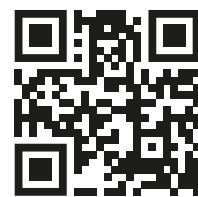


# САХАР



3 2022

ЖУРНАЛ ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ, АГРОНОМОВ, ТЕХНОЛОГОВ АПК

рынки аграрной продукции ■ лучшие мировые практики ■ экономика ■ маркетинг ■ консультации экспертов

Фото: свекловичный  
долгоносик в увеличении

NEW\*

Двойной удар по  
свекловичным долгоносикам

## Эсперо Евро, МД

100 г/л ацетамиприда + 60 г/л альфа-циперметрина

Высокоэффективный инсектицид в масляной формуляции для надежной защиты сахарной свеклы от долгоносиков

- Надежный контроль наиболее вредоносных насекомых – свекловичных долгоносиков и долгоносика-стеблееда
- Новое сочетание г.в. с разными механизмами действия для уничтожения резистентных популяций вредителей
- Высокоэффективная масляная формуляция для более активного воздействия и длительного защитного эффекта
- Высокая эффективность препарата в жарких сухих условиях и активном заселении поля вредителями
- Быстрое действие на все подвижные стадии вредителей

Культура: сахарная свекла

betaren.ru



ЩЕЛКОВО  
АГРОХИМ

\*Новый российский  
продукт

Реклама



**НТ**ПРОМ

[www.nt-prom.ru](http://www.nt-prom.ru)



**РЕСУРСО-СБЕРЕЖЕНИЕ**



**КАЧЕСТВО**



**ЭКОЛОГИЧНОСТЬ**



**ЭНЕРГО-ЭФФЕКТИВНОСТЬ**



# ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРЫ «АМАНДУС КАЛЬ» – МОЩНЫЕ И НАДЁЖНЫЕ

## Прессы КАЛЬ с плоской матрицей – это :

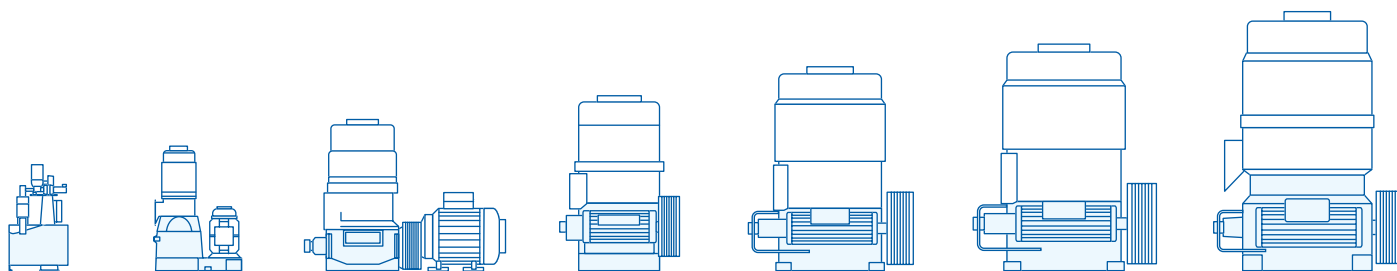
- непрерывный режим работы в течение длительного времени
- возможность регулировок непосредственно в процессе работы пресса
- экономичная эксплуатация с постоянно высоким качеством гранул

## Важнейшие характеристики прессов Каль

- подача жома сверху свободным потоком без образования затора
- максимально равномерное распределение жома в камере прессования
- большая рабочая камера в качестве дополнительного буфера при неравномерной подаче жома
- низкий уровень шума
- не требуется регулировка роликов или центровка матрицы при замене бегунковой головки и матрицы
- низкая скорость движения роликов по окружности (2,5 м/с) обеспечивает:
  - низкий износ роликов и матриц
  - гранулирование без образования затора перед роликами
  - низкий расход смазки для роликов по сравнению с другими производителями



## Отличное качество гранул, длительный срок службы и быстрая замена матриц – непревзойдённая эффективность прессов КАЛЬ!



Отсканируй QR код для получения более подробной информации

AMANDUS KAHL · Russia  
info@kahl.ru · shop.akahl.com · akahl.com



### Учредитель

Союз сахаропроизводителей  
России

Основан в 1923 г., Москва



### Руководитель проекта

А.Б. БОДИН

### Главный редактор

О.А. РЯБЦЕВА

### Редакционный совет

И.В. АПАСОВ, канд. техн. наук  
А.Б. БОДИН, инж., эконом.  
В.А. ГОЛЫБИН, д-р техн. наук  
Е.А. ДВОРЯНКИН, д-р с/х. наук  
М.И. ЕГОРОВА, канд. техн. наук  
С.Д. КАРАКОТОВ, д-р хим. наук,  
действительный член (академик) РАН  
Ю.М. КАЦНЭЛЬСОН, инж.  
О.А. МИНАКОВА, д-р с/х. наук  
Ю.И. МОЛОТИЛИН, д-р техн. наук  
А.Н. ПОЛОЗОВА, д-р эконом. наук  
Р.С. РЕШЕТОВА, д-р техн. наук  
С.Н. СЕРЁГИН, д-р эконом. наук  
А.А. СЛАВЯНСКИЙ, д-р техн. наук  
В.А. СОТНИКОВ, д-р техн. наук  
В.И. ТУЖИЛКИН, член-корр. РАН  
Э.Р. УРБАН, д-р с/х. наук,  
член-корр. НАН Беларуси  
И.Г. УШАЧЁВ, действительный член  
(академик) РАН  
Р.У. ХАБРИЕВ, д-р мед. наук, проф.,  
действительный член (академик) РАН  
П.А. ЧЕКМАРЁВ, действительный член  
(академик) РАН

### Editorial Board

I.V. APASOV, PhD in Engineering  
A.B. BODIN, eng., economist  
V.A. GOLYBIN, Dr. of Engineering  
E.A. DVORYANKIN, Dr. of Agricultural Science  
M.I. EGOROVA, PhD in Engineering  
S.D. KARAKOTOV, Dr. of science Chemistry,  
full member (academician) of the RAS  
YU.M. KATZNELSON, eng.  
O.A. MINAKOVA, Dr. of Agricultural Science  
YU.I. MOLOTILIN, Dr. of Engineering  
A.N. POLOZOVA, Dr. of Economics  
R.S. RESHETOVA, Dr. of Engineering  
V.A. SOTNIKOV, Dr. of Engineering  
S.N. SERYOGIN, Dr. of Economics  
A.A. SLAVYANSKIY, Dr. of Engineering  
V.I. TUZHILKIN, corresponding member  
of the RAS  
E.P. URBAN, Dr. of Agricultural Science,  
corresponding member of the NASB  
I.G. USHACHJOV, full member (academician)  
of the RAS  
R.U. KABRIEV, MD, PhD, DSc, prof., full member  
(academician) of the RAS  
P.A. CHEKMARYOV, full member (academician)  
of the RAS

### Редакция

О.В. МАТВЕЕВА, выпускающий редактор  
Е.А. ЧЕКАНОВА, старший редактор  
В.В. КОЗЛОВА, редактор-корректор

Адрес редакции: Россия, 121069,  
г. Москва, Скатертный пер., д. 8/1, стр. 1.  
Тел/факс: 8 (495) 690-15-68  
Моб.: 8 (985) 769-74-01  
E-mail: sahar@saharmag.com  
www.saharmag.com  
ISSN 2413-5518  
© ООО «Сахар», «Сахар», 2022

## В НОМЕРЕ

<b>НОВОСТИ</b>	<b>4</b>
<b>КОЛОНКА РУСАГРО</b>	
<b>А.А. Полонская.</b> Новости ГК «Русагро»	<b>10</b>
<b>САХАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО</b>	
<b>Н.А. Косиченко.</b> Некоторые аспекты настройки и работы автоматических дозаторов	<b>14</b>
<b>Ю.И. Зелепукин, В.П. Яньшин, С.Ю. Зелепукин.</b> Анализ работы продуктовых отделений сахарных заводов в сезоне 2020/21 г.	<b>16</b>
<b>О.К. Никулина, О.В. Дымар</b> и др. Применение комбинации баро- и электромембранных методов обработки для очистки диффузионного сока	<b>22</b>
<b>ЮБИЛЕЙ</b>	
<b>В.А. Голыбин, Н.Г. Кульнева.</b> К 120-летию профессора Сергея Захаровича Иванова	<b>28</b>
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ</b>	
<b>Россельхозцентр подтвердил</b> высокое качество семян сахарной свёклы от компании «СоюзСемСвекла»	<b>30</b>
<b>О.А. Минакова, И.В. Черепухина, П.А. Косякин.</b> Баланс CO <sub>2</sub> при возделывании сахарной свёклы в Российской Федерации (обзор)	<b>32</b>
<b>Т.П. Федулова, А.А. Налбандян, Т.Н. Дуванова.</b> Скрининг исходных материалов сахарной свёклы на наличие минисателлитных локусов TRs, связанных с ЦМС	<b>38</b>
<b>Е.А. Дворянкин.</b> Последствия от примеси зерновых гербицидов в баке опрыскивателя для сахарной свёклы. Значение своевременной промывки опрыскивателя	<b>42</b>
<b>М.А. Богомолов, Т.В. Вострикова.</b> Некоторые аспекты проявления гетерозиса у гибридов сахарной свёклы	<b>46</b>
<b>Э.Ш. Габидуллаев.</b> Системы основной обработки почвы и их влияние на сохранение естественного плодородия кубанских чернозёмов для получения экономически и экологически обоснованной продуктивности сельскохозяйственных культур	<b>50</b>

### Спонсоры годовой подписки на журнал «Сахар» для победителей конкурсов

«Лучшее свеклосеющее хозяйство России 2020 года»  
«Лучшие сахарные заводы России 2020 года»  
«Лучший сахарный завод Евразийского экономического союза 2020 года»



<b>IN ISSUE</b>	
<b>NEWS</b>	<b>4</b>
<b>RUSAGRO COLUMN</b>	
<b>A.A. Polonskaya.</b> Rusagro Group news	<b>10</b>
<b>SUGAR PRODUCTION</b>	
<b>N.A. Kosichenko.</b> Some aspects of setting up and operating automatic dispensers	<b>14</b>
<b>Yu.I. Zelepukin, V.P. Yanshin, S.Yu. Zelepukin.</b> Analysis of the sugar end operation at the sugar factories in the season 2020/21	<b>16</b>
<b>O.K. Nikulina, O.V. Dymar</b> and oth. Application of a combination of baro- and electromembrane processes for purification of diffusion juice	<b>22</b>
<b>JUBILEE</b>	
<b>V.A. Golybin, N.G. Kulneva.</b> To the 120th anniversary of the professor Sergei Zakharovich Ivanov	<b>28</b>
<b>HIGH YIELDS TECHNOLOGIES</b>	
<b>Rosselkhoztsentr affirmed</b> high quality sugar beet seeds from «SoyuzSemSvekla»	<b>30</b>
<b>O.A. Minakova, I.V. Cherepukhina, P.A. Kosyakin.</b> CO <sub>2</sub> balance in sugar beet cultivation in the Russian Federation (outlook)	<b>32</b>
<b>T.P. Fedulova, A.A. Nalbandyan, T.N. Duvanova.</b> Monitoring of sugar beet initial materials for presence of minisatellite TRs loci related to CMS	<b>38</b>
<b>E.A. Dvoryankin.</b> After-effects of grain-protective herbicide admixtures in a sprayer tank for sugar beet. Importance of timely sprayer flushing	<b>42</b>
<b>M.A. Bogomolov, T.V. Vostrikova.</b> Some aspects of heterosis display in sugar beet hybrids	<b>46</b>
<b>E.S. Gabibullaev.</b> Basic tillage systems and their impact on the support of natural fertility of the Kuban black soils for obtaining economically and environmentally well-founded crops productivity	<b>50</b>

<b>Читайте в следующих номерах*</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ю.И. Бацко, Р.С. Решетова.</b> Проблемы коррозии оборудования сахарных заводов</li> <li>• <b>Т.П. Жужжалова, Н.Н. Черкасова.</b> Селективные приёмы создания форм сахарной свёклы, устойчивых к комплексу стрессовых факторов</li> <li>• <b>А.С. Хуссейн, Е.Н. Васильченко.</b> Молекулярно-генетическая оценка нового исходного материала <i>Beta vulgaris</i> L.</li> <li>• <b>Р.В. Нуждин, Г.В. Беляева</b> и др. Формирование учётной политики сахарных заводов для целей налогообложения (методические аспекты)</li> </ul>	
*Название статьи может быть изменено автором	

