм меньше, чем среднемноголетний показатель (387.4 мм). Периоды нормальной увлажненности сочетались с длительными засухами (50–60 сут). Средняя температура воздуха в годы исследования была на 0.1–0.5°C меньше, чем за последние 10 лет. Растения сильно страдали от недостатка влаги, особенно в 2020 г. В целом период 2019–2021 гг. характеризовался как засушливый, что оказало отрицательное влияние на развитие и урожайность сахарной свеклы (рис. 1).

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный малогумусный среднетяжелосуглинистый на тяжелом карбонатном суглинке.

Агрохимические свойства почвы и урожайность сахарной свеклы изучали в паровом звене (черный пар — озимая пшеница — сахарная свекла — ячмень с подсевом клевера) зернопаропропашного севооборота со следующим чередованием культур: черный пар — озимая пшеница — сахарная свекла — ячмень с подсевом клевера — клевер 1-го года использования — озимая пшеница — сахарная свекла — однолетние травы (горох + овес) — овес. Минеральные удобрения (в основном в виде нитроаммофоски) вносили только под сахарную свеклу с осени под зяблевую вспашку, полуразложившийся навоз КРС — в черном пару. Агротехника возделывания сахарной свеклы включала глубокую вспашку (на 30–32 см), ранневесеннюю культивацию, внесение почвенных гербицидов, предпосевную культивацию, посев в 3-й декаде апреля и 2–3 междурядные обработки. На фонах удобрения методом расщепленных делянок выращивали гибрид отечественной селекции РМС 120 (оригинатор — ВНИИСС им А.Л. Мазлумова) и гибрид иностранной селекции Митика (оригинатор — Lion Seeds Ltd). Схема опыта представлена в табл. 1.

В образцах почвы определяли величину pH_{KCl} (ГОСТ 26483-85) [25], содержание N-NO — дисульфеноловым методом [26], P_2O_5 и K_2O и нитратов — по ГОСТ 26204-91 [27]. В посевах сахарной свеклы проводили учет урожайности весовым методом (площадь учетной делянки 10.8 м²) с пересчетом по методике ВНИС [28]. Расчет экономической оценки провели по методике ВНИИА [29], определение КИП и КИУ — по методике ЦИНАО [30].

Таблица 1. Схема применения систем удобрения в опыте

Дозы минеральных удобрений, кг/га	Навоз в пару, т/га	Внесено всего NPK, кг/га (с учетом последствий навоза)
N0P0K0 (контроль)	0	0
N45P45K45	25	206
N90P90K90	25	341
N135P135K135	25	476
N120P120K120	50	501
N190P190K190	0	570

Дисперсионный анализ данных производили по [31], регрессионный анализ — с помощью Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что урожайность отечественного гибрида в вариантах с использованием удобрений составила 37.7–45.1, иностранного — 46.0–51.6 т/га, в контроле — 28.3 и 42.2 т/га соответственно (табл. 2). Урожайность иностранного гибрида была на 5.16–13.9 т/га (на 14.4–49.1%) больше, чем отечественного, наибольшая разница была отмечена в контроле, наименьшая — в вариантах с высокой насыщенностью NPK (варианты N135P135K135 + навоз 25 т/га, N120P120K120 + навоз 50 т/га и N190P190K190), что свидетельствовало о более значительном влиянии уровня удобрённости на урожайность отечественного гибрида по сравнению с иностранным.

Системы удобрения N135P135K135 + навоз 25 т/га, N190P190K190 и N120P120K120 + навоз 50 т/га способствовали созданию максимальной урожайности отечественного гибрида, при этом ее повышение относительно варианта без удобрений составило 14.9–16.8 т/га (на 52.6–59.3%). Наименьшая разница отмечена в вариантах N120P120K120 + навоз 50 т/га, N190P190K190 и N90P90K90 + навоз 25 т/га. Действие удобрений проявилось в увеличении урожайности иностранного гибрида на 3.8–9.4 т/га (на 6.25–22.3%), что свидетельствовало о его слабой реакции на улучшение условий питания (в отличие от отечественного гибрида, где прибавка составила 9.4–16.8 т/га или 33.2–59.3%).

