

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

**ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА,
ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Аналитический обзор



Москва 2020

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство @ Переработка @ Агротехсервис @ Агробизнес

ЖУРНАЛ

«ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» –

ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ,
УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!

Ежемесячный полноцветный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2020 г. с доставкой по Российской Федерации – 8712 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9936 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО);

ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,

р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000.

В назначении платежа указать код КБК (000 0000 00000000 000 440),

ОКТМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495) 993-44-04, (496) 531-19-92;

E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации и технико-
экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению
агропромышленного комплекса»

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Аналитический обзор

2020

УДК 633.63:631.5

ББК 42.15-4

И66

Рецензенты:

А.Н. Зазуля, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. (ФГБНУ ВНИИТиН);

А.Г. Шевченко, д-р с.-х. наук, ученый секретарь
(ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы»)

**И66 Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Щеголихина Т.А.,
Минакова О.А., Бартенев И.И., Макаров В.А., Еремин П.А. Инновационные технологии производства,
хранения и переработки сахарной свеклы: аналит. обзор. – М.:
ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 92 с.**

ISBN 978-5-7367-1584-8

Рассмотрено состояние свеклосахарной отрасли в России. Приведены показатели производства сахарной свеклы по основным регионам возделывания, ведущие производители и организации, осуществляющие научное обеспечение отрасли. Представлено описание технологий ее выращивания, хранения и переработки.

Предназначен для руководителей и специалистов агропромышленного комплекса, работников сельскохозяйственного производства, научных работников, сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Fedorenko, V.F., Mishurov, N.P., Schegolikhina, T.A., Minakova, O.A., Bartenev, I.I., Makarov, V.A., Eremin, P.A. *Innovative Technologies for the Production, Storage and Processing of Sugar Beet, Analytical Overview* (Moscow: Rosinformagrotekh) 92 (2020).

The state of the sugar beet industry in Russia is discussed. Indicators of sugar beet production in the main cultivation regions, technologies for its cultivation, storage and processing, as well as leading manufacturers and organizations providing scientific support to the industry are provided.

It is intended for managers and specialists of the agricultural sector, agricultural workers, scientists, and agricultural producers.

ISBN 978-5-7367-1584-8

УДК 633.63:631.5

ББК 42.15-4

© ФГБНУ «Росинформагротех», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Свекловодство занимает одно из ведущих мест в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации, являясь основой формирования сырьевой базы при производстве сахара. Согласно Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020, новое пороговое значение по производству сахара для внутреннего потребления составляет не менее 90% [1]. Побочными продуктами переработки сахарной свеклы являются меласса и свекловичный жом, которые применяют в пищевой промышленности и при производстве кормов для животноводства, а также бетаин (трех-основная аминокислота), применяемый в фармацевтике и косметологии.

Учитывая природно-климатические условия нашей страны, выращивание данной культуры возможно в следующих четырех региональных кластерах: *Центрально-Черноземном* – охватывает регионы Центрального (Воронежская, Брянская, Тамбовская, Белгородская, Курская, Рязанская, Орловская, Тульская и Липецкая области) и Приволжского (Саратовская, Пензенская области, Волгоградская области) федеральных округов; *Южном* (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область, Чеченская и Карачаево-Черкесская республики); *Волго-Уральском* (республики Татарстан, Башкортостан, Мордовия, Чувашская, Ульяновская, Нижегородская и Оренбургская области); *Западносибирском* (Алтайский край).

Важным показателем функционирования свеклосахарного подкомплекса является его эффективность, зависящая от агротехнологического уровня. Технологии, используемые при производстве сахарной свеклы, являются высокоэнерго- и трудозатратными. Кроме того, большая часть отечественной техники выработала свой ресурс. Изменение парка машин происходит замещением устаревших новыми зарубежного производства. На импортную технику приходится более 50% парка, а доля зарубежных сеялок и свеклоуборочных комбайнов с 2015 г. – 80-90% [2]. Негативное влияние оказывают социально-экономические (рост цен на энергоресурсы, сельскохозяй-

ственную технику, удобрения и пестициды и др.) и климатические факторы (высокие требования культуры к природно-климатическим условиям возделывания, адаптация иностранных гибридов к особенностям климата регионов страны). Немаловажной практической и научной проблемой остается обеспечение сельхозтоваропроизводителей качественными семенами: в 2019 г. на отечественные пришлось всего 0,6% общего объема высеванных семян этой агрокультуры [3]. В целях обеспечения роста производства семян сахарной свеклы отечественной селекции постановлением Правительства Российской Федерации от 21.12.2018. № 1615 утверждена подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2018-2025 годы (далее – ФНТП), которой предусмотрено создание новых гибридов сахарной свеклы, обеспечивающих повышение урожайности, качественных характеристик, в первую очередь сахаристости. Наравне с решением селекционно-семеноводческих проблем свеклосахарного подкомплекса подпрограммой предполагается обеспечить рост производства сахара за счет увеличения валового сбора корнеплодов сахарной свеклы и поставки сельскохозяйственного сырья, соответствующего требованиям промышленной переработки. Это позволит при урожайности сахарной свеклы не менее 400-420 ц/га, сахаристости 17-18%, поддержании чистоты свекловичного сока на уровне 89-90% повысить степень извлечения сахарозы до 0,87 и довести показатель производства сахара с 1 га до 7-8 т. Для достижения этой цели комплексным планом научных исследований подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» ФНТП предусмотрена разработка инновационных технологий производства, хранения и переработки сахарной свеклы [4]. Среди основных направлений государственной политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности в области производства сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия выделены повышение урожайности и соблюдение технологий производства сельскохозяйственных культур, разработка и реализация программ технической и технологической модернизации, в том числе внедре-

ние новой техники и технологий, обеспечивающих повышение производительности труда, энергоэффективность, ресурсосбережение и снижение потерь, а также создание новых технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия.

Обеспечение условий формирования конкурентоспособных научных результатов ФНТП включает в себя создание открытого источника информации о научном и научно-техническом заделе в рассматриваемой области, поэтому подготовка аналитического обзора о инновационных технологиях производства, хранения и переработки сахарной свеклы является весьма актуальной. Результаты работы будут содействовать реализации КПНИ «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы» подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» ФНТП. Тема аналитического обзора соответствует приоритетному направлению Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – СНТР), указанному в подпункте г пункта 20 – переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработке и внедрению систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранению и эффективной переработке сельскохозяйственной продукции, созданию безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПОДКОМПЛЕКСА АПК

В структуре сельхозугодий нашей страны последние пять лет ежегодные посевные площади сахарной свеклы занимают 1,1-1,2 млн га, что составляет около 1,2-1,3% всех посевных площадей. По данным Министерства сельского хозяйства на 22.06.2020, сахарная свекла посеяна на площади 932,2 тыс. га, или 98,7% к прогнозной площади [5]. В 2019 г. ею было занято 1144,9 тыс. га. Наибольшие посевные площади данной культуры в хозяйствах всех категорий находятся в Центральном федеральном округе, где сосредоточено около 54% всех посевов культуры. В Приволжском и Южном федеральных округах посевные площади занимают по 20% всех земель. На долю Северо-Кавказского и Сибирского федеральных округов приходится 4 и 2% соответственно. За период 2015-2019 гг. площади посевов сахарной свеклы во всех федеральных округах, кроме Северо-Кавказского, увеличились на 124 тыс. га (12%). Динамика использования посевных площадей сахарной свеклы в хозяйствах всех категорий за период 2015-2019 гг. представлена в табл. 1 [6, 7].

Таблица 1

**Посевные площади сахарной свеклы (фабричной)
в хозяйствах всех категорий в Российской Федерации, тыс. га**

Регион Российской Федерации	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Центральный федеральный округ	562,0	609,3	650,4	604,2	612,6
В том числе:					
Белгородская область	72,7	77,2	73,2	60,8	58,0
Брянская область	4,0	4,5	4,6	5,0	4,4
Воронежская область	114,3	121,2	133,2	129,1	135,1
Курская область	96,9	114,7	117,4	109,1	98,5
Липецкая область	107,6	116,0	127,5	128,1	130,7
Орловская область	53,0	56,2	58,3	53,4	53,6
Рязанская область	6,5	7,1	7,7	6,0	7,2
Тамбовская область	98,5	102,5	116,4	105,4	112,4
Тульская область	8,5	9,9	12,0	7,3	12,7

Регион Российской Федерации	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Южный федеральный округ	174,7	205,9	224,1	225,6	229,4
В том числе:					
Краснодарский край	155,5	186,8	201,9	200,2	204,1
Волгоградская область	-	0,8	2,6	-	2,0
Ростовская область	19,3	18,4	19,7	22,5	23,3
Северо-Кавказский федеральный округ	44,9	46,1	49,1	42,1	41,7
В том числе:					
Карачаево-Черкесская Республика	6,8	4,9	6,2	2,8	Н.д.
Чеченская Республика	4,2	3,8	4,6	4,5	Н.д.
Ставропольский край	33,9	37,3	38,3	34,9	35,4
Приволжский федеральный округ	216,8	222,3	251,5	231,4	233,7
В том числе:					
Республика Башкортостан	51,2	50,8	52,8	46,0	48,1
Республика Мордовия	24,8	24,7	24,0	21,8	22,6
Республика Татарстан	57,7	63,2	74,0	64,3	64,6
Чувашская Республика	1,2	1,3	1,5	1,0	Н.д.
Нижегородская область	12,7	7,8	14,5	12,0	14,1
Оренбургская область	0,8	0,7	0,8	-	Н.д.
Пензенская область	47,3	51,1	60,3	62,8	60,1
Саратовская область	7,7	8,0	10,5	9,9	9,9
Ульяновская область	13,6	14,7	13,2	12,6	12,6
Сибирский федеральный округ	22,2	23,2	23,0	23,4	27,5
В том числе:					
Алтайский край	22,2	23,2	23,0	23,4	27,5
Всего	1020,7	1106,8	1198,1	1126,7	1144,9

Возделыванием сахарной свеклы занимаются более 2100 хозяйств в 25 регионах России [8]. Ее производителями в основном являются крупные предприятия, аффилированные с сахарными за-

водами, так как масштаб производства дает им конкурентные преимущества по построению, организации оптимальных севооборотов, эффективному использованию материально-технических ресурсов, а также расширяет возможности применения прогрессивных технологий использования современной дорогостоящей техники и своевременного реагирования на изменение конъюнктуры рынка [9]. Наиболее крупные хозяйства расположены в Краснодарском и Ставропольском краях, Воронежской, Белгородской, Липецкой и Тамбовской областях, где площади посевов сахарной свеклы одного хозяйства достигают 800 га. В Восточных регионах – республиках Башкортостан, Татарстан и в Алтайском крае в силу географических и природно-климатических фактов они ограничиваются 400-500 га. Ведущими производителями сахарной свеклы являются группы компаний «Продимекс», ГК «Доминант», «Русагро», «Сюкден», АО фирма «Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачева. Они занимают 61% рынка производства сахара, из которых 22% приходится на долю ГК «Продимекс», 16 – ГК «Доминант». В 2018 г. «Русагро» опустилась со второго места на третье с долей в производстве 13%. На долю ГК «Сюкден» и АО фирма «Агрокомплекс» приходится 6 и 4% соответственно [10].

Средняя урожайность сахарной свеклы в Российской Федерации в 2019 г. составила 464,8 ц/га, или 122% к уровню 2018 г. (380,6 ц/га) и 119% к уровню с 2015 г. (387,8 ц/га). Средние показатели урожайности в основных регионах возделывания колеблются в пределах 340-480 ц/га, однако в некоторых районах Курской, Тульской областей, Краснодарского и Ставропольского краев они превысили 520 ц/га. Урожайность данной культуры в хозяйствах всех категорий по основным регионам возделывания в 2019 г. представлена на рис. 1 [6, 7].

Валовой сбор сахарной свеклы в первую очередь зависит от площади посева и урожайности корнеплодов. Оптимальное сочетание этих двух показателей обеспечивает наиболее высокий сбор урожая. Валовой сбор данной культуры в Российской Федерации в хозяйствах всех категорий в 2019 г. составил 54,35 млн т [11]. За год сборы увеличились на 29,2%, а к 2015 г. – на 39%. В общих сборах

сахарной свеклы 52,0% принадлежит Центральному федеральному округу, 22,9 – Южному, 18,6 – Приволжскому, 3,9 и 2,6% – Северо-Кавказскому и Сибирскому федеральным округам соответственно. Лидером по ее валовым сборам в 2019 г. стал Краснодарский край (10,6 млн т), далее следуют Воронежская (6,4 млн т), Липецкая (5,6 млн т), Курская (4,7 млн т), Тамбовская (4,2 млн т), в Республике Татарстан, Пензенской, Белгородской и Орловской областях собрано 10 млн т сахарной свеклы. Почти по 2 млн т приходится на Ставропольский край и Республику Башкортостан. Валовый сбор в К(Ф)Х за 2015-2019 гг. составил от 4,1 до 6,0 млн т [6, 7]. Удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств (К(Ф)Х) в общем объеме производства культуры занимает 10-12%, диапазон площади посевов в расчете на одно хозяйство – от 1 до 200 га.

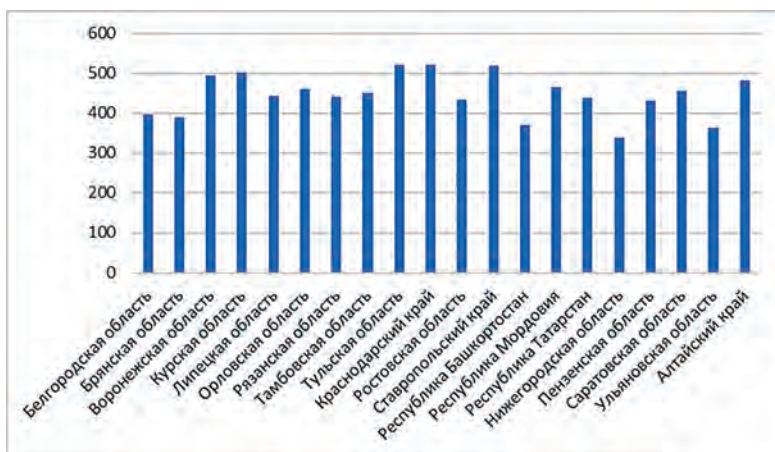


Рис. 1. Урожайность сахарной свеклы по основным регионам возделывания в 2019 г., ц/га

Специалисты свеклосахарной отрасли отмечают, что, несмотря на колебания валового сбора, сохраняется положительная динамика производства сахарной свеклы за счет роста урожайности и передовых технологий выращивания [12]. Определяющими показателями производства культуры являются процент содержания в ней сахара и выход сахара с единицы площади. Сахаристость определяет техно-

логические качества сахарной свеклы и оказывает влияние на выход сахара и эффективность свеклосахарного подкомплекса в целом. С уменьшением сахаристости выход снижается не только вследствие меньшего содержания сахара, но и увеличения потерь при переработке свеклы. Выход сахара с единицы сырья зависит от особенностей сорта, уровня агротехники и условий среды. Наиболее высокая средняя сахаристость корнеплодов, поступивших на промышленную переработку в рассматриваемом периоде, отмечена в Центральном федеральном округе. Производство сахара в 2015-2018 гг. в среднем составляло 6181,3 тыс. т в год. Наибольшая доля приходится также на Центральный федеральный округ (в среднем 3561,1 тыс. т в год), затем Южный (в среднем 1323,7 тыс. т в год) и Приволжский федеральные округа (951,6 тыс. т) [7]. При этом выход сахара в этот период в среднем составлял 5,4 т/га посевной площади, в Центральном федеральном округе – 5,87 т/га, в Южном и Приволжском федеральных округах – 6,71 и 4,16 т/га соответственно. В 2019 г. объем производства сахара в России, по данным Росстата, составил 7 278,6 тыс. т – выше на 16,2% по сравнению с 2018 г. На долю Центрального федерального округа пришлось 55,4%, Южного – 25,8, Приволжского – 15,4, Сибирского – 2,1, Северо-Кавказского – 1,3, Северо-Западного – 0,1% [13]. По мнению экспертов свеклосахарной отрасли, путь к ее развитию состоит в повышении эффективности, снижении издержек на производство продукции, улучшении качества и увеличении ассортимента. Важнейшим фактором является также расширение рынка сбыта российского сахара за пределы нашей страны для предотвращения принудительного ограничения объема производства с целью преодоления профицита на внутреннем рынке [14].

Сахарная промышленность Российской Федерации представлена 75 действующими свеклоперерабатывающими предприятиями.

Научное обеспечение свеклосахарной отрасли осуществляют несколько профильных научно-исследовательских институтов, селекционно-опытных станций и унитарных сельскохозяйственных предприятий.

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» (ФГБНУ «ВНИИСС

имени А.Л. Мазлумова», Воронежская область) создана линейка современных гибридов сахарной свеклы перспективных для расширенного воспроизводства: РМС 129, РМС 121, РМС 133, РМС 127, Конкурс, Финал, Смена. Данные гибриды характеризуется высокой адаптивностью при выращивании в различных почвенно-климатических условиях, оптимальным сочетанием урожайности и сахаристости. Толерантны к корневым гнилям различной этиологии, поражающим растения в период вегетации, устойчивы к болезням листового аппарата (мучнистая роса, церкоспороз). Обладают технологичной формой корнеплода, предназначены для средних и поздних сроков уборки. Отличаются высокой лежкоспособностью, пригодны для среднесрочного и длительного хранения. Гибриды РМС 127 и РМС 129 устойчивы к кагатной гнили в период послеуборочного хранения (http://vniiss.com/chitzal_book.htm). Кроме научно-исследовательских работ по селекции и семеноводству сахарной и кормовой свеклы, на базе института осуществляются разработка технологий возделывания, уборки, хранения и переработки сахарной свеклы, систем машин для комплексной механизации производства свеклы и ее семян, исходных требований для новых конструкций и модернизируемых свекловичных машин, усовершенствование севооборотов, систем обработки почвы и использования удобрений и осуществление первичной проверки в производственных условиях прогрессивных технологий и технических средств, новых форм удобрений, средств защиты растений и др.

В НИИ сахарной промышленности, являющимся научным подразделением ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (далее – ФГБНУ «Курский ФАНЦ») ведутся исследования по широкому спектру вопросов производства сахара: от хранения до получения готовой продукции и переработки отходов, включая аспекты технологии и техники, экологии, экономики, стандартизации, охраны труда и др.

В числе ключевых событий отрасли последних лет можно выделить принятие подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» ФНТП на 2018-2025 годы, увеличение господдержки, выделяемой из федерального бюджета на компенсацию транспортных затрат экспор-

теров, и утверждение Правительством постановления о создании экспортного объединения для предприятий сахарной отрасли, что позволит оптимизировать логистические затраты и повысить конкурентоспособность российского сахара на внешних рынках [14]. Реализация отраслевой целевой программы «Развитие свеклосахарного подкомплекса России на 2013-2015 годы позволила повысить эффективность функционирования свеклосахарного подкомплекса, подтверждением чего является рост его продуктивности в последние годы.

В результате проведенного анализа состояния свеклосахарного подкомплекса АПК Российской Федерации выявлено увеличение объемов производства сахарной свеклы за счет роста урожайности и сахаристости корнеплодов. В то же время существенное повышение эффективности свеклосахарной отрасли привело к перепроизводству сахара. С 2016 г. производство свекловичного сахара превышает его потребление. Высокие товарные запасы, низкие цены на мировом рынке, отсутствие достаточных мощностей для долгосрочного хранения сформировали с начала 2019 г. негативный тренд цен на него на внутреннем рынке [8]. Свекловодство, несмотря на значительные успехи в росте урожайности и обеспечении страны сахаром собственного производства, переживает кризис, связанный прежде всего с недостаточной мощностью и скоростью модернизации сахарных заводов, а также неотрегулированностью взаимоотношений между производителями сырья и переработчиками [15].

2. ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Технологический процесс возделывания сахарной свеклы предусматривает последовательное выполнение операций по основной и предпосевной обработке почвы, посеву, обработке посевов, а также уборке урожая и хранению корнеплодов. Своевременное и качественное выполнение названных технологических операций обеспечивает оптимальные условия роста и развития растений при любых почвенно-климатических условиях. Неполное или некачественное выполнение хотя бы одной из них приводит к снижению урожайности и качества корнеплодов.

2.1. Агробиологические особенности сахарной свеклы и севооборот

Сахарная свекла – высокозатратная сельскохозяйственная культура, требовательна к кислотности и гумусности почвы, севообороту и предшественникам, обеспеченности макро- и микроэлементами, теплу, имеет повышенную чувствительность к сорнякам. Период вегетации в зависимости от скороспелости сорта или гибрида длится 130-180 дней. Благоприятные условия для жизнедеятельности и продуктивности корнеплодов обеспечиваются при соблюдении следующих оптимальных параметров состояния почвы и посевов: плотность почвенного слоя – 1,0-1,2 г/см³, рН_{KCL} – 6,0-6,5, температура и влажность почвы – не ниже 5-7°C и 20-23% соответственно, густота насаждений – 100-120 тыс. шт/га [16]. К наиболее подходящим почвам относятся чернозем обыкновенный и выщелоченный, серая лесная, бурая лесная, темно- и светло-каштановая, дерново-подзолистая. По гранулометрическому составу они могут представлять собой легко- и среднеглинистые, легко-, средне- и тяжелосуглинистые почвы, а также супесчаные. Сахарную свеклу не размещают на эрозионно опасных землях, склонах крутизной более 2°.

Для получения высоких урожаев необходимы правильный подбор, соотношение и чередование культур в севооборотах, в которых важно обеспечить хороший водный режим, своевременную обработку почвы и внесение удобрений. Площадь под сахарной свеклой в севообороте не должна превышать 20-25%. Повторные посевы недопустимы – возвращение ее на прежнее место должно быть не ранее чем через три-четыре года, а при повышенных фитосанитарных требованиях – через пять-шесть лет. Лучшее место для этой культуры – в севообороте после озимых культур, идущих по чистым парам. Черный пар гарантирует получение всходов озимых и их сохранение, способствует быстрому окультуриванию полей, очищению от сорняков и является основным местом для внесения навоза в севообороте. В свекловичном севообороте не должно быть подсолнечника. Общая схема чередования культур в свекловичном севообороте: черные, занятые, сидеральные пары – озимые зерновые культуры – сахарная свекла – яровые зерновые культуры. В многоотраслевых хозяйствах Центрально-Черноземного региона с высокой культурой земледелия, имеющих большой набор возделываемых культур и необходимые площади свеклопригодной пашни, вводятся восьми-десятипольные севообороты со следующим чередованием культур. Пример 1: пар черный (занятый или сидеральный) – озимые зерновые – сахарная свекла – яровые зерновые с подсевом многолетних трав – многолетние травы – озимые на зерно – сахарная свекла – горох – озимые на зерно – кукуруза на зерно. Пример 2: пар черный – озимые зерновые – сахарная свекла – яровые зерновые, крупяные – занятый пар, бобовые – озимые зерновые – кукуруза – яровые зерновые. В хозяйствах, располагающих большими массивами свеклопригодных, но слабоокультуренных земель, для выращивания сахарной свеклы следует ввести севооборот с короткой ротацией (четырёх-пятипольный) на более плодородных землях. Это позволит в короткий срок повысить уровень культуры земледелия на этих полях и получить высокие урожаи всех культур севооборота. Пример 1: пар чистый или сидеральный – озимые – сахарная свекла – яровые зерновые. Пример 2: пар чистый или сидеральный – озимые – сахарная свекла – горох – ячмень. В фермерских и

крестьянских хозяйствах края целесообразно вводить севообороты с короткой ротацией. Пример 1: люцерна одного года пользования – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – озимая пшеница с подсевом люцерны. Пример 2: кукуруза на силос – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – озимая пшеница [15]. В Краснодарском крае сахарную свеклу размещают после озимых, высеваемых по занятым парам или кукурузе. В Северной агроэкологической области лучшим является звено: занятый пар – озимая пшеница – сахарная свекла или при недостатке паровых площадей: кукуруза на силос – озимая пшеница – сахарная свекла. Для районов неустойчивого увлажнения примером многопольного севооборота может быть следующий: горох (соя, нут) – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – кукуруза на силос – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на зерно – озимая пшеница. В основных свеклосеющих районах Ставропольского края рекомендуется возделывать сахарную свеклу в звене: пар (чистый ранний или черный, занятый) – озимая пшеница – сахарная свекла. В зоне достаточного увлажнения и при орошении, кроме того, можно размещать свеклу и по озимым, после гороха, кукурузы на силос и зерно, раннего картофеля, многолетних трав после первого укоса. Также допустимы севообороты с короткой ротацией со следующим чередованием культур: кукуруза на силос – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – озимая пшеница. В Ростовской области на достаточно окультуренных землях Приазовской и Южной почвенно–климатических зон сахарную свеклу следует размещать после озимой пшеницы, идущей по занятым парам, в более засушливых зонах Дона: Северо-Западной, Северо-Восточной и Восточной – в звене с черным паром. В занятых парах во всех зонах области целесообразно высевать эспарцет посевной, донник желтый, озимые на сено, кукурузу на силос в молочно-восковой спелости, горох. В Поволжье (Татарстан, Башкортостан и другие регионы), где лимитирующим фактором получения высоких урожаев сахарной свеклы является влага, основным предшественником сахарной свеклы должны быть озимые, высеваемые по черным парам. В более увлажненных лесостепных районах можно применять звено

с занятым паром. В них возможно следующее чередование культур: пар черный (занятый или сидеральный) – озимые – сахарная свекла – яровые зерновые с подсевом многолетних трав – многолетние травы – озимые – сахарная свекла – кукуруза на силос – озимые. В севообороте с короткой ротацией может быть такое чередование: пар черный или сидеральный (люпин, горох) – озимые – сахарная свекла – яровая пшеница [15].

Подбор культур севооборота, набор приемов и средств обработки почвы, их технологические параметры должны быть направлены на повышение продуктивности, снижение затрат труда и средств.

2.2. Система удобрения

Сахарная свекла относится к культурам интенсивного минерального питания: на 1 т корнеплодов и соответствующее количество ботвы сахарная свекла выносит из почвы 4-5,8 кг азота, 1,1-1,8 фосфора, 4,7-7,8 кг калия. Доза внесения удобрений определяется исходя из наличия питательных веществ в почве и потребности растений в них с учётом запланированной урожайности, климатических особенностей региона. Классической схемой для свеклосеющих хозяйств России считается внесение 25-50 т полуразложившегося навоза КРС под предшественник и 600-800 кг минеральных удобрений (нитроаммофоска N:P:K=16:16:16) в физическом весе на 1 га, что обеспечивает получение урожая корнеплодов 45-50 т/га [2]. Оптимальными сроками внесения удобрений являются август-сентябрь (после лущения жнивья зерновых культур), возможно внесение поздней осенью по пахоте с последующим поверхностным рыхлением. Следующий срок – внесение в марте по неглубокому снегу, а также по таломерзлой почве. Основным прием – внесение фосфорно-калийных удобрений. Применение их основной дозы непосредственно перед посевом недопустимо: снижает урожайность на 12-15%. Разбивка основной дозы на припосевное внесение в рядки и в подкормку менее эффективна, поскольку удобрения остаются в верхнем, практически всегда иссушенном слое почвы и недоступны основной массе корней. Подкормки – допол-

нительные приемы, способствующие улучшению питания культуры при недостатке основного удобрения.

В зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения наиболее эффективно применение основной дозы удобрений под зяблевую обработку. Перенесение этой дозы удобрений под предпосевную культивацию снижает урожай и сахаристость. Кроме того, применение полной дозы весной под культивацию может повышать концентрацию элементов питания и значительно подкислять почву, что губительно для проростков свеклы. Примерные дозы минеральных удобрений по зонам увлажнения Российской Федерации на различных типах почвы приведены в табл. 2 [15].

Таблица 2

Примерные дозы минеральных удобрений по различным зонам увлажнения Российской Федерации на различных типах почвы

Зона увлажнения	Почва	Доза элементов д.в., кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Достаточное	Дерново-подзолистая	170	180	170
	Оподзоленный чернозем	160	150	170
Неустойчивое	Серая лесная	150	160	150
	Выщелоченный чернозем	140	150	130
	Типичный чернозем	130	140	120
Недостаточное	Обыкновенный чернозем	90	120	90

По данным длительного стационарного опыта ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», систематическое применение на выщелоченном черноземе в зоне неустойчивого увлажнения $N_{135}P_{135}K_{135}$ под свеклу на фоне 25 т/га навоза в пару, $N_{120}P_{120}K_{120} + 50$ т/га навоза обеспечивает получение 35-45 т/га корнеплодов сахарной свеклы отечественной селекции, 3,5-4,5 т/га зерна озимой пшеницы и 2,8-3,7 т/га зерна ячменя [15]. Эффективным приемом, содействующим урожайности корнеплодов на уровне 52,9-56,9 т/га и сбору сахара 7,9-8,4 т/га, является применение комплексного азотно-фосфорно-

калийного удобрения NPK 13:19:19 в дозе $N_{67}P_{100}K_{100}$ под основную обработку почвы + N_{33} в допосевное внесение или NPK 13:19:19 в дозе $N_{100}P_{150}K_{150}$ под основную обработку почвы + N_{50} в допосевное внесение, а также диаммофоски (NPK 10:26:26) в дозе $N_{56}P_{150}K_{150}$ под основную обработку почвы + N_{94} в допосевное внесение [15].

При высокой кислотности почвы под предшественник необходимо вносить известковые материалы: известь, мел, доломитовую муку, дефекал, мергель. Нежелательно вносить известь в одно время с органическими удобрениями, а также вместе с основной дозой минеральных удобрений под сахарную свеклу вследствие подщелачивания почвы и перевода фосфора в недоступное растениям состояние. Лучшим местом для внесения известковых материалов является предшественник сахарной свеклы.

Сахарная свекла нуждается в микроэлементах, особенно боре, молибдене, цинке, кобальте, марганце [17], которые следует вносить вместе с удобрениями для внекорневого внесения (Кристалон, Агромастер, Акварин, Микровит и др.), проводя две листовые подкормки: первую – в фазе трех-четырех пар листьев, вторую – через 10-14 дней после первой.

Органические удобрения положительно влияют на структуру почвы, жизнедеятельность почвообитающих макро- и микроорганизмов, водный и воздушный режимы почвы, предотвращают негативное воздействие интенсивных обработок в зерносвекловичном севообороте. Наиболее оптимальным считается применение подстилочного полуперепревшего навоза 1-2 раза за ротацию девяти-десятипольного зерносвекловичного севооборота. Для обеспечения посевов культуры элементами питания и повышения урожайности корнеплодов рекомендуется применять биокомпост на основе куриного помета в дозе 400-600 кг/га под предпосевную обработку почвы под сахарную свеклу (внесение осуществляется зерновыми сеялками поперек предполагаемых рядков), что способствует повышению урожайности на 8,9-9,5 т/га и сбору сахара на 0,84-1,05 т/га [15].

Результаты пятилетних исследований, проведенных в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» (г. Белгород), показали, что внесение полуразложившегося навоза КРС под предшествующую культуру в

расчете 40 т/га повысило урожайность на 8,13 т/га. Последующее внесение минеральных удобрений в дозе $N_{180}P_{180}K_{180}$ повлекло прибавку к контролю 29, 38 т/га. При этом сахаристость снижалась относительно контрольного варианта на 0,93-1,5% ($НСП_{05} = 0,96\%$). За счёт роста урожайности сбор сахара с 1 га в этом варианте был максимальным – 10 т/га [18].

Для устранения дефицита микроэлементов необходимо применять микроудобрения, которые повышают урожайность, устойчивость к болезням, сахаристость. Внекорневая подкормка посевов сахарной свеклы осуществляется микроэлементами в хелатной форме.

Основанием к применению корневых и некорневых подкормок азотными удобрениями является оценка количества осадков, выпавших в январе-мае текущего года. Чем более удобрена почва с осени, тем выше подвижность нитратного азота. В связи с этим, если по состоянию на конец мая осадков выпало более чем на 50% выше нормы, то растения могут испытывать азотное голодание и нуждаться в дополнительном внесении азота в течение вегетации путем применения корневых и листовых подкормок: первую проводят в фазе четвертой пары листьев, используя минеральное удобрение Поли-фид ($N_{15}P_{7}K_{30}$ + микроэлементы в хелатной форме) в дозе 2 кг/га, вторую – при смыкании растений в междурядьях (Поли-фид, 4 кг/га + боросодержащее удобрение Борон, 1 кг/га), третью – в фазе сахаронакопления (Поли-фид, 5 кг/га + Борон, 1 кг/га). Данный прием повышал урожайность корнеплодов на 5,5-13,7 т/га и сбор сахара на 0,95-2,22 т/га. Наибольший эффект достигался в варианте с основным внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ на фоне 25 т/га навоза и на контроле без удобрений [19].

Один из приемов устранения дефицита азота в течение вегетации сахарной свеклы – внесение аммиачной селитры в рядки с заделкой в почву. Повышение урожайности корнеплодов на 4,3-6,2 т/га обеспечивало применение N_{80} аммиачной селитры в первую подкормку и N_{40} – во вторую на фоне основного внесения $N_{45}P_{45}K_{45}$ + 25 т/га навоза в пару, а также применение $N_{40} + N_{30}$ (по аналогичной схеме) на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га навоза в пару. Недостающую часть азота

также можно внести путем опрыскивания листовой поверхности сахарной свеклы раствором мочевины. Некорневое внесение мочевины в дозах 15-45 кг/га физического веса удобрения на фоне основного внесения $N_{45}P_{45}K_{45}$, а также 45 кг мочевины на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ способствовало повышению урожайности корнеплодов на 3,2-4,6 т/га и сбору сахара – на 0,64-1,08 т/га, а применение мочевины в дозах 15-45 кг на фоне без удобрений – увеличению урожайности на 4,7-6,0 т/га и сбору сахара 0,79-0,91 т/га, но не заменяло основного внесения минеральных удобрений. В качестве подкормки наиболее эффективно применять Микровит совместно с Органо-Бор по листовой поверхности культуры. Их использование на фоне без удобрений повышало урожайность корнеплодов на 3,8-4,9 т/га и сбор сахара на 0,6-0,7 т/га, на фоне $N_{50}P_{50}K_{50}$, – на 9,8 т/га и 1,0-1,1 т/га соответственно. Основное применение рекомендованных доз удобрений обеспечивало прибавку урожайности корнеплодов на 12,9-15,9 т/га, подкормок в течение вегетации на 3,9-9,8 т/га [20].

В результате исследований, проведенных в 2018 г. Татарским научно-исследовательским институтом агрохимии и почвоведения – обособленное структурное подразделение ФГБУН ФИЦ КазНЦ РАН (г. Казань) в Предволжской зоне Республики Татарстан, установлены эффективные способы и дозы применения различных видов хелатных микроудобрений в составе жидких удобрительно-стимулирующих составов (ЖУСС) при выращивании сахарной свеклы на выщелоченном черноземе в условиях республики. Несмотря на различия в составах препаратов (медь- и борсодержащий состав, медь- и молибденсодержащий состав, медь- и цинксодержащий состав), общее содержание микроэлементов было на уровне низкого по меди, цинку, оптимального – по молибдену, высокого – по бору и кобальту. В ходе исследований отмечено увеличение листовой поверхности на 10,6-19,6%, повышение урожайности на 6,0-16,2%, сахаристости – на 0,8-2,0%, валового сбора сахара на 0,57-0,95 т/га [21]. Применение ростостимулирующих препаратов (например, Иммуноцитопита) в период вегетации сахарной свеклы при образовании одной-двух пар настоящих листьев и смыкании междурядий способствует улучшению техноло-

гических качеств корнеплодов и повышению урожайности на 3,5-4,5 т/га [15].

Система удобрения при возделывании сахарной свеклы должна быть технологична и экономична, соответствовать почвенно-климатическим условиям. Минеральные удобрения в оптимальных дозах при совместном применении с навозом повышают почвенное плодородие, содержание гумуса, количество подвижного фосфора и калия, способствуют стабилизации почвенной кислотности на оптимальном уровне, улучшают почвенную структуру, увеличивают содержание необходимых микроэлементов и содействуют получению высоких урожаев корнеплодов с хорошими технологическими качествами. Для получения запланированных урожаев сахарной свеклы с оптимальным качеством, сохранения и оптимизации почвенного плодородия необходимо применять высокие дозы минеральных удобрений, вносить органические удобрения один раз в четыре-пять лет, проводить известкование, применять агрохимикаты по листовой поверхности и систему почвенных подкормок.

2.3. Основные технологические модули

Понятие «технология» трактуется как комплекс эффективных агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственной культуры, направленных на сохранение или повышение плодородия почвы и получение высокого уровня урожайности конкретного вида качественной и биологически чистой продукции с оптимальными затратами труда и средств [22]. Общая технология механизированного производства сахарной свеклы включает в себя четыре технологических модуля.

1. Основная обработка почвы с внесением минеральных удобрений предусматривает уплотнение пахотного и подпахотного слоёв, обеспечивает заделку в почву стерни предшественника, поддержку в пахотном слое благоприятного фитосанитарного состояния и равномерное распределение в нем минерального и органического удобрений, а также способствует регулированию режима питания растений. Основные агротехнические мероприятия по обработке

почвы направлены на сохранение и увеличение запасов влаги. При выборе технологии основной обработки почвы необходимо учитывать все положительные и отрицательные стороны.

Общепринятая основная обработка почвы проводится в летне-осенний период и включает в себя лущение стерни предшественника, вспашку, культивацию по мере отрастания сорняков и глубокое рыхление. Корректируется в зависимости от механического состава почв: тяжелые – предпочтительно обрабатывать пораньше осенью; склонные к заплыванию почвы, в частности серые лесные, – осенью, по возможности не следует выравнивать их культивациями, так как это снижает вероятность водной эрозии. В случаях, когда очищение поля от злостных корневищных и корнеотпрысковых сорняков только механическими обработками затруднено, основную обработку почвы совмещают с применением гербицидов. Приемы выполняют по следующей примерной схеме. После уборки предшественника сахарной свеклы измельчают солому и проводят лущение стерни на глубину 6-8 см. Через 10-20 суток, когда большинство сорняков отрастет до 10-15 см, вносят системный гербицид сплошного действия. Через 10-12 суток после опрыскивания разбрасывают основное удобрение и проводят отвальную вспашку на глубину 28-32 см. Прорастающие из семян сорняки на вспаханном поле уничтожают культивациями. Сочетание основной обработки почвы под сахарную свеклу с использованием гербицидов позволяет экономить 19,7-31,6% энергии, 24,3-34% топлива и в 1,3-1,6 раза снизить интенсивность механического воздействия на почву. Использование гербицидов в осенний период также не влечет угнетения вегетирующих растений [23].

