

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

© 2025 г. О. А. Минакова, доктор сельскохозяйственных наук,
Л. Н. Путилина, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова,
396030, Воронежская обл., Рамонский р-н, пос. ВНИИСС, 86
E-mail: olalmin2@rambler.ru

Исследование проводили с целью изучения влияния доз удобрений на урожайность основной и побочной продукции, а также технологические качества корнеплодов отечественных гибридов сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения ЦЧР. Работу выполняли в 2022–2024 гг. в стационарном опыте на черноземе выщелоченном малогумусном среднемощном тяжелосуглинистом в Воронежской области. Метеоусловия 2022 г. были избыточно увлажненными, 2023-го – средне увлажненными, 2024-го – засушливыми. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: гибрид (фактор А) – РМС 120, РМС 121, РМС 127; система удобрений (фактор В) – без удобрений (контроль), вариант I – $N_{45}P_{45}K_{45}$ под сахарную свеклу и 25 т/га навоза в пар, II – $N_{90}P_{90}K_{90}$ и 25 т/га, III – $N_{135}P_{135}K_{135}$ и 25 т/га, IV – $N_{120}P_{120}K_{120}$ и 50 т/га, вариант V – $N_{190}P_{190}K_{190}$. У гибрида РМС 127 отмечали самые высокие в опыте урожайность корнеплодов (49,6...50,8 т/га) и долю корнеплодов в общей биомассе (68,6...73,1 %). Удобрения больше всего влияли на продуктивность гибридов РМС 120 (+36,3...71,3 % к контролю) и долю корнеплодов в урожае РМС 121 (+4,0...9,7 %). Сахаристость гибрида РМС 120 при внесении удобрений не изменялась, а РМС 127 и особенно РМС 121 снижалась. Наибольший в опыте выход сахара на заводе, а также самый низкий МБ-фактор (мелассобразующий фактор) у гибрида РМС 120 отмечены при использовании умеренных доз удобрения (системы I...III), у РМС 121 – при высоких дозах (системы IV и V). Корнеплоды РМС 121 характеризовались максимальным в опыте коэффициентом извлечения сахара и самыми низкими его потерями в мелассе. Сбор очищенного сахара был наибольшим у гибридов РМС 127 и РМС 120 (при высокой насыщенности NPK). Лучшие продуктивность и сбор очищенного сахара РМС 127 отмечали при использовании II...IV, РМС 120 – II и III систем удобрения.

THE EFFECT OF FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITIES OF DOMESTIC SUGAR BEET HYBRIDS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION

O. A. Minakova, L. N. Putilina

Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar,
396030, Voronezhskaya obl., Ramonskii r-n, pos. VNISS, 86
E-mail: olalmin2@rambler.ru

The purpose of the research is to study the effect of fertilizer doses on the yield of the main and by-products, as well as the technological qualities of root crops of domestic sugar beet hybrids in the zone of unstable moistening of the Central Black-Earth Region. The work was carried out in 2022–2024 on leached low-humus medium-bulk heavy loam chernozem in the Voronezh Region. 2022 was excessively humid, 2023 was moderately humid, and 2024 was arid. The scheme of the experiment provided for the study of the following options: hybrid (factor A) – RMS 120, RMS 121, RMS 127; fertilizer system (factor B) – without fertilizers (control), I ($N_{45}P_{45}K_{45}$ for sugar beet and 25 t/ha of steamed manure), II ($N_{90}P_{90}K_{90}$ and 25 t/ha), III ($N_{135}P_{135}K_{135}$ and 25 t/ha), IV ($N_{120}P_{120}K_{120}$ and 50 t/ha), V ($N_{190}P_{190}K_{190}$). The RMS 127 hybrid had the highest yield of root crops in the experiment (49.6...50.8 t/ha) and the highest proportion of root crops in the harvest (68.6...73.1 %). Fertilizers had the greatest effect on the productivity of RMS 120 (+36.3...71.3 % of the control) and the share of root crops in the yield of RMS 121 (+4.0...9.7 %). The sugar content of the RMS 120 hybrid did not change when fertilizers were applied, while RMS 121 and RMS 127 decreased, especially in RMS 121. The highest sugar yield in the experiment at the plant, as well as the lowest MB factor in the RMS 120 hybrid, were noted when using moderate doses of fertilizer (systems I...III), in RMS 121 – when high doses (IV and V systems). RMS 121 root crops were characterized by a maximum sugar extraction coefficient and minimal sugar losses in molasses. The collection of refined sugar was greatest in the hybrids RMS 127 and RMS 120 (with high NPK saturation). The crops of RMS 127 with the use of II...IV, and RMS 120 – II and III fertilizer systems were distinguished by the best productivity and collection of refined sugar.