<b>Реклама</b>	
АО «Щелково Агрохим»	(1-я обл.)
ООО «НТ-Пром»	(2-я обл.)
ООО «Вестерос»	(3-я обл.)
ООО «ДЕФОТЕК»	(4-я обл.)
Представительство Коммандитного товарищества	
«Амандус Каль ГмбХ и Ко.КГ»	1
ООО «НПП «Макромер»	
им. В.С. Лебедева»	5
ООО «ВПО «Волгохимнефть»	7
ООО «Лабтехмонтаж»	9,14
ООО «М-5» (ООО BASF)	13
<b>Информационное партнёрство</b>	
ООО «Русагро-Центр»	10
ООО «Сахар»	21, 27, 29, 41, 56
<b>Спонсор научных публикаций<sup>§</sup></b>	
Представительство Коммандитного товарищества	
«Амандус Каль ГмбХ и Ко.КГ»	16, 22, 32, 38, 42, 46
<sup>§</sup> Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается	
<b>Требования к макету</b>	
<b>Формат страницы</b>	
• обрезной (мм) – 210×290;	
• дообрезной (мм) – 215×300;	
• дообрезной (мм) – 215×215	(1-я обл.)
<b>Программа вёрстки</b>	
• Adobe InDesign	
(с приложением шрифтов и всех иллюстраций в соответствии с требованиями, приведёнными ниже)	
<b>Программа подготовки формул</b>	
• MathType	
<b>Программы подготовки иллюстраций</b>	
• Adobe Illustrator	
• Adobe Photoshop	
<b>Формат иллюстраций</b>	
• изображения принимаются в форматах TIFF, PDF, PSD и EPS;	
• цветовая модель – CMYK;	
• максимальное значение суммы красок – 300 %;	
• шрифты должны быть переведены в кривые или прилагаться отдельно;	
• векторные иллюстрации должны быть записаны в формате EPS;	
• разрешение растра – 300 dpi (600 dpi для Bitmap)	
<b>Формат рекламных модулей</b>	
• модуль должен иметь строго типовой размер плюс вылеты со всех сторон по 5 мм (ArtBox=BleedBox =TrimBox+bleeds), строго по центру листа	
• масштаб – 100 %;	
• без приводных крестов, контрольных шкал и обрезных меток;	
• важные элементы дизайна не должны находиться ближе 5 мм от линии реза;	
• должны быть учтены требования к иллюстрациям	
Подписано в печать 31.03.2022. Формат 60x88 1/8. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,54. 1 з-д 900. Заказ Отпечатано в ООО «Армполиграф», 107078, Москва, Красноворотский проезд, дом 3, стр. 1 Тираж 1 000 экз. Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № 77 – 11307 от 03.12.2001.	

**Большинство производителей сахара зафиксировали отпускные цены на уровне 47 р. за 1 кг.** Ключевые производители сахара в России зафиксировали отпускные цены в соответствии с рекомендациями Федеральной антимонопольной службы (ФАС) и Минсельхоза на уровне 47 р. за 1 кг по 31 июля 2022 г. включительно. Об этом говорится в сообщении министерства. «В соответствии с рекомендациями к торговым политикам производителей сахара, подготовленными Минсельхозом совместно с ФАС России, 20 агрохолдингов зафиксировали отпускные цены для продажи продукции в розницу. В совокупности они обеспечивают 93 % производимого в стране сахара», — отмечается в сообщении.

*www.tass.ru, 22.02.2022*

**Торговые сети «Ашан», «Атак», «О'Кей» и «Магнит» ограничат свои наценки на ряд продовольственных продуктов на уровне 5 %.** Об этом сообщает 1 марта Федеральная антимонопольная служба (ФАС) России. «В рамках поручения правительства ФАС, Минпромторг и Минсельхоз разработали механизм ограничения торговыми сетями наценок на отдельные виды социально значимых продуктов», — говорится в сообщении. Речь идёт об ограничении наценок на четыре группы социально значимых товаров: молочной продукции, хлебобулочных изделий, сахара и овощей «борщевого набора».

*www.regnum.ru, 02.03.2022*

**Правительство расширило направления грантовой поддержки сельхозпроизводителей.** Сельхозпроизводители, реализующие проекты в сферах производства кормов и кормовых добавок для животных, развития селекции и семеноводства масличных культур, улучшения генетики крупного рогатого скота мясных пород и развития виноградарства, теперь

смогут получать гранты из федерального бюджета. Постановление об этом утвердил председатель правительства М. Мишустин. Для того чтобы претендовать на получение гранта по четырём новым направлениям, производитель должен работать в рамках комплексного научно-технического проекта (КНТП) в агропромышленном комплексе. Всего в 2022 г. на грантовую поддержку аграрных КНТП с учётом новых направлений будет выделено более 1 млрд р.

*www.government.ru, 02.03.2022*

**Минсельхоз России утвердил новый план льготного кредитования АПК.** 10 марта 2022 г. Минсельхоз России утвердил новый план льготного кредитования в рамках Постановления Правительства РФ от 29 декабря 2016 г. № 1528, который предусматривает субсидии на новые краткосрочные кредиты в размере 35 млрд р., что на 25 млрд р. больше ранее действовавшего плана. Предусмотренный объём субсидий позволит повысить доступность механизма льготного кредитования и удовлетворить спрос сельхозтоваропроизводителей в кредитных ресурсах, необходимых в том числе для успешного проведения сезонно-полевых работ в текущем году.

*www.mcx.gov.ru, 14.03.2022*

**Сельхозпродукцию из Госфонда смогут продавать при росте цен на 10 %.** Правительство РФ расширило перечень случаев, в которых резервы Госфонда могут использоваться для стабилизации внутренних цен на сельскохозяйственную продукцию, в том числе на сахар. Соответствующее постановление подписано. Речь идёт о фонде, который формируется в ходе государственных закупочных интервенций. Государство закупает продукцию у аграриев в этот фонд, когда цены на рынке низкие, затем в случае заметного роста цен продает её, тем самым стабилизируя ситуацию на рынке. Согласно

новым правилам правительство сможет принимать решение о продаже сельхозпродукции из госфонда при росте цен на эту продукцию на 10 % и выше по сравнению со средней ценой за аналогичные периоды трёх предыдущих лет, скорректированной с учётом инфляции. До недавнего времени госинтервенции проводились только на рынке зерна, но в июне 2021 г. было принято решение о формировании государственного интервенционного фонда на рынке сахара.

*www.tass.ru, 04.03.2022*

**Правительство направит дополнительные средства на льготный лизинг сельхозтехники.** Правительство РФ приняло решение о выделении дополнительных 12 млрд р. на поддержку программы льготного лизинга сельхозтехники. Соответствующее распоряжение подписал премьер-министр М. Мишустин. Благодаря выделенным средствам аграрии получат дополнительный объём современной техники на условиях льготного лизинга — одного из самых востребованных инструментов модернизации АПК. Более трети всех новых машин, которые ежегодно закупают сельхозтоваропроизводители, приобретается по данному механизму.

*www.mcx.gov.ru, 10.03.2022*

**Глава Минсельхоза: продовольственная безопасность России гарантирована.** Министр сельского хозяйства России Д. Патрушев заявил, что ситуация на рынке продовольствия в России стабильная, продукция своевременно поставляется в торговые точки. По его словам, все ключевые механизмы господдержки сохранены. Например, усилена программа льготного кредитования — в 2022 г. лимиты будут увеличены на 25 млрд р. «Продовольственная безопасность нашей страны обеспечена, Россия полностью покрывает собственные потребности по всем

БОЛЕЕ  
**30**  
ЛЕТ

**УСТОЙЧИВОГО  
РАЗВИТИЯ**

## Лапрол®

### ПЕНОГАСИТЕЛИ

- Высокая пеногасящая способность
- Отличный эффект на разных стадиях производства
- Безопасны для продукции, биоразлагаемы

## Реонол® / Макромер®

### АНТИНАКИПИНЫ

- Высокое содержание активного вещества
- Обеспечивают транзит солей неорганических кислот
- Снижают образование накипи до 95 %

основным видам продукции. Кроме того, мы готовы продолжать исполнять экспортные обязательства», – сказал Патрушев на совещании президента В. Путина с кабмином. По словам Патрушева, Минсельхоз рассчитывает, что урожай зерна составит около 123 млн т, масличных – 22,6 млн т, сахарной свёклы – 41,5 млн т, картофеля в организованном секторе – 6,8 млн т, овощей открытого грунта в организованном секторе – 5,2 млн т. Общая посевная площадь по планам в 2022 г. составит 81,3 млн га, что почти на 1 млн га больше, чем годом ранее.

[www.kommersant.ru](http://www.kommersant.ru), 11.03.2022

**Правительство ввело временный запрет на экспорт сахара и зерновых.** Премьер-министр России М. Мишустин подписал постановления о временном запрете на экспорт зерновых в страны Евразийского экономического союза

(ЕАЭС) до 30 июня, а также белого сахара и тростникового сахара-сырца в третьи страны до 31 августа, сообщили в пресс-службе правительства. Это решение принято для защиты внутреннего продовольственного рынка в условиях внешних ограничений, добавили в кабмине.

[www.iz.ru](http://www.iz.ru), 15.03.2022

**Запасов сахара в России достаточно, заявили в Минпромторге.** Сахара в России предостаточно, в стране нет его дефицита, и Минпромторг уже видит сокращение спроса на этот продукт, заявил в эфире канала «Россия 24» замглавы министерства В. Евтухов, передают «Новости». «Я думаю, что в ближайшие дни спрос на этот продукт существенно сократится», – сказал он. Евтухов добавил, что российские производители

«производят его в достаточном количестве». «С учётом того, что принято решение о запрете экспорта... мы вообще не ожидаем никаких перебоев с этой востребованной сегодня у населения товарной позицией», – отметил он.

[www.ria.ru](http://www.ria.ru), 17.03.2022

**В. Путин: «Нужно исключить «ручное» вмешательство в регулирование цен».** На совещании по вопросам социально-экономической поддержки регионов Путин заявил, что в новых реалиях потребуются структурные изменения российской экономики, и дал правительству ряд поручений. Президент поручил правительству и ФАС постоянно отслеживать ситуацию с ценами на рынке. При этом сообщил: «Нужно исключить «ручное» вмешательство в регулирование цен». «Экспортёрам российской продукции не нужно

снижать объёмы производства, а направить дополнительные потоки товаров на внутренний рынок Российской Федерации, что приведёт к снижению цен и увеличению предложения».

[www.rossahar.ru](http://www.rossahar.ru), 17.03.2022

**Казахстан: в 2022 г. в Алматинской области вырастят 200 тыс. т сахарной свёклы.** До 2025 г. в Алматинской области восстановят 114 тыс. га орошаемых земель, передаёт «КазахЗерно.kz». К. Бозумбаев, аким региона, провёл пресс-конференцию, на которой рассказал о планах на текущий год. В Алматинской области увеличат выпуск сельскохозяйственной продукции на 35 %. В итоге появятся 600 тыс. новых рабочих мест. В текущем году хотят вырастить 200 тыс. т сахарной свёклы. В будущем работу по увеличению урожая продолжат. Результат нарастят благодаря увеличению площади орошаемых каналов и земель. Ожидается, что к 2025 г. общий урожай культуры достигнет 500 тыс. т. В 2022 г. планируют посеять сахарную свёклу на площади, которая превышает прошлогоднюю на 10–15 тыс. га. До 800 тыс. т увеличат мощность двух сахароперерабатывающих заводов — Коксуского и Аксуского. Для роста производства в Алматинской области аграриев будут поддерживать. Проводимая работа устранил дефицит сахарного песка в регионе.

[www.sugar.ru](http://www.sugar.ru), 28.02.2022

**Белоруссия: сахарные заводы наименее уязвимы в условиях западных санкций.** Среди предприятий пищевой промышленности сахарные заводы наименее уязвимы в условиях западных санкций. Такое мнение высказал корреспонденту БЕЛТА генеральный директор ОАО «Жабинковский сахарный завод» И. Болтromeюк. «Свою продукцию завод, как правило, экспортировал в Россию, Казахстан, Кыргызстан, другие

страны СНГ, ЕАЭС. Сейчас действует временный запрет на вывоз сахара за пределы республики. Так что на экспорт нашей продукции (когда и если он возобновится), западные санкции никак не повлияют. Думаю, среди предприятий пищевой промышленности сахарные заводы наименее уязвимы в этой ситуации. Мы спокойно это пройдем», — сказал Болтromeюк. При этом он признал, что есть определённые вопросы по импорту, решению которых сейчас в ОАО занимаются.

[www.belta.by](http://www.belta.by), 09.03.2022

**Курская область: аграрии готовятся к весеннему севу.** В Курской области посевная площадь под яровой сев 2022 г. запланирована в размере более 1,1 млн га. Сейчас в хозяйствах области ведётся поставка минеральных удобрений, приобретаются семена, ГСМ, средства защиты растений. Обследования состояния озимых культур показали, что из 426 тыс. га в хорошем и удовлетворительном состоянии находятся посевы на площади 409 тыс. га, или 96 % от общей площади. Уже завезено 66 % от потребности семян кукурузы, 74 % семян подсолнечника, 64 % семян рапса, 83 % семян сои, 38 % семян сахарной свёклы. Уровень обеспеченности аграриев удобрениями для весеннего сева составляет 65 %.

[www.kursk-izvestia.ru](http://www.kursk-izvestia.ru), 22.02.2022

**Тамбовская область: производители подключились к программе сдерживания цен на сахар.** Два ведомства — МСХ и ФАС России договорились с производителями сахара об отпускных ценах для его продажи в розничные сети. Цену на него зафиксировали на уровне 47 р. за 1 кг до 31 июля текущего года. Торгово-сбытовую политику приняли и производители сахара в Тамбовской области. Названная выше цена за 1 кг будет установлена на продукт, который планируется поставлять в розничные

организации со склада производителя в мешках по 50 кг. Предусмотрена стопроцентная предоплата.