Для более быстрого окультуривания полей свекловичного севооборота в ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» разработана система основной обработки почвы в звене севооборота пар – озимые – сахарная свекла, в которой глубокая двухъярусная вспашка проводится не под сахарную свеклу, а под черный пар. При этом уход за паром проводится путем мелких культиваций на глубину 3-4 см культиватором с плоскорезными рабочими органами УСМК-5,4В и немедленным прикатыванием катками ККН-2,8. Вместо этих орудий на уходе за паром можно использовать комбини-

рованные агрегаты типа «Европак». Предпосевная обработка под озимую пшеницу проводится паровым культиватором на глубину 8-10 см. Под сахарную свеклу после лущения жнивья выполняют безотвальное рыхление почвы на глубину 30-32 см чизельным плугом или плугом-рыхлителем. Такая система обработки почвы уменьшает количество сорных семян в почве свекловичного поля в 5-6 раз [24].

Улучшенная основная обработка заключается в послеуборочном дисковании стерни на глубину 6-8 см в 2 следа. Через 10-12 дней после дискования делают лемешное лущение глубиной 12-14 см для уничтожения проросших сорняков. Лемешные лущильники агрегатируют с кольчато-шпоровыми катками. При наличии корневищных и корнеотпрысковых сорняков проводят 3 лущения и применяют гербициды. В конце сентября – начале октября выполняется зяблевая вспашка на глубину 28-32 см плугами с предплужниками. Перед вспашкой вносят минеральные и органические удобрения. Такой способ обработки более эффективен в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения. По данным ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», он позволяет повысить урожайность на 10-15%, сахаристость – на 0,2% по сравнению с обычной вспашкой [25].

Полупаровая обработка проводится после раноубираемых культур и начинается с лущения стерни сразу вслед за уборкой зерновых или одновременно с ней, чтобы не допустить потери влаги, в один-два следа на глубину 6-8 см. В конце июля-в августе осуществляется глубокая вспашка плугами с предплужниками в агрегате с боронами или кольчато-шпоровыми катками (в засуху). После вспашки при появлении сорняков проводят культивации, а поздней осенью – глубокое безотвальное рыхление на глубину 16-20 см поперёк вспашки. Эта система обработки создаёт оптимальную структуру почвы и обеспечивает сохранение влаги. Борьбу с сорняками начинают с тщательной механической обработки жнивья предшественника. Послеуборочные остатки (стерня, солома) измельчают и рано заделывают в почву, чтобы они успели разложиться до наступления морозов. Формируются условия для прорастания семян сорняков и падалицы зерновых в пахоте и своевременного их удаления культивацией или с помощью гербицидов. Минимальная засоренность посева сахарной свёклы дости-

гается вспашкой зяби двухъярусными плугами. Двухъярусная вспашка уменьшает засоренность корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, лучше заделывает пожнивные остатки, органические и минеральные удобрения, повышает выровненность поля, провоцирует всхожесть семян сорняков в осенний период и улучшает всхожесть семян сахарной свёклы весной. Полупаровая обработка почвы рекомендована для зоны достаточного увлажнения, а во влажные годы даёт хорошие результаты в других зонах свеклосеяния. Широко применяется в Нечерноземье, наиболее влажных регионах Центрально-Черноземного региона, Северного Кавказа и Кубани. По типу полупара поднимают зябь в технологии возделывания сахарной свёклы с использованием сидеральной мульчи [25].

Улучшенная и полупаровая обработки по сравнению с обычной увеличивают запасы влаги в полутораметровом слое почвы на 20-30 мм, обеспечивают более полное удаление сорняков и более эффективное использование органических и минеральных удобрений [25].

Энергосберегающая (почвозащитная) технология основной обработки почвы заключается в замене глубокой отвальной вспашки глубоким безотвальным рыхлением. При засорении многолетними корнеотпрысковыми сорняками после дискового лущения проводят плоскорезную обработку чизельными рыхлителями типа ПЧ-2,5 на глубину 14-16 см. При этом пожнивные остатки заделываются дисковыми орудиями в верхний слой почвы, что уменьшает водную и ветровую эрозию. В почве лучше сохраняются капилляры, по которым влага с растворенными в ней питательными веществами поднимается в верхние слои, что способствует выживаемости растений свеклы в засушливых условиях. При глубокой обработке повышается производительность агрегата, снижается расход горючего. Недостатки безотвальной обработки: усиление засоренности поля, особенно многолетними сорняками (осоты, выюнки полевые, пырей, молочай); более поздние (на четыре-шесть дней по сравнению с отвальной вспашкой) прогревание и созревание почвы весной, что ведет к более позднему посеву и недобору урожая; накопление в верхнем слое почвы вредоносных патогенов,

особенно возбудителей фузариозных гнилей, вредных насекомых и мышей; снижение минерализации азота в слоях почвы 10-20 и 20-30 см [15].

Обычная противозерозионная обработка направлена на защиту почвы от эрозии и предупреждение её развития и распространения, уменьшение испарения влаги из почвы. Предусматривает мелкое рыхление культиватором-плоскорезом на глубину 8-10 см и глубокое безотвальное рыхление на глубину 27-30 см плоскорезом-глубоко-рыхлителем. В зависимости от спектра сорняков и сроков внесения удобрений различают несколько вариантов безотвальной обработки почвы, варьирующих по количеству мелких рыхлений на разную глубину пахотного слоя и сроков глубокого рыхления. Возможно сочетание плоскорезной обработки почвы с более поздним дискованием при внесении удобрений. Сравнительный анализ влияния различных приёмов основной обработки почвы на засоренность и урожайность сахарной свёклы в условиях Воронежской области представлен в табл. 3 [25].

Таблица 3

Засоренность и урожайность сахарной свёклы в зависимости от основной обработки почвы (на общем гербицидном фоне в период вегетации культуры)

Вариант	Засоренность в абсолютном контроле		Урожайность	
	шт/м ²	%	т/га	%
Вспашка на 27-30 см	147	100	36,1	100
Лущение на 6-8 см + вспашка на 27-30 см	123	83,7	39,8	110,2
Лущение на 6-8 см + лущение на 14-16 см + вспашка на 27-30 см	94	64,0	40,4	111,9
Лущение на 6-8 см + лущение на 14-16 см + ярусная вспашка на 30-32 см	72	49,0	43,8	121,3
Плоскорезная обработка на 27-30 см	181	123,1	32,6	90,3
Мелкая плоскорезная обработка на 12-14 см + глубокая плоскорезная обработка на 27-30 см	158	107,5	37,4	103,6

Послойная обработка почвы применяется на полях, засоренных многолетними сорняками, для истощения запасов питательных веществ в корнях сорняков, что достигается послойным разноглубинным лущением (на 6-8, 10-12, 12-14 см) и последующей глубокой вспашкой. Каждую операцию проводят после отрастания сорняков. Примером послойной обработки может служить двухъярусная вспашка – глубокая обработка почвы с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части, но возможны рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижней части. Особый эффект даёт заплата семян сорняков, куколок вредителей, зимующих в стерне, спор грибов. Фитосанитарное состояние поля улучшается на 60-70%. При необходимости применяется комбинированная послойная обработка почвы. Например, в Нечерноземье, где почвы имеют неглубокий пахотный слой, отвальная вспашка на зябь проводится на глубину плодородного слоя и сочетается с почвоуглублением чизелеванием. Послойная обработка может быть сдвинута во времени. Так, на Северном Кавказе хорошие результаты получены при послойной обработке почвы: отвальной мелкой на глубину 20-22 см, проводимой по полупару вслед за уборкой предшествующей культуры, и отвальной глубокой на 30-32 см, проводимой поздней осенью [25].

2. Предпосевная обработка почвы и посев семян. Предпосевная обработка почвы необходима для устранения переуплотнения и предупреждения пересушивания верхнего слоя. Направлена на ранневесеннее закрытие влаги. Способствует образованию мелкокомковатой структуры на поверхности почвы, благодаря чему сохраняется капиллярная влага и уменьшается её испарение, а также снижению численности сорной растительности. Включает в себя следующие операции, проводимые в соответствии с агротехническими требованиями: закрытие влаги боронами, шлейфование поля вторым следом, одно-, двукратная предпосевная культивация (табл. 4) [26].

Таблица 4

**Агротехнические требования к проведению
ранневесенних обработок почвы**

Показатели	Закрытие влаги	Шлейфование	Предпосевная культивация
Начало и срок выполнения работ	При достижении физической зрелости почвы (60 % от полной влагоёмкости). Срок проведения – два дня	Не позднее 0,5-2 ч после закрытия влаги. Срок проведения – один-два дня	При средней температуре почвы на глубине 8-10 см 5-6°С. Непосредственно перед посевом. Срок проведения – один-два дня
Направление обработки относительно вспашки	Поперек или под углом 15-90°	Поперек, не допускаются неровности более 2-3 см	Поперек
Глубина обработки, мм	25-30, но не более 40-50	В пределах 20-30	В зоне достаточного увлажнения 20±10; неустойчивого увлажнения – 30±10; недостаточного увлажнения – 40±10
Степень крошения почвы	Количество комков почвы размером 20 мм, не менее 80%	Мелкоструктурная почва с комками размером – 3-20 мм	Количество комков почвы размером до 20 мм – не менее 90% массы пробы
Степень уничтожения сорняков, %	100	-	100

Закрытие влаги выполняют широкозахватными агрегатами со сцепкой из зубовых борон, шлейфование – сцепками шлейфборон

типа ШБ-2,5 или культиваторами типа КПП. На недостаточно выровненных с осени полях закрытие влаги проводят тяжёлыми боровами БЗШ-15, БЗШ21, БЗТС-1,0. При отказе от проведения ранневесенних обработок почвы целесообразнее выполнять предпосевную культивацию комбинированными машинами, совмещающими операции рыхления и выравнивания, подрезания сорняков, оптимального уплотнения верхнего слоя [27, 28].

На полях с неуничтоженными осенью падалицей озимой пшеницы или зимующими сорняками предпосевную обработку почвы следует проводить на глубину не более 3-4 см, а падалицу озимой пшеницы уничтожать до появления всходов сахарной свеклы противозлаковыми гербицидами Клетошанс, КЭ; Галошанс, КЭ или препаратом сплошного действия Глифошанс, ВР [15].

Для оптимального размещения семян в почве предпосевную обработку проводят на глубину 2-3 см на суглинистых почвах и на глубину 3-4 см на лёгких. В зоне достаточного увлажнения предусмотрена предпосевная культивация на глубину 2 см (± 10 мм); неустойчивого увлажнения – 3 см (± 10 мм); недостаточного увлажнения – 4 см (± 10 мм). Нарушения при формировании ложа для семян приводят к изреживанию всходов сахарной свёклы, так как с большой глубины семена культуры прорастают трудно, возможна их частичная гибель.

Одним из основных факторов получения высоких и стабильных урожаев корнеплодов является подбор оптимальной схемы посева, что обеспечивает прибавку урожая до 40% [29]. При посеве применяются шлифованные, инкрустированные или дражированные одно-ростковые семена с лабораторной всхожестью не ниже 88% для инкрустированных семян и 92% – для дражированных, калиброванные по фракциям для механических сеялок 3,5-4,5 и 4,5-5,5 мм. Фракции ниже 3,5 мм и выше 5,5 мм идут в отход. В некоторых случаях допускается посев фракцией 3,2-3,5 мм. Посев проводится по мере созревания почвы, без разрыва по времени с предпосевной обработкой сеялками точного высева, при температуре почвы на глубине 10 см 5-6°C, определяется почвенно-климатическими условиями в каждой зоне свеклосеяния. Обязательным способом формирования густоты

насаждения растений является сев на конечную густоту, т.е. высеv 1,2-1,4 п. е. семян на 1 га, обеспечивающий получение 5-6 всходов на 1 м пог. без дальнейшего прореживания. Это значительно снижает материальные затраты и затраты труда при уходе за посевами сахарной свеклы. Запоздывание с посевом ведёт к иссушению верхнего слоя почвы, изреживанию всходов и потере урожайности. Корнеплоды оптимальных сроков посева имеют большую на 0,6-0,9% сахаристость и лучше хранятся [27]. Оптимальная густота посевов сахарной свеклы зависит от зоны выращивания, обеспеченности влагой и плодородия почвы, посевных характеристик семян. Максимальный урожай с высокими технологическими качествами сырья наблюдается при следующем оптимальном количестве растений на 1 га в период уборки: в зоне достаточного увлажнения – 115-120 тыс. шт., неустойчивого увлажнения – 110-115, недостаточного увлажнения – 100-110 тыс. шт. Такая густота насаждения растений позволяет выращивать более равномерные по массе корнеплоды, не имеющие дуплистости, корневых гнилей, обладающие высокой сахаристостью. Рабочая скорость агрегата, обеспечивающая точный высеv и равномерную заделку калиброванных семян, составляет 5,0-5,5 км/ч для механических сеялок и 7-8 км/ч для пневматических. Превышение рекомендуемой скорости высевающих агрегатов на 1 км/ч чревато увеличением пропусков высева семян на 6% [28]. При этом семена не ложатся на подготовленное ложе – происходит «всплывание семян», что влияет на всхожесть.

3. Уход за посевами включает в себя защиту от сорняков, вредителей и болезней, рыхление почвы в междурядьях, подкормку. На этапе роста и развития сахарной свеклы важными параметрами являются показатели фенологического и фитосанитарного состояния сахарной свеклы, динамика роста ботвы и корнеплодов. Оптимальными считаются следующие: засоренность злаковыми и двудольными сорняками не более 5 и 2 шт/м² соответственно, наличие болезней согласно шкале учета их развития и распространенности – не более одного балла, расход пестицидов – согласно нормам расхода препаратов [16]. Сахарная свекла от всходов до смыкания рядков имеет

низкую конкурентоспособность к сорнякам, преобладание которых в первый месяц ее вегетации приводит к недобору 30-40%, а в отдельных случаях и потере всего урожая корнеплодов [27]. Из-за повышения вредоносного действия болезней, доля влияния которых возросла с 10 до 22%, снижается качество сахарной свеклы [30].

4. Уборка урожая – наиболее ответственный этап, от которого в значительной степени зависят количество собранного урожая, качество и себестоимость выращенных корнеплодов. Формирование объема и качества урожая характеризуются сбалансированностью химического состава жидкой и твердой фаз корнеплодов, в том числе накопление максимального количества целевого компонента – сахарозы, достижением необходимой чистоты клеточного сока. В таком состоянии в сахарной свекле происходит затухание процессов синтеза пластических веществ, формируются качество и урожайность корнеплодов, достигается их технологическая спелость. Исходными параметрами данного этапа являются химико-фитопатологические показатели корнеплодов со следующими оптимальными значениями: коэффициент спелости, МБ-фактор – менее 30, засоренность посевов перед уборкой – не более 2 шт/м², сахаристость – не менее 16,0%, чистота клеточного сока – не менее 88,0%. Оптимальные значения параметров на этапе уборки корнеплодов, который должен проводиться с наименьшими потерями и травмированностью: форма пучка листьев – прямостоячая, индекс формы корнеплода – 1,01-2,50, уровень среза ботвы – по основанию нижних зеленых черешков листьев, содержание корнеплодов с сильными механическими повреждениями – не более 12,0% [16]. Визуально технологическая спелость определяется по размыканию ботвы в междурядьях вследствие ее естественного увядания.

Наиболее интенсивно прирост массы корнеплодов происходит в августе и сахаристости – в сентябре, затем эти процессы замедляются. Срок уборки с момента созревания не должен превышать 25-30 дней, что бывает не позднее 15-20 октября, до наступления заморозков. Копку свеклы необходимо начинать в середине сентября и вести ее такими темпами, чтобы обеспечивать

работой сахарные заводы на текущем этапе и создавать трех-пятисуточный запас сырья на случай непогоды. Корнеплоды, оставленные в поле и не укрытые землёй, в течение 5-7 дней теряют до 10-15% массы. Для облегчения уборочных работ рекомендуют за две-три недели перед уборкой проводить предуборочное рыхление на глубину 10-12 см, способствующее уменьшению тяговой силы, требующейся для работы уборочных машин, и очищению корнеплодов от земли. Растения сахарной свеклы окучивают пропашными свекловичными культиваторами перед смыканием листьев в междурядьях. При выполнении приема верхние почки низкосидящих корнеплодов присыпаются почвой. В процессе дальнейшей вегетации свекла выносит их к свету и выравнивает высоту головок корнеплодов над поверхностью поля, что позволяет более точно настроить выкапывающие рабочие органы и снизить потери урожая. Вследствие окучивания повреждения корнеплодов при уборке снижаются в 1,6-1,9 раза, а содержание почвы в ворохе – в 1,1-1,4. Кроме того, для извлечения корнеплодов из почвы требуется меньшее усилие, отчего производительность корнеуборочной техники возрастает до 12%. Сахарную свеклу убирают в одну или две фазы. Однофазная уборка осуществляется свеклоуборочными комбайнами, при двухфазной уборке сначала убирают ботвоуборочными машинами ботву [23, 27].

При понижении температуры воздуха до уровня, позволяющего закладывать корнеплоды на хранение, следует начинать массовую уборку урожая и вести ее интенсивно, чтобы закончить до наступления устойчивых осенних заморозков. В связи с разнообразием почвенно-климатических условий регионов, различием размеров площадей посевов в хозяйствах, способов и мест временного хранения, а также наличием необходимой уборочной и вспомогательной техники свеклу убирают поточным, перевалочным и поточно-перевалочным способами. При *поточном способе* корнеплоды от корнеуборочной машины выгружают в движущийся рядом транспорт, который вывозит их на приемный пункт. Данный способ применяют при перевозке

свеклы на расстояние не более 10-15 км. *Перевалочный способ* предусматривает выгрузку корнеплодов в рядом идущий транспорт, перевозку на перевалочные площадки в конце поля и укладку во временные полевые бурты (кагаты). При наличии свободного транспорта корнеплоды из буртов грузят в автомобили и отвозят на приемные пункты. *При поточно-перевалочном способе* часть корнеплодов вывозят на свеклоприемный пункт, а другую укладывают в полевые бурты. При перевозке более чем на 15-20 км применяют перевалочный или поточно-перевалочный способ [17, 26].

Во время уборки корнеплодов следует строго контролировать высоту среза ботвы, отламывание хвостовой части, поверхностное повреждение и высоту падения, которые приводят к потерям сахара. Основные требования к качеству работы свеклоуборочных машин: полнота уборки корней и ботвы – 98 и 90% соответственно, загрязненность вороха корнеплодов и их повреждение до 10%, полнота обрезки ботвы с качеством, исключаящую ручную доработку, – 100%, коэффициент надежности технологического процесса – 0,95. Потери корнеплодов при уборке не должны превышать 6%, их повреждение – не более 20%. Допустимая общая загрязненность вороха корнеплодов – до 10% [26].

Последовательность технологических операций механизированного производства сахарной свеклы представлена в табл. 5 [26].

Четкое и своевременное выполнение рекомендуемых приемов и элементов технологии, а именно размещение в севообороте по лучшим предшественникам, внесение расчетных доз органических и минеральных удобрений, эффективная обработка почвы, применение гербицидов, посев инкрустированными, дражированными одноростковыми семенами на конечную густоту, надлежащая система защиты от вредителей и болезней, полная механизация всех технологических процессов по уходу и уборке урожая минимизируют риск снижения продуктивности посевов сахарной свеклы.