Ключевые слова: удобрения, урожайность, сахарная свекла (*Betavulgaris* L.), отечественные гибриды, корнеплоды, технологические качества, сбор очищенного сахара.

Keywords: fertilizers, yield, sugar beet (*Beta vulgaris* L.), domestic hybrids, root crops, technological qualities, yield of refined sugar.

При возделывании сахарной свеклы сорт как элемент технологии имеет очень большое значение, так как ему принадлежит определяющая роль в использовании климатических ресурсов, почвенного плодородия и всех факторов интенсификации производства [1], но сам по себе он не гарантирует высоких урожаев. Высокопродуктивные гибриды способны полностью реализовать свой потенциал только при достаточной культуре земледелия и оптимальных агротехнических

условиях [2]. Как культура интенсивного типа сахарная свекла весьма требовательна к условиям питания. Улучшения качественных показателей корнеплодов можно добиться, применяя удобрения, содержащие необходимые для роста и развития культуры набор макро- и микроэлементов [3, 4, 5].

На экономику производства сахарной свеклы, кроме урожайности, значительное влияние оказывают технологические качества корнеплодов – комплекс свойств

и признаков, включающий, помимо сахаристости, содержание мелассообразующих веществ (K, Na, α -аминного азота), которое в значительной мере влияет на выход сахара и процесс его производства на заводе. Так, K^+ и Na^+ задерживают до 70...80 % сахара в мелассе [6].

Технологические качества сахарной свеклы зависят от доз и видов удобрений [5], сроков посева и уборки [7], приемов обработки почвы [8, 9], почвенно-климатических условий возделывания [10], генетики [11], периода хранения [12] и др. Погодные условия вегетационного периода влияют на качество корнеплодов при переработке [9, 12, 13]. Доказано, что лучшие показатели достигаются при среднем увлажнении во время вегетации [9].

В исследованиях, проведенных в Республике Беларусь, сахаристость корнеплодов находилась в обратной зависимости от доз азотных удобрений, а содержание K^+ , Na^+ и α -аминного азота в корнеплодах – в прямой [14]. Особенности генотипа, фон удобрений и проведение некорневых подкормок оказывают воздействие на достижение биологической и технической спелости гибридов сахарной свеклы, которые определяют технологическое качество корнеплодов [8, 10]. В связи с изложенным изучение продуктивности и технологических качеств современных гибридов сахарной свеклы на различных фонах основного удобрения в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрально-Черноземного района представляется актуальным.

Цель исследований – изучить влияние доз удобрений на урожайность основной и побочной продукции, а также технологические качества корнеплодов отечественных гибридов сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения ЦЧР для совершенствования системы удобрения культуры.

Методика. Работу выполняли в длительном (заложен в 1936 г.) стационарном полевом опыте по изучению эффективности удобрений (пос. Рамонь, Воронежская область). Объект исследований – основная (корнеплоды) и побочная (листья) продукция сахарной свеклы гибридов селекции ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднесиловый тяжелосуглинистый на тяжелом карбонатном суглинке. Содержание в пахотном слое почвы гумуса (по Тюрину) составляло 4,83...5,65 %, $N-NO_3$ (по Грандваль-Ляжу) – 8,6...13,2 мг/кг; P_2O_5 и K_2O (по Чirikову) – 61...153 и 175...239 мг/кг соответственно, pH_{KCl} – 4,9...5,4 ед.

Агротехника возделывания культуры в опыте предусматривала двукратное лущение стерни после уборки предшественника (озимой пшеницы), внесение удобрений (вручную поверхностно вразброс), вспашку на 30...32 см, ранневесеннее боронование, внесение почвенных гербицидов, предпосевное выравнивание, широкоярусный посев (с междурядьями 45 см) с нормой высева 10...12 драже на 1 погонном метре на глубину 3...4 см, ручное формирование густоты стояния растений из расчета 4...5 шт. на 1 погонном метре, две междурядные обработки.