[www.agrotime.info](http://www.agrotime.info), 25.02.2022

**Башкирия: производители сахара зафиксировали отпускные цены.** В соответствии с рекомендациями ФАС и федерального Минсельхоза 1 кг продукции будет стоить 47 р. до 31 июля текущего года, сообщает пресс-служба аграрного ведомства региона. 20 агрохолдингов страны, в том числе «Башкирская сахарная компания», зафиксировали отпускные цены для продажи продукции в розницу. В совокупности они обеспечивают 93 % производимого в стране сахара. Для достижения комплексного эффекта Минсельхоз России также считает целесообразным разработать соответствующие рекомендации и для торговых политик предприятий розничной торговли.

[www.resbash.ru](http://www.resbash.ru), 25.02.2022

**Башкирия: в этом году планируется увеличить посевные площади под сахарную свёклу.** В Республике Башкортостан сахарная свёкла является основной технической сельскохозяйственной культурой. Ежегодно под неё выделяется более 70 тыс. га посевных площадей. В этом году планируется увеличить посевные площади под сахарную свёклу и заключить несколько договоров с фермерами на выращивание этой культуры. Переработкой сахарной свёклы в республике занимаются два крупных предприятия — ОАО «Чишминский сахарный завод» и ООО «Раевсахар».

[www.lgoty-vsem.ru](http://www.lgoty-vsem.ru), 14.03.2022

**Белгородская область увеличит площади под соей, сахарной свёклой и подсолнечником.** Регион готовится уже в середине марта начать весенне-полевые работы — от урожая во многом будет зависеть уровень инфляции и финансовое состояние белгородских аграриев. Губернатор В. Гладков 25 февраля





провёл совещание о подготовке к весенне-полевым работам. При хорошей погоде техника на полях появится уже в середине марта. По поручению Минсельхоза была увеличена площадь под сою — 305,4 тыс. га, планируется увеличение по сахарной свёкле — до 60,5 тыс. га, а также по подсолнечнику — 146,7 тыс. га. «Несмотря на сложные условия сева озимых культур, ситуацию оцениваем как удовлетворительную», — заявила курирующая сельское хозяйство вице-губернатор Ю. Щедрина. По словам замминистра сельского хозяйства РФ А. Разина, в целом в 2022 г. на господдержку АПК Белгородской области пойдёт 3,9 млрд р., 3 млрд из которых — федеральные средства. Большая часть этих средств — возмещение затрат сельхозтоваропроизводителям в виде субсидий.

[www.belpressa.ru](http://www.belpressa.ru), 28.02.2022

**Ставропольский край: в Изобильненском округе начался весенний сев.** В Изобильненском городском округе Ставропольского края аграрии приступили к раннему весеннему севу яровых культур. Засеять планируется более 6 тыс. га. Площадь первой азотной подкормки озимых культур, включая рапс, составит более 60 тыс. га. В настоящее время край полностью обеспечен семенами яровых. Весенняя посевная потребует более 54 тыс. т семенного материала. Это почти на 10 тыс. т больше, чем в прошлом году.

[www.stpravda.ru](http://www.stpravda.ru), 02.03.2022

**Липецкая область: аграрии обеспечены семенами.** В Липецкой области готовятся к весенним полевым работам. Как сообщили в пресс-службе областной администрации, в 2022 г. посевные площади увеличат на 2,5 %. По дан-

ным профильного комитета, 97 % озимых находятся в хорошем состоянии. Уровень цен на удобрения зафиксирован, план поставок расписан до мая 2022 г. Семенами зерновых культур регион обеспечен на 100 %, семенами сахарной свёклы, кукурузы, масличных культур — на 90 %. Если возникнет потребность, её закроют семенами российской селекции. В области действуют государственные меры по стабилизации цен на сахар — до нового сезона они зафиксированы.

[www.regnum.ru](http://www.regnum.ru), 04.03.2022

**Татарстан: «Агросила» инвестирует более 200 млн р. в модернизацию сахарного завода.** Холдинг направит эти средства на строительство газовой печи на сахарном заводе. Это ещё один пункт в масштабной модернизационной кампании ОАО «Заинский сахар» — газовая

печь является важным компонентом завода, служащим для обжига известкового камня и получения сатурационного газа. Проект реализуется от этапа установки фундамента до монтажа автоматики. За последние пять лет на «Заинском сахаре» были модернизированы весь технологический процесс и сокоочистительное отделение, обустроены площадки активного вентилирования кагатов, реконструированы котельная и жомосушильный комплекс, а также построены радиальный отстойник и пруд-охладитель. В 2021 г. выручка завода составила 6 млрд р., инвестиционные вложения — 330 млн р., в 2022 г. «Агросила» инвестирует в завод 424 млн р. Ключевое направление мероприятий — программа по повышению среднесуточной производительности до 8 тыс. т/сут., повышение эффективности производства. «Заинский сахар» ведёт активную работу и в направлении снижения экологической напряжённости. Один из крупных проектов, начало которого запланировано в этом году, — реконструкция тракта подачи свёклы и моечного комплекса. Кроме того, в планах испытание обезвоживателей осадка сточных вод.

*www.dairynews.ru, 05.03.2022*

**Пензенская область: в Каменке до нового сезона будет произведено 40 тыс. т сахара.** До нового урожая сахарной свёклы в Каменском районе будет произведено 40 тыс. т сахара из сиропа, заготовленного осенью. В 2022 г. ОАО «Атмис-сахар» планирует выработать не менее 150 тыс. т сахара из 920 тыс. т свёклы.

*www.penza-post.ru, 10.03.2022*

**Ростовская область: стартовал весенний сев.** В южных районах Ростовской области началось проведение весенне-полевых работ, сообщает пресс-служба министерства региональной политики и массовых коммуникаций. Яровыми уже засеяны первые 2,7 тыс. га

земли в Сальском, Егорлыкском, Орловском и Зимовниковском районах. В этом году планируется засеять 1,8 млн га яровых культур, в частности зерновых и зернобобовых около 700 тыс. га, масличных культур — около 980 тыс. га, сахарной свёклы — 16,5 тыс. га, кормовых культур — более 175 тыс. га. В регионе уже заготовлено 88 тыс. т семян (92 % от потребности), а также 442,2 тыс. т минеральных удобрений (70 % от потребности).

*www.kommersant.ru, 11.03.2022*

**Орловская область: подготовка к посевной идёт в штатном режиме.** В 2022 г. аграриям региона предстоит провести яровой сев на площади 842,8 тыс. га. Технические культуры займут площадь 365,4 тыс. га. Это на 34,4 тыс. га больше, чем в 2021 г. Сахарную свёклу планируется посеять на 47,4 тыс. га (+0,1 тыс. га к 2021 г.), яровой рапс — на 51,2 тыс. га (+10,6 тыс. га к 2021 г.), подсолнечник — на 91 тыс. га (+4,6 тыс. га к 2021 г.). Посевные площади сои возрастут до 138,2 тыс. га — на 14,5 тыс. га.

*www.infoorel.ru, 11.03.2022*

**Мордовия: аграрии направят на проведение посевной кампании 6,8 млрд р.** Сельхозпредприятия Мордовии в 2022 г. направят на проведение посевной кампании 6,8 млрд р., что, по подсчётам ТАСС, больше уровня прошлого года на 21 %. Об этом рассказал ТАСС министр сельского хозяйства и продовольствия Мордовии А. Кечайкин. «Потребность в финансовых средствах на проведение весенних полевых работ в 2022 г. составляет 6,8 млрд р. Из них 5 млрд р. — собственные средства, 1,8 млрд р. — кредитные средства. В 2021 г. для проведения весенних полевых работ сельхозкооперативным товаропроизводителям республики потребовалось около 5,6 млрд р. По прогнозам Минсельхоза Мордовии, в этом году ре-

спублика рассчитывает собрать не менее 1,5 млн т зерновых и зернобобовых культур и 1 млн т сахарной свёклы, увеличив урожай на 25 % к уровню прошлого года. В 2022-м посевная площадь составит около 766 тыс. га, что на 15 тыс. га больше уровня прошлого года.

*www.tass.ru, 16.03.2022*

**Тамбовские сахарные заводы обеспечат бесперебойную поставку сахара в торговые сети.** Тамбовские магазины смогут получать сахар напрямую с сахарных заводов. Это позволит обеспечить потребность жителей области в необходимом объёме, сообщает ГТРК «Тамбов». Договорённость о возможности заключения договоров бесперебойной поставки сахара в торговые сети достигнута по итогам совещания, которое инициировало региональное управление по развитию промышленности и торговли. В совещании приняли участие представители «РусАгроСахара», Кирсановского и Уваровского сахарных заводов, а также торговых сетей «Бегемот», «Пятёрочка» и «Магнит», реализующих продажу товаров на территории региона.

*www.sugar.ru, 17.03.2022*

**Рязанская область: в этом году посевная площадь достигнет рекордного показателя за последние 25 лет.** Министерство сельского хозяйства и продовольствия Рязанской области информирует о ходе подготовки к весенним полевым работам. Губернатор Н. Любимов прокомментировал: ожидается, что общая посевная площадь в регионе в текущем году будет увеличена на 30 тыс. га и приблизится к 1 млн 100 тыс. га, что станет максимальным показателем за последние 25 лет.

*www.rv-ryazan.ru, 18.03.2022*

**Краснодарский край: фермеры закончат посевную до майских праздников.** Посевная кампания в южном регионе стартовала 18 февраля и идет по плану. Краснодар-

ский край намерен завершить весеннюю посевную кампанию до 1 мая. Яровой сев, по планам властей, составит 1,8 млн га, в том числе зерновыми и зернобобовыми займут более 700 тыс. га. В настоящее время фермеры Кубани сеют ранние яровые. По состоянию на 15 марта план по их севу выполнен на треть. Набирает ход и сев многолетних трав, а в конце марта – начале апреля аграрии приступят к севу сахарной свёклы. Уже в середине апреля кубанские фермеры начнут сев подсолнечника и кукурузы (по 440 тыс. га), а также сои (180 тыс. га).

[www.inc-news.ru](http://www.inc-news.ru), 18.03.2022

**Аграрии Алтайского края намерены в этом году посеять больше сахарной свёклы.** В Министерстве сельского хозяйства Алтайского края заявили, что в этом году аграрии региона намерены посеять больше пшеницы, сахарной свёклы и картофеля. По предварительным данным, посевы всех сельхозкультур в регионе в этом году займут 5 млн 255 тыс. га. Это на 32 тыс. га больше, чем в прошлом году.

[www.sugar.ru](http://www.sugar.ru), 21.03.2022

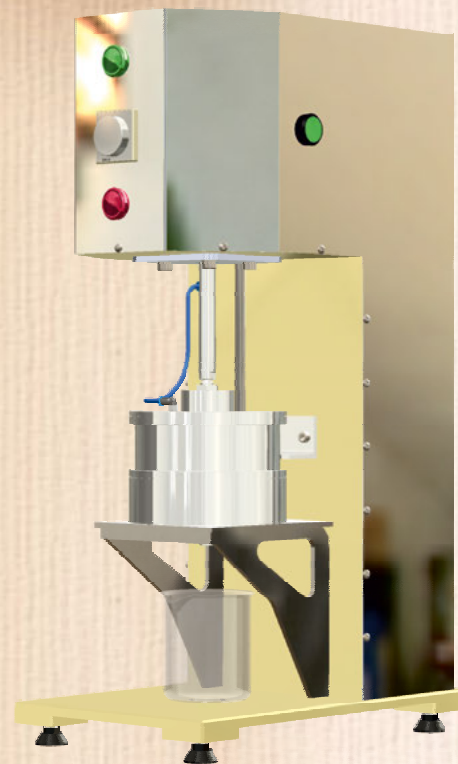
**ЕЭК обсудила вопросы импортозамещения и взаимной торговли семенами.** Стороны отметили, что в Союзе наметилась тенденция роста взаимной торговли, особенно по сахарной свёкле, кукурузе, масличным культурам и др. Председатель Коллегии ЕЭК М. Мясникович провёл круглый стол «Перспективы развития общего рынка семян сельскохозяйственных растений в рамках ЕАЭС» в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Были рассмотрены вопросы касательно сектора семеноводства на прострaнстве ЕАЭС. Руководители министерств сельского хозяйства, представители научно-академических ведомств и бизнеса стран ЕАЭС приняли участие в обсуждении вопроса по развитию

семеноводческой отрасли. Отмечается, что агропромышленный комплекс является одной из стратегических отраслей экономики государств. Стороны подчеркнули необходимость в объединении усилий научных сообществ для подготовки исследования. Также требуется принятие решений и предложений, способствующих росту конкурентоспособности семеноводов и селекционеров в рамках развития евразийской экономической интеграции до 2025 г.