Таблица 5

Общая технологическая схема механизированного производства сахарной свеклы

Агротехнический прием	Технологические сроки выполнения	Назначение и агротехнические требования
Лущение стерни	Вслед за уборкой предшественника	Рыхление на глубину 5-6 см для уменьшения испарения влаги, заделки растительных остатков и вегетирующих сорняков, а также провокации семян сорных растений
Внесение удобрений	Перед вспашкой	Равномерное распределение заданной дозы по поверхности поля
Вспашка	При массовом появлении всходов сорняков	Рыхление с оборотом пласта на глубину 30-32 см (или на полную мощность пахотного слоя с пахотным рыхлением) для заделки удобрений, пожнивных остатков и сорняков
Культивация зяби с боронованием	Уничтожение сорняков	При появлении всходов сорняков в районах с продолжительным теплым осенним периодом
Ранневесеннее боронование зяби	При наступлении физической спелости слоя почвы 0-5 см	По диагонали, не допуская огрехов
Предпосевная обработка почвы с одновременным внесением гербицидов	При физической спелости посевного слоя почвы	Рыхление с заделкой почвенного гербицида в слой почвы 0-5 см
Посев	При физической спелости посевного слоя почвы	5-6 растений на 1 м пог. при глубине заделки 3-4 см, при высокой влажности почвы – 2-2,5 см

Агротехнический прием	Технологические сроки выполнения	Назначение и агротехнические требования
Прикатывание	Непосредственно после посева	Измельчение глыб, уплотнение почвы для увеличения капиллярного подтока влаги к семенам
Сплошное рыхление почвы до появления всходов	Через четыре-пять дней после посева	На 2/3 глубины заделки семян для разрушения почвенной корки и уничтожения сорняков, на глубину 2-3 см в междурядьях по слеодоуказателю
Рыхление почвы в междурядьях	В период полных всходов	На глубину 3-4 см для уменьшения потерь влаги и уничтожения сорняков
Рыхление почвы в междурядьях и в зоне рядка	По мере необходимости до смыкания ботвы в междурядьях	На глубину 4-6 см для уничтожения сорняков и поддержания почвы в рыхлом состоянии
Рыхление почвы в междурядьях с окучиванием и внесением удобрений	До смыкания ботвы	Первое – на глубину 6-8 см, второе – на 8-10 см для присыпания сорняков в рядках и поддержания оптимальной плотности
Уборка ботвы	Перед уборкой корнеплодов	Скашивание ботвы, отход сахароносной массы в ботву не более 5%
Уборка корнеплодов	При максимальном накоплении сахаров	Наличие ботвы – не более 3%, оставшихся в почве корнеплодов – не более 1%, утеранных на поле – не более 5%, сильноповрежденных – не более 12%

2.4. Система защиты

Защита сахарной свеклы от вредителей и болезней предусматривает агротехнические, биологические и химические методы борьбы. При уходе за посевами целесообразно применять интегрированные технологии, включающие в себя использование механических приемов (боронование почвы до и после всходов, ее рыхление в междурядьях и рядах) и химических средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков. Возможно применение сплошных механических обработок в период появления первых всходов, до образования вилочки – первой пары настоящих листьев, способствующих уничтожению сорняков в фазе нитевидных проростков до 80% [31]. Однако по данным ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», при посеве на конечную густоту такие обработки проводить нецелесообразно, так как они могут привести к изреживанию посевов на 10-15% и резко снизить качество распределения растений по длине ряда [15]. Поэтому решение о целесообразности проведения данного агроприема должно приниматься непосредственно в хозяйстве.

С целью предупреждения образования плотной почвенной корки, уменьшения опасности возникновения ветровой эрозии, улучшения водно-воздушного режима почвы, условий роста и развития растений сахарной свеклы в ранний период вегетации, а также защиты от корнееда проводят культивацию междурядий. Потребность в рыхлениях, их частоту и глубину определяют с учетом фазы роста и развития растений сахарной свеклы, количества осадков, плотности почвы и др. Операцию целесообразно проводить в начале вегетации на глубину 5-6 см плоскорезными лапами. Второе рыхление на глубину 8-10 см – культиватором, оснащенным стрельчатыми лапами и долотами, проводят между второй и третьей обработками гербицидами. Необходимость последующих рыхлений почвы в междурядьях зависит от плотности почвы, условий увлажнения, засоренности и др. Для рыхления почвы в междурядьях целесообразно использовать одновременно два-три культиватора, движущиеся один за другим. Практикуется прове-

дение «слепых» шаровок до начала появления всходов при ориентировании пропашных агрегатов относительно обрабатываемых рядков с использованием системы GPS, применением направляющих борозд или обработки по следам, оставленным свекловичной сеялкой [31].

Применяются две системы гербицидных обработок – комбинированная, предполагающая внесение почвенных гербицидов до появления всходов и опрыскивание посевов в период вегетации, и повсходовая, включающая в себя три или четыре последовательных опрыскивания гербицидами вегетирующих растений на полях с высоким уровнем потенциального засорения пахотного слоя почвы. Первую обработку посевов проводят в фазе семядолей у сорняков, последующие – по мере появления новых [27]. Для борьбы с многолетними видами сорняков гербициды вносят локально. Исследованиями, проведенными в ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», рекомендовано применение полосных (лентами шириной 20-25 см) внесенных гербицидов в сочетании с культивациями междурядий, способных уменьшить расходы на их внесение в 2-3 раза. Для практически полного подавления сорной растительности требуется не менее трех обработок [31].

В практическом руководстве по выращиванию сахарной свеклы, созданном совместно специалистами ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина» и ГК МТС «Агро-Альянс» (г. Воронеж), приведены следующие рекомендации применения пестицидов на всех этапах возделывания культуры:

♦ в осенний период во время проведения основной подготовки почвы ведется борьба с многолетними сорняками: против пырея ползучего целесообразно применять глифосатсодержащие препараты (Глифошанс, ВР – норма внесения 3,0-5,0 л/га или Глифошанс Супер, ВР (2,5-4,0 л/га), при этом максимальный эффект наблюдается, когда побеги сорняка достигли 15-20 см; при засорении поля разными видами осота осенью, после лущения стерни, по молодым розеткам рекомендован препарат Шанс ДКБ, ВР (0,35-0,4 л/га); с появлением вьюнка полевого к баковой смеси необходимо добавлять Глифошанс,

ВР (3,0-4,0 л/га) или Глифошанс Супер, ВР (2,5-3,0 л/га). Эта смесь препаратов эффективна и от сорных растений семейства злаковые. Механические обработки почвы в этом случае проводятся не ранее, чем через 12-14 дней [15, 17];

♦ при очень высокой степени засорения (1000 сорных растений на 1 м²), например при введении в севооборот залежных земель, внесении навоза, в условиях холодной и затяжной весны рекомендован почвенный гербицид Душанс, КЭ (1,3-1,6 л/га), обеспечивающий снижение засоренности на 60-80 %. Наиболее высокая эффективность проявляется в условиях выпадения осадков в начале вегетации. В условиях недостатка влаги препарат лучше внести под предпосевную культивацию с заделкой на глубину 2-3 см [15];

♦ одновременно со всходами свеклы или раньше на поверхности почвы появляются ранние яровые двудольные сорняки (марь белая, сурепка, горчица полевая, гречишки выюнковая и развесистая, ромашка, фиалка дикая, ярутка, пастушья сумка, подмаренник цепкий и др.), для подавления которых используют трехкомпонентные препараты бетанального ряда с содержанием активных веществ – фумезата, фенмедифама и десмедифама в соотношении 112:91:71. Оптимальная розовая норма их внесения – 1-3,0 л/га [17];

♦ при наличии одной пары настоящих листьев у мари белой в фазе семядолей сахарной свеклы применяют препарат Беташанс Трио, КЭ в максимальной дозе для этого периода 1,4-1,5 л/га. Если при первой обработке в посевах присутствуют подмаренник цепкий, горец развесистый или почечуйный, а также при появлении семядолей щирицы обыкновенной, то к Беташанс Трио, КЭ необходимо добавить Каришанс, ВДГ из расчета 30 г/га и адъювант Шанс-90, (0,2 л/га). В этот период на отдельных полях могут взойти в большом количестве ромашка, горец выюнковый или осоты, для более эффективного подавления которых к смеси гербицидов Беташанса, КЭ и Каришанса, ВДГ рекомендуется добавить 0,15-0,2 л/га Шанстрела 300, КЭ.

Вторую обработку гербицидами проводят через семь-десять дней после первой, при этом вносят Беташанс, КЭ в норме 2,0-4,0 л/га или Беташанс Дабл, КЭ (1,0-3,0 л/га) в зависимости от видового состава сорных растений и их развития. При второй обработке вносят также Каришанс, ВДГ (30 г/га), Шанс–90, (0,2 л/га), а при наличии осотов, ромашки, горца вьюнкового в рабочий раствор добавляют Шанстрел 300, ВР (0,3-0,5 л/га) – данная доза зависит от степени развития осота розового.

К началу второго опрыскивания в большом количестве появляются злаковые сорняки, которые уничтожаются одним из граминицидов (Фюзилад Форте, Центурион, Арамо 45, Зелек Супер) в рекомендуемых нормах расхода. Их можно вносить отдельно и в баковой смеси с другими препаратами [17]. Для подавления просовидных сорняков используют Галошанс, КЭ (0,5-0,6 л/га) или Клетошанс, КЭ (0,3-0,4 г/га).

В условиях повышенного количества осадков в начале вегетации после внесения названных препаратов могут появиться новые двудольные сорняки, период прорастания которых сильно растянут во времени. В этом случае для их подавления до образования у свеклы 12-го листа целесообразно в зависимости от видового состава и степени засорения внести еще раз Каришанс, ВДГ, Шанс–90, Беташанс, КЭ или Беташанс Дабл, КЭ [15].

Устойчивость всходов сахарной свеклы к комплексу почвообитающих вредителей и насекомых обеспечивается обработкой семян инсектицидами (Тачигарен, Фурадан, Адифур, Хинуфур, Круйзер и др.). Ко времени массового появления вредителей возникает необходимость дополнительной обработки инсектицидами (табл. 6) [17].

Таблица 6

**Инсектициды, применяемые против вредителей
сахарной свеклы**

Вредители	Инсектициды
Свекловичные блошки	Каратэ Зеон, 5% МКС и Фьюри, 10% КЭ (0,15 л/га), Би-58 Новый, 40% КЭ (0,5-0,9 л/га), Дурсбан, 40,8% КЭ (1,5 л/га), Кинмикс, 5% КЭ, МЭ (0,25-0,5 л/га), Ровикурт, 25% КЭ (0,5 л/га)

Вредители	Инсектициды
Свекловичные долгоносики	Кинмикс, 5% КЭ, МЭ (0,25-0,5 л/га), Каратэ Зеон, 5% МКС и Фьюри, 1% КЭ (0,15 л/га)
Подгрызающие совки	Арриво, 25% КЭ (0,4 л/га), Висметрин, 25% КЭ и Ровикурт, 25% КЭ (0,5 л/га), Кинмикс, 5% КЭ, МЭ (0,25-0,5 л/га)
Листогрызущие совки	Висметрин, 25% КЭ и Ровикурт, 25% КЭ (1 л/га), Золон (3-3,5 л/га)
Свекловичная листовая тля	Каратэ Зеон, 5% МКС (0,15 л/га), Фастак КЭ (0,1 л/га), Фосбецид, 50% КЭ, Би-58 Новый, 40% КЭ (0,5-1 л/га), Ровикурт, 25% КЭ (0,4 л/га), Дурсбан, 40,8 КЭ (0,8 л/га), Кинмикс, 5% КЭ, МЭ (0,25-0,5 л/га)
Луговой мотылек	Каратэ Зеон, 5% МКС (0,15-0,2 л/га), Висметрин, 25% КЭ, Ровикурт, 25% КЭ и Децис, 2,5% КЭ (0,25-0,5 л/га), Децис экстра, 12,5 КЭ (0,05-0,1 л/га), Дурсбан, 40,8% КЭ (1,5-2 л/га), Золон, 35% КЭ (3,0-3,5 л/га)

Схема применения послевсходовых гербицидов на сахарной свекле при засоренности однолетними и двудольными и злаковыми сорняками должна включать трехкратное применение гербицидов, сочетающее противодвудольные (бетаналы, а также препараты на основе метамитрона и трисульфурон-метила) и противозлаковые препараты, например: первое внесение – Бетанал Эксперт ОФ – 1,0 л/га; второе внесение – Бетанал Эксперт ОФ – 1,0 л/га или Бетанал 22 – 1,0 л/га + Карибу – 0,03 кг/га; третье внесение – Бетанал Эксперт ОФ – 1,0-1,2 л/га + Карибу – 0,03 кг/га + + Центурион – 0,3 л/га. При засоренности различными видами осотов во второе внесение добавляют Лонтрел 300 в дозе 0,4 л/га или Лонтрел Гранд – 0,04 л/га, а в третье внесение при использовании во второе внесение Лонтрел Гранд дополнительно вносят этот препарат в дозе 0,08 л/га [32].

Комплексная система защиты сахарной свеклы препаратами компании «Август» по этапам развития растений представлена в табл. 7 [33].

Комплексная система защиты сахарной свеклы препаратами компании «Август»

Вредители, сорные растения, болезни	До посева	Посев	Всходы	Семени доли	Количество настоящих листьев				50% смыкания рядков	Начало уборки
					два	четыре	шесть	восемь		
Долгоносики, свекловичные блошки, проволочники, гни, подгрызающие совки и др.	Табу	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Корнеед всходов, фомоз, пероноспороз, церкоспороз, плесневение семян	ТМТД ВСК	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Все виды двудольных и злаковых сорняков	Торнадо 500, Торнадо 540	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Однолетние злаковые и некоторые двудольные сорняки	Симба	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Однолетние двудольные сорняки	Пилот		Пилот							
			Трипелс (одна-две обработки в смеси с Адью)							
			Бицепс гарант, Бицепс 22							
Одно- и многолетние двудольные сорняки, в том числе виды осота, бодяка, ромашки, горца, латука, гречишка выюнная	-	-	-	-	Хакер; Лонтрел-300					
	-	-	-	-	Хакер в смеси с Бицепсом гарант (двукратная обработка)					

Одно- и многолетние злаковые сорняки	-	-	-	-	-	-	-
Свекловичные блошки, долгоносики, тли, мертвоеды	-	-	-	-	-	-	-
Свекловичные долгоносики, луговой мотылек, свекловичные блошки, листовая тля	-	-	-	-	-	-	-
Луговой мотылек	-	-	-	-	-	-	-
Клопы, листовая тля, минирующая муха, минирующая моль, клещи, цикадки, долгоносики	-	-	-	-	-	-	-
Мучнистая роса, церкоспороз, фомоз	-	-	-	-	-	-	-
Церкоспороз, мучнистая роса	-	-	-	-	-	-	-
Мучнистая роса, церкоспороз, альтернариоз	-	-	-	-	-	-	-

Основное внимание при подборе схемы защиты следует обращать на фазу развития культуры и динамику ее всходов. При умеренной влажности в весенний период и равномерных всходах сахарной свеклы и сорняков применяют как комбинированные, так и послевсходовые системы защиты. Эффективность практически всех схем высокая – 95% и выше. В данных условиях при оптимальных нормах расходов гербицидов обеспечивается их высокая эффективность против трудноискоренимых сорняков. В условиях сухой и жаркой весны при равномерности всходов культуры и сорняков применять почвенные гербициды нецелесообразно, так как внесение их перед севом сокращает период защитного действия с 3-4 недель до 15-17 суток, в связи с чем эффективность комбинированных систем резко снижается. В таких условиях выбор делается в пользу послевсходовых схем применения гербицидов, что связано с недостаточной эффективностью ряда почвенных пестицидов, особенно на супесчаных почвах. В данной ситуации рекомендованы следующие подходы к защите сахарной свеклы:

- ♦ при умеренном недостатке почвенной влаги на суглинистых почвах применять баковые смеси бетанальной группы с гербицидами из группы метамитрона (Голтикс, СП и др.);

- ♦ при сильном недостатке влаги в почве и наличии суховея необходим полный отказ от применения почвенного гербицида, следует работать бетанальной группы в повышенной дозировке [34].

Борьба с сорной растительностью повышает эффективность производства сахарной свеклы. Для этого необходимо использовать химические приемы, обеспечивающие высокий уровень чистоты посевов. Неотъемлемыми элементами защиты сахарной свёклы являются также мониторинг и прогноз численности вредителей и развития болезней. Для этого следует вести систематическое наблюдение за развитием болезней и размножением вредных насекомых и энтомофагов, в осеннее время проводить контрольное обследование мест зимовки основных вредителей, а весной, накануне предпосевной обработки почвы, – контрольное обследование мест наибольшего скопления вредителей с целью выяснения их состояния после перезимовки [27].

3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Современные агротехнологии представляют собой комплексы технологических приемов по управлению производственным процессом сельскохозяйственных культур в агроценозах с целью достижения планируемой урожайности и качества продукции при обеспечении экологической безопасности и определенной экономической эффективности. Агротехнологии связаны в единую систему управления агроландшафтом через севообороты, системы обработки почвы, удобрения и защиты растений, т.е. являются составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Технологии возделывания сахарной свеклы в различных зонах России имеют свои особенности и различаются по составу технологических операций. Наиболее типичные изменения в технологии производства сахарной свеклы наблюдаются в условиях Центрального федерального округа. В хозяйствах работают над освоением почвозащитной, ресурсосберегающей системы земледелия, совершенствованием севооборотов с широким внедрением полевого травосеяния, оптимизации системы защиты и удобрений, придерживаясь рекомендаций ведущих специалистов свеклосахарной отрасли. Наиболее распространенные технологии приведены далее [2, 25, 26, 35, 36]:

Интенсивная технология возделывания сахарной свёклы, отраженная в Федеральном Регистре производства продукции растениеводства, принята за базовую и привязана к условиям Центрально-Черноземной зоны и соседствующих с ней регионов, относящимся к Центральному федеральному округу. Эффективна при оптимизации условий выращивания сахарной свёклы на всех этапах роста и развития растений, включает в себя передовые научно обоснованные элементы воспроизводства продукции: севооборот, обработку почвы, использование сортов и гибридов интенсивного типа, оптимальное обеспечение растений элементами питания, комплексную систему защиты от вредителей, болезней и сорняков, рациональные формы организации производства и другие операции, обеспечивающие экономический эффект. При благоприятном увлажнении

основная обработка почвы проводится полупара или улучшенной зяби. Включает в себя лущение жнивья, внесение основной дозы минеральных удобрений, при засорении корнеотпрысковыми сорняками – внесение гербицидов, двухъярусную вспашку, выравнивание борозд, поверхностную обработку зяби.

Усовершенствованный вариант интенсивной технологии предусматривает замену в базовой технологии устаревших машин и орудий современными отечественными и зарубежными с более высокой производительностью, меньшим расходом топлива, совмещающих в одном проходе несколько операций. Благодаря этому себестоимость производства корнеплодов снизилась на 17,5% по сравнению с базовой технологией, затраты труда – на 51%, расход топлива – на 40% при равной урожайности с контролем. Данную технологию производства сахарной свёклы называют также индустриальной.

Энергоресурсосберегающая технология предусматривает исключение ряда операций (формирование густоты, обработки междурядий) или объединение нескольких операций в одну (посев + + подкормка), замену глубокой вспашки на мелкую раннюю (до 16 см глубины) с последующим чизелеванием (до 40 см глубины) осенью. Включает в себя такие отличительные особенности, как размещение в севооборотах по лучшим предшественникам; система улучшенной или полупаровой основной обработки почвы с внесением оптимальных доз органических и минеральных удобрений с требуемым соотношением питательных веществ под вспашку, определяемых по электронной карте поля с помощью GPS технологии; высококачественная осенняя, ранневесенняя и предпосевная обработки почвы комбинированными орудиями; посев одноростковыми семенами на конечную густоту для получения заданного числа всходов растений с автовозждением агрегата; применение комплексной системы мер (агротехнических и химических) борьбы с сорняками, вредителями и болезнями; уборка корнеплодов поточным и поточно-перевалочным способами без ручной доочистки с составлением электронных карт урожайности с помощью GPS-технологии [2]. Возможны другие энергоресурсосберегающие операции, исключаяющие потери урожайности и снижающие уровень затрат.