Изучение агрономической эффективности применения удобрений и изменения технологических качеств гибридов проводили в паровом звене (черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень с подсевом клевера) 9-польного зернопаропропашного севооборота с 2 полями сахарной свеклы.

Схема опыта предусматривала следующие варианты: гибрид сахарной свеклы (фактор А) – РМС 120, РМС 121, РМС 127;

система удобрения (фактор В) – без удобрений (контроль), система I – $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, система II – $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, система III – $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, система IV – $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза, система V – $N_{190}P_{190}K_{190}$.

Гибриды сахарной свеклы РМС 120, РМС 121, РМС 127 созданы ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова. РМС 120 – односемянный диплоидный гибрид на стерильной основе N-типа, среднеспелый, в реестре селекционных достижений с 2008 г. РМС 121 – односемянный триплоидный гибрид на стерильной основе N-типа, среднеспелый, внесен в реестр в 2010 г. РМС 127 – односемянный диплоидный гибрид на стерильной основе N-типа, среднеспелый, в реестре с 2016 г. [15].

Минеральные удобрения вносили под сахарную свеклу в октябре каждого предшествующего посева года, навоз – в паровое поле осенью, 1 раз за ротацию севооборота, механизировано разбрасывателем РОУ-6. То есть сахарная свекла использовала прямое действие минеральных удобрений и последствие навоза.

Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов – систематическое с частичной рандомизацией. Площадь опытной делянки составляла 133,7 м², учетной – 10,8 м².

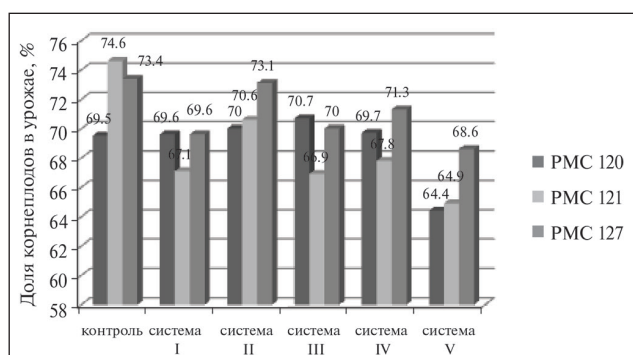
Метеоусловия в 2022 г. характеризовались как избыточно увлажненные (ГТК – 1,70), в 2023 г. – умеренно увлажненные (ГТК – 1,23), в 2024 г. – засушливые (ГТК – 0,40) при среднемноголетней величине этого показателя 1,31, что позволило выявить эффективность применения удобрений в разных агрометеорологических условиях.

Результаты и обсуждение. В среднем за 3 года исследований к периоду массовой уборки самую высокую урожайность корнеплодов во всех вариантах опыта отмечали у гибрида РМС 127 (35,9...50,8 т/га, средняя – 46,1 т/га). У РМС 120 и РМС 121 она была ниже, чем у РМС 127, соответственно на 0,3...4,7 и 3,2...7,6 т/га, средняя урожайности этих гибридов была равна 41,2 и 43,7 т/га (табл. 1).

Под влиянием удобрений средняя урожайность корнеплодов в опыте возрастала на 24,3...48,2 %. Больше всего под их воздействием возрастала величина этого показателя у гибрида РМС 120 – на 36,3...71,3 %, по сравнению с контролем. Повышение урожайности РМС 121 и РМС 127 было выражено в меньшей степени – на 21,0...36,3 % и 18,1...41,5 % соответственно. Система удобрений $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза способствовала повышению урожайности корне-

Табл. 1. Влияние удобрений на урожайность основной и побочной продукции гибридов сахарной свеклы (2022–2024 гг.), т/га