[www.eec.eaeunion.org](http://www.eec.eaeunion.org), 09.03.2022

**В России за пять лет создали 25 новых гибридов сахарной свёклы,** сообщили в пресс-службе Минобрнауки России. «Благодаря более высокой сахаристости (16 % против 15 % у иностранных аналогов) созданные отечественными селекционерами сорта не уступают зарубежным аналогам. Испытания гибридов в хозяйствах от Краснодарского края до Алтайского края показали высокий потенциал их продуктивности», – говорится в сообщении. По данным министерства, за три года объём производства семян гибридов сахарной свёклы отечественной селекции вырос с 1,5 до 26 % потребности рынка. Потенциал отечественных производителей позволит удовлетворить потребность страны в семенах сахарной свёклы и занять большую часть рынка РФ к 2025 г. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности России стоит задача обеспечения российских производителей семенами высших репродукций отечественной селекции основных сельхозкультур на уровне 75 %. Для достижения этой цели, по данным министерства, в 55 субъектах страны создано 50 федеральных научных и исследовательских центров и 30 междисциплинарных научных центров. В 2022 г. на обновление приборной базы аграрных научных центров запланировано выделить свыше 1 млрд р.

[www.specagro.ru](http://www.specagro.ru), 21.03.2022



ЛАБОРАТОРНОЕ  
ФИЛЬТРОВАЛЬНОЕ  
УСТРОЙСТВО

**LFU-750**

Результаты лабораторных анализов являются определяющими при регулировании технологического процесса. Значит, анализы должны быть быстрыми и точными.

Автоматическое фильтровальное устройство - это:

- чистейший раствор для поляриметра / спектрофотометра;
- объём пробы до 750 мл;
- сменные сита и воронки;
- скорость фильтрации менее минуты для раствора любой плотности.

Задача лаборанта:

- › поставить ёмкость для фильтра под сливную воронку;
- › залить раствор в стакан пробы фильтровальной установки;
- › запустить процесс фильтрации нажатием кнопки.



ЛАБТЕХМОНТАЖ

+7 919 297 82 93  
office@labtehm.com

## Новости ГК «Русагро»

| А.А. ПОЛОНСКАЯ

### СОТРУДНИКИ РУСАГРО ЗА СПОРТ!

На Кривецком сахарном заводе открыли спортивный зал для сотрудников.

Уютный спортивный зал расположен в административном корпусе Кривецкого сахарного завода. На ремонт и оснащение помещений «Русагро» выделила более 1,5 млн р.

Увлечённые спортом работники завода принимали непосредственное участие в создании концепции будущего спортивного зала. Была проделана большая работа от дизайн-проекта помещений и капитального ремонта до воплощения всех идей.

Спортивный зал разработан в корпоративном стиле «Русагро» и включает в себя две функциональные зоны:

- комплекс с тренажёрами, предназначенный для сотрудников завода, занимающихся силовым спортом. Так, были приобретены: многофункциональный тренажёр, скамья для занятия со штангой, скамья для пресса, боксёрская груша, большой набор гантелей разного веса;

- комната отдыха с игровой приставкой.

Идея создания такой комнаты связана с локацией завода — его удалённостью от районных центров, отсутствием спортивных учреждений в селе, а также со стрем-

лением обеспечить работникам предприятия комфортное времяпрепровождение и качественный отдых.

Спортивный зал уже пользуется спросом среди молодых специалистов завода. Сотрудники могут посещать его в удобное для них время, он открыт для всех желающих поддерживать здоровый образ жизни.

Сергей Мысков, стажёр инженера производственного процесса: *«Я уже более полугода живу в Сейме и работаю на «Кривце» по стажёрской программе. Работа на заводе, обучение, перспективы, безусловно, были решающими факторами при трудоустройстве и переезде. Но организация досуга — важное решение, особенно для молодых ребят, переехавших из городов. Теперь у нас есть возможность в хорошей компании заниматься спортом и общаться с коллегами сразу после рабочего дня!».*

Напомним, ранее на заводе произвели ремонт актового зала на 90 посадочных мест. На текущий момент завершается капитальный ремонт корпоративного общежития, расположенного недалеко от Кривецкого сахарного завода. Проживание в общежитии с мебелью, бытовой техникой и всем необходимым оборудованием будет бесплатным для приглашённых специалистов в рамках проекта «Инженерная структура».

### ПОСТОЯННОЕ УЛУЧШЕНИЕ

На Валуйском сахарном заводе реализован инвестиционный проект по замене оборудования камнеловушки. Бюджет инвестиций в проект составил более 4 млн р.

Цель проекта — обеспечить бесперебойную работу по отделению из потока свекловодяной смеси примесей тяжёлой воды на лотке гидротранспортёра.

Установка нового оборудования позволит предотвратить повреждения, заторы в моечном комплексе, снижение производительности переработки, вызванного посторонними примесями.

*«Прежнее оборудование камнеловушки претерпело преимущественный физический и коррозионный*





*станций, изучил схемы и технологию производства. Приобрёл опыт работы в коллективе. У меня была замечательная возможность практиковаться у профессионалов своего дела, перенимать их бесценный опыт».*

В новой должности Иван выполняет сменные задания по объёму выпуска готовой продукции соответствующего качества, обеспечивает замену расходных материалов оборудования, отвечает за снабжение смены вспомогательными материалами и поддержание целостности системы менеджмента безопасности пищевой продукции.

*«Иван за два с небольшим года работы на нашем предприятии зарекомендовал себя ответственным и исполнительным работником. Добросовестно относится к порученному делу, строго следит за соблюдением всех технологических и технических параметров, оперативно реагирует на изменения в технологическом процессе. Проявляет инициативу и смекалку, постоянно стремится к повышению своего профессионального уровня, вносит рационализаторские предложения», —*

*износ, и в связи с эксплуатацией более 10 свекловичных сезонов она вышла из строя, что привело к недостаточному отделению камней из потока свёклы. Поэтому был инициирован проект по его замене. Установка нового оборудования позволит обеспечить нормальное течение технологического процесса. Недостаточное отделение тяжёлых примесей влияет на работу свеклорезок, требует частой замены ножей. Теперь данная проблема будет сведена к минимуму», —* прокомментировал Руслан Коваль, руководитель участка технической поддержки Валуйского сахарного завода.

*учебную практику на Никифоровском сахарном заводе, — вспоминает Иван. — После получения диплома бакалавра в 2019 г. мне предложили работу оператором пульта управления на участке дефексатурации. Спустя год работы оператором поступило предложение пройти стажировку на должность начальника смены. Стажироваться я начал в августе 2020 г. с начала сезона переработки свёклы и считаю, что в этом мне очень повезло. В сезон я освоил работу всех основных*

### **СТАРТ КАРЬЕРЫ МОЛОДОГО СПЕЦИАЛИСТА НА НИКИФОРОВСКОМ САХАРНОМ ЗАВОДЕ**

Иван Лосев — помощник начальника смены на Никифоровском сахарном заводе. Работает в «Русагро» с 2019 г. За небольшой период работы прошёл путь от оператора пульта управления до помощника начальника смены через стажёрскую программу и стал преемником начальника смены производственной службы.

*«Я познакомился с компанией «Русагро» ещё в 2016 г., когда по направлению от института проходил*



прокомментировала Наталья Дёмина, менеджер по производству Никифоровского сахарного завода.

Иван окончил Тамбовский государственный технический университет в 2019 г., получил диплом бакалавра по специальности «продукты питания из растительного сырья». Однако он решил не останавливаться на достигнутом и продолжил обучение в магистратуре по специальности «энергетические и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

*«В любой работе есть сложности, и не нужно их бояться, все равно придётся преодолевать. Главное – выбрать направление, в котором плюсов вы будете видеть больше»,* – комментирует герой истории.

#### СЕЗОН ПЕРЕРАБОТКИ ЭКСТРАКТА

На Чернянском и Знаменском сахарных заводах Группы компаний «Русагро» полным ходом идёт сезон переработки экстракта. Благодаря запуску станций дешугаризации мелассы заводы работают бесперебойно, осуществляя выпуск каче-

**ственной готовой продукции, ничем не отличающейся от выработанной традиционным способом.**

Станция дешугаризации Знаменского сахарного завода работает на протяжении уже семи лет. Здесь перерабатывается меласса, полученная от трёх сахарных предприятий Тамбовской области. Первый сезон переработки закончится в середине апреля, а уже в июле завод запустится для переработки экстракта второй раз.

Рассказывает директор Знаменского сахарного завода Виктор Тропов:

*«В первом сезоне переработки экстракта, который стартовал 17 февраля, перед заводом была поставлена амбициозная цель – выработать 16 тыс. т сахара категории «Экстра», а это 65 % от общего объёма планируемой выработки. Контракты на продажу этого сахара уже заключены, и мы приложим все усилия для его производства. Отличное качество экстракта, полученного на станции дешугаризации мелассы, позволяет нам выработать сахар высшей категории. В наших планах – провести модернизацию технологических*

*схем в продуктовом отделении, которую предстоит выполнить в перерывах между сезонами. Это мероприятие позволит нам не только производить «Экстру», но и снизить её себестоимость».*

Переработка экстракта, полученного из мелассы на станции дешугаризации Чернянского сахарного завода, началась 9 февраля. Всего за сезон, который продлится до середины августа, планируется переработать 160 тыс. т экстракта и получить 82 тыс. т сахара, в том числе 23 тыс. т сахара категории «Экстра» для VIP-клиентов.

*«Впервые к нам в переработку поступила умягчённая меласса с низким содержанием солей кальция, – рассказывает Юлия Поправка. – На первый взгляд – чем меньше солей кальция, тем лучше для станции. Но, как оказалось, не всякая умягчённая меласса нам подходит. Мы столкнулись с рядом сложностей при её переработке – приходилось подбирать особый технологический режим. Конечно, есть и плюсы. Например, мы снизили расход вспомогательных материалов – соды кальцинированной и соды каустической за счёт переработки мелассы такого качества. На сегодняшний день всё работает отлично».*

Чернянская станция – вторая по счёту в Группе компаний «Русагро», третья и крупнейшая в России. На станции применяется инновационная технология разделения мелассы на фракции. Для этого используется принцип хроматографических колонн, в которых находится ионообменная смола. С её помощью меласса разделяется на три фракции: экстракт, из которого выработывается сахар; бетаин – производное аминокислоты, он используется в фармацевтике и косметологии; третья фракция – рафинат, это отход производства, который идёт на экспорт для работы биогазовых станций.



# АБАКУС® УЛЬТРА

Один фунгицид — много возможностей для получения прибыли!

- Широкий спектр
- Непревзойденное действие против септориоза и ржавчин зерновых, фомоза, церкоспороза и мучнистой росы сахарной свеклы
- Длительная защита
- AgCelence-эффект
- Увеличение урожайности и рентабельности
- Больше выход сахара

Мобильные технические консультации **BASF**: + 7 (495) 231-72-00  
[agro-service@basf.com](mailto:agro-service@basf.com) • [www.agro.basf.ru](http://www.agro.basf.ru)



# Некоторые аспекты настройки и работы автоматических дозаторов

Н.А. КОСИЧЕНКО, директор ООО «ЛАБТЕХМОНТАЖ»

Одним из критичных показателей качества сахарной свёклы, определяемых при приёмке корнеплодов на призаводских свеклопунктах, является сахаристость. При этом важнейшим этапом в подготовке пробы, существенным образом влияющим на проведение и результаты анализа, представляется дозирование осветлителя.

Согласно стандартам и методикам для фиксированного веса навески свекловичной кашки должно быть добавлено фиксированное количество осветлителя. Всё это лаборант делает вручную, и, как следствие, высока вероятность ошибки, обусловленной человеческим фактором.

Задача автоматических дозирующих устройств — точный перерасчёт и дозирование осветлителя в зависимости от произвольного в допустимых пределах веса первоначальной навески. Нижеприведённая информация позволяет продемонстрировать, на каких показателях основана работа автоматических дозаторов.

## Исходные данные

Норма навески пробы кашицы: 26 г

Плотность базового раствора ацетата свинца (БАС):

$$\rho_{20} = 1,24 \text{ г/см}^3$$

Плотность дистиллированной воды:

$$\rho_{20} = 1 \text{ г/см}^3$$

Финальный объём пробы: 200 см<sup>3</sup>

## 1. Раствор ацетата свинца и его плотность

Автоматические дозаторы позволяют работать как с однокомпонентным дозированием (готовый раствор осветлителя), так и с отдельным дозированием компонентов.

Для однокомпонентного дозирования готовится 2,5%-й раствор базового ацетата свинца согласно ГОСТу, т. е. на 1000 мл раствора 25 см<sup>3</sup> БАС + 975 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, при этом плотность раствора составит:

$$(25 \cdot 1,24) \text{ г} + (975 \cdot 1) \text{ г} / 1000 \text{ мл} = 1,006 \text{ г/см}^3;$$

плотность 2,5%-го раствора ацетата свинца

$$\rho_{\text{ас20}} = 1,006 \text{ г/см}^3.$$

При отдельном дозировании осуществляется раздельная подача базового раствора ацетата свинца плотностью 1,24 г/см<sup>3</sup> и дистиллированной воды.

## 2. Разведение пробы и плотность анализируемого раствора

При дигестии общий объём экстракта складывается из объёмов экстрагента (осветлителя) и сока в свекловичной кашке. Между тем содержание сока в корнеплоде колеблется в довольно широких пределах в зависимости от сорта свёклы, условий вегетации и хранения. В настоящее время в России принята поправка на объём нерастворимой мякоти, рассчитанная исходя из установленного среднего сокового коэффициента 91 % (т. е. 100 г свекловичной массы содержат 91 г сока), при средней плотности свекловичного сока 1,085 г/см<sup>3</sup>.

Тогда в нормальной навеске свекловичной кашки (26,0 г) содержится

$$26,0 \times 0,91 = 23,66 \text{ г сока,}$$

объём которого занимает

$$23,66 \div 1,085 = 21,8 \text{ см}^3.$$

Следовательно, при проведении анализа к навеске свекловичной кашки (26,0 г) приливают столько раствора осветлителя для дигестии, чтобы общий объём жидкости составил 200 см<sup>3</sup>; таким образом, приливают не 200 см<sup>3</sup> экстрагента, а 200 см<sup>3</sup> за вычетом объёма, занимаемого соком в 26,0 г кашки:

$$200 - 21,8 = 178,2 \text{ см}^3.$$

Автоматические дозирующие устройства, используемые на предприятиях сахарной промышленности, основаны на пропорциональном методе пересчёта компонентов дозирования для условия, что на 26 г контрольной навески устройство должно долить 178,2 мл осветлителя.

В качестве исходных и расчётных величин устройством используется *не объёмное значение, а вес компонента*, измеренный весами с точностью  $\pm 0,01$  г.

Соответственно, при переводе в граммы понадобится:

а) для систем с однокомпонентным дозированием:

$$178,2 \text{ см}^3 \times 1,006 = 179,27 \text{ г раствора ацетата свинца;}$$

б) для систем с двухкомпонентным дозированием:

— количество БАС:

$$178,2 \text{ см}^3 \times 2,5 \% = 4,45 \text{ см}^3 \times 1,24 = 5,52 \text{ г;}$$

— количество дистиллированной воды:

$$178,2 \text{ см}^3 - 4,45 \text{ см}^3 = 173,75 \text{ см}^3 \times 1 = 173,75 \text{ г.}$$

Финальный суммарный вес раствора при контрольной навеске для анализа сахаристости составляет:

$$26 \text{ г (свекловичная кашка)} + 179,27 \text{ г (раствор ацетата свинца)} = 205,27 \text{ г.}$$



Плотность готового раствора для анализа составляет:  
 $\rho_{гр20} = 205,27 / 200 = 1,0264 \text{ г/см}^3$ .

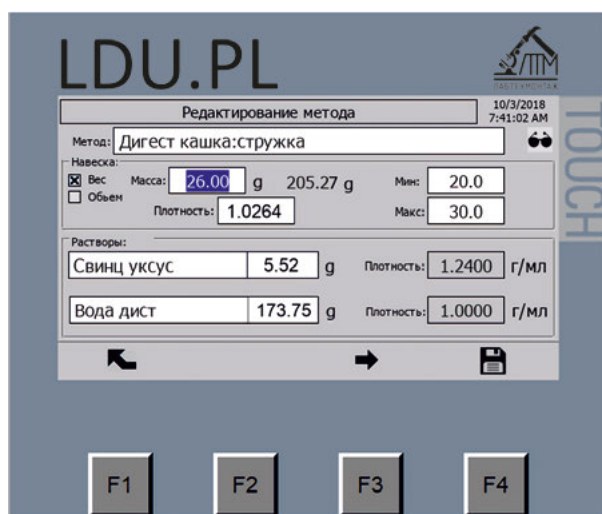
### 3. Принципы работы автоматических дозаторов

В устройствах AutoDosage производства Schmidt+Naensch дозирование основано на перерасчёте процентной составляющей компонентов дозирования относительно фактического веса навески. Приведём пример настройки дозатора AutoDosage для раствора дигестии. Коэффициенты установлены с учётом рекомендаций и специфики эксплуатации устройства и могут быть изменены.

Материал	Объём, см <sup>3</sup>	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Вес, г	% к базовой навеске	Назначение клапана
Базовая навеска (свековичная каша)	Сок условно 21,85		26	100	
Ацетат свинца	4,5	1,24	5,58	21,5	Fluid 1
Дист. вода	173,64	1	173,64	667,8	Fluid 2
Итого	200,0		205,22		

Дозаторы производства ООО «ЛАБТЕХМОНТАЖ» и ZILA group s.r.o. основаны на пересчёте количества осветлителя и финального веса раствора в зависимости от фактического веса навески, заданных плотностей осветлителя и конечной плотности готового раствора.

При двухкомпонентном дозировании (LDU.PL, LDU.BL2) количество базового осветлителя пересчитывается пропорционально фактическому весу на-



Экран настройки метода дозирования автоматического дозатора типа LDU

вески, а дистиллированная вода доливается с высокой точностью до финального ожидаемого веса раствора.

При дозировании готового осветлителя (LDU.BL) подача раствора осуществляется до достижения финального веса пробы, рассчитанного из фактического веса навески. В установках LDU.BL присутствует датчик, контролирующий плотность раствора осветлителя. В случае изменения плотности происходит перерасчёт подачи реактива для достижения высокой точности подготовки раствора.

Дозаторы параметрируются производителем или поставщиком.

### 4. Соответствие применения автоматических дозаторов ГОСТу

Стандартом, устанавливающим методики анализа сахарной свёклы, является ГОСТ Р 53036-2008 «Свёкла сахарная. Методы испытаний».

Основные выдержки из методик определения сахаристости:

«4.8.3.2. Определение сахаристости лабораторным методом горячего водного дигерирования... **26 г** каши взвешивают в лодочке и помещают в дигестионный сосуд диаметром  $(66 \pm 1)$  мм и высотой 130 мм. Туда же из пипетки с двухходовым краном прибавляют **178,2 см<sup>3</sup>** разбавленного раствора свинцового уксуса...»;

«4.8.3.3. Определение сахаристости лабораторным методом холодного водного дигерирования **52 г (т. е. 2 раза по 26 г. — Прим. авт.)** каши взвешивают и переносят в предварительно вымытый сосуд мезгообразователя или размельчителя тканей свёклы, причём листок помещают вертикально, ближе к стенкам. Из пипетки с двухходовым краном прибавляют **дважды по 178,2 см<sup>3</sup>** разбавленного раствора свинцового уксуса...».

Некоторая конкретика в методиках связана с использованием устаревших, в большинстве своём уже не выпускаемых устройств типа размельчителя-мезгообразователя тканей свёклы Ш1-ПРС, фильтрационных установок и измерителей поляризации, требующих большого объёма пробы.

Эти устройства заменяются современными лабораторными блендерами и диспергаторами с сохранением основного требования по скорости вращения измельчающего элемента, фильтровальными устройствами, обеспечивающими высокий выход при абсолютной чистоте фильтрата. Что касается объёма пробы, то для современных цифровых сахариметров с проточной ячейкой достаточно 75–100 см<sup>3</sup> фильтрата, для автоматических комплексов типа BETALYSER – 150 см<sup>3</sup> фильтрата.

Из всего вышесказанного следует, что работа автоматических дозаторов не просто не противоречит, а полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 53036-2008 «Свёкла сахарная. Методы испытаний».

# Анализ работы продуктовых отделений сахарных заводов в сезоне 2020/21 г.<sup>S</sup>

**Ю.И. ЗЕЛЕПУКИН**, канд. техн. наук, доц. каф. технологии броидильных и сахаристых производств  
(e-mail: yura.zelepukin.57@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ)

**В.П. ЯНЬШИН**, генеральный директор  
ООО ИК «Вектор» (e-mail: leto5056@mail.ru)

**С.Ю. ЗЕЛЕПУКИН**, инженер-технолог  
ООО «Вестерос»

## Введение

В сезоне 2020/21 г. в Российской Федерации работало 68 сахарных заводов. Длительность производственного сезона в среднем по стране составила порядка 103 суток, что на 29 суток меньше уровня предыдущего (2019/20) сезона. Свыше среднеотраслевого показателя работали 23 сахарных завода. Более 120 суток работало 15 заводов, а более 130 суток – 8. Общая производственная мощность сахарных заводов по состоянию на 1 января 2021 г. составила 391,79 тыс. т переработки свёклы в сутки (на 1 января 2020 г. она равнялась 391,34 тыс. т; т. е. прирост производственных мощностей за 2020 г. составил 0,45 тыс. т). Среднесуточная производственная мощность одного сахарного завода, работавшего в 2020 г., составила 5,29 тыс. т, что на уровне 2019 г.

Мощность 6,0 тыс. т переработки свёклы в сутки и выше достигнута на 25 сахарных заводах, что соответствует показателям 2019 г. Самые крупные предприятия – это Добринский сахарный завод (Липецкая обл.) – 12,00 тыс. т, Ленинградский (Краснодарский край) – 11,50 и Успенский (Краснодарский край) – 11,00 тыс. т. Использование производственной мощности сахарных заводов во втором полугодии в области снизилось на 10,1 % – с 97,8 до 87,9 %.

## Продуктовое отделение завода

Анализ работы некоторых сахарных заводов за производственный период 2020/21 г. показывает, что резервов для повышения производительности завода, выхода сахара и его качества, а также для снижения потерь сахарозы на предприятиях достаточно, однако необходима тщательная и правильная организация технологического производства, схем тепло- и водообеспечения, согласованная работа которых позволит достигнуть запланированных результатов. Представляется целесообразным повышение профессиональной подготовки специалистов всех уровней, которые могли бы участвовать не только в разработке рациональных технологических режимов, но и в постоянном контроле над их соблюдением.

На некоторых предприятиях неучтённые потери достаточно высоки. Это должно служить достаточным основанием для руководства обратиться в стороннюю организацию в целях проведения технологического аудита завода. Авторы занимались подобной работой и достигли положительных результатов. Многолетний опыт показывает, что целесообразнее проводить полный аудит технологической схемы, так как это даёт достоверную картину её состояния и позволяет учесть все негативные аспекты работы завода. Истинную инфор-

мацию о состоянии схем тепло- и водообеспечения можно получить также после их аудита. Только согласованная в технологическом плане работа предприятия с непрерывной увязкой всех вопросов с тепловой схемой и водообеспечением даст возможность осуществить рациональное решение по выпуску продукции высокого качества при минимальных затратах разнообразных ресурсов на производство.

Технологические схемы подавляющего большинства сахарных заводов включают в себя три последовательные ступени кристаллизации с получением utfелей, а затем и сахаров I, II, III кристаллизации и мелассы. Такая схема позволяет получать сахар-песок хорошего качества, соответствующего ГОСТ 33222-2015, и, кроме этого, минимизировать потери сахарозы в мелассе при кристаллизации. В настоящей статье предлагается обратить внимание на работу продуктовых отделений заводов, так как полный анализ работы предприятия займёт много места и времени. По мере необходимости авторы будут возвращаться к рассмотрению вопросов и по другим отделениям и участкам свеклосахарного производства.

## Уваривание utfеля I кристаллизации

Уваривание utfеля I кристаллизации проводится обычно по

<sup>S</sup> Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается



стандартному технологическому режиму. Заводка кристаллов на многих заводах осуществляется при помощи затравочной суспензии, которая может быть приготовлена в заводских условиях, но иногда покупается у сторонних организаций. Такая затравочная суспензия представлена кристаллообразователем для пищевой промышленности. Препарат готов к применению после интенсивного перемешивания. Однако этот материал для заводки кристаллов утфеля I кристаллизации желательно применять только в исключительных случаях. Кристаллообразователь предназначен для использования в процессе кристаллизации сахара на начальной стадии уваривания утфелей. Вносить его в вакуум-аппарат рекомендуется при коэффициенте пересыщения сахарного раствора 1,25–1,35, т. е. при чрезмерном пересыщении раствора. Расход обычно составляет 0,1 мл на 1 т утфеля. Таким образом, на 60 т утфеля I кристаллизации требуется 6,0 мл затравочной суспензии. Данное количество продукта является настолько малым, что невозможно добиться его равномерного распределения по всему объёму вакуум-аппарата, а это приводит к неравномерному росту кристаллов сахара внутри аппарата. Традиционно такой кристаллообразователь применяется в качестве затравки для уваривания утфеля II и III кристаллизации. Вакуум-аппараты, используемые в этих процессах, имеют меньшую ёмкость, а требования к качеству сахара в этом случае значительно ниже, чем к утфелю I кристаллизации.

Заводку кристаллов в вакуум-аппаратах нужно проводить затравочной суспензией, приготовление которой должно быть предусмотрено на станции подготовки затравки, включающей в себя две шаровые мельницы, а также роликостол. Желательно предварительно готовить маточный утфель и затем на его основе уваривать утфель I кристаллизации.

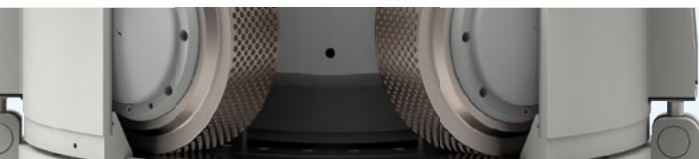
Внедрение такой схемы уваривания требует определённых затрат на разработку и монтаж техники для получения маточного утфеля. Специалисты всегда готовы оказать предприятию помощь в решении данного вопроса.