При *влагосберегающей технологии* в севооборот включают травы и сидераты (до 30% посевных площадей). Проводится глубокое рыхление почвы осенью по стерне. Весной почву дискуют и боронуют, посев выполняют одновременно с внесением средств защиты в рядок. Данная технология предусматривает сокращение отдельных операций, снижает затраты до 50% без существенного изменения урожайности и качества.

Опыт применения различных технологических операций при *выращивании сахарной свёклы на орошаемых землях* показывает значительную роль севооборотов в предупреждении массового развития вредителей, болезней, сорняков. Сахарную свёклу выращивают после озимой пшеницы, «идущей» по многолетним травам. Почву рекомендуется обрабатывать чизельными плугами на глубину до 40 см. В осенний период проводят провокационный полив, вызывающий появление всходов сорняков, которые удаляют рыхлением и гербицидами.

Возделывание культуры в условиях орошения требует увеличения количества химических обработок против вредных объектов (против сорняков до 5-6 раз), дополнительных подкормок, междурядных рыхлений на глубину 10-12 см. За 15-20 дней до уборки сахарной свеклы поливы прекращают для большего накопления сахаров в корнеплодах.

Технология с использованием направляющих щелей разработана в ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова». Щели нарезают при предпосевной культивации, которую проводят с одновременным полосным внесением гербицидов. Направляющие щели, нарезаемые щелерезами, используют при посеве и уходе за растениями. При движении культиватора по этим щелям можно без риска уничтожения растений обрабатывать междурядья с малыми защитными полосами, при этом обрабатываемая площадь междурядий увеличивается до 90%, а оставшаяся полоска с рядками засыпается почвой во время окуливания.

Технологии с использованием сидеральной или соломенной мульчи при возделывании сахарной свёклы, разработанные для пополнения органических веществ и улучшения фитосанитарного состояния поч-

вы, показали увеличение урожайности корнеплодов на 1,1-1,8 т/га, сахаристости – на 1,3%. Технология выращивания сидеральной культуры включает в себя измельчение соломы после уборки предшественника, равномерное распределение её по полю и заделку дискованием на глубину 6-8 см. Через 12-15 дней вносят минеральные и органические удобрения и проводят отвальную вспашку. После этого проводят предпосевную обработку почвы и высевают промежуточную культуру. По достижении фазы цветения сидеральную массу измельчают и заделывают в почву на 6-8 см, с дополнительным внесением небольшого количества минеральных удобрений, известии или дефеката для предупреждения закисления почвы разлагающейся свежей растительной массой. Далее приёмы осуществляются без изменений. Опыт возделывания сахарной свеклы с использованием данной технологии в зонах, подверженных водной и ветровой эрозии, показывает, что почва лучше защищена от этих явлений, а также непродуктивного испарения влаги, образования корки и заиливания. Благодаря такому способу сева удастся получить стабильную урожайность корнеплодов сахарной свеклы, повысить биологическую активность почвы, о чем свидетельствует увеличение числа дождевых червей, которые имеют большое функциональное значение для экосистемы.

Биотехнология, предлагаемая ООО Научно-Внедренческое Предприятие «БашИнком» (г. Уфа, Республика Башкортостан), позволяет повысить сахаристость корнеплодов на 0,2-0,3%, урожайность – до 20%, снизить затраты на химические средства защиты растений и минеральные удобрения в 1,2-1,3 раза. Суть технологии заключается в оптимизации традиционной технологии с помощью применения интегрированных методов защиты растений и drobных внекорневых подкормок многокомпонентными удобрениями, содержащими макро- и микроэлементы, гуматы, биофунгицидные вещества. Производственные опыты, проведенные в разные по климатическим условиям годы в Краснодарском крае, Белгородской области, республиках Башкортостан, Татарстан и в других регионах России, подтверждают эффективность применения биопрепаратов и биоактивированных удобрений в технологии возделывания сахар-

ной свеклы. Прибавка урожая корнеплодов по сравнению с традиционной технологий в хозяйствах составила от 2 до 10 т/га, при этом затраты на приобретение и применение биопрепаратов и биоактивированных удобрений полностью окупаются, а также гарантируется высокая рентабельность [37].

В рекомендациях Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗиЗПЭ, структурное подразделение ФГБНУ «Курский федеральный аграрный центр», г. Курск) в зоне хозяйств Курской области основную обработку почвы дифференцируют в зависимости от агрофизических свойств пахотного горизонта и обязательно дополняют приемами по максимальному регулированию талого и ливневого стоков. Для сохранения влаги предпосевная обработка проводится одновременно с посевом и ориентирована на максимальное очищение почвы от сорняков агротехническими приемами с качественным ее выравниванием и крошением. В системе применения удобрений предусматривается создание бездефицитного баланса гумуса и обеспеченности плодородия прежде всего за счет использования в широких масштабах органических удобрений, пожнивных остатков и сидератов, дополнением минеральных удобрений на планируемую урожайность. Экологическая безопасность обеспечивается за счет сокращения применения пестицидов в сочетании с междурядными механическими обработками, снижения давления ходовых систем тракторов на почву (преимущественно за счет применения гусеничных тракторов класса до 2 т) [2].

Исследования, проведенные в ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ, г. Мичуринск), позволили установить, что наиболее благоприятные условия для роста и развития свекловичных растений в течение вегетационного периода складывались при посеве их *ленточным способом с шахматным расположением семян* в ленте по схеме (45+15 см.). При норме высева шесть всхожих семян на 1 м пог. ряда данная схема посева обеспечивала наибольшую прибавку урожайности корнеплодов – 3,5-7,2 т/га, сахаристости на 1-2% [38]. В процессе усовершенствования технологии возделывания и убор-

ки сахарной свеклы специалистами этого института разработаны средства механизации для возделывания и уборки сахарной свеклы, высеянной по схеме 45+15 см. На базе механической свекловичной сеялки точного высева ССТ-12Б сконструирована сеялка для посева семян по схеме 45+15 см с шахматным расположением их относительно друг друга в двух смежных рядках (рис. 2). Каждая посевная секция состоит из высевающего аппарата, выполненного из двух дисков, копирующего катка, семенного ящика, двух семенных сошников.



Рис. 2. Общий вид модернизированной свекловичной сеялки

Конструкция высевающего аппарата позволяет проводить ленточный посев двух смежных рядков семян по схеме 45+15 см в шахматном порядке за счет установки высевающих дисков с угловым смещением относительно друг друга на каждой посевной секции сеялки. Принцип работы данной сеялки заключается в следующем. В процессе работы опорно-приводные колеса посредством механизма привода вращают диски семявысевающих аппаратов. Семена из ячеек высевающего диска попадают на уплотненное дно борозды, нарезанной сошником. Момент выпадения семян устанавливают смещением одного из дисков относительно другого на заданную величину. Заделывающие рабочие органы засыпают семена почвой и уплотняют её над бороздами.

С целью повышения качества обработки посевов и снижения ее себестоимости разработана машина для ухода за посевами, позволяющая вносить гербициды в защитную зону ленты без попадания их на листья сахарной свеклы. Машина смонтирована на раме пропашного культиватора (рис. 3), состоит из листоподъемника 2, оборудованного защитными щитками 3, смонтированными сбоку с двух сторон и предотвращающими попадание гербицидов на листовую поверхность свекловичных растений 1. Под защитными щитками расположены два щелевых распыливающих устройства 4, предназначенных для внесения гербицидов в защитную зону рядка с перекрытием. Для поднятия ботвы сахарной свеклы между строчками ленты машина оборудована межстрочными листоподъемниками 5, состоящими из стойки и прутков, расположенных под углом, соответствующим углу естественного роста черешков ботвы, позволяющих защитить листья растений в междурядье и в ленте между строк.

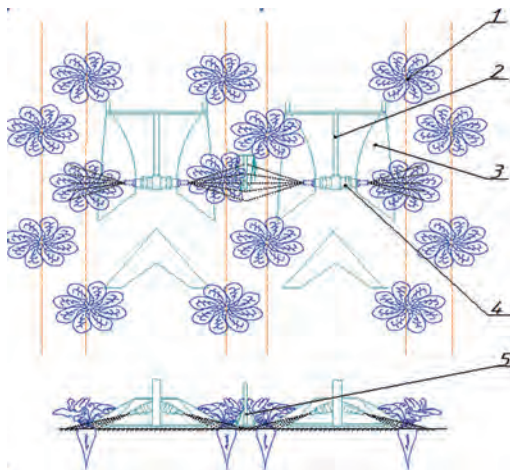


Рис. 3. Схема работы машины для ухода за свекловичными посевами

Применение данной машины позволит снизить себестоимость обработки свекловичных посевов до 15-20%, существенно повысить её качество, минимизировать негативное влияние гербицидов на культурные растения, увеличив урожайность корнеплодов.

Для уборки корнеплодов специалистами ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ» разработан вибрационный копатель (рис. 4). При движении агрегата по рядку осуществляется выкапывание корнеплодов, при этом передняя часть рабочего органа, выполненная в виде двух долотообразных рыхлителей, рыхлит почву, а рабочая и задняя части копача, выполненные в виде прутков, извлекают корнеплоды и сепарируют почву. Снижение площади контакта рабочей части копача с почвой способствует повышению его работоспособности в условиях повышенной влажности.



Рис. 4. Общий вид вибрационного копателя корнеплодов

Производственная проверка показала, что приведенные выше технология возделывания сахарной свеклы и средства механизации для ее осуществления вписываются в рамки современного развития научно-технического прогресса в области теории и практики свекловодства. Ее элементы адаптированы к почвенно-климатическим условиям Центрально-Черноземного региона России, что позволило наряду с повышением эффективности производства сахарной свеклы снизить риск негативных экологических последствий для окружающей среды [38].

При внедрении ресурсосберегающих технологий целесообразно совмещать операции по предпосевной обработке почвы, выполняемые одним агрегатом, составленным из различных однооперационных машин, последовательное выполнение которых позволяет опре-

делить наиболее целесообразный набор рабочих органов в соответствии с агротехническими требованиями.

Энергосберегающая технология производства сахарной свеклы, предлагаемая ФГБНУ ВНИИТиН и ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ», предусматривает использование мобильных комбинированных агрегатов, способных обеспечить оптимальную загрузку энергетических средств любых тяговых классов сельскохозяйственными машинами с наименьшей удельной металлоемкостью, потребной мощностью и высокой производительностью при качественном выполнении технологической операции. Технология предусматривает ряд последовательно выполняемых агротехнических приёмов: основная и предпосевная обработки почвы, посев, обработка посевов, уборка (рис. 5) [39, 40].

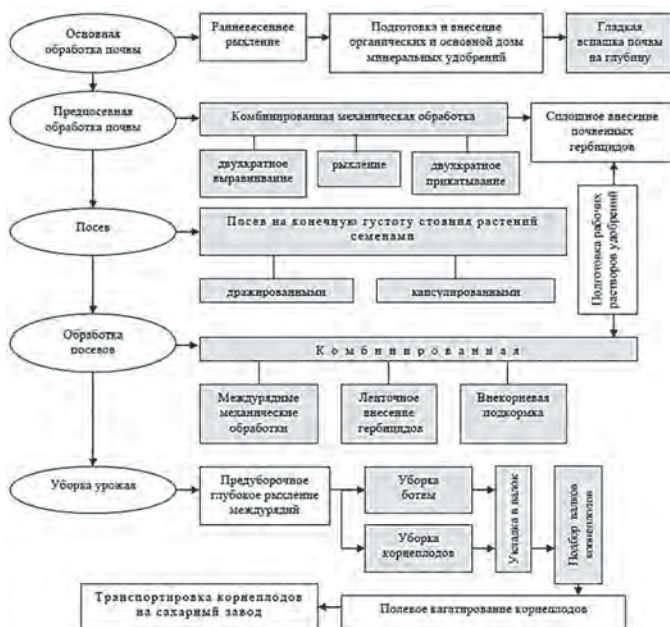


Рис. 5. Схема предлагаемой технологии производства сахарной свеклы (серым фоном на схеме выделены предлагаемые операции при совершенствовании технологии производства сахарной свеклы)

Построение блочно-модульных комбинированных агрегатов осуществляется на базе интегрального энергетического средства с соблюдением условия рационального агрегатирования с сельскохозяйственными машинами, определяемого полнотой использования тягового коэффициента полезного действия. Применение таких агрегатов позволяет уменьшить воздействие ходовых систем на почву, обеспечить сохранение влаги и совместить выполнение технологических операций при производстве сахарной свеклы.

На основании последовательности проведения операций разработана технологическая схема комбинированного агрегата, реализованная на ОАО «Грязинский культиваторный завод» при создании комбинированного агрегата АКШ-6Г, выполняющего все последующие за ранневесенним рыхлением почвы технологические операции по предпосевной обработке почвы: рыхление следа трактора универсальными стрельчатыми лапами; предварительное выравнивание поверхности почвы выравнивателями; разрушение комков и глыб, измельчение почвы одинарными прикатывающими катками; рыхление почвы на глубину заделки семян и уничтожение сорняков стрельчатыми лапами на S-образной пружинной стойке; выравнивание поверхности почвы выравнивателями; измельчение и уплотнение почвы спаренными прикатывающими катками. Результаты исследований и государственных испытаний агрегата АКШ-6Г и культиватора КРШ-8,1, проведенных Центрально-Черноземной МИС, представлены в табл. 8 [41].

Таблица 8

Результаты исследований и государственных испытаний агрегата АКШ-6Г и культиватора КРШ-8,1

Показатели	АКШ-6Г	КРШ-8,1
Интенсивность крошения почвы, %	97-98	86-87
Плотность почвы, г/см ³	1,28-1,3	1,03-1,06
Гребнистость почвы, см	0,8-1,0	3,5-4,5
Коэффициент вариации неравномерности глубины дна борозды, %	10-14	13,5-20

Снижение коэффициента вариации неравномерности глубины дна борозды после прохода АКШ-6Г привело к равномерному рас-

пределению (95-98 %) семян сахарной свеклы на установленной глубине, в результате чего большинство головок корнеплодов (более 75%) располагались над поверхностью почвы в пределах 0-20 мм.

Использование комбинированного блочно-модульного агрегата для предпосевной обработки почвы с интегральным энергетическим средством позволило повысить производительность посевного агрегата, работающего на предварительно обработанной поверхности почвы агрегатом, на 17,5%, снизить погектарный расход топлива на обработке почвы на 18,6%, на посеве – 11,6, а металлоемкость по сравнению с однооперационными агрегатами – до 50%. Предпосевная обработка почвы агрегатом АКШ-6Г повышает производительность посевных агрегатов на 17,5-22,5% по сравнению с КРШ-8,1Г и тягово-мощностные показатели энергетического средства на 8-12 % [42].

Совмещение в одном агрегате предпосевной обработки почвы и посева семян сахарной свеклы (рис. 6) способствует уменьшению доли площади, уплотняемой колёсами, с 27 до 6%, исключению разрыва во времени их проведения. Из-за сокращения числа проходов комбинированного агрегата по полю почти в 1,5 раза снижается удельный расход топлива по сравнению с однооперационными агрегатами. Производительность в час сменного времени 18-рядного блочно-модульного комбинированного агрегата на посеве сахарной свеклы дражированными семенами составляла 3,5-3,9 га. Использование этого агрегата позволило снизить затраты труда, потребность в тракторах, культиваторах и сеялках, что привело к уменьшению на 23% удельных эксплуатационных затрат по сравнению с использованием 12-рядных однооперационных агрегатов при одинаковой посевной площади [42].



Рис. 6. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат

Для сокращения сроков посева сахарной свеклы целесообразно использовать широкозахватные сеялки точного высева, например СТВС-18. По сравнению 12-рядными механическими сеялками они повышают сменную производительность агрегатов в 1,64-1,91 раза при одновременном снижении расхода топлива с 15,3 до 7,9 кг за счёт увеличенной ширины захвата (8,1 м) и повышенной скорости движения (до 2,0 м/с) [43].

Предложен способ комбинированной обработки посевов, позволяющий проводить ленточное внесение гербицидов без отложения их на листовую поверхность, внекорневую подкормку растений микроудобрениями, росторегулирующими препаратами, механические междурядные обработки [44]. Для его реализации создана комбинированная машина, совмещающая технологические операции обработки посевов, включающая в себя несколько аппликаторов (рис. 7).



Рис. 7. Комбинированный агрегат для обработки посевов сахарной свеклы

Экспериментальными исследованиями агрегата для обработки посевов сахарной свеклы установлено, что совмещенная обработка посевов регулятором роста (Альбит) и гербицидами (трехкратно: первая – Бетанал 22, КЭ (1 л/га), вторая – Бетанал 22, КЭ (1 л/га) + Лон-трел 300, ВР (0,3 л/га) + Центурион, КЭ + Амиго

(0,5 л/га) + Карибу, СП (30 г/га), третья – Бетанал Эксперт ОФ, КЭ (3 л/га) + Зеллек – Супер, КЭ (0,5 л/га) + Карибу, СП (30 г/га) [45] при уменьшенной дозе их внесения на 16-37 и 50% соответственно и междурядная обработка снижают засорённость посевов на 3-15%, повышают урожайность корнеплодов на 8,6-24,5%, а сахаристость на 0,2-1%. Результаты производственной проверки данного агрегата подтвердили целесообразность совмещения технологических операций по обработке посевов сахарной свеклы, выполняемых качественно в соответствии с агротехническими требованиями, с увеличенной на 30% производительностью при снижении на 20% расхода топлива [46, 47].

Таким образом, интенсивная технология предусматривает качественное и своевременное выполнение комплекса мероприятий (предшественники – семена – сев – подкормка и защита растений – механизированная обработка посевов – уборка), невыполнение которого приводит к общему снижению эффективности производства. Данная технология ресурсонасыщенна, окупаемость затрат происходит при высокой урожайности сахарной свеклы [48]. Для повышения рентабельности производства этой культуры имеются два основных пути: повышение урожайности культуры; снижение затрат при её производстве на 20-25% за счет широкого применения ресурсосберегающих технологий. Разработка адаптивных ресурсосберегающих технологий и средств механизации приводит к повышению устойчивости агроландшафта, снижению потери гумуса, фитотоксичности применяемых препаратов на культуру, улучшению аэрации и влагообеспеченности почвы, сохранению почвенной биоты [38]. Внедрение ресурсосберегающих технологии производства сахарной свеклы предполагает рациональное использование материальных ресурсов. Освоение такой технологии заключается в выявлении ресурсоемких технологических операций (например, подготовка почвы, уборка урожая) и замене их ресурсосберегающими с применением соответствующей системы машин [44]. Современные комбинированные агрегаты включают в себя орудия для основной обработки почвы: плуг, плоскорез, безотвальный рыхлитель типа «параплау», дисковые бороны разной мощности и конфигурации. Кроме того, на

них навешивают культиваторы, бороны-мотыги ротационного типа, различные катки [25].

Совершенствование технологии и технических средств производства сахарной свеклы должно осуществляться в направлении совмещения операций на базе многофункциональных машинных агрегатов, способных адаптироваться к изменяющимся условиям производства путем быстрой смены рабочих органов, что позволит сократить потребное количество машин для выполнения операций и оптимизировать затраты на материально-технические ресурсы [42]. Производство сахарной свеклы с применением высокоурожайных гибридов, эффективных удобрений и средств химической защиты растений, использованием высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов, обеспечивающих выполнение технологических операций качественно и в оптимальный агротехнический срок, позволит значительно повысить урожайность и качество корнеплодов.

4. ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОСНОВНОЙ ГРУППЫ МАШИН

Непосредственное влияние на эффективность производства сахарной свеклы оказывает технический уровень основных групп материально-технических средств, используемых для возделывания и уборки культуры, разделенных на две категории: машины общего назначения для основной обработки и предпосевной подготовки почвы, внесения минеральных удобрений и средств защиты и комплексы специализированных машин и приспособлений, применяемые для уборки сахарной свеклы. В современных условиях используется техника как отечественного производства (чизельные плуги, культиваторы паровые, дисковые бороны, пружинные бороны (ООО «БДМ-Агро», АО РТП «Петровское», ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова», АО «Корммаш», ПАО «Миллеровосельмаш» и др.), разбрасыватели удобрений (АО «Корммаш», ЗАО «Евро-техника» и др.), дисковые рыхлители и кольчато-шпоровые катки, культиваторы для предпосевной и междурядной обработки почвы (ОАО «Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова», ООО «Бежецксельмаш», ПАО «Грязинский культиваторный завод» и др.), посевные плоскорежущие агрегаты и почвообрабатывающие орудия (ООО «Сельмаш» и др.), пневматические сеялки точного высева и посевные комплексы (ОАО «Белгородский завод РИТМ», ООО «АГРО», АО РТП «Петровское», ПАО «Миллеровосельмаш», ЗАО «Евротехника»), опрыскиватели (ЗАО «Евро-техника», ООО «Казаньсельмаш» и др.), ботвоудаляющие и корнеуборочные машины (ОАО «Белгородский завод РИТМ» и др.) [49], так и зарубежного: плуги фирм «Lemken» (Германия), «Kuhn» (Франция), «Kverneland» (Норвегия), дискаторы фирм «Amazone» (Германия), «Landoll», «John Deere» (США), культиваторы немецких фирм «Lemken», «Grimme», «Horsch», «Bourgault» (Канада), разбрасыватели удобрений «Amazone» (Германия), «Sulky» (Франция), сеялки точного высева «Kinze», «John Deere» (США), «Kuhn», «Monosem» (Франция), «Gaspardo», Sfoggia, «MaterMass» (Италия), «Kraj» (Польша), «Kongsilde» (Дания), «Amazone», «Schmotzer»

(Германия), «Kverneland» (Норвегия), опрыскиватели «Hardi» (Дания), «Amazon» (Германия), «Bertroud» (Франция), свеклоуборочные комбайны немецких фирм «Holmer», «Ropa», «Grimme», «Franz Kleine», «Kuhn» (Франция), «Wic» (США), «Agrifac» (Нидерланды) и др.

Более половины парка сельскохозяйственной техники – машины возрастом старше 10 лет, коэффициент обновления оборудования (отношение приобретенной новой техники к ее суммарному наличию на конец года) по большинству позиций не превышает 4% в год [50]. На основе системы типовых технологий и технологических адаптеров, включенных в Федеральный регистр, определена потребность в основной группе техники для основных регионов свеклосеяния [51]. Выявление числа необходимых хозяйству машин осуществляется в несколько этапов. После определения количественного и качественного состава работоспособной сельскохозяйственной техники, имеющейся в хозяйстве, с помощью соответствующих коэффициентов осуществляется ее перевод в условные единицы. Далее с учетом площадей севооборотов в хозяйстве рассчитывается нормативная потребность в технике. Имеющийся парк машин в условных единицах сравнивается с нормативным. Если выявляется недостаток машин, то они посредством коэффициентов переводятся в физические единицы для определения количества техники, которое необходимо приобрести хозяйству. При этом может быть проведена корректировка расчетного парка с учетом конкретных производственных условий данного хозяйства. В заключение определяются перечень и число машин, которые необходимо закупить хозяйству для выполнения всего объема сельскохозяйственных работ в агротехнические сроки. Потребность в технике общего назначения, используемой на возделывании многих культур (тракторы, плуги и др.), рассчитывают по общей площади пашни. Потребность в специализированных машинах определяется исходя из объема работ, выполняемого в пиковый период. В зависимости от назначения и типа машины ими могут быть площадь, количество вносимых материалов или грузов и др. Для перехода к оптимальному парку необходимо заменить от 50 до 90% машин, эксплуатируемых в хозяйствах. Такое об-

новление потребует больших единовременных капиталовложений. Кроме того, многие машины, выработавшие амортизационный срок, вполне работоспособны, поэтому списывать их нецелесообразно. Целесообразна постепенная оптимизация машинно-тракторного парка, предполагающая переход от существующего парка к оптимальному в течение нескольких лет. Это позволит рассредоточить по времени капиталовложения и использовать весь ресурс старых машин. При этом в первую очередь следует обновлять машины, заменяющие ручной труд или применяемые на наиболее трудоемких операциях [51]. Несмотря на высокую стоимость современных технических средств и агрегатов, применение высокопроизводительной техники дает значительный эффект.

На современном этапе развития агротехнологий все больше технологических операций проводится с применением элементов технологии точного земледелия (картирование содержания питательных веществ в почве, дифференцированное внесение удобрений в зависимости от обеспеченности почвы и потребности растений, система ведения производства продукции на основе использования приборов и оборудования системы глобального позиционирования). В связи с этим в обновленной системе машин основного назначения для производства сахарной свеклы должны получить применение средства автоматизации управления технологическими процессами. Наиболее заметной тенденцией на почвообрабатывающей технике является применение элементов автоматизации при настройке и регулировке. Электронные системы управления, применяемые на зарубежных оборотных плугах, обеспечивают автоматическую настройку плуга под трактор. В связи с увеличением рабочей скорости агрегатов до 9-12 км/ч широкое применение получили страховочные устройства рабочих органов. Посев – один из основных технологических процессов, определяющий конечный результат всего комплекса полевых работ по возделыванию сахарной свеклы. Основные потери при посеве обусловлены прекращением высева в отдельных секциях, отклонениями фактической нормы высева от заданного значения, а также средней глубины заделки семян и ее равномерности от установочных значений. Импортные посевные комплексы для

точного высева пропашных культур с одновременной предварительной подготовкой почвы под посев с внесением удобрений оснащены бортовыми компьютерами, осуществляющими контроль таких параметров, как норма высева семян, удобрений, глубины посева, рабочей скорости, уровня удобрений и семян в бункерах обороты турбины [52]. Свеклоуборочные машины, как правило, оборудуются автоматическими системами для направления машин по рядкам сахарной свеклы, управления движением свеклоуборочного комбайна на разворотной полосе поля, контроля высоты среза и глубины подкапывания, взвешивания убранный урожай. Некоторые свеклоуборочные комбайны оснащаются видеокамерами протекания технологического процесса и внешнего наблюдения, благодаря которым механизатор в случае возникновения проблемы сразу получает представление о возникшей неполадке.

Освоение ресурсосберегающих технологий, внедрение технологических операций с применением элементов технологии точного земледелия требуют создания конкурентоспособной техники, обладающей усовершенствованными показателями технического и технологического уровня, оснащенной автоматизированными системами управления.

5. ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Эффективность свеклосахарного производства в значительной мере определяется уровнем содержания сахара и сокращением его потерь при хранении. Залогом удовлетворительного хранения является наличие здорового и технически спелого сырья. Для производства сахара используют корнеплоды сахарной свеклы, соответствующие требованиям по физико-химическим показателям стандарта ГОСТ 33884-2016 «Свекла сахарная. Технические условия» [53].

Основная технологическая задача длительного хранения данной культуры заключается в поддержании физиолого-биохимических процессов, протекающих в корнеплодах при хранении, на возможно более низком уровне, что обеспечивает сохранность технологических качеств сырья с минимальными потерями массы и сахара. Полевое кагатирование – способ хранения свеклы на полях в кагатах с использованием специального укрывного материала. Минимальным потерям сахара соответствует температурный режим хранения корнеплодов в диапазоне 0-+6°C. По мере хранения за счёт расходуемого на дыхание сахара и испарения влаги при усыхании масса сахарной свеклы уменьшается и составляет 1,5-3,0% к массе уложенной свеклы. Основная доля (до 75%) потерь сахарозы приходится на дыхательные процессы [54]. Потери возрастают, если в кагатах есть корнеплоды с механическими повреждениями, зараженные болезнями и пораженные вредителями, со слишком низким срезом головки или наличием черешков листьев. Плохо хранятся корнеплоды с повышенным содержанием азота. В неблагоприятные по климатическим условиям годы потери массы заготовленного сырья при хранении могут достигать 12% и более. При этом происходит не только потеря массы и сахара, но и значительное ухудшение технологического качества корнеплодов, приводящее к снижению на 1,0-1,5% выхода белого сахара. Процесс хранения существенно осложняет использование в свекловодстве импортных гибридов культуры (более 95% в общей площади свеклосеяния), которые в силу генетических особенностей не предназначены для длительного хранения.

Среди известных автономных приемов направленного физического и антимикробного воздействия на воздушную среду межкорневого пространства кагата – применение укрывочных материалов, систем принудительного вентилирования, обработка корнеплодов препаратами антимикробного действия.

Укрывочные материалы предназначены для снижения отрицательного влияния на корнеплоды внешних метеорологических факторов и создания благоприятных, близких к оптимальным температурно-влажностных условий хранения. Предлагаются полимерные материалы, обладающие комплексом необходимых функционально-технологических свойств для надежного укрытия кагатов сахарной свеклы: воздухопроницаемостью, водоотталкиванием, теплоизоляцией, высокой прочностью на разрыв, легкостью (110 г/м^2), светоотражающей способностью.

ФГБНУ «Курский ФАНЦ» разработан способ длительного хранения сахарной свеклы в кагатах, укрываемых трехслойной полиэтиленовой пленкой со светоотражающей поверхностью, модифицированной препаратом фунгицидного действия [55]. С целью придания дополнительных антимикробных свойств полимерному укрывочному материалу на основе нетканого полипропиленового полотна ОАО «Щекинское Химволокно» изготовлено полимерное укрытие многофункционального действия – Спанбонд поверхностной плотностью 140 г/м^2 с нанесением на его поверхность антимикробного препарата пролонгированного действия Биопак. Результаты производственных испытаний материала показали, что загнивших корнеплодов и гнилой массы было соответственно в 4,2 и 4,3 раза меньше по сравнению с укрывочным материалом Toptex (компания «TenCateGeosynthetics», США) [56].

Перспективным элементом технологии хранения сахарной свеклы является обработка корнеплодов препаратами нового поколения, включающими в себя в разном сочетании антимикробное, ростингибирующее и антабиотическое действие. Их использование в сочетании с благоприятными температурно-влажностными условиями хранения способствует предотвращению загнивания корнеплодов,

снижению интенсивности протекания в них физиолого-биохимических процессов [57]. Исследования эффективности применения биологически разлагаемых препаратов комплексного действия (Флудиоксонил и Азоксистробин) при хранении сахарной свеклы позволяют сделать вывод: опрыскивание корнеплодов современными биологически разлагаемыми фунгицидами обеспечивает статистически доказуемое подавление кагатных гнилей и сохранение свеклосырья при среднесрочном хранении в диапазоне среднесуточных температур 13-19 °С, а в перспективе может иметь промышленное применение [58]. Однако длительность действия этих препаратов при хранении корнеплодов в кагатах не превышает десять суток, поэтому для повышения эффективности обработки перспективно применять с более мелкодисперсным распылением рабочего раствора.

Эффективность полифункциональных препаратов Квадрис, Схолар и F09, обладающих дезинфицирующими свойствами, ингибирующими ростовые процессы и замедляющими интенсивность дыхания корнеплодов при хранении сахарной свеклы, изучена в ФГБНУ «Курский ФАНЦ». Исследование проводилось в течение 40 суток, в результате наблюдалось снижение потерь массы свеклы на 1,8-3,4% под действием препарата F09 и на 1,4-2,6% – препарата Схолар [56].

Для повышения эффективности действия полифункциональных препаратов при хранении сахарной свеклы их применяют в газообразной (метод газации в виде «холодного тумана») и аэрозольной (метод опрыскивания) формах. Специалистами Научно - производственного предприятия «ЗИПО» (ООО «НПП «ЗИПО», г. Липецк) разработаны новые антисептические препараты ингибирующего, антисептического действия с пролонгированным эффектом: Anabios и Somnus, в состав которых входит комплекс органических соединений [59]. В условиях корнехранилища ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» были определены оптимальное эффективное количество активного вещества препаратов Anabios и Somnus и нормы расхода рабочих растворов. Опытом, проведенным на базе свеклоприемного пункта ООО «Агрофирма ТРИО» (Липецкая об-

ласть) по истечении срока хранения (40 суток) установлено, что наиболее эффективным способом обработки сахарной свеклы является газация «холодным туманом» при расходе концентрата 100 л на 10 тыс. т свеклы и времени обработки 15 мин, в результате которого получены наилучшие качественные показатели корнеплодов. По сравнению с контрольным вариантом (без химической обработки) среднесуточные потери сахара в варианте с обработкой препаратами в аэрозольной форме снизились в 1,6 раза, а при обработке в виде «холодного тумана» – в 2,6; выход сахара был выше на 0,72 («аэрозоль») и 1,56 абс. % («туман»); извлекаемость сахарозы – на 2,20 («аэрозоль») и 2,84 абс. % («туман») [60]. Мелкодисперсный распыл рабочего раствора, предусмотренный методом газации, обеспечивает более равномерное накопление препаратов в межкорнеплодном пространстве по всему объему кагата. На основе дымовой машины ТДА-М разработан многофункциональный дезинфекционный комплекс (МДК), работающий по принципу термического испарения высококипящих фракций в потоке горячих газов с последующей конденсацией паров в атмосфере, при использовании которого отмечено снижение общих и среднесуточных потерь массы корнеплодами в 2,2 раза, среднесуточных потерь сахара – в 2,8. Способ в виде «холодного тумана» можно применять как в заводских, так и полевых кагатах, в основании которых проложен воздухопровод с отверстиями для подачи препаратов [61].

Одним из наиболее значимых факторов, определяющих результативность хранения, является близкий к оптимальному температурно-влажностный режим физической среды в кагатах [62]. ФГБНУ «Курский ФАНЦ» предложен концептуально новый подход создания физической среды кагата, основанный на совокупном физическом и антимикробном воздействии на его межкорневое пространство путём применения укрывочного материала многофункционального действия и принудительного вентилирования (рис. 8). Оптимальные температурно-влажностные условия воздушной среды межкорневого пространства в кагатах на протяжении периода длительного хранения сахарной свёклы подде-

рживаются системой принудительного вентилирования, режим настройки которой осуществляется в зависимости от фактических параметров температуры и влажности наружного воздуха, физической среды в кагатах, климатической группы сахаропроизводящего региона [63].

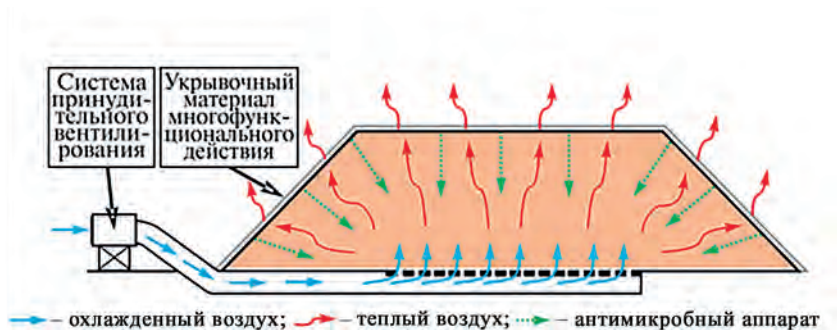


Рис. 8. Приемы направленного физического и антимикробного действия на межкорневое пространство кагата

Параметры физической среды регулируются системой принудительного вентилирования кагатов, которая обеспечивает отвод тепловой энергии, выделяемой свёклой, потоками проходящего охлаждающего воздуха до выравнивания условий в межкорневом пространстве с более благоприятными температурно-влажностными параметрами внешней среды. В этом случае укрывочный материал многофункционального действия способствует поддержанию созданных принудительным вентилированием температурно-влажностных параметров физической среды с одновременным подавлением микробиологических процессов при непрерывном диффундировании антимикробного препарата в межкорневое пространство кагата. Совокупное сочетание вышеуказанных приёмов физического и антимикробного действия снижает ферментативную активность в корнеплодах и интенсивность их дыхания, что обеспечивает сохранность технологических качеств сахарной свёклы с минимальными

потерями ее массы и сахара при хранении [64]. Промышленная проверка данного концептуального подхода на сахарном заводе ООО ГК АСБ «Кристалл» (Тамбовская область) показала, что потери массы свёклы в контрольном кагате составили 3,63%, сахарозы – 1,04, в исследуемом – 2,43 и 0,59% соответственно, что свидетельствует о снижении потерь до уровня ниже норм естественной убыли [63].

Последовательное выполнение элементов технологии длительного хранения сахарной свеклы, разработанной специалистами ФГБНУ «Курский ФАНЦ», представлено на рис. 9 [65].



Рис. 9. Технология длительного хранения сахарной свеклы

В целях более раннего календарного срока начала работы сахарных заводов в хозяйствах необходимо высевать раннеспелые гибриды, которые в посевах свеклы должны занимать 15-20% площадей [15]. Этому требованию соответствует технология ор-

ганизации сырьевой зоны сахарного завода с дифференциацией посевов сахарной свеклы по срокам созревания, разработанная ФГБНУ «Курский ФАНЦ», предусматривающая посев площадей сырьевой зоны сортами и гибридами свеклы разных сроков созревания (ранних – 20%, средних и поздних – по 40%) и последовательную уборку корнеплодов по мере наступления технической спелости. Она позволяет обеспечить предприятия технически спелым сырьем в течение всего производственного сезона, увеличить выход сахара на 0,2-0,3%. Экономический эффект для одного сахарного завода составляет 3,3-3,7 млн руб. [66].

Современные цифровые технологии позволяют снизить потери при хранении посредством точного определения места зарождения процесса гниения на различных уровнях кагата, а также локального измерения влажности воздуха и газовыделений (например, углекислоты или метана). С целью выявления процесса гниения в кагате применяют датчики для локального измерения температуры с точностью 0,5°C. Полученная информация в виде динамичной карты распределения температур с помощью технологий интернета вещей поступает для анализа в лабораторию сахарного завода. Компьютерная программа своевременно указывает диспетчеру на потенциальные точки угроз. Система сбора, передачи и анализа информации от температурных датчиков в кагатах реализована на основе беспроводной сети QCONTROL для интернета вещей, разработана в ООО «Лаборатория Q2» при поддержке фонда «Сколково». Первые конструкции датчиков температуры и штанг с передатчиками на основе сети QCONTROL созданы по заказу группы компаний «РусАгро». Программное обеспечение для анализа распределения температуры в кагатах разрабатывает компания ООО «АЛАН-ИТ» на основе облачной инфраструктуры Microsoft [67].

Планирование производственных процессов на сахарном заводе требует точного отслеживания объемов сахарной свеклы, которые обычно определяются традиционными методами, не всегда удовлетворяющими запросы заказчика в отношении производительности и точности. Выявить общие объемы кагатов свеклы можно с помощью

беспилотных летательных аппаратов. Объем корнеплодов быстро и с высокой точностью рассчитывается по трехмерным моделям, построенным на основе данных аэрофотосъемки. Одновременно обследование с помощью тепловизора позволяет отследить температурный режим и принять решение об использовании того или иного кагата в первую очередь. Температура в кагате показывает уровень гниения. Соответственно вывозить корнеплоды в приоритетном режиме следует прежде всего из кагатов, где установилась более высокая температура. При повторных обследованиях можно измерить не только текущий объем, но и изменение запасов за исследуемый период. Точность измерений, как показывают практика и сравнение с данными, полученными при сдаче корнеплодов на сахарный завод, может быть высокой – разница не более 1,5% [68-70].