Система удобрений (фактор В)	Гибрид (фактор А)			
	РМС 120	РМС 121	РМС 127	среднее
Корнеплоды (HCP_{05} для факторов: $A = F_{факт.} < F_{теор.}$, $B = 0,7$, $AB = 0,5$)				
Без удобрений	28,9	35,3	35,9	33,4
I	39,4	42,7	42,4	41,5
II	42,3	47,0	49,6	46,3
III	46,5	45,3	49,7	47,2
IV	49,6	48,1	50,8	49,5
V	40,6	43,5	48,2	44,1
Среднее	41,2	43,7	46,1	43,7
Листья (HCP_{05} для факторов: $A = F_{факт.} < F_{теор.}$, $B = 0,5$, $AB = 0,2$)				
Без удобрений	12,7	12,0	13,0	12,6
I	17,2	20,9	18,5	18,9
II	18,1	19,6	18,3	18,7
III	19,3	22,4	21,3	21,0
IV	21,6	22,8	20,4	21,6
V	22,4	23,5	22,1	22,7
Среднее	18,6	20,2	18,9	19,3



Влияние удобрений на долю корнеплодов в биологическом урожае гибридов сахарной свеклы (среднее за 2022–2024 гг.).

плодов в среднем по гибридам, по отношению к не-удобренному фону, на 12,9 т/га, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза – 13,8 т/га, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза – 16,1, $N_{190}P_{190}K_{190} - 10,7$ т/га.

Средняя по всем вариантам урожайность побочной продукции сахарной свеклы (листьев) у гибрида RMS 120 составила 18,6 т/га, RMS 121–20,2 т/га, RMS 127–18,9 т/га, на фоне естественного плодородия почвы – соответственно 12,7, 12,0 и 13,0 т/га. В удобренных вариантах больше всего листьев сформировал гибрид RMS 121 – на 1,1...3,1 т/га выше, чем другие.

Под влиянием удобрений средняя урожайность листьев в опыте возрастала на 48,4...80,2 %, в том числе у RMS 121 – на 74,2...95,8 %, RMS 120 – на 35,4...79,4 %, RMS 127 – на 42,3...70,0 %, по сравнению с вариантом без удобрений. Так как снижение облиственности растений способствует повышению технологичности культуры при уборке культуры, следует отметить, что на фоне систем I и II ($N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза) наблюдали самые низкие величины этого показателя у всех гибридов.

Максимальная в опыте доля корнеплодов в общей биологической продукции (68,6...73,1 %) в большинстве вариантов с удобрениями отмечена у гибрида RMS 127 (см. рисунок). У гибридов RMS 120 и RMS 121 она была на 1,6...4,2 % ниже. Вместе с тем гибрид RMS 121 характеризовался самой высокой величиной этого показателя в контроле (74,6 %). Наибольшее влияние удобрений на долю корнеплодов в продукции отмечали на гибриде RMS 121 (снижение на 4,0...9,7 %), самое низкое – на RMS 120, где во всех вариантах, за исключением системы V, она оставалась практически на уровне

Табл. 2. Влияние удобрений на сахаристость корнеплодов и биологический сбор сахара с 1 га (среднее за 2022–2024 гг.)

Система удобрений (фактор В)	Гибрид (фактор А)			
	RMS 120	RMS 121	RMS 127	среднее
Сахаристость, % (HCP ₀₅ для факторов: А, В, АВ = F _{факт.} < F _{теор.})				
Без удобрений	15,7	16,3	15,8	15,9
Система I	15,9	15,4	15,5	15,6
Система II	16,1	15,6	15,4	15,7
Система III	16,2	15,5	15,4	15,7
Система IV	16,0	15,8	16,2	16,0
Система V	15,2	15,7	15,6	15,5
Среднее	15,9	15,7	15,7	15,7
Сбор очищенного сахара, т/га (HCP ₀₅ для факторов: А = F _{факт.} < F _{теор.} , В = 0,10, АВ = 0,09)				
Без удобрений	3,77	4,77	4,65	4,40
Система I	5,16	5,38	5,39	5,31
Система II	5,62	6,00	6,23	5,95
Система III	6,13	5,73	6,11	5,99
Система IV	6,42	6,28	6,68	6,46
Система V	4,97	5,58	4,65	5,07
Среднее	5,35	5,62	5,62	5,56

контроля. В посевах гибрида RMS 127 доля корнеплодов уменьшалась на 2,1...4,8 %. Самую высокую долю корнеплодов в урожае всех изученных гибридов обеспечивала система II ($N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза).