Вакуум-аппараты I кристаллизации должны быть снабжены циркуляторами, что позволяет обеспечить интенсивное движение утфеля в аппарате. Это существенно влияет на эффективность работы вакуум-аппаратов, которая, в свою очередь, оказывает влияние на качество сахара-песка, его выход. Практика показывает, что циркуляторы с вертикальным приводом могут не обеспечивать равномерного перемешивания продукта по объёму аппарата, иногда возникает интенсивная циркуляция утфеля внутри вакуум-аппарата в районе перемешивающего устройства. Верхний слой продукта в вакуум-аппарате может иметь меньшую скорость движения, более низкую температуру и повышенный коэффициент пересыщения. Неравномерная циркуляция утфеля по объёму вакуум-аппарата приводит к самопроизвольному образованию и росту новых центров кристаллизации (в зоне с повышенным коэффициентом пересыщения) в верхней части аппарата. Авторами статьи разработан аппарат, который существенно снижает эти недостатки [1].

Повышение скорости перемешивания способствует более однородному распределению кристаллов в растворе, что, в свою очередь, увеличивает их затравочное воздействие. Перемешивание ускоряет образование центров кристаллизации больше, чем скорость роста кристаллов. В большинстве случаев для получения однородного продукта используют растворы с затравкой. Самым современным является метод ввода в вакуум-аппарат так называемого маточного утфеля, приготавливаемого по особой технологии, непосредственно на сахарном заводе. Затравка вно-

сится в момент, когда концентрация раствора достигнет определённого пересыщения, соответствующего росту внесённых зародышей кристаллов сахара. После первого внесения затравки в раствор следует избегать дальнейшего образования центров кристаллизации в процессе роста кристаллов. Это даёт возможность получить однородные по величине кристаллы. Скорость образования кристаллического материала зависит от поверхности растущих кристаллов и степени пересыщения раствора, она должна быть равномерной по всему объёму кристаллизатора и соответствовать скорости испарения воды из поступающего сиропа, чтобы степень пересыщения оставалась ниже точки интенсивного образования центров кристаллизации. Рост кристаллов и образование центров кристаллизации идут одновременно и продолжают на протяжении всего цикла работы вакуум-аппарата. При малых степенях пересыщения раствора рост кристаллов будет проходить быстрее, чем образование новых, хотя скорость обоих процессов будет оставаться низкой. Эти процессы в значительной мере зависят от таких факторов, как скорость перемешивания, температура, концентрация, размер и число кристаллов, присутствующих в растворе, а также наличие примесей. Обычно стремятся обеспечить максимальную скорость роста кристаллов, совместимую с низкой скоростью образования центров кристаллизации. Такой процесс проводят при степенях пересыщения, близких к зоне резкого возрастания скорости образования центров кристаллизации, т. е. приблизительно там, где на кривой скорости образования центров кристаллизации указана точка В (см. рис.). Однако не всегда выгодно работать при таких условиях, так как другие факторы могут оказаться более важными.

При степенях пересыщения, соответствующих быстрому возрастанию скорости образования



зародышей, наблюдается тенденция к агломерации кристаллов, которые значительно менее прочны по сравнению с кристаллами, полученными при производительности, отвечающей меньшей степени пересыщения.

В вакуум-аппаратах I кристаллизации циркуляторы имеют постоянные обороты, равные 52 об/мин (заводские данные), что может быть недостаточным для однородного распределения кристаллов в utfеле. Оптимальное число оборотов циркулятора в вакуум-аппаратах utfеля I кристаллизации на некоторых сахарных заводах России представлено в таблице.

В целях получения однородных кристаллов сахара необходимо индивидуально для каждого сахарного завода подбирать оптимальное число оборотов циркулятора.

Образующиеся новые центры кристаллизации затрудняют рост ранее сформировавшихся кристаллов. Единственный способ борьбы с возникновением новых центров кристаллизации – растворять эти кристаллы водой или соком, что снижает эффективность работы вакуум-аппаратов.

На некоторых предприятиях вакуум-аппараты utfеля I кристаллизации обогриваются вторичным паром второго корпуса выпарной установки (ВУ), температура сокового пара которого составляет 118 °С. Температура кипения

Скорость вращения циркулятора на некоторых российских и зарубежных сахарных заводах

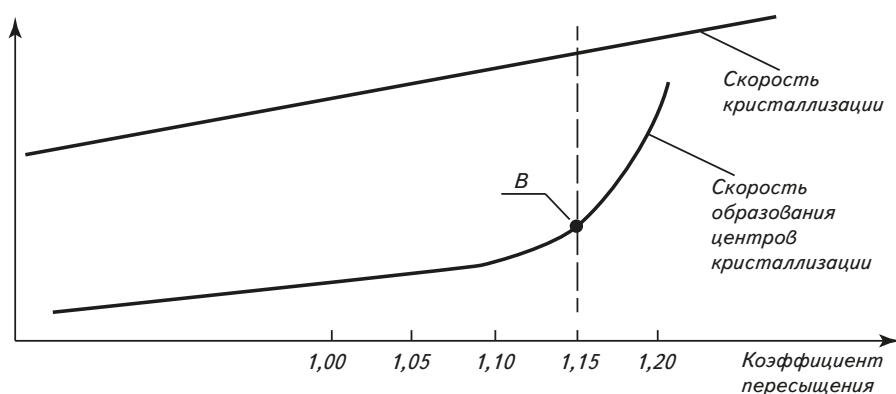
Предприятие	Регулировка числа оборотов циркулятора	Число оборотов циркулятора, об/мин
Олымский сахарный завод	Установлен частотный преобразователь	80
Земетчинский сахарный завод	Установлен частотный преобразователь	—
Знаменский сахарный завод	Установлен двухскоростной двигатель	60–80
Немецкие сахарные заводы	Установлены частотные преобразователи	50–80

utfеля I кристаллизации в аппарате равна 72–78 °С. Практически на всех российских сахарных заводах, где установлены вакуум-аппараты utfеля I кристаллизации с циркуляторами, они обогриваются вторичным паром третьего корпуса ВУ, который имеет температуру 113 °С. На сахарных заводах Германии, Франции, Польши вакуум-аппараты utfеля I кристаллизации с циркуляторами обогриваются вторичным паром четвертого корпуса ВУ.

Уваривание utfеля – сложный тепловой процесс выпаривания воды, дополнительно осложнённый процессом кристаллизации. Скорость выпаривания воды определяется разностью температур греющего пара и кипящей utfельной массы. Кристаллизация зависит от скорости роста кристаллов. Необ-

ходимо добиться равновесия двух процессов – выпаривания воды из сиропа и кристаллизации сахарозы. Если выпаривание будет проходить более интенсивно, чем кристаллизация, это приведёт к повышению коэффициента пересыщения, что спровоцирует образование новых мелких кристаллов сахара («муки»). Так, при обогреве вакуум-аппарата вторичным паром второго корпуса ВУ в паровую камеру будет поступать в 1,5 раза больше тепла, чем с паром третьего корпуса. Исходя из анализа фракционного состава белого сахара можно предположить, что при обогреве вакуум-аппаратов паром второго корпуса ВУ наблюдается интенсивное выпаривание воды из сиропа, существенный рост коэффициента пересыщения, что приводит к образованию «муки». Необходимо подобрать такой режим уваривания utfеля I кристаллизации (особенно в период кристаллизации сахара), чтобы максимально исключить процесс образования вторичных центров кристаллизации – «муки», которая образуется в местах с повышенной концентрацией сахарозы и пузырьками пара увлекается (флотируется) и выносится в слой пены, находящейся сверху utfельной массы. Водяные пары отделяются от utfельной массы, а «мука» накапливается в utfеле, в верхней части вакуум-аппарата [3].

Основная задача при уваривании и пробелке utfеля I кристал-



Влияние коэффициента пересыщения раствора на скорость и образование центров кристаллизации



лизации заключается в получении из сиропа и второго оттока утфеля I кристаллизации сахарозы в виде достаточно крупных, равномерных, правильных бесцветных кристаллов сахара-песка. Уваривание и пробелку утфеля I кристаллизации следует вести так, чтобы получить по возможности больший выход белого сахара и, следовательно, возможно меньший выход оттоков, так как дальнейшая их переработка связана с дополнительными потерями сахара из-за термического разложения сахарозы в продуктовом отделении.

Работа вакуум-аппаратов с высокой разностью температуры между теплоносителем и обогреваемой жидкостью может приводить к интенсивному кипению раствора внутри аппарата, что усложняет работу аппаратуры по его автоматизации. Не исключено образование вторичных центров кристаллизации, т. е. выпадение «муки».

Для отделения сахара целесообразно устанавливать высокоскоростные центрифуги периодического действия с частотно-регулируемыми приводами в целях снижения общего потребления электроэнергии. При работе нескольких центрифуг должна быть предусмотрена блокировка их разгона между собой.

Следует обратить внимание на работу насосного парка завода. Его необходимо оснастить объёмными насосами. Установка центробежных насосов, имеющих высокую скорость вращения ротора для перекачивания густых продуктов, исключается. Из-за неправильной центровки насоса и электродвигателя возрастает аварийность насосного парка, возможен преждевременный выход его из строя, возрастает уровень шума от работы насосов. Для повышения эффективности работы насосного парка целесообразно провести обследование, например прибором-анализатором «Агат-М». Обычно измерение вибрации производится

на подшипниковых опорах в трёх взаимно перпендикулярных направлениях (вертикальном, поперечном и осевом) по ГОСТ ИСО 10816-1-97. Расцентровка валов насосов и электродвигателей приводит не только к повышенному шуму и вибрации, ухудшая санитарные условия для обслуживающего персонала, но и к повышенному износу оборудования, снижению его производительности.

На некоторых сахарных заводах Российской Федерации приступают к установке непрерывно действующих вакуум-аппаратов утфеля I кристаллизации. Но к этому вопросу необходимо относиться очень внимательно. Такие аппараты требуют значительных капитальных вложений, окупаются долго, нуждаются в обязательной установке предварительной подготовки «выращивания» кристаллической массы, периодической пропарке части вакуум-аппарата от образовавшихся конгломератов кристаллов сахара, что диктует необходимость в дополнительном оборудовании для переработки этих полупродуктов. Только после тщательной и всесторонней проработки этого сложного вопроса можно приступать к установке непрерывно действующих вакуум-аппаратов утфеля I кристаллизации.

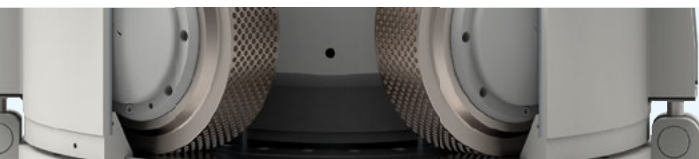
#### Уваривание утфеля II и III кристаллизации

На некоторых сахарных заводах вакуум-аппараты утфеля II и III кристаллизации не имеют циркуляторов. По нашему мнению, установка циркуляторов желательна — это позволит улучшить работу аппаратов, снизить расход пара, повысить качественные показатели утфелей. Заводка кристаллов в вакуум-аппаратах II и III кристаллизации может осуществляться кристаллообразователем для пищевой промышленности, пригласившим специализирующимся организациями. В случае уваривания утфеля III кристаллизации на кристаллической основе утфеля

II кристаллизации заправка не требуется. Технологическая служба сахарного завода совместно со специалистами аудиторских организаций, работающих в свеклосахарном производстве, могут разработать рациональный технологический режим по работе продуктового отделения конкретного сахарного предприятия, в котором будут учтены все пожелания по увариванию утфелей с учётом возможностей завода.

Охлаждённый утфель III кристаллизации целесообразно подавать в смеситель утфеля и мелассы, где за счёт горячей мелассы происходит снижение вязкости утфеля III кристаллизации перед центрифугированием. Меласса, обычно в количестве 5–10 % к массе утфеля, нагревается в пластинчатом теплообменнике до 80 °С, после чего смесь утфеля и мелассы поступает в утфелераспределитель с перемешивающим устройством, а затем на центрифугирование в автоматическом режиме.

Клеровка жёлтого сахара утфеля III кристаллизации поступает в клеровочную мешалку. На некоторых сахарных заводах есть возможность пробеливать жёлтый сахар конденсатом. По мнению авторов, целесообразно рассмотреть вопрос о проведении аффинации утфеля последней кристаллизации. Это позволило бы повысить качество сахара-песка и увеличить его выход. Цель аффинации — повысить чистоту сахара последней кристаллизации, который после растворения возвращается на уваривание утфеля I кристаллизации. Наиболее известным является способ аффинации жёлтого сахара утфеля последней кристаллизации, предусматривающий смешивание сахара последней кристаллизации с первым оттоком утфеля I кристаллизации. В процессе перемешивания утфеля в течение 20 минут в аффинаторе часть несахаров из плёнки на кристаллах сахара переходит (диффундирует) в более чистый межкристалльный раствор [2].



Авторами настоящей статьи был разработан и затем опробован в промышленных условиях на одном из сахарных заводов Белгородской области способ аффинации. По сравнению с известным предложенный способ аффинации жёлтого сахара позволяет повысить чистоту аффинированного сахара на 0,5 % и снизить его цветность на 12,5 % [4, 5].

Анализируя работу вакуум-аппаратов на многих сахарных заводах, следует отметить, что не всегда работа вакуум-конденсационной установки (ВКУ) соответствует желаемым требованиям. Очень часто вакуум-аппараты работают при разряжении 0,070–0,080 МПа вместо необходимого значения 0,090–0,095 МПа. Для достижения нормальной работы ВКУ необходимо тщательно проанализировать работу конденсаторов, и лучше это доверить высококлассным специалистам. Очень часто даже незначительные изменения конструкции аппарата (ВКУ) позволяют существенно повысить его производительность, а в целом по заводу – увеличить выход сахара-песка, улучшить его качественные показатели и существенно снизить расход воды.

### Выводы

Работа, например, только продуктового отделения во многом определяет технико-экономические показатели работы сахарного завода в целом. Желательно, чтобы все вакуум-аппараты утфеля I, II и III кристаллизации были оснащены циркуляторами, что позволит сократить время уваривания утфелей, снизить расход пара, уменьшить термическое разложение сахарозы, повысить качество готовой продукции.

Вакуум-аппараты необходимо обогревать вторичным паром низкого потенциала с учётом разности потенциалов между теплоносителем и обогреваемой средой. При уваривании утфелей в вакуум-аппаратах следует стремиться

к равновесию двух процессов – выпаривания воды из сиропа и кристаллизации сахарозы. Это также положительно скажется на выходе сахара и его качестве.

Целесообразно предусмотреть проведение аффинации утфеля последней кристаллизации. Правильно организованная аффинация позволит повысить чистоту аффинированного сахара на 0,5 % и снизить его цветность на 12,5 %, что улучшит качество товарного сахара-песка.

Необходимо повысить эффективность работы вакуум-конденсационной установки, что также положительно повлияет на выход и качество готовой продукции и снизит расход воды на технологические нужды.

### Список литературы

1. Патент № 2489490 Российская Федерация, С2. Вакуум-аппарат для уваривания утфеля : заявл. 15.03.2011 : опубл. 08.10.2013 / Яньшин В.П., Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Инюткин А.Д., Кузнецов Д.В. : ил.

2. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 271–27.

3. Зелепукин, Ю.И. Вакуум-аппараты с активаторами циркуляции утфеля / Ю.И. Зелепукин, В.П. Яньшин, С.Ю. Зелепукин // Сахар. – № 9. – 2013. – С. 41–43.

4. Патент № 2266334 Российская Федерация, С2, МПК С13F 1/02(2006.01). Способ аффинации жёлтых сахаров : заявл. 24.03.2003 : опубл. 20.12.2005 : бюл. № 35 / Фурсов В.М., Камынин В.В., Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Кандаурова А.К.

5. Зелепукин, Ю.И. Аффинация жёлтого сахара последней кристаллизации / Ю.И. Зелепукин, С.Ю. Зелепукин, В.А. Федорук. – Сборник материалов II Международной научно-технической конференции (заочной) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство» (4 декабря 2015г.). – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – С. 558–560.

**Аннотация.** Резервов для повышения производительности завода, выхода сахара и его качества, а также для снижения потерь сахарозы на предприятиях вполне достаточно. Необходима тщательная и правильная организация технологического производства, схем тепло- и водообеспечения, согласованная работа которых позволит достигнуть запланированных результатов. Целесообразно проводить полный аудит технологической схемы, так как это даёт достоверную картину её состояния и позволяет учесть все негативные аспекты работы завода. Следует иметь достоверную информацию о состоянии схем тепло- и водообеспечения, что можно получить также после проведения аудита этих схем. Только согласованная работа предприятия в технологическом плане с неременной увязкой всех технологических вопросов с тепловой схемой и водообеспечением позволит организовать рациональное решение по выпуску продукции высокого качества при минимальных затратах на производство разнообразных ресурсов.

**Ключевые слова:** повышение выхода сахара и его качества, технологическая схема.

**Summary.** Reserves for increasing the productivity of the plant, sugar yield and its quality, reducing sucrose losses at enterprises are quite sufficient and a thorough and correct organization of technological production, heat and water supply schemes is necessary, the coordinated work of which will allow achieving the necessary and planned results. To do this, it is advisable to conduct a full audit of the technological scheme, because this gives a reliable picture of the state of the technological scheme and allows you to take into account all the negative aspects in the work of the plant.

It is also advisable to have reliable information on the state of the thermal and water supply schemes, which can also be obtained after an audit of these schemes. Only the coordinated work of the enterprise in technological terms with the indispensable linking of all technological issues with the thermal circuit and water supply will allow us to organize a rational solution for the production of high-quality products with minimal costs for the production of various resources.

**Keywords:** increasing sugar yield and quality, technological scheme.



Уважаемые коллеги, уважаемые родители!  
Союз сахаропроизводителей России и журнал «Сахар» объявляют  
КОНКУРС ДЕТСКОГО РИСУНКА на тему

# «220 лет российской свеклосахарной отрасли»

Лучшие рисунки будут опубликованы в журнале «Сахар» №№ 5–12 (2022),  
а победители получат ценные призы:

- 1 место: подарочный сертификат «Детский мир» на сумму 10 000 руб.
- 2 место: подарочный сертификат «Детский мир» на сумму 5 000 руб.
- 3 место: подарочный сертификат «Детский мир» на сумму 3 000 руб.

Все участники получают подарки



Рисунки просим присылать до **30 СЕНТЯБРЯ 2022 г.** на адрес редакции журнала «Сахар»:  
121069, г. Москва, Скатертный пер., 8/1, стр. 1.

**ВАЖНО:**

на обороте рисунка должны быть указаны: ФИО и возраст ребёнка, название сахарного завода (если родственники работают на заводе), почтовый адрес и контакты представителя ребёнка (телефон, e-mail).

Отправляя рисунок на конкурс, законный представитель ребёнка соглашается с передачей редакции журнала «Сахар» прав на опубликование рисунка и/или использование его в других материалах журнала «Сахар», сайтов [www.rossahar.ru](http://www.rossahar.ru) и [www.saharmag.com](http://www.saharmag.com), а также на обработку персональных данных

Размер рисунка должен быть не менее 210x290 мм и не более 420x297 мм

# Применение комбинации баро- и электромембранных методов обработки для очистки диффузионного сока<sup>S</sup>

**О.К. НИКУЛИНА**, канд. техн. наук, зав. научно-исследовательской лабораторией сахарного производства\* (e-mail: sugar@belproduct.com)

**О.В. ДЫМАР**, инженер, д-р техн. наук, проф., техн. директор представительства АО «МЕГА» в Республике Беларусь (e-mail: dymarov@tut.by)

**О.В. КОЛОСКОВА**, канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник научно-исследовательской лаборатории сахарного производства\* (e-mail: sugar@belproduct.com)

**М.Р. ЯКОВЛЕВА**, магистр техн. наук, инженер-технолог II категории научно-исследовательской лаборатории сахарного производства\* (e-mail: sugar@belproduct.com)

\*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»

## Введение

Одной из проблем при производстве сахара является накипеобразование на поверхности нагрева выпарных аппаратов. Оно приводит к снижению производительности выпарного оборудования, увеличению расхода топлива и продолжительности уваривания utfелей, повышению неучтённых потерь сахарозы от термического разложения и цветности продуктов, ухудшению качества готового продукта [9]. Схема очистки диффузионного сока должна обеспечивать максимально возможное осаждение анионов кислот, образующих с ионами  $Ca_2^+$  труднорастворимые соли. Если их не удалять в процессе очистки, неизбежно снижается производительность теплообменной аппаратуры [1]. Наличие значительного количества имеющих высокий мелассообразующий коэффициент щелочных металлов K и Na повышает содержание сахара в мелассе и, следовательно, снижает выход целевого продукта.

Применение флокулянтов и ингибиторов накипеобразования на стадии очистки соков отрицательно влияет на фильтрование

сиропов и ухудшает показатели качества сахара. Альтернативой является декальцинация (умягчение) сока II сатурации, которая решает сразу две задачи: предотвращает накипеобразование при выпаривании и снижает мутность белого сахара. Одним из способов декальцинации сока является применение ионного обмена по схеме NRS-процесса. Он основан на обмене ионов кальция и магния на ионы натрия с использованием ионообменных смол в натриевой форме [7]. Но это приводит к увеличению количества мелассы. Помимо того, несмотря на высокие технологические показатели данной обработки, метод полной деминерализации сока далеко не всегда экономически выгоден в силу высокой стоимости ионитов, большого расхода регенерирующих растворов, сбросов в окружающую среду агрессивных растворов и др.

Исходя из вышесказанного, применение безреагентного способа деионизации – электродиализа – позволит увеличить экономическую эффективность за счёт ограниченного использования химических реагентов, повышения

выхода готового продукта и увеличения относительного содержания бетаина в мелассе.

## Оценка перспектив применения электроионообменных технологий в производстве сахара

Электродиализная очистка может быть включена в классическую технологию производства сахара на следующих этапах производства: для дополнительной очистки сока II сатурации, полусиропа после III корпуса выпарной станции; для обработки клеровки I оттока utfеля I кристаллизации и даже клеровки мелассы. С технологической точки зрения целесообразнее удалять несахара в начале технологического процесса, т. е. проводить электродиализную очистку сока после его предварительной очистки, что интенсифицирует работу выпарной установки и продуктового отделения сахарного завода.

Примерно с середины 80-х гг. прошлого века широкое распространение получили ионообменные технологии. Их используют в самых разнообразных целях:

– с помощью ионитов удаляют соли кальция из соков перед их

<sup>S</sup> Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается





выпариванием для предотвращения накипеобразования;

- осуществляют очистку от ионогенных несахаров, подвергая деионизации соки и концентрированные растворы;

- снижают содержание сахара в мелассе путём замены щелочных катионов на катионы магния и кальция в концентрированных растворах;

- удаляют красящие вещества из соков или сиропов;

- дополнительно извлекают сахар из мелассы с помощью её деионизации или хроматографического разделения [8].

Комбинированные схемы, сочетающие известково-углекислотную очистку сока с дальнейшей его обработкой ионообменными смолами, позволяют значительно увеличить эффект очистки сока, но имеют определённые недостатки:

- высокий расход реагентов;
- необходимость частых регенераций ионитов, после которых образуется большое количество агрессивных сточных вод [8].

Существуют также способы очистки диффузионного сока с использованием ионообменных процессов совместно с мембранными (см. Патент РФ № 2016637 С1, 30.07.1994; Патент РФ № 2260056 С2, 15.08.2000; Патент РФ № 2114177 С1, 27.06.1998). К недостаткам указанных способов следует отнести сложный этап предварительной подготовки сока и сиропа, внесение химических соединений (кислоты или соли поливалентных металлов) для осаждения белков и коллоидов, недостаточную чистоту сока после отделения осадка белков и коллоидов фильтрованием или центрифугированием, а также необходимость утилизации концентрата после ультрафильтрации, стоков после ионообмена и фильтрации с сорбентом.

Электродиализная очистка диффузионного сока с помощью

ионообменных мембран является более экологичным способом решения задачи, позволяющим увеличить выход сахара путём дополнительной его очистки. При этом используется доступный вид энергии – электрическая, не образуется очень большое количество сточных вод с реагентами, необходимыми для восстановления ионообменной ёмкости колонн.

Процесс электродиализа основан на селективном прохождении ионов через мембраны в электрическом поле. На пути движения ионов устанавливаются ионообменные мембраны: катионная и анионная, пропускающие только один вид ионов, а сахароза, являясь электронейтральным веществом, остаётся в растворе. Так происходит удаление солей из обрабатываемого раствора и за счёт этого – его очистка. Диффузионный сок сахарного производства, очищенный традиционным известково-углекислотным способом, содержит несахара, являющиеся в большинстве своём электролитами, способными мигрировать в электрическом поле. К тому же применение электродиализа в технологии сахарного производства способствует созданию малоотходной технологии [2].

#### Способ концентрирования диффузионного сока

Так как для электромембранной обработки эффективнее применять продукты с более высокой концентрацией сухих веществ (30–50 % СВ), а очищенный диффузионный сок содержит их менее 20 %, целесообразно его предварительно концентрировать. Развитие баромембранных технологий позволяет использовать для этого обратный осмос.

Нами проведён эксперимент с целью определения возможности и предварительной оценки пределов применимости обратного ос-

моса для концентрирования диффузионного сока свеклосахарного производства после его очистки.

Для исследований использовали мембрану RO 3838/30 FF DOW со следующими характеристиками: площадь мембраны – 7,5 м<sup>2</sup>, предельное рабочее давление на мембрану – 5,5 МПа, допустимая температура работы 50 °С.

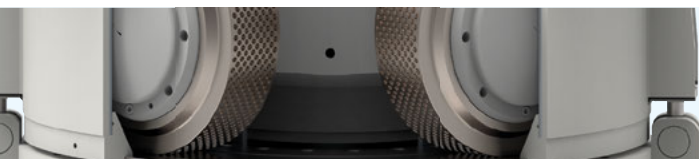
Характеристики использованного для концентрирования очищенного диффузионного сока: содержание сухих веществ – 17,0 %, удельная электропроводимость – 4,45 мСм/см, рН – 8,95, температура – 45–47 °С. Рабочий поток сока над мембраной составлял 5,9 м<sup>3</sup>/ч.

Для установления предельных концентраций сухих веществ сока при давлении фильтрования, создаваемом в условиях проведения эксперимента, сок разбавляли водой, фиксировали предельное давление фильтрования для каждой концентрации и время фильтрования (табл. 1, рис. 1). По полученным результатам методом экстраполяции были рассчитаны пределы концентрирования очищенного диффузионного сока в зависимости от используемого давления, а также проведена оценка количества пермеата (табл. 2).

По результатам эксперимента можно сделать следующие выводы:

- концентрирование очищенного диффузионного сока сахарного производства при помощи обратного осмоса возможно при давлениях существенно более высоких, чем стандартно применяемые в молочной промышленности;

- в качестве опытного образца целесообразно использовать осмотическую систему для опреснения морской воды с давлениями до 12,0 МПа. Мембраны рационально подбирать с наибольшей доступной рабочей температурой, так как температура диффузион-



**Таблица 1. Производительность мембраны в зависимости от содержания сухих веществ и соответствующего им предельного давления концентрирования**

Давление, МПа	Сухие вещества, %	Предельное давление, МПа	Объём пермеата, л	Время, с	Производительность мембраны, л/ч×м <sup>2</sup>	Дельта давлений, МПа
1,60	13,35	1,60	0,5	124,0	1,94	0,00
2,00	13,35	1,60	0,5	34,5	6,96	0,40
2,00	14,90	1,82	0,5	55,0	4,36	0,18
2,00	16,20	2,00	0,5	119,0	2,02	0,00
1,40	12,00	1,40	0,5	132,0	1,82	0,00

ного сока на различных этапах очистки может превышать 90 °С.

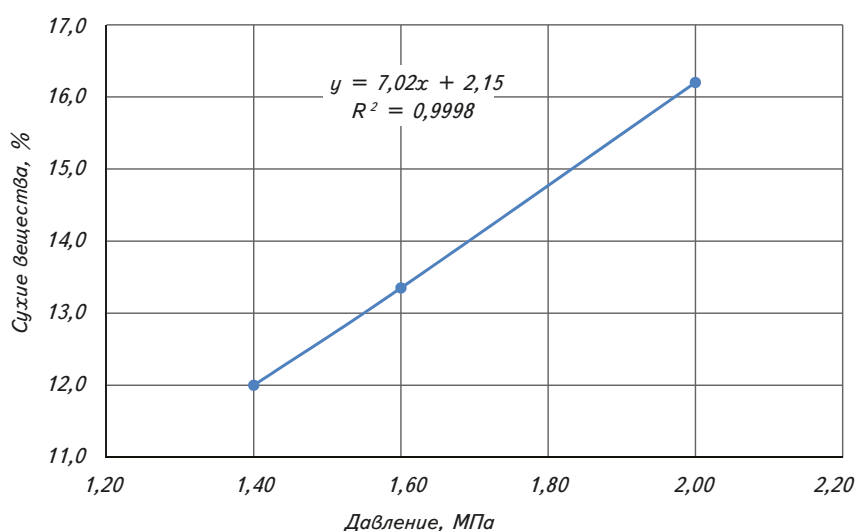
Основным параметром, определяющим производительность РО-мембраны, является превышение рабочего давления в контуре над предельным давлением – осмотическим давлением обрабатываемого продукта при данной концентрации.

#### Способ очистки диффузионного сока

Нами были проведены лабораторные исследования, а также модельные и производственные испытания по применению электродиализа для очистки полупродуктов сахарного производства

в рамках ОНТП «Пищевые технологии» на базе ОАО «Городейский сахарный комбинат», где с 2019 г. в промышленном режиме эксплуатируется электродиализное оборудование компании MEGA a.s.

Было установлено [5, 6], что из полупродуктов сахарного производства катионы калия удаляются на 94,4–98,5 %. Из сока I сатурации катионы кальция удаляются на 93,6 %, что сравнимо с эффектом от проведения II сатурации. Содержание катионов кальция в очищенном соке при использовании электродиализа снижается на 66,7 %. В процессе электродиализа повышается чистота очищенного сока на 4,1 процентных пункта


**Рис. 1. Экспериментальная зависимость предела концентрирования от давления обратного осмоса**
**Таблица 2. Экстраполяция предела концентрирования и оценка количества пермеата**

Давление, МПа	Сухие вещества сока, %	Масса сока/концентрация, кг	Масса пермеата, кг
2,10	16,9	1000	—
2,20	17,6	966,5	33,5
2,30	18,3	929,4	70,6
2,40	19,0	895,1	104,9
2,50	19,7	863,2	136,8
3,00	23,2	732,6	267,4
3,50	26,7	636,4	363,6
4,00	30,2	562,5	437,5
4,50	33,7	504,0	496,0
5,00	37,2	456,5	543,5
5,50	40,7	417,2	582,8
6,00	44,3	384,1	615,9
6,50	47,8	355,9	644,1
7,00	51,3	331,5	668,5
7,50	54,8	310,3	689,7
8,00	58,3	291,6	708,4
10,00	72,3	235,0	765,0
12,00	86,4	196,8	803,2

\* зелёный – технически достижимо для стандартных установок обратного осмоса молочной промышленности;

\*\* жёлтый – технически достижимо для данного типа мембран;

\*\*\* красный и до 12,0 МПа – является рабочим для систем опреснения морской воды.

и сока I сатурации – на 5,2 процентных пункта, происходит снижение содержания солей кальция и α-аминного азота в соке I сатурации на 93,5 и 95,8 % соответственно и в меньшей степени в очищенном соке – на 76,5 и 43,8 %. Произведённые расчёты прогнозных показателей и расчёт материальных потоков сахарного производства подтвердили, что схема с применением электродиализа сока I сатурации позволяет снизить расход извести и сатурационного газа по



сравнению с традиционной схемой очистки диффузионного сока.

Рациональным технологическим критерием завершения процесса электромембранной обработки сока I сатурации может являться уровень pH не ниже 9,0 [3]. При этом можно достичь: снижения зольности сока на 95 % и повышения его чистоты до 96 %; минимума солей кальция и удаления из сока мелассообразующих минералов (калия и натрия); снижения цветности сока на 19,3–28,4 % и его мутности на 34,8 %. Кроме того, можно исключить из схемы очистки диффузионного сока II сатурацию, дополнительную дефекацию и сульфитацию, снизив при этом выход условной мелассы на 2,7–3,1 % к массе свёклы и содержание сахара в ней на 1,2–1,4 % к массе свёклы.

На основании полученных данных был разработан способ очистки диффузионного сока [4], который осуществляется следующим образом. Диффузионный сок подвергается прогрессивной предварительной дефекации в многосекционном преддефекаторе. Основную дефекацию проводят сразу после преддефекации без промежуточного фильтрования в две ступени. Продолжительность тёплой дефекации 20 мин, горячей – 10 мин. Дефекованный сок, содержащий гидроксид кальция в растворе и осадке и коагулят, направляют на первую сатурацию, где его обрабатывают сатурационным газом. В результате реакции гидроксида кальция с диоксидом углерода образуются кристаллы  $\text{CaCO}_3$ , которые выпадают в осадок. Затем сок фильтруется, через охладитель-рекуператор охлаждается до 40–45 °C и направляется на электродиализную обработку. Электродиализную очистку проводят до pH сока 9,0–9,5.

После электродиализной очистки сок либо сгущают до 60–75 %

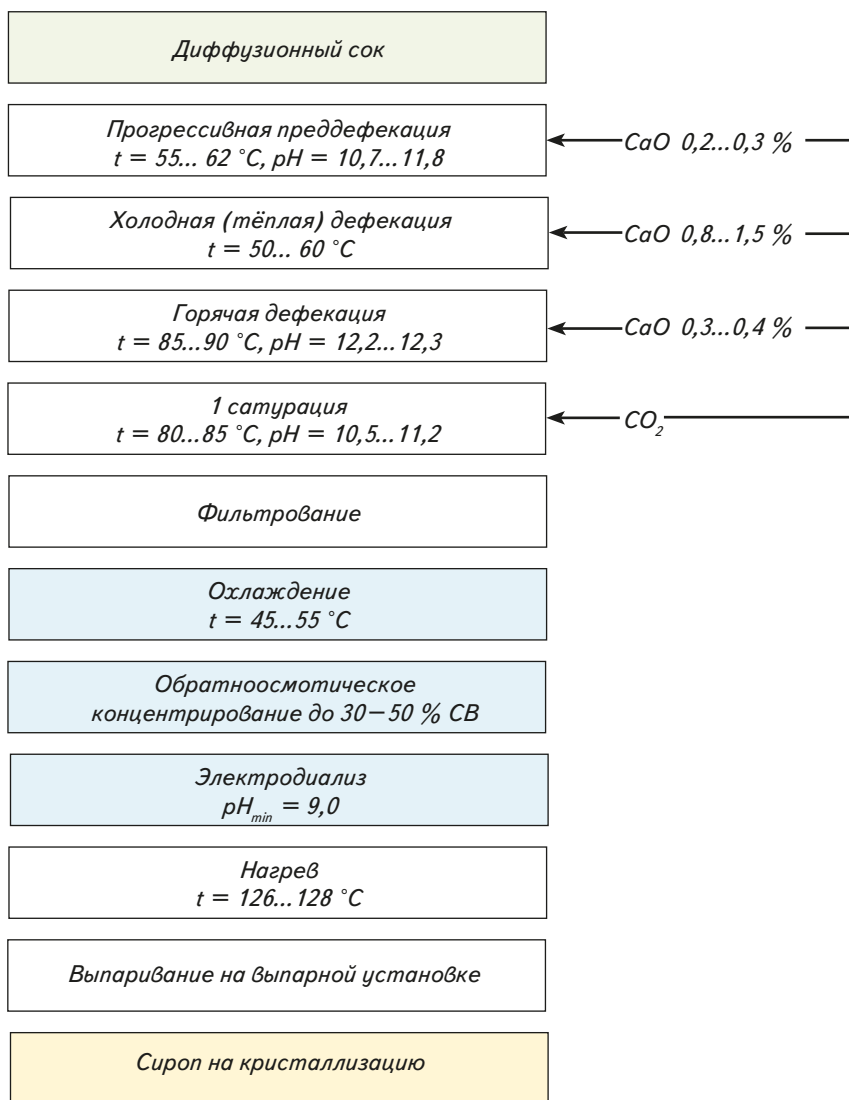


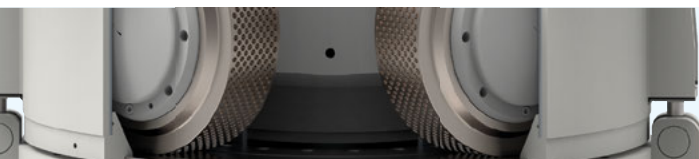
Рис. 2. Технологическая схема очистки диффузионного сока

сухих веществ и направляют на стадию уваривания утфеля I кристаллизации, либо вводят на стадию приготовления клеровки сахаров II и III кристаллизации.

Проведение сокоочистки по предложенной технологической схеме позволяет увеличить выход сахара на 1,05 % к массе свёклы, снизить цветность сока на 19,3–

Таблица 3. Показатели диффузионного сока после очистки

Показатель очищенного сока	Значение показателя	
	Традиционный способ	Предложенный способ
Чистота, %	92,53	96,83
НСХ, % к массе сока	1,30	0,52
Соли кальция, % к массе сока	0,065	0,005
Калий, % к массе сока	0,100	0,005
Натрий, % к массе сока	0,016	0,002



28,4 % и снизить расход известнякового камня на очистку сока на 0,7 % к массе свёклы [4, 5].

### Заключение

Установлена практическая возможность применения обратного осмоса для концентрирования диффузионного сока перед его электромембранной деминерализацией. Теоретически показана возможность осуществлять концентрирование сока до 60 % сухих веществ и выше.

Обосновано, что при применении электродиализа можно исключить из схемы очистки диффузионного сока II сатурацию, дополнительную дефекацию и сульфитацию, при этом повысить чистоту сока перед выпариванием более чем на 4 единицы с 92,5 до 96,8 % за счёт удаления мелассообразующих элементов, что позволяет увеличить выход сахара на 1,05 % к массе свёклы (табл. 3).

Предлагаемая технологическая схема очистки диффузионного сока представлена на рис. 2.

Использование новой схемы очистки диффузионного сока позволяет достичь эффекта декальцинации, снизить содержание мелассообразователей, разгрузить выпарную установку. Комбинация процессов из обратноосмотического концентрирования и электромембранной обработки может применяться как на промежуточной, так и на завершающей стадии очистки диффузионного сока по классической технологии.

### Список литературы

1. Бугаенко, И.Ф. Общая технология отрасли: Научные основы технологии сахара: учебник для студентов вузов / И.Ф. Бугаенко, В.И. Тужилкин. Ч. 1. — СПб. : ГИОРД, 2007. — 512 с.
2. Бугаенко