Аэрофотосъемка и тепловизионная съемка открытых хранилищ корнеплодов (кагатов) с БПЛА позволяют совместить высокоточный ортофотоплан поля с результатами тепловизионной съемки, построить трехмерную модель кагатов и с высокой степенью автоматизации рассчитать объем складироваемых корнеплодов, а также составить график очередности уборки кагатов (видимое на тепловизоре выделение тепла помогает количественно оценить интенсивность процессов гниения в хранилище).

При перепроизводстве корнеплодов и большой загруженности свеклоприемных пунктов необходимо повсеместно внедрять полевое кагатирование, что обеспечит лучшую сохранность корнеплодов и значительно сократит транспортные расходы, так как свеклу будут отправлять на завод в более поздние сроки без простаивания в очередях. Экономический эффект составляет 1400-2600 руб/га посевов свеклы [15]. Снизить потери свеклосахарного производства, сократить сроки уборки и продлить период переработки корнеплодов можно, внедрив технологию длительного хранения в кагатах, используя генетические особенности современных гибридов сахарной свёклы, селективно выведенных для хранения в кагатах [71].

6. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Сахар – ценный продукт питания, который используется как сырье в кондитерской, хлебопекарной, молочной отраслях пищевой промышленности. Традиционная технология переработки свеклы предусматривает отделение примесей, мойку, измельчение в свекловичную стружку, экстрагирование сахарозы горячей водой с получением диффузионного сока, который далее подвергают известково-углекислотной очистке, включающей в себя предварительную, основную дефекации и две ступени сатурации с промежуточным фильтрованием, в ходе которых удаляется значительное количество полезных компонентов сырья. Данный способ реализуется на всех сахарных заводах, перерабатывающих сахарную свеклу, и требует сложного оборудования, высокой квалификации персонала, огромного расхода материалов и энергетических ресурсов. С целью упрощения технологии, снижения расхода тепловых ресурсов рекомендуется заменить энергозатратный и длительный процесс экстрагирования сахарозы прессовым способом с последующей мацерацией каши после отжима небольшим количеством горячей воды и повторным прессованием, что снизит потери сахарозы в жоме. Отсутствие длительного термического воздействия на свекловичную ткань сохранит белково-пектиновый комплекс сырья в нативном состоянии, сделает его пригодным к переработке в пектин или пищевые волокна. Сущность ресурсосберегающего способа очистки свекловичного сока, предлагаемого ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», состоит в замене карбонизации дефекованного сока обработкой ортофосфорной кислотой. Использование технологии упрощенной переработки сахарной свеклы сохраняет в полученном очищенном соке (или сиропе) природные компоненты, препятствует нарастанию цветности, снижает расход реагентов, упрощает технологическую схему, не требует сложного оборудования. Полученный очищенный свекловичный сок по качественным характеристикам (цвет и прозрачность, отсутствие запаха) приближается к сахарному раствору, но содержит наряду с сахарозой минеральные компоненты, белковые вещества, органические кислоты, азотистые

соединения, что позволяет использовать его для приготовления хлебобулочных изделий и безалкогольных напитков вместо сахарного раствора. Преимущества технологической схемы с использованием ортофосфорной кислоты:

- ♦ отсутствие длительного, технически сложного и энергетически затратного процесса диффузионного извлечения сахарозы из свеклы;

- ♦ избежание разбавления клеточного сока за счет добавления большого объема воды, что снижает массу жома;

- ♦ использование меньшего количества извести, что предотвращает разложение моносахаридов, белковых и пектиновых веществ;

- ♦ замена сатурации на применение ортофосфорной кислоты, что повышает доступность способа. Получаемый осадок фосфата кальция практически нерастворим в соке, адсорбирует на поверхности значительное количество сопутствующих веществ, после отделения может использоваться в качестве фосфорного удобрения;

- ♦ замена вредной для организма человека сульфитации адсорбционной очисткой активным углем, удаляющей окрашенные и пахучие соединения из сока, что повышает безопасность продукта;

- ♦ сохранение ценных натуральных компонентов свеклы — сахарозы, моносахаридов, аминокислот и амидов аспарагиновой и глютаминовой кислот, бетаина, минеральных соединений, частично органических кислот, белковых и пектиновых веществ [72].

В процессе свеклосахарного производства образуются большие объемы побочных продуктов и отходов, основные из них свекловичный жом, меласса, фильтрационный осадок (дефекат) (рис. 10) [73].

Масса свежего свекловичного жома составляет около 80-83%, мелассы – 4,6-5,4, фильтрационного осадка – 8-12, транспортномоечного осадка – 15, отсева известнякового камня – 1,4, свекловичного боя и хвостиков от массы переработанной свеклы около 3% [74]. Жом (отжатая свекловичная стружка) – ценный корм для крупного рогатого скота. При хранении сырого жома более пяти месяцев теряется до 40% сухих веществ. Данный способ, применяемый на заводах, не отвечает современным требованиям. С целью минимизации потерь питательных веществ при хранении свежего и кислого

жома, погрузочно-разгрузочных работ облегчения транспортировки и механизации раздачи корма на фермах его высушивают и гранулируют. В России производство сухого гранулированного жома (СГЖ) расширяется и зависит от валового сбора сахарной свеклы, объема ее переработки, мощностей жомосушильных установок; 85% произведенного жома экспортируется.



Рис. 10. Продукты вторичной переработки побочной продукции и отходов свеклосахарного производства

Перспективными направлениями являются получение сушеного жома с различными амидо-минеральными добавками; силосование в специальных хранилищах (срок хранения шесть месяцев и более), с добавлением мелассы, бактерицидной закваски в сочетании с молочной сывороткой, химических консервантов (органические кислоты, гипосульфит натрия) [73,74].

Сушка свекловичного жома обычно проводится конвективным методом. В Европе наиболее широко используется высокотемпературная сушка (BTC). Сушка жома паром в сушилках с псевдосжи-

женным слоем и в два этапа характеризуется практически одинаковыми энергетическими затратами (ВТС дешевле примерно на 6%). Сушка свекловичного жома в два этапа предусматривает сначала его низкотемпературную сушку (НТС), затем высушивание смеси жома с мелассой при ВТС во вращающейся барабанной сушилке. Преимущество способа: снижение потребления энергии и загрязнения воздуха по сравнению с ВТС, экономия до 30% энергии за счет повторного использования на первом этапе возвратных и вторичных паров выпарной станции и станции кристаллизации. Использование вторичной энергии является преимуществом сушки свекловичного жома при одновременном производстве сахара и его сушки на одном и том же предприятии.

Экологические преимущества сушки жома паром обусловлены уменьшением выделения пыли и запаха по сравнению с ВТС, а также – более низким общим потреблением энергии на сушку по сравнению с ВТС и сушкой в два этапа. Выходную энергию (например, пар) можно использовать повторно в технологическом процессе экстракции сахара. Недостаток способа: отработанный пар нельзя использовать для производства электрической энергии, как на обычных сахарных заводах [75].

Кроме традиционного потребления жома, эффективность его применения можно повысить за счет получения из него пектина, пектиновых концентратов и пищевых волокон, которые в России в промышленных масштабах не производятся, несмотря на большую потребность в них ряда отраслей. Пектин закупается за рубежом, и его импорт постоянно растет. Развитие отечественного производства пектина из свекловичного жома сдерживают конкуренция с мировыми лидерами (компании «Cargill», «Dupont» США), низкий выход пектина (1 т жома = 180 кг пектина), недостаток финансирования для создания эффективной рентабельной технологии производства пектиновых веществ. Для его производства высушенный свекловичный жом измельчают и подвергают гидролизу. Полученную смесь направляют в фильтр-прессы для грубой и тонкой очистки экстракта. Прогидролизированный жом после нейтрализации отправляют на корм скоту. Экстракт тонкой фильтрации поступает на очистку и осаж-

дение пектина. Затем пектин измельчают, очищают, высушивают, упаковывают и направляют на хранение. Такая схема экологически опасна, энергоёмка, требует применения оборудования специально коррозионно-стойкого исполнения, дорогостоящих химических реактивов, наличия очистных сооружений. Традиционной технологии производства пектина свойственны также повышенная пожаро- и взрывоопасность процессов [76].

Специалисты ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВО «ВГУИТ») совместно разработали и запатентовали рациональный способ получения пектина и пищевых волокон из сахарной свеклы, основанный на использовании электрохимически активированных растворов, вследствие чего можно избежать применения сильных минеральных кислот, снизить температуру процесса, достигнуть эффекта каталитического воздействия на ход химической реакции. Предлагаемая технологическая схема позволит получать свекловичный пектин чистотой 76-77% и способностью к комплексообразованию около 600 мг Pb^{2+} /г, т.е. удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к пектиновым веществам пищевого и медицинского назначений. Качество полученного свекловичного пектина достаточно высокое, поскольку сохраняется главное – высокая комплексообразующая способность сорбировать в пищеварительном тракте человека вредные ионы металлов (цинк, свинец, кобальт, стронций). Исследования состава полученного образца пищевых волокон показали, что они содержат (% к массе волокна) 14-16 % пектиновых веществ, 22-24 – гемицеллюлозы, 26-28 – целлюлозы, 3-5% минеральных веществ. Полученный полисахаридный пектин-целлюлозный комплекс характеризуется отсутствием специфического свекловичного запаха и вкуса, белизной – 80-82 ед. прибора, водоудерживающей способностью – 4,5-4,7 г воды/г пищевых волокон [77, 78].

В последние годы жом используется для получения биогаза путем метанового брожения, которое происходит при разложении продуктов, содержащих углеводы. Это способ анаэробного дыхания определенных групп бактерий, которые из углеводов органической

массы образуют метан (CH_4) – 65%, углекислый газ (CO_2) – 30% и незначительное количество других газов: сероводород (H_2S) – 1%, азот, кислород, водород и закись углерода. В основе метанового брожения – способность сообществ определенных микроорганизмов в ходе жизнедеятельности сначала в фазе кислого водородного брожения с помощью бактерий гидролизовать сложные органические соединения до более простых, а затем с помощью метанообразующих бактерий превращать их в метан и угольную кислоту. Достоинства производства биогаза: получение возобновляемого экологичного топлива, высококачественных удобрений из отходов, недостатки – малоизученность процесса вследствие его сложности и многостадийности [79].

Одним из способов использования жома является его переработка в волокнистые материалы в виде бумаги и картона. Он применяется также в качестве наполнителей в небеленых видах бумаги и картона взамен минеральных наполнителей: каолина, мела и др. Его содержание как наполнителя может колебаться от 1 до 50% по массе (на сухое вещество), но в данном случае он используется без предварительного разделения на целлюлозу и другие компоненты, в частности белки, минеральные вещества и др. После использования бумага и картон могут быть утилизированы в качестве корма для скота в количестве от 1 до 80% [79].

Одним из наиболее приемлемых в экологическом отношении и экономически целесообразных методов утилизации свекловичного жома является утилизация методом вермикюльтивирования. Данная технология позволяет извлечь из этого вида отходов экологически безопасное высокоэффективное удобрение – биогумус, что позволит предприятиям сахарной промышленности повысить экономическую эффективность и решить экологическую проблему, связанную с утилизацией жома [74, 80].

Перепроизводство сахара и снижение цен на него на мировом рынке привели к развитию идеи получения этилового спирта из корней сахарной свеклы как возобновляемого топлива для двигателей внутреннего сгорания. За рубежом активно ведутся работы в этом направлении. В данном случае применяют сокращенный цикл пере-

работки, т.е. измельчение, сбраживание и процесс перегонки. Выход спирта при урожайности 400 ц/га и содержании сахара 15% (даже в условиях Средней полосы России и Республики Беларусь) может достигать 7-11 т/га. Подсчитано, что стоимость производства 1 л этилового спирта составит 5-6 руб/л. Двигатели искрового зажигания могут работать на чистом спирте, для дизелей необходимо применять смесь – 18-20% спирта + дизельное топливо.

В продукте переработки свеклы, полученном после удаления из раствора кристаллизованного сахара, – мелассе содержится до 58% сахара, в 100 кг патоки – 77 корм.ед. и 4,5 кг переваримого протеина. Меласса используется для производства этилового спирта (100 кг сахарозы мелассы = 58-60 л спирта), дрожжей (100 кг мелассы = 100 кг дрожжей), лимонной, молочной и глутаминовой кислот, витамина В12. Таким образом, из мелассы можно получить до 25 видов продуктов для пищевой, химической, парфюмерной промышленности [74]. С целью увеличения выхода сахара из мелассы используют электродиализ. Особенностью данного процесса очистки является не только высокая эффективность, но и возможность дополнительно получать растворы глутаминовой кислоты с высоким (свыше 30%) содержанием красящих и других веществ, т.е. создаются условия для комплексной переработки полупродуктов сахарного производства. Хорошие результаты показывают нанофильтрационные мембраны при обычном диализе. Подобные технологии и оборудование разработаны специалистами компании «Мембранные Инженерные Системы» [75]. В последнее время увеличились объемы экспорта мелассы, что обусловлено развитием мирового рынка биотоплива и конкурентоспособностью цен на российскую мелассу.

Фильтрационный осадок – отходы сахарного производства – образуется в процессе очистки диффузионного (свекловичного) сока. Дефекат используют для производства цемента, в качестве минеральных подкормок для сельскохозяйственных животных, пополнения органического вещества в почве, а относительно высокое содержание карбоната кальция в осадке дает возможность использовать осадок для получения извести и сатурационного газа. Существуют различные способы переработки осадка. Однако из-за значительно-

го расхода топлива, высоких затрат рабочей силы и себестоимости получаемой извести регенерация осадка не нашла широкого применения в промышленности ни в России, ни за рубежом [74].

Сравнение традиционной технологии и технологии переработки сахарной свеклы с глубокой переработкой отходов и производством новых продуктов, проведенное в ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», позволило определить упущенную выгоду от недополученной продукции при переработке сахарной свеклы по традиционной технологии. Стоимость продукции от переработки 1 т сахарной свеклы при реализации сахарным заводом трех традиционных продуктов переработки (сахар, меласса, жом) составляет 5269,4 руб. (в ценах 2017 г.), а при реализации сушеного гранулированного жома она возрастает на 306,8 руб. Стоимость продукции при глубокой переработке мелассы 5884,5 руб., а при глубокой переработке жома увеличивается до 8246,2 руб. Внедрение новых эффективных технологий переработки значительно улучшит показатели отрасли и реальную отдачу, даст большой выход продукта и сократит количество отходов, приблизит технологию к безотходной, решит экологическую проблему. Помимо этого, высокодоходные технологии создадут возможность организовать новое производство и рабочие места [74].

Союзом сахаропроизводителей России в партнерстве с ФГБНУ «Курский ФАНЦ» сформирован перечень наилучших доступных технологий (НДТ) при производстве сахара, которые решают первоочередные задачи исключения неполного использования свекловичного жома и предотвращают перевод его в отходы, снижают поступление многотоннажных выбросов в воздушный бассейн оксида углерода и сахарной пыли, сокращают поступления в водный бассейн многотоннажных объемов очищенных сточных вод и минимизируют в них основные загрязняющие вещества в виде сульфатов, БПК, аммонийного азота [81].

Таким образом, развитие глубокой переработки побочной продукции и отходов свеклосахарного производства в России будет способствовать решению проблем перепроизводства, диверсификации производства, улучшения экологической обстановки в регионах, от-

сутствия упущенной выгоды для производителей сырья, а также повышения эффективности сахарной отрасли в целом [73]. Актуальны разработка технологий переработки сахарной свеклы и получение из нее новой продукции, что способствует более рациональному использованию растительного сырья в сахарной промышленности, расширению ассортимента продуктов диетического и лечебно-профилактического направлений [78].

Интенсификация переработки сырья предусматривает разработку принципиально новых технологий, обеспечивающих минимальное количество отходов. Усиление роли вторичных ресурсов как сырья для изготовления различных видов продукции позволит приблизиться к реализации на практике идеи безотходного производства. Для этого на сахарных заводах должна быть налажена комплексная переработка сахарной свеклы, которая позволит получить ряд ценных продуктов пищевого и кормового назначения [74].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из этапов выполнения комплексного плана научных исследований подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы является разработка эффективных отечественных технологий возделывания, хранения и переработки сахарной свеклы, предусматривающих разработку приемов повышения плодородия почв и продуктивности зерносвекловичных севооборотов на основе использования сидератов, как традиционных, так инновационных форм минеральных, бактериальных и органических удобрений и биологически активных препаратов; технологий послеуборочного хранения сахарной свеклы с использованием физических и химических приемов повышения лежкости корнеплодов.

Анализ литературных источников показал, что залогом эффективного свекловодства являются:

- ♦ соблюдение научно обоснованных севооборотов, позволяющих снизить засоренность, рационально использовать влагу и питательные вещества, уменьшить накопление в почве патогенов и сорной растительности;

- ♦ оптимизация минерального питания, в том числе с помощью технологий точного земледелия, основанных на оценке фактического почвенного плодородия;

- ♦ обоснованность технологии основной обработки почвы. Показано, что в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения эффективна улучшенная основная обработка почвы. Полупаровая обработка рекомендована для зоны достаточного увлажнения. По типу полупара поднимают зябь в технологии возделывания сахарной свёклы с использованием сидеральной мульчи. По сравнению с обычной вспашкой улучшенная основная обработка почвы повышает урожайность на 10-15%, сахаристость – на 0,2%, полупаровая увеличивает запасы влаги в полутораметровом слое почвы на 20-30 мм, обеспечивает более полное удаление сорняков и эффективное использование органических и минеральных удобрений;

♦ необходимость более широкого использования потенциала сидеральных и промежуточных культур, компенсирующих недостатки навоза и улучшающих фитосанитарную обстановку;

♦ выбор рациональной схемы посева, что обеспечивает прибавку урожая до 40%. Запоздывание с посевом ведёт к иссушению верхнего слоя почвы, изреживанию всходов и потере урожайности корнеплодов. Корнеплоды оптимальных сроков посева имеют большую на 0,6-0,9% сахаристость и лучше хранятся. Обязательным способом формирования густоты насаждения растений при условии эффективной защиты всходов является сев на конечную густоту;

♦ интегрированный подход к рациональному сочетанию химических средств защиты растений и агротехнических приемов, позволяющий добиться повышения продуктивности сахарной свеклы при одновременном снижении затрат на ее производство.

При внедрении ресурсосберегающих технологий целесообразно совмещать операции по предпосевной обработке почвы, выполняемые одним агрегатом, составленным из различных однооперационных машин. Совмещение в одном агрегате предпосевной обработки почвы и посев способствует уменьшению доли уплотняемой колёсами площади с 27 до 6% и практическому исключению разрыва во времени их проведения. Из-за уменьшения числа проходов комбинированного агрегата по полю почти в 1,5 раза уменьшается удельный расход топлива по сравнению с однооперационными агрегатами.

Дальнейшее развитие отрасли невозможно без совершенствования ее технической базы. Несмотря на высокую стоимость современных технических средств и агрегатов, применение высокопроизводительной техники дает значительный эффект. Использование широкозахватных (18-24 рядка) и высокоскоростных агрегатов позволяет выполнять работы в оптимальные агротехнические сроки, что очень важно на ранних стадиях роста и развития свеклы, поскольку повышает урожайность при одновременном снижении расхода материальных и трудовых ресурсов. Освоение ресурсосберегающих технологий, внедрение технологических операций с применением элементов технологии точного земледелия требуют создания конкурентоспособной техники, обладающей усовершенствованными

показателями технического и технологического уровня, оснащенной автоматизированными системами управления.