Средняя сахаристость корнеплодов изученных гибридов составила 15,5...16,0 % (табл. 2), у RMS 120 она была выше (15,9 %), чем у RMS 121 и RMS 127 (по 15,7 %). На фоне систем I...III она была выше, чем у других гибридов, у RMS 120 (на 0,5...0,8 %), а на неудобренных участках – у RMS 121 (на 0,5...0,6 %). Применение удобрений сопровождалось тенденцией снижения сахаристости в среднем по гибридам на 0,2...0,4 %, однако у RMS 120 отмечено ее увеличение, относительно неудобренного варианта, на 0,2...0,5 %, а у RMS 121 и RMS 127 – снижение на 0,6...0,9 и 0,2...0,6 % соответственно.

Средний по вариантам сбор очищенного сахара был самым высоким при выращивании гибридов RMS 121 и RMS 127 – по 5,62 т/га против 5,35 т/га у RMS 120. У всех гибридов он был наибольшим на фоне системы IV (6,28...6,68 т/га), а самым низким – без применения удобрений (3,77...4,77 т/га). Использование удобрений способствовало повышению сбора очищенного сахара, относительно контроля, у гибрида RMS 120 на 1,20...2,65 т/га (31,8...70,3 %), RMS 121 – на 0,61...1,51 т/га (12,8...31,7 %), RMS 127 – на 0,74...2,03 т/га (15,9...43,7 %), то есть сильнее всего на удобрения по сбору очищенного сахара отзывался гибрид RMS 120.

Табл. 3. Влияние удобрений на содержание мелассообразующих несахаров в корнеплодах гибридов сахарной свеклы (среднее за 2022–2024 гг.), ммоль/100 г

Система удобрений (фактор В)	Гибрид (фактор А)			
	RMS 120	RMS 121	RMS 127	среднее
Содержание Na ⁺ (HCP ₀₅ для факторов: А = 0,05, В = 0,11, АВ = 0,01)				
Без удобрений	2,31	2,30	3,96	2,86
Система I	1,64	2,42	2,76	2,27
Система II	1,84	2,55	2,57	2,32
Система III	1,92	2,42	2,11	2,15
Система IV	1,41	2,51	2,01	1,98
Система V	1,88	1,54	2,11	1,84
Среднее	1,83	2,29	2,59	2,24
Содержание K ⁺ (HCP ₀₅ для факторов: А = 0,07, В = 0,20, АВ = 0,05)				
Без удобрений	3,25	3,56	3,52	3,44
Система I	3,46	3,69	3,85	3,67
Система II	3,51	3,71	4,03	3,75
Система III	3,62	3,76	3,92	3,77
Система IV	3,63	3,91	3,99	3,84
Система V	3,79	4,19	4,01	4,00
Среднее	3,54	3,80	3,89	3,74
Содержание α-NH ₂ (HCP ₀₅ для факторов: А = 0,10, В = 0,15, АВ = 0,02)				
Без удобрений	2,14	2,47	1,97	2,19
Система I	2,95	2,49	2,10	2,51
Система II	2,86	2,55	2,36	2,59
Система III	3,64	2,60	3,74	3,33
Система IV	4,01	2,05	3,56	3,21
Система V	3,29	2,97	3,81	3,36
Среднее	3,15	2,52	2,92	2,87

Содержание Na⁺ как элемента-мелассообразователя в корнеплодах сахарной свеклы, выращенной на разных фонах удобренности, было самым высоким у гибрида RMS 127–2,59 ммоль/100 г против 1,83 ммоль/100 г у RMS 120 и 2,29 ммоль/100 г у RMS 121 (табл. 3). Применение удобрений под гибриды RMS 120 и RMS 127 сопровождалось снижением концентрации Na⁺ на 0,39...0,90 и на 1,20...1,95 ммоль/100 г, тогда как под RMS 121 приводило к ее увеличению на 0,12...0,25 ммоль/100 г, за исключением системы удобрений V ($N_{190}P_{190}K_{190}$), на фоне которой концентрация Na⁺ снижалась на 0,76 ммоль/100 г.

Табл. 4. Влияние удобрений на прогнозируемые технологические показатели при переработке корнеплодов сахарной свеклы (среднее за 2022–2024 гг.)

Система удобрений (фактор В)	Гибрид (фактор А)			
	РМС 120	РМС 121	РМС 127	среднее
Потери сахара в мелассе, % (HCP ₀₅ для факторов: А = 0,07, В = 0,12, АВ = 0,05)				
Без удобрений	1,66	1,78	1,85	1,76
Система I	1,80	1,81	1,78	1,80
Система II	1,81	1,84	1,84	1,83
Система III	2,02	1,85	2,10	1,99
Система IV	2,05	1,74	2,05	1,95
Система V	1,95	1,88	2,13	1,99
Среднее	1,88	1,82	1,96	1,89
Выход сахара, % (HCP ₀₅ для факторов: А, В, АВ = F _{факт.} < F _{теор.})				
Без удобрений	13,04	13,52	12,95	13,17
Система I	13,10	12,59	12,72	12,80
Система II	13,29	12,76	12,56	12,87
Система III	13,18	12,65	12,30	12,71
Система IV	12,95	13,06	13,15	13,05
Система V	12,25	12,82	12,47	12,51
Среднее	12,97	12,90	12,69	12,85
Коэффициент извлечения сахара, % (HCP ₀₅ для факторов: А = 0,15, В = 0,45, АВ = 0,05)				
Без удобрений	83,05	82,97	81,96	82,66
Система I	82,39	81,75	82,08	82,07
Система II	82,56	81,77	81,57	81,97
Система III	81,37	81,64	79,86	80,96
Система IV	80,96	82,64	81,15	81,58
Система V	80,59	81,65	79,94	80,74
Среднее	81,82	82,07	81,10	81,66
МБ-фактор (HCP ₀₅ для факторов: А = 0,30, В = 0,45, АВ = 0,10)				
Без удобрений	25,47	26,26	28,58	26,77
Система I	27,48	28,77	27,94	28,06
Система II	27,21	28,90	29,27	28,46
Система III	30,62	29,17	34,17	31,32
Система IV	31,61	26,69	31,26	29,85
Система V	31,84	29,34	34,14	31,77
Среднее	29,04	28,19	30,89	29,37

Самое низкое содержание K⁺ отмечали в корнеплодах гибрида РМС 120 – в варианте без удобрений 3,25 ммоль/100 г, что на 0,31 и 0,27 ммоль/100 г меньше, чем у гибридов РМС 121 и РМС 127 соответственно. Под влиянием удобрений в корнеплодах гибрида РМС 120 оно увеличивалось на 0,21...0,44, РМС 121 – на 0,13...0,63, РМС 127 – на 0,33...0,51 ммоль/100 г.

Наименьшее количество α-аминого азота на неудобренном фоне отмечено в корнеплодах гибрида РМС 127–1,97 ммоль/100 г, что на 0,17 и 0,50 ммоль/100 г меньше, чем у гибридов РМС 120 и РМС 121 соответственно. Под влиянием удобрений оно увеличивалось у гибрида РМС 120 на 0,72...1,87 ммоль/100 г, РМС 121 – на 0,02...0,50 ммоль/100 г, РМС 127 – на 0,13...1,84 ммоль/100 г. Исключение составил вариант с системой удобрений IV (N₁₂₀¹²⁰ P₁₂₀ K₁₂₀ и 50 т/га навоза) при выращивании гибрида РМС 121, где отмечено снижение величины этого показателя на 0,42 ммоль/100 г.

Под влиянием удобрений самая высокая концентрация α-аминого азота в корнеплодах гибрида РМС 120 отмечена на фоне системы IV (N₁₂₀¹²⁰ P₁₂₀ K₁₂₀ и 50 т/га навоза)–4,01 ммоль/100 г, а гибридов РМС 121 и РМС 127 – на фоне системы V (N₁₉₀¹⁹⁰ P₁₉₀ K₁₉₀) – 2,97 и 3,81 ммоль/100 г. То есть гибрид РМС 121 отличался большей стабильностью, в сравнении с другими изученными генотипами, в отношении накопления этого мелассообразователя.

Самыми низкими потерями сахара в мелассе при переработке характеризовался гибрид РМС 120 в варианте без удобрений – 1,66 %, что на 0,22 и 0,29 % меньше, чем у гибридов РМС 121 и РМС 127 соответственно (табл. 4). Применение различных систем удобрений сопровождалось увеличением потерь сахара, в сравнении с неудобренными вариантами, у гибрида РМС 120

на 0,14...0,39 %, РМС 121 – на 0,03...0,10 %, РМС 127 – на 0,20...0,28 %.

Достоверных различий по выходу сахара между изученными гибридами и системами удобрения в опыте не выявлено. Как тенденцию следует отметить наибольшие величины этого показателя у гибрида РМС в вариантах с применением II и III систем удобрения (соответственно N₉₀⁹⁰ P₉₀ K₉₀ + 25 т/га навоза и N₁₃₅¹³⁵ P₁₃₅ K₁₃₅ + 25 т/га навоза) – 13,18...13,29 %, у гибрида РМС 127 с IV системой (N₁₂₀¹²⁰ P₁₂₀ K₁₂₀ + 50 т/га навоза) – 13,15 %, а у гибрида РМС 121 без удобрений – 13,52 %.

Коэффициент извлечения сахара у гибрида РМС 120 на фоне естественного плодородия почвы составлял 83,05 %, а у РМС 121 и РМС 127 соответственно на 0,08 и 1,09 % меньше. Применение минеральных и органических удобрений на всех гибридах сопровождалось снижением величины этого показателя на 0,50...2,00 %.

Величина МБ-фактора (мелассообразующего фактора) как совокупного показателя технологических свойств сахарной свеклы на неудобренном фоне у гибрида РМС 120 была равна 25,47, РМС 121–26,26, РМС 127–28,58, что соответствует хорошему качеству. Применяемые в опыте системы удобрений приводили к росту величины этого показателя у гибрида РМС 120 на 1,74...6,37, у РМС 121 – на 0,43...3,08, у РМС 127 – на 0,69...5,56 ед. При этом у гибрида РМС 121 МБ-фактор во всех вариантах не превышал 30,0 ед., то есть качество сырья оставалось хорошим, тогда как у гибридов РМС 120 и РМС 127 величина этого показателя достигала 31,84 и 34,17 ед. соответственно, что указывает на ухудшение качества до среднего.

Выводы. Самая высокая урожайность корнеплодов в опыте (48...50 т/га) при возделывании гибрида РМС 120 достигалась на фоне применения N₁₂₀¹²⁰ P₁₂₀ K₁₂₀ под сахарную свеклу и 50 т/га навоза в паровом поле, гибрида РМС 121 – N₁₃₅¹³⁵ P₁₃₅ K₁₃₅ и 25 т/га навоза, гибрида РМС 127 – N₉₀⁹⁰ P₉₀ K₉₀ и 25 т/га навоза соответственно.

Выход листьев у гибридов сахарной свеклы без применения удобрений составлял 12,0...13,0 т/га, а на фоне их внесения возрастал до 20,4...23,5 т/га. Гибрид сахарной свеклы РМС 127 характеризовался самой высокой в опыте долей корнеплодов в общем урожае биомассы (68,6...73,1 %), у гибридов РМС 120 и РМС 121 она была на 1,6...4,2 % ниже.

Сахаристость корнеплодов гибрида РМС 120 на неудобренном фоне составляла 15,7, РМС 121–16,3, РМС 127–15,8 %. Систематическое применение минеральных и органических удобрений обеспечивало у гибрида РМС 120 рост величины этого показателя на 0,2...0,5 %, у РМС 121 и РМС 127 – ее снижение на 0,6...0,9 и 0,2...0,6 % соответственно.

Самое высокое содержание K⁺ и Na⁺ отмечали в корнеплодах гибрида РМС 127, α-аминого азота – РМС 120. Сильнее всего влиянию удобрений содержание α-аминого азота и Na⁺ было подвержено в корнеплодах РМС 127, а K⁺ – в корнеплодах РМС 121. Содержание мелассообразующих несахаров в РМС 120 было наиболее стабильным.

Гибрид РМС 120 характеризовался наибольшим выходом сахара на заводе и самым низким МБ-фактором при использовании умеренных доз удобрения (системы I...III), РМС 121 – в вариантах с большими дозами (системы IV и V). Корнеплоды гибрида РМС 121 отличались наибольшим коэффициентом извлечения сахара и самыми низкими его потерями в мелассе.

Наименьшее ухудшение большинства прогнозируемых технологических показателей (коэффициент извлечения сахара, потери сахара в мелассе, МБ-фактор) при использовании возрастающих доз удобрений отмечали

при переработке корнеплодов гибрида РМС 121. Менее значительное влияние на выход сахара на заводе удобрения оказывали при выращивании гибрида РМС 120.

В среднем наибольший сбор очищенного сахара отмечали у гибрида РМС 127 (5,39...6,68 т/га), а при высокой насыщенности удобрениями – у РМС 120 (6,13...6,42 т/га). Именно на этом гибриде сильнее всего проявилось положительное действие удобрений.

В зоне неустойчивого увлажнения ЦЧР для формирования хороших урожаев корнеплодов с высоким сбором очищенного сахара целесообразно возделывать гибриды РМС 121 и РМС 127 на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ и 25 т/га навоза в пару, гибрид РМС 120 – при использовании $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза в пару или $N_{135}P_{135}K_{135}$ + 25 т/га навоза в пару.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Работа финансировалась за счет средств бюджета Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство этим конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Причины технологических отклонений в сахарном производстве, методы их устранения / З. В. Ловкис, Т. И. Турбан, Н. Н. Петюшев и др. / Под общ. ред. З. В. Ловкиса. Минск: ИВЦ Минфина, 2016. 168 с.
2. Ботько А. В., Гуляка М. И., Гайтюкевич С. Н. Роль сорта в свеклосахарном производстве // Земледелие и селекция в Беларуси. 2017. № 53. С. 54–61.
3. Урожайность сахарной свеклы в зависимости от применения различных форм минеральных удобрений в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / М. С. Сигида, С. А. Коростылев, Е. А. Саленко и др. // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 42–45.
4. Боронтов О. К., Косякин П. А., Манаенкова Е. Н. Влияние метеорологических условий, систем удобрения и обработки почвы на вынос питательных веществ и урожайность сахарной свеклы в ЦЧР // Агрохимия. 2019. № 9. С. 74–83.
5. Минакова О. А., Александрова Л. В., Вилков В. М. Изменение почвенного плодородия и урожайности культур при краткосрочном и длительном использовании удобрений в зерносвекловичном севообороте ЦЧР // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. № 1. С. 11–16.
6. Вострухин Н. П., Вострухина Н. П. Сахарная свекла – качество корнеплодов и выход сахара. Минск: Юнипак, 2007. 206 с.
7. Еникиев Р. И., Исламгулов Д. Р. Технологические качества корнеплодов сахарной свеклы при различных сроках посева // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2(167). С. 33–39.
8. Эффективность некорневых подкормок в посевах современных гибридов сахарной свеклы при различных обработках почвы / Л. Н. Путилина, П. А. Косякин, О. А. Минакова и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 5. С. 35–42.
9. Боронтов О. К., Косякин П. А., Манаенкова Е. Н. Режим влажности чернозема выщелоченного, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы при разных погодных и агротехнических условиях в ЦЧР // Агрохимия. 2023. № 8. С. 58–67.
10. Камиланов А. А., Исламгулов Д. Р., Бакирова А. У. Варьирование базовых технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы по регионам выращивания // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 3(74). С. 97–106.
11. Технологические качества экспериментальных гибридов сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, А. А. Бородин и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 183. С. 158–165.
12. Кульнева Н. Г., Путилина Л. Н. Выбор параметров бактерицидной обработки свеклы низкого качества перед закладкой на хранение // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 4. С. 38–47.
13. Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н. Влияние погодных условий на эффективность удобрений и обработки почвы в зерносвекловичном севообороте в условиях ЦЧР / Воронеж: Воронежский ЦНТИ – филиал ФГБНУ «РЭА» Минэнерго России, 2018. 138 с.
14. Лукьянюк Н. А., Турук Е. В., Останин А. В. Влияние органических удобрений и доз внесения азота на качество хранения корнеплодов сахарной свеклы в кагатах // Защита растений. 2017. № 41. С. 296–306.
15. Реестр селекционных достижений. Государственная Комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. URL: <https://gossortrf.ru/registry/> (дата обращения: 20.01.2025).

Поступила в редакцию 31.03.2025

После доработки 29.04.2025

Принята к публикации 13.05.2025