Доля основной продукции в общей массе урожая была наибольшей у иностранного гибрида (81.3–85.1%), отечественного — меньшей (73.4–78.4%). В урожае отечественного гибрида содер-

Таблица 2. Урожайность корнеплодов (т/га) и доля основной продукции в биомассе урожая (%)

Урожайность корнеплодов, т/га		Доля основной продукции, %	
отечественный гибрид	иностраный гибрид	отечественный гибрид	иностраный гибрид
Контроль (без удобрений)			
28.3	42.2	78.4	84.4
N45P45K45 + навоз 25 т/га			
37.7	46	73.4	85.3
N90P90K90 + навоз 25 т/га			
40.8	48	74.7	85.1
N135P135K135 + навоз 25 т/га			
45.1	51.6	73.8	82.3
N120P120K120 + навоз 50 т/га			
43.2	48.3	77.7	81.9
N190P190K190			
43.3	50.1	74.8	81.3
<i>HCP</i> _{05гибрид}	2.5	<i>HCP</i> _{05гибрид}	4.1
<i>HCP</i> _{05удобрения}	3.6	<i>HCP</i> _{05удобрения}	1.1

Таблица 3. Уравнения взаимных связей между урожайностью сахарной свеклы и содержанием NPK в почве (слой 0–60 см), величинами доз удобрений

Уравнение, y – урожайность			
x – суммарная доза NPK-удобрений	x – содержание N-NO ₃ в почве	x – содержание P ₂ O ₅ в почве	x – содержание K ₂ O в почве
Иностраный гибрид			
$y = 0.014x + 42.7 (0.856)$	–	$y = 1.710x + 33.61 (0.858)$	–
Отечественный гибрид			
$y = 0.027x + 30.2 (0.899)$	–	$y = 2.470x + 16.61 (0.677)$	$y = 3.856x - 2.249 (0.517)$

Примечание. Прочерк – связь отсутствует, в скобках – коэффициент корреляции.

жалось на 4.2–11.9% меньше корнеплодов, чем иностранного, наибольшая разница отмечена при использовании N45P45K45 + навоз 25 т/га и N90P90K90 + навоз 25 т/га. Действие удобрений проявилось в большей степени на отечественном гибриде (снижение доли корнеплодов на 0.7–5.0%), в меньшей – на иностранном (в насыщенных NPK вариантах – на 2.1–3.1%), при том, что системы удобрения N45P45K45 + навоз 25 т/га и N90P90K90 + навоз 25 т/га повышали этот показатель на 0.7–0.9%.

Наибольшая зависимость урожайности корнеплодов от доз удобрений проявилась у отечественного гибрида, в меньшей степени – у иностранного (табл. 3). 1 кг NPK-удобрений в большей мере повышал урожайность гибрида РМС 120, гибрид Митика менее реагировал на увеличение удобрений.

Изучение показателей эффективного плодородия в почве опытного участка выявило, что величина pH_{KCl} в почве под посевом отечественного гибрида составила 4.99–5.55 ед., под посевом иностранного гибрида она была несколько больше (5.27–5.58 ед.) (табл. 4). Влияние удобрений проявилось в снижении величины показателя под посевом отечественного гибрида на 0.12–0.56 ед., иностранного гибрида – в меньшей степени (на 0.19–0.30 ед.). Максимальное снижение было отмечено в варианте N190P190K190, но под посевом отечественного гибрида оно было выражено в более значительной степени (0.56 по сравнению с 0.30 ед. – иностранного гибрида). Минимальное снижение величины pH_{KCl} отмечено в контроле и в вариантах N45P45K45 + навоз 25 т/га и N90P90K90 + навоз 25 т/га. Варианты с высокой насыщенностью минеральными удобрениями (N135P135K135 + навоз 25 т/га, N120P120K120 +

+ навоз 50 т/га и N190P190K190) показали большую разницу изменений показателя (0.15–0.28 ед. рН).

Содержание N-NO₃ в слое почвы 0–60 см под посевом отечественного гибрида было больше (0.52–1.14 мг/100 г почвы), иностранного гибрида – (0.58–0.79 мг/100 г почвы). Действие удобрений повышало содержания нитратного азота в почве под посевом гибрида РМС 120 на 21.1–119% относительно контроля, под посевом гибрида Митика отмечено увеличение содержания нитратного азота только в вариантах N90P90K90 + навоз 25 т/га и N135P135K135 + навоз 25 т/га на 36.2–50.0%, в остальных вариантах достоверных изменений не отмечено. Максимальное повышение содержания нитратного азота в почве под посевом отечественного гибрида было отмечено в вариантах N135P135K135 + навоз 25 т/га и N190P190K190.

Сравнение содержания N-NO₃ в почве под посевами отечественного и иностранного гибридов на разных фонах удобренности не выявило четкой закономерности. В контроле, в вариантах N90P90K90 + навоз 25 т/га и N120P120K120 + навоз 50 т/га содержание нитратного азота было на 11.5–40.3% больше в почве под отечественным гибридом, в вариантах N190P190K190 и N135P135K135 + навоз 25 т/га его содержание в почве было больше на 44.3–66.1% под иностранным гибридом, что, возможно, свидетельствовало о снижении его поглощения растениями. В целом не выявлено четкой зависимости содержания этой формы азота от особенностей поглощения элемента возделываемыми гибридами.

В слое 0–60 см под посевом отечественного гибрида содержалось на 2.75–10.6% больше подвижного P₂O₅, чем под иностранным: 5.91–11.2 и 5.75–10.9 мг/100 г почвы соответственно, что свидетельствовало о более интенсивном поглощении элемента растениями иностранного гибрида. Наибольшая разница была отмечена в вариантах N45P45K45 + навоз 25 т/га, N120P120K120 + навоз 50 т/га и N190P190K190, в контроле и в варианте N135P135K135 + навоз 25 т/га различий не отмечено, а в варианте N90P90K90 + навоз 25 т/га было выявлено небольшое преимущество в содержании фосфора в почве под посевом иностранного гибрида (5.16%).

Применение удобрений способствовало повышению содержания P₂O₅ относительно контроля в слое 0–60 см почвы под посевом отечественного гибрида на 30.6–89.5%, иностранного – 20.9–89.6%. Самое высокое содержание фосфора было отмечено в почве под посевами изученных гибридов при действии систем N135P135K135 + навоз

Таблица 4. Агрохимические свойства почвы под посевами гибридов сахарной свеклы отечественной и иностранной селекции

рН _{КСЛ} , ед. рН		N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O	
1	2	1	2	1	2	1	2
мг/100 г почвы							
Контроль (без удобрений)							
5.55	5.57	0.52	0.58	5.91	5.75	9.27	10.9
N45P45K45 + навоз 25 т/га							
5.56	5.56	0.63	0.59	7.27	6.95	10.5	10.1
N90P90K90 + навоз 25 т/га							
5.3	5.34	0.62	0.87	8.72	9.17	11.4	10.1
N135P135K135 + навоз 25 т/га							
5.22	5.38	1.14	0.79	11.2	10.9	11.1	9.92
N120P120K120 + навоз 50 т/га							
5.43	5.58	0.44	0.51	8.88	8.03	10.3	10.3
N190P190K190							
4.99	5.27	0.98	0.59	9.1	8.64	12.7	11.3

Примечание. В графе 1 – отечественный, 2 – иностранный гибрид. То же в табл. 5.

25 т/га, N190P190K190 и N120P120K120 + навоз 50 т/га. Меньшее содержание элемента в почве под посевами изученных гибридов установлено в варианте N45P45K45 + навоз 25 т/га. Данные свидетельствовали о более интенсивном поглощении элемента в контрольном варианте, это явление было более характерным для посева иностранного гибрида.

Содержание K₂O в почве под посевом отечественного гибрида составило 9.27–12.7 мг/100 г почвы, иностранного – 9.92–11.29 мг/100 г почвы. Выявлено, что в почве под посевом иностранного гибрида в контрольном варианте содержалось на 17.9% больше обменного K₂O, чем под посевом отечественного гибрида, что свидетельствовало о более интенсивном поглощении элемента последним, тогда как в вариантах N45P45K45 + навоз 25 т/га, N135P135K135 + навоз 25 т/га, N190P190K190 и N120P120K120 + навоз 50 т/га его было больше на 4.47–13.4% под посевом гибрида РМС 120 (относительно гибрида Митика), что позволило сделать вывод о более значительном поглощении калия иностранным гибридом. Различное использование удобрений сахарной свеклой способствовало увеличению содержания K₂O в почве на 11.2–36.6% под посевом отечественного гибрида, но снижало этот показатель на 6.04–9.24% в почве под посевом иностранного гибрида, что также свидетельствовало об усилен-

Таблица 5. Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений (КИУ) и почвы (КИП) (среднее за 2019–2020 гг.)

КИУ						КИП					
1			1			1			1		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N45P45K45 + навоз 25 т/га											
22	4	44	–	15	–	40	13	30	100	23	29
N90P90K90 + навоз 25 т/га											
27	12	37	–	17	36	46	12	29	73	21	32
N135P135K135 + навоз 25 т/га											
38	27	27	4	12	16	42	10	32	61	20	45
N120P120K120 + навоз 50 т/га											
33	7	32	35	14	16	29	14	36	52	16	33
N190P190K190											
29	3	52	42	9	12	92	11	44	89	22	39

ном поглощении элемента иностранным гибридом в вариантах с высокой удобренностью.

Содержание нитратного азота в слое 0–60 см почвы не оказывало достоверного влияния на урожайность корнеплодов как иностранного, так и отечественного гибридов. Наиболее тесная связь содержания P₂O₅ в почве и урожайности проявилась у гибрида Митика ($r^2 = 0.858$), менее – у гибрида РМС 120 ($r^2 = 0.677$). Повышение содержания нитратного азота в почве в наибольшей степени способствовало увеличению урожайности отечественного гибрида, менее – иностранного.

Повышение содержания K₂O на 1 мг/100 г в почве под посевом отечественного гибрида оказало достоверное влияние на урожайность корнеплодов ($r^2 = 0.517$), увеличив ее на 1.61 т/га. Для иностранного гибрида эта закономерность не обнаружена.

Расчет коэффициента использования питательных веществ из удобрений (КИУ) разными гибридами выявил, что как отечественным, так и иностранным гибридом сахарной свеклы использовался более всего K₂O удобрений, азот – несколько меньше, менее всего – P₂O₅. Азот удобрений в основном наиболее интенсивно использовался отечественным гибридом (КИУ = 22–38%) (табл. 5), а при внесении высоких доз удобрений – также и иностранным гибридом (КИУ = 35–42%). Наибольшее потребление азота удобрений обоими изученными гибридами отмечено при внесении N120P120K120 + навоз 50 т/га и N135P135K135 + навоз 25 т/га, гибридом Митика – N190P190K190. Увеличение доз удобрений обеспе-

чивало повышение КИУ азота: у отечественного гибрида – на 5–16%, у иностранного – на 30–38%.

Калий удобрений использовался отечественным гибридом на 27–52%, иностранным – на 12–36%, повышение уровня удобренности снижало использование элемента: гибридом РМС 120 – на 7–17, гибридом Митика – на 19–23%. Наиболее высокий уровень потребления данного элемента отечественным гибридом отмечен при внесении N45P45K45 + навоз 25 т/га, N190P190K190 и N90P90K90 + навоз 25 т/га, иностранным гибридом – в варианте N90P90K90 + навоз 25 т/га.

Наиболее высокий КИУ P₂O₅ отмечен для иностранного гибрида (9–17%), менее – для отечественного гибрида (3–12%), кроме варианта N135P135K135 + навоз 25 т/га (КИУ = 27%). Наибольший КИУ P₂O₅ для иностранного гибрида был отмечен при внесении N120P120K120 + навоз 50 т/га и N90P90K90 + навоз 25 т/га, для отечественного гибрида – в вариантах N90P90K90 + навоз 25 т/га и N135P135K135 + навоз 25 т/га. Отмечена тенденция к повышению КИУ P₂O₅ при увеличении уровня удобренности: у гибрида РМС 120 – на 2–23%, у гибрида Митика отмечали в основном снижение на 1–6%.

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы (КИП) были больше у иностранного гибрида, чем у отечественного (52–100 и 29–46% – азота, 16–22 и 10–14 – фосфора), а калия – примерно сопоставимы (32–45 и 29–44% соответственно).

Как у отечественного, так и иностранного гибрида отмечена закономерность снижения использования фосфора из почвы при увеличении

Таблица 6. Экономическая эффективность применения удобрений в опыте

Отечественный гибрид		Иностранный гибрид	
прибыль, тыс. руб./га	рентабельность доп. затрат, %	прибыль, тыс. руб./га	рентабельность доп. затрат, %
	N45P45K45 + навоз 25 т/га		
16.6	242	—	71.1
	N90P90K90 + навоз 25 т/га		
20.0	214	—	79.4
	N135P135K135 + навоз 25 т/га		
27.0	215	4.78	101
	N120P120K120 + навоз 50 т/га		
17.5	164	—	57.9
	N190P190K190		
20.1	181	—	81.0

Примечание. Рентабельность дополнительных затрат – рентабельность применения удобрений и приобретения семян сахарной свеклы.

доз удобрений, но повышения использования калия, что являлось положительным фактом, т.к. способствовало сохранению фосфатного фонда почвы, но использовало значительные запасы почвенного K_2O , имевшееся в черноземах. Потребление азота почвы отечественным гибридом повышалось относительно контроля при внесении N45P45K45 + навоз 25 т/га, N90P90K90 + навоз 25 т/га и N120P120K120 + навоз 50 т/га и снижалось в других вариантах опыта, иностранным гибридом – снижалось во всех вариантах, кроме N190P190K190.

Выявлено, что применение разных доз удобрений обеспечивало высокую рентабельность дополнительных затрат (рентабельность применения удобрений и приобретения семян без учета стоимости других затрат на возделывание культуры (обработку почвы, агротехнических мероприятий при возделывании, уборки, транспортировки урожая)) при возделывании отечественного гибрида (164–242%) (табл. 6), более всего – при использовании N45P45K45 + навоз 25 т/га, а прибыль (20.0–27.0 тыс. руб./га) – при действии систем N135P135K135 + навоз 25 т/га, N90P90K90 + навоз 25 т/га и N190P190K190.

Наибольшая экономическая эффективность возделывания отечественных гибридов (сочетание рентабельности и прибыли) отмечена при использовании систем удобрения N90P90K90 + навоз 25 т/га и N135P135K135 + навоз 25 т/га. Применение удобрений в посеве иностранного гибрида не было экономически эффективным, кроме варианта N135P135K135 + навоз 25 т/га, ко-

торый обеспечил невысокую рентабельность (101%) и небольшую прибыль (4.79 тыс. руб./га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что наиболее высокий уровень урожайности корнеплодов отечественного гибрида сахарной свеклы в опыте (43.2–45.1 т/га) обеспечивало применение систем удобрения N135P135K135 под культуру на фоне внесения навоза 25 т/га в пару, N120P120K120 + навоз 50 т/га в пару и N190P190K190, иностранного гибрида (50.1–51.6 т/га) – N135P135K135 + навоз 25 т/га в пару и N190P190K190. Отечественный гибрид в большей степени использовал элементы питания из удобрений, что подтверждено повышением урожайности относительно контроля и составило 52.6–59.3%, тогда как иностранный гибрид использовал элементы питания из удобрений в значительно меньшей степени (увеличение урожайности на 6.25–22.3%).

Наибольшая прямая корреляция между величиной урожайности корнеплодов от доз удобрений отмечена у отечественного гибрида, в меньшей степени – у иностранного гибрида.

Применение систем удобрения N90P90K90 + навоз 25 т/га в пару и N135P135K135 + навоз 25 т/га в пару в посевах отечественного гибрида было экономически эффективным (прибыль составила 20.0–27.0 тыс. руб./га, рентабельность дополнительных затрат – 214–215%), тогда как для иностранного гибрида оно не было окупаемым.

Изучение содержания элементов питания в почве выявило, что под посевом отечественного

гибрида содержалось на 2.75–10.6% больше подвижных форм P_2O_5 , на 4.47–13.4% – K_2O , чем под посевом иностранного гибрида, это свидетельствовало о повышенном их поглощении последним. Под действием удобрений в почве под посевом отечественного гибрида отмечено повышение содержания нитратного азота на 21.1–119%, P_2O_5 – на 30.6–89.5%, K_2O – на 11.2–36.6% относительно контроля, тогда как под посевом иностранного гибрида выявлено увеличение содержания P_2O_5 на 20.9–89.6, но снижение содержания K_2O – на 6.04–9.24%, а также не были отмечены четкие закономерности динамики содержания $N-NO_3$. Особенности развития растений иностранного гибрида сахарной свеклы в меньшей степени влияли на величину pH_{KCl} почвы, чем отечественного гибрида, а при взаимодействии с удобрениями кислотность почвы под посевом отечественного гибрида РМС 120 снижалась в большей степени, чем под посевом иностранного гибрида Митика.

Выявлено, что азот и калий удобрений лучше использовал отечественный гибрид, фосфор – иностранный (кроме варианта $N135P135K135 + +$ навоз 25 т/га). Потребление азота и P_2O_5 из почвы было более значительным у иностранного гибрида, а интенсивность использования K_2O была сопоставима с КИП данного элемента отечественным гибридом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. М.: Росинформагротех, 2020. 26 с.
2. Фурсов С.В. Перспективы производства основных видов сельскохозяйственной продукции в условиях импортозамещения // Научн. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Экономика. Информатика. 2018. Т. 45. № 4. С. 681–692.
3. Чекмарев П.А. Успех, добытый самоотверженным трудом // Защита и карантин раст. 2017. № 1. С. 3–6.
4. Азжеурова М.В. Проблемы развития свеклосахарного подкомплекса в условиях импортозамещения / Экономические проблемы развития агропромышленного комплекса в условиях импортозамещения. Мичуринск: МичГАУ, 2015. С. 12–18.
5. Койнова А.Н. Сахарная свекла: в поисках рентабельности // АгроФорум. 2019. № 6. С. 32–35.
6. Святова О.В., Солошенко В.М. Оценка уровня конкурентоспособности отечественных сортов и гибридов сахарной свеклы // Вестн. Курск. ГСХА. 2008. № 4. С. 53–58.
7. Смуров С.И., Иевлев Д.М., Григоров О.В., Шестакова Р.И. Продуктивность отечественных и зарубежных гибридов на разных фонах питания // Сахар. свекла. 2008. № 5. С. 28–30.
8. Заволока И.П., Гостев О.Н., Верещагин Ю.И. Продуктивность гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции в условиях северо-восточной части ЦЧЗ / Сб. научн. тр., посвящ. 85-летию Мичурин. ГАУ. Мичуринск: МичГАУ, 2016. С. 25–29.
9. Алексеенкова Е. Сахарная свекла: в поисках рентабельности // АгроФорум. 2020. № 1. С. 48–50.
10. Афонин Н.М., Громов А.С., Панков С.М. Определение гибридов сахарной свеклы, наиболее подходящих для выращивания в условиях Тамбовской области // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 1. С. 1.
11. Кривичев Д.А., Оганесян С.К. Практические рекомендации по повышению эффективности производства сахарной свеклы в Краснодарском крае // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сб. ст. по мат-лам 71-й научн.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2015 г. 2016. С. 618–619.
12. Цыкалов А.Н., Рыльков И.В., Бабин К.Ю. Результаты изучения гибридов сахарной свеклы, представленных АО “Щелково Агрохим” в 2012–2014 гг. // Инновационные технологии производства зерновых, зернобобовых, технических и кормовых культур. 2016. С. 258–264.
13. Кравцов А.М., Бровкина Т.Я., Павелко И.А. Продуктивность гибридов отечественной и зарубежной селекции сахарной свеклы в зависимости от агротехнических факторов // Энтузиасты аграрной науки. Сб. ст. по мат-лам Всерос. научн.-практ. конф. Краснодар: КубГАУ, 2019. С. 32–43.
14. Смуров С.И., Иевлев Д.М., Григоров О.В., Шестакова Р.И. Продуктивность отечественных и зарубежных гибридов на разных фонах питания // Сахарная свекла. 2008. № 5. С. 28–30.
15. Жеряков Е.В. Отзывчивость сорта и гибридов сахарной свеклы на минеральные удобрения // Вестн. Алтай. ГАУ. 2012. № 11 (97). С. 7–12.
16. Курьиндин А.В. Основной элемент повышения продуктивности сахарной свеклы на современном этапе – гибрид интенсивного типа // Тенденции развития науки и образ-я. 2019. № 50 (3). С. 58–60.
17. Ошкин В.А., Костин В.И., Смирнова Н.В. Влияние внекорневой подкормки на технологические качества корнеплодов // Вестн. Ульянов. ГСХА. 2016. № 1. С. 72–75.
18. Дроздова В.В., Редина Н.Е. Влияние минеральных удобрений на питательный режим почвы, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы // Политемат. сетев. электр. научн. журн. Кубан. ГАУ. 2015. № 111. С. 1643–1657.
19. Шафран С.А., Минакова В.А., Ильюшенко И.В., Александрова Л.В. Влияние удобрений и агрохимических свойств черноземов выщелоченных на урожайность сахарной свеклы // Плодородие. 2015. № 5 (86). С. 27–29.
20. Подрезов П.И., Мязин Н.Г., Кожокина А.Н. Влияние многолетнего внесения удобрений на урожайность и качество урожая сахарной свеклы, выращиваемой на черноземе типичном // Вестн. Воронеж. ГАУ. 2021. Т. 14. № 4 (71). С. 49–57.

21. *Леплявченко Л.П., Суетов В.П., Громова Л.И., Онищенко Л.М., Дроздова В.В., Ерезенко Е.Е., Осипов М.А.* Агрохимические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность полевого севооборота в связи с применением минеральных удобрений // Политемат. сетев. электр. научн. журн. Кубан. ГАУ. 2009. № 46. С. 133–187.
22. *Громовик А.И., Королев В.А.* Влияние длительного применения удобрений в зернопаропропашном севообороте на показатели плодородия чернозема выщелоченного // Агрохимия. 2014. № 12. С. 10–15.
23. *Боева Н.Н., Дерглагова Г.М.* Параметры изменения показателей плодородия чернозема типичного при многолетнем использовании удобрений // Вестн. Курск. ГСХА. 2019. № 2. С. 16–20.
24. *Минакова О.А., Александрова Л.В., Куницын Д.А.* Изменение почвенного плодородия и урожайности сахарной свеклы при длительном применении удобрений в зернопаропропашном севообороте лесостепи Центрального Черноземного региона // Агрохимия. 2018. № 1. С. 52–60.
25. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1985. 6 с.
26. *Щеглов Д.И., Громовик А.И., Горбунова Н.С.* Основы химического анализа почв. Воронеж: Изд. дом ВГУ, 2019. 332 с.
27. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. М.: Комитет по стандартизации и метрологии, 1992. 8 с.
28. *Барштейн Л.А., Гизбуллин Н.Т.* Методика исследований на сахарной свекле. Киев: ВНИИСС, 1986. 262 с.
29. Нормативные показатели выноса и коэффициент использования питательных веществ сельскохозяйственными культурами из минеральных удобрений и почв. М.: ЦИНАО, 1986. 110 с.
30. Интегрированное применение удобрений в адаптивно-ландшафтном земледелии в нечерноземной зоне европейской части России (практ. рук-во) / Под ред. Л. М. Державина. М.: ВНИИА, 2005. 160 с.
31. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985. 351 с.

Influence of Different Levels of Soil Fertilization on the Characteristics of NPK Consumption and the Yield of Sugar Beet Hybrids of Domestic and Foreign Breeding in the Central Chernozem Region

O. A. Minakova^{a,#}, L. V. Alexandrova^a, and V. M. Vilkov^a

^a*A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar VNIISS 86, Ramonsky district, Voronezh region 396030, Russia*

[#]*E-mail: olalmin2@rambler.ru*

It was revealed that in the conditions of the Central Chernozem region, the yield of foreign hybrid root crops was 5.1–6.8 t/ha higher compared to the domestic one, but it responded less to the use of fertilizers, as a result of which its cultivation in most of the studied variants was unprofitable. The correlation dependence of the yield of the main product on the level of fertilization was more pronounced when cultivating a domestic hybrid. Cultivation of a hybrid of sugar beet of domestic selection on the same backgrounds of the main fertilizer compared with a foreign hybrid differed by 2.75–10.6% in the content of mobile forms of P₂O₅ in the soil, by 4.47–13.4% – K₂O, but by 0.02–0.28 less – by the value of pH_{KCl}. Nitrogen and potassium fertilizers were better used by a domestic hybrid, and phosphorus by a foreign one.

Key words: domestic breeding, sugar beet, fertilizers, soil, utilization factor, economic efficiency.