Организация сырьевой зоны сахарного завода с дифференциацией посевов сахарной свеклы по срокам созревания и последующая уборка корнеплодов по мере наступления технической спелости позволяют обеспечить предприятия технически спелым сырьем в течение всего производственного сезона, увеличить выход сахара на 0,2-0,3%. Снизить потери свеклосахарного производства, сократить сроки уборки и продлить период переработки корнеплодов можно, внедряя технологию длительного хранения в кагатах, используя генетические особенности современных гибридов сахарной свёклы, селективно выведенных для хранения в кагатах. При выборе конкретной схемы и технологии хранения необходимо учитывать потенциал сырьевой базы и мощности предприятия, особенности климатической зоны, в которой расположен завод, а также структуру поставщиков сырья.

Современные цифровые технологии позволяют снизить потери при хранении посредством точного определения места зарождения процесса гниения на различных уровнях кагата, а аэрофотосъемка и тепловизионная съемка кагатов с БПЛА – построить их трехмерную модель и с высокой степенью автоматизации рассчитать объем складываемых корнеплодов и график очередности уборки кагатов.

Критериями перспективности развития свеклосахарного производства являются технологичность производимого сырья и максимальный выход сахара, получаемый при его переработке, создание мало- и безотходного производства, снижение техногенного воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20).
2. **Лобачевский Я.П., Елизаров В.П., Михеев В.В., Кусова Н.И., Еремин П.А.** Фундаментальные принципы агроинженерного обеспечения производства сахарной свеклы. – М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2017. – 160 с.
3. Доля российских семян на рынке составляет менее 63% [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/33208-dolya-rossiyskikh-semyan-na-rynke-sostavlyayet-menee-63/> (дата обращения: 16.05.2020).
4. О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы // Постановление Правительства Российской Федерации от 21.12.2018 № 1615, Москва, 64 с.
5. Ход сезонных полевых работ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-khod-vesennikh-polevykh-rabot/> (дата обращения: 28.06.2020).
6. Россия: Сахарная свекла – площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sugar.ru/node/30015> – (дата обращения: 21.05.2020).
7. Агропромышленный комплекс России в 2018 г. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 554 с.
8. **Балабанова Г.И.** Какие перемены нужны свеклосахарной отрасли России // Сахарная свекла. – 2019. – № 10. – С. 2-4.
9. **Касьянов А.А.** Свеклосахарный подкомплекс АПК России: проблемы сбалансированного функционирования // Московский экон. журн. – 2018. – № 1. – С. 73-81.
10. Переработка сахарной свеклы в 2018 году: обзор Русагро [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/sugar-beet/pererabotka-sakharnoj-svekly-v-2018-godu-obzor-rusagro.html> (дата обращения: 14.05.2020).
11. Россия: О ситуации на рынке сахара за период с 20 – 24 июля 2020 года – Минсельхоз. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sugar.ru/node/32282> (дата обращения: 18.08.2020) .
12. **Путилина Л.Н., Дворянкин Е.А., Апасов И.В., Смирнов М.А.** Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79. – № 2. – С. 180–190.

13. О производстве сахара в России. Итоги за 2019 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/o-proizvodstve-sahara-v-rossii-itogi-za-2019-god> (дата обращения: 04.05.2020).

14. Пересластили: каким стал 2019 год для свеклосахарной отрасли [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/33019-pereslastili-kakim-stal-2019-god-dlya-sveklосахарной/> (дата обращения: 10.07.2020).

15. Апасов И.В., Сергеев Г.Я., Минакова О.А., Кислинская Т.М., Стогниенко О.И., Гулидова В.А., Хрюкина Е.И., Сергеев Д.Г. Сахарная свекла. Современные технологии возделывания // Практ. рук-во по выращиванию. – 2015. – 65 с.

16. Пузанова Л.Н., Хлюпина С.В. Сахарная свекла: контролируемые параметры жизненного цикла корнеплодов // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. – С. 312-314.

17. Апасов И.В., Ащеулов А.В., Безлер Н.В., Боронтов О.К., Гамуев В.В., Дворянкин Е.А., Кислинская Т.М., Корниенко А.В., Минакова О.А., Никитин А.Ф., Никульников И.М., Ошевнев В.П., Парфенов А.М., Подвигина О.А., Ренгач П.Н., Рябчинский А.В., Стогниенко О.И., Ревякин Е.Л., Гоголев Г.А. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сахарной свеклы: метод. реком. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56 с.

18. Тютюнов С.И., Солнцев П.И. Эффективность комплексного применения удобрений и средств защиты растений при возделывании сахарной свеклы // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2018. – С. 488-492.

19. Минакова О.А., Тамбовцева Л.В. Система удобрений сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения ЦЧР // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 9-10.

20. Минакова О.А., Тамбовцева Л.В., Александрова Л.В. Приемы повышения урожайности сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения Центрально-Черноземного региона // Вест. Курганской ГСХА. – 2015. – № 1. – С. 31-34.

21. Рахманова Г.Ф., Шаронова Н.Л., Суханова И.М., Ильясов М.М., Биккинина Л.М.-Х. Использование перспективного удобрения при выращивании сахарной свеклы в Республике Татарстан // Эффективное растениеводство. – 2018. – № 8. – С. 56-58.

22. **Мальцев В.Ф.** Новые подходы для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур // Вестн. с.-х. науки. – М. 1991. – № 8. – С. 25–29.
23. **Гуреев И. И., Ревякин Е. Л.** Инновационный опыт производства сахарной свеклы в Центрально-Черноземном регионе. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 140 с.
24. **Нанаенко А.К.** Целенаправленность обработок почвы в севообороте // Сахарная свекла. – 2001. – № 5. – С. 9-10.
25. **Дворянкин Е.А.** Современные технологии возделывания сахарной свёклы и основная обработка почвы (краткий обзор) // Сахар. – 2018. – № 10. – С. 38-42.
26. **Колчина Л.М.** Технологии и техника для возделывания и уборки сахарной свеклы: справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 80 с.
27. **Сушков М.Д.** Посевам сахарной свеклы – высокую агротехнику // Сахар. – 2016. – № 3. – С. 28-31.
28. **Дворянкин Е.А.** Предпосевная обработка почвы. Посев сахарной свёклы // Сахар. – 2018. – № 11. – С. 34-37.
29. **Нанаенко А.К., Загубин В.Ю.** Различные схемы сева и площадь поля // Сахарная свёкла. – 2000. – № 3. – С. 15-16.
30. **Апасов И.В.** Актуальные проблемы развития свеклосахарного комплекса России и пути их решения // Технологии пищевой и перераб. пром-ти АПК – продукты здорового питания. – 2013. – № 1. – С. 47-52.
31. **Зенин Л.С.** Уход за свекловичными плантациями // Сахарная свекла. – 2011. – № 2. – С. 28-30.
32. **Гамуев О.В., Вилков В.М.** Эффективность послевсходового внесения гербицидов в посевах сахарной свеклы в ЦЧР // Сахар. – 2020. – № 5. – С. 34-37.
33. Комплексная система защиты сахарной свеклы препаратами компании «Август», Регион ЮГ // Просп. ЗАО Фирма «Август». – 39 с.
34. **Лукьянюк Н.А., Гайтюкевич С.Н.** Сахарная свекла: выбираем оптимальную схему защиты от сорняков [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://glavagronom.ru/articles/Saharnaya-svekla-vybiraem-optimalnuyu-shemu-zashity-ot-sornyakov> (дата обращения: 14.07.2020).
35. **Овсянников А.А., Петухов Д.А., Чаплыгин М.Е., Аркавенко А.А.** Совершенствование технологии механизированного возделывания и уборки сахарной свеклы // Техника и оборуд. для села. – 2013. – № 6. – С. 18-20.
36. Прогнозно-аналитическое сопровождение инновационного развития в сфере сельского хозяйства: сб. / Под общей научной редакцией д-ра техн. наук, проф., академика РАН В.Ф. Федоренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 504 с.

37. Новаторская технология возделывания сахарной свеклы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://bashinkom.ru/news/180315-1.php> (дата обращения: 10.06.2020).

38. **Горшенин В.И., Соловьёв С.В., Абросимов А.Г., Дробышев И.А.** Современная технология возделывания сахарной свеклы и средства механизации для ее осуществления // Повышение эффективности использования ресурсов при пр-ве с.-х. продукции – новые технологии и техника нового поколения для АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 27-31.

39. **Балашов А.В.** Совершенствование технологии возделывания и уборки сахарной свеклы // Интеллектуальные технологии и техника в АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск: ООО «БИС», 2016. – С. 225-238.

40. **Завражнов А.И., Горшенин В.И., Соловьёв С.В., Балашов А.В. Абросимов А.Г., Кузнецов П.Н., Колдин М.С., Омаров А.Н.** Ресурсосберегающая технология и техника производства сахарной свеклы: моногр. – СПб: Лань, 2018. – 164 с.

41. **Зазуля А.Н., Балашов А.В., Белогорский В.П.** Энергосберегающая технология возделывания сахарной свеклы // Наука в центральной России. 2015. – № 3. – С. 117-126.

42. **Завражнов А.И., Балашов А.В.** Совершенствование технологии производства сахарной свеклы агрегатами блочно-модульного построения на базе интегрального энергетического средства // Повышение эффективности использования ресурсов при пр-ве с.-х. продукции – новые технологии и техника нового поколения для АПК: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 107-112.

43. **Балашов А.В.** Использование широкозахватных агрегатов для высева сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2004. – № 2. – С. 15-16.

44. Пат. № 2542124 Российская Федерация, МПК A01B 79/02 Способ для внесения листовых удобрений и гербицидов / Горшенин В. И., Тырнов Ю.А., Балашов А.В., Омаров А.Н., Абросимов А.Г., Дробышев И.А., Соловьёв С.В., Папихина Н.В., Алехин А.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мичуринский государственный аграрный университет» – № 2013111175/13, заяв.12.03.2013; опубл. 20.02. 2015, Бюл. № 5. – 8 с.: ил.

45. **Омаров А.Н.** Технология и техническое средство для локальной обработки посевов сахарной свеклы [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук :

05.20.01 / Омаров Акылбек Нурлыбекович. – Мичуринск-наукоград РФ, 2016. – 22 с.

46. **Завражнов А.И., Манаенков К.А., Соловьёв С.В., Омаров А.Н., Балашов А.В.** Технология и комбинированное средство для ухода за посевами сахарной свеклы // Наука в центральной России. – 2016. – № 2. – С. 5-11.

47. **Завражнов А.И., Балашов А.В., Дьячков С.В., Омаров А.Н., Стрыгин С.П.** Определение конструктивных параметров аппликаторов для локальной обработки посевов сахарной свеклы // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 1. – С. 52-55.

48. **Минаков И.А.** Формирование и развитие агропродовольственного рынка: монография. – Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2013. – 225 с.

49. Производство сельскохозяйственной техники [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rossahar.ru/machinery/plants/> (дата обращения: 10.07.2020).

50. Обзор сахарной отрасли государств – членов Евразийского экономического союза за 2012 – 2016 гг. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/sensitive_products/Documents/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BA%D0%B0%20%D1%81%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%B0.pdf (дата обращения: 01.07.2020).

51. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: сб. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.

52. **Федоренко В.Ф., Черноиванов В.И., Гольяпин В.Я., Федоренко И.В.** Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 232 с.

53. ГОСТ 33884-2016 «Свекла сахарная. Технические условия».

54. **Попов В.В., Мартынюк Н.М.** Комплекс технологий НПП «ЗИПО» // Сахар. – 2017. – № 9. – С. 22-27.

55. Пат. 2555004 Российская федерация, МПК А 01 F25/00. Способ длительного хранения сахарной свеклы [Текст] / Сапронов Н.М. [и др.]; Рос. науч.-исслед. ин-т сах. пр-ти. – № 2014100087/13; заявл. 09.01.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19. – 5 с.

56. **Косулин Г.С., Салтык И.П.** Современное состояние эмпирических и теоретических знаний о промышленном хранении сахарной свеклы // Инновационные исследования и разработки для

науч. обеспеч. пр-ва и хранения экологически безопасной с.-х. и пищевой продукции: матер. III Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар, 2019.

57. **Кульнева Н.Г., Жаркова И.М., Астапова Е.Н.** Использование новых бактерицидных препаратов при хранении сахарной свеклы // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 10. – С. 35-40.

58. **Воблов А.П., Воблова Т.А., Воблова О.А** Эффективность обработки свеклосырья, закладываемого на среднесрочное хранение // Сахарная свекла. – 2010. – № 7. – С. 32-35.

59. **Путилина Л.Н., Бартенев И.И., Лазутина Н.А., Красуля Н.О.** Применение ингибиторов «Anabios» и «Somnus» при хранении сахарной свеклы в открытых кагатах // Сахар. – 2017. – № 1. – С. 48-51.

60. **Путилина Л.Н., Лазутина Н.А., Черногиль В.Б.** Повышение лежкоспособности корнеплодов сахарной свеклы в кагатах // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 2. – С. 51-63.

61. **Путилина Л.Н., Кульнева Н.Г.** Приемы повышения сохранности свекловичного сырья в кагатах // Проблемы и перспективы науч.-инновац. обеспеч. агропромышленного комплекса регионов: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2019. – С. 317-320.

62. **Спичак В.В.** Сахарная свёкла – сырьё для производства сахара / В.В. Спичак [и др.] – Курск: РНИИСП, 2008. – 264 с.

63. **Морозов А.Н., Пружин М.К., Смирнова Л.Ю.** Технология длительного хранения сахарной свёклы // Сахар. – 2016. – № 7 – С. 33-35.

64. **Сапронов Н.М., Пружин М.К., Морозов А.Н., Аксенов Д.М.** Укрытие многофункционального действия и принудительное вентилирование для длительного хранения сахарной свёклы // Сахар. – 2015. – № 8. – С. 24–27.

65. Технология длительного хранения сахарной свеклы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rniisp.ru/index.php/nauchno-tehnicheskaya-deyatelnost/razrabotki/nauchno-issledovatel'skie-raboty> (дата обращения: 15.07.2020).

66. Технология организации сырьевой зоны сахарного завода с дифференциацией посевов сахарной свеклы по срокам созревания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rniisp.ru/index.php/nauchno-tehnicheskaya-deyatelnost/razrabotki/nauchno-issledovatel'skie-raboty> (дата обращения: 15.07.2020).

67. **Нунупаров М.С.** Интернет вещей в хранении сахарной свёклы в кагатах // Сахар. – 2017. – № 7. – С. 40-41.

68. Кагаты и беспилотники [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopeedia/kagaty-i-bespilotniki> (дата обращения: 15.07.2020).

69. Измерение объемов корнеплодов с помощью беспилотников [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/izmerenie-obemov-korneplodov-s-pomoshchyu-bespilotnikov/> 20.06.2020 (дата обращения: 17.07.2020).

70. Расчет объема и массы кагатов сахарной свеклы с применением БПЛА [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://aviarobots.ru/service/bespilotnik-v-selskom-hozyajstve/76-raschet-obemov-kagatov-saharnoy-svekly-s-primeneniem-bpla.html> (дата обращения: 17.07.2020).

71. **Габибуллаев Э.Ш., Дядьков А.В., Егоров Р.А.** Продуктивность гибридов фабричной свёклы. Уборка и хранение корнеплодов в условиях Краснодарского края // Сахар. – 2017. – № 8. – С. 18-22.

72. **Кульнева Н.Г., Путилина Л.Н., Лазутина Н.А.** Ресурсосберегающая технология переработки сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2019. – № 10. – С. 32-36.

73. **Сидак М.В.** Анализ и перспективы развития рынка глубокой переработки побочной продукции и отходов свеклосахарного производства в биотопливо и другие продукты // Сахарная свекла. – 2019. – № 10. – С. 6-11.

74. **Сабетова А.А., Левина М.В.** Направления использования вторичных отходов свеклосахарного производства // Технологии пищевой и перераб. пром-ти АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 5. – С. 132-141.

75. **Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю., Немену-щая Л.А.** Инновационные технологии, процессы и оборудование для производ-ства продуктов питания. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 180 с.

76. **Зелепукин Ю. И., Зелепукин С. Ю., Федорук В. А., Буш-мин И.С.** К вопросу производства пектина из свекловичного жома // Вестн. ВГУИТ. – 2016. – № 2. – С. 238-242.

77. Пат. № 2261868, RU, C1 7 C08B 37/06 A 23 L 1/0524, 1/214, 1/308. Способ производства пектина и пищевых волокон из сахарной свеклы / Лосева В.А., Ефремов А.А., Путилина Л.Н., Матвиенко Н.А. № 2004121655/04; заявл. 2004121655; опубл. 10.10.2005; Бюлл. № 28.

78. **Путилина Л.Н., Лосева В.А., Матвиенко Н.А.** Получение пекти-на и пищевых волокон из сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2008. – № 10. – С. 35-36.

79. **Кулишов Б.А., Зимагулова Л.А., Ле Ань Туан, Канарский А.В.** Технические материалы на основе свекловичного жома // Вестник техноло-гического ун-та. – 2015. – Т. 18. – № 23. – С. 72-78.

80. **Житин Ю.И., Стекольников Н.В.** Приемы использования отходов производства в агроэкосистемах Центрального Черноземья: моногр. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015. – 218 с.

81. **Егорова М.И., Райник В.В., Николаева Е.С.** Наилучшие доступные технологии при производстве сахара: опыт разработки // Наука молодых – будущее России: матер. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. – Т. 4. – С. 28-34.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПОДКОМПЛЕКСА АПК	6
2. ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	13
2.1. Агробиологические особенности сахарной свеклы и севооборот.....	13
2.2. Система удобрения	16
2.3. Основные технологические модули.....	21
2.4. Система защиты.....	35
3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	43
4. ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОСНОВНОЙ ГРУППЫ МАШИН	57
5. ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ.....	61
6. ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
ЛИТЕРАТУРА	81

Вячеслав Филиппович Федоренко,
Николай Петрович Мишуров,
Татьяна Алексеевна Щеголихина
(ФГБНУ «Росинформагротех»);
Ольга Александровна Минакова,
Игорь Иванович Бартенев
(ФГБНУ «ВНИИС им. А.Л. Мазлумова»);
Валентин Алексеевич Макаров
(ФГБОУ ВО «Рязанский ГАУ имени П.А. Костычева»)
Петр Александрович Еремин
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Аналитический обзор

Редактор *В.И. Сидорова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *Г.А. Прокопенковой*
Корректор *В.А. Белова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 11.09.2020 Формат 60х84/16
Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная
Печ. л. 5,75 Тираж 500 экз. Изд. заказ 79 Тип. заказ 219

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1584-8



9 785736 715848

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

**Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138)
и редакцию с любого месяца и на любой период,
перечислив деньги на наш расчетный счет.
Стоимость подписки на 2020 г. с учетом доставки
по Российской Федерации – 4752 руб. с учетом НДС (10%);
396 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.**

Банковские реквизиты: УФК по Московской области
(Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО)
ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех»,
л/с 20486Х71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России
по ЦФО БИК 044525000 ОКТ МО 46758000

**Журнал уже получают тысячи сельхозтоваро-
производителей России и стран СНГ**

В Информационном бюллетене Минсельхоза России
Вы можете разместить свои аналитические
и рекламные материалы, соответствующие целям
и профилю журнала. Размещение рекламы
можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех»
перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92,
(495) 993-55-83,
(495) 993-44-04.

e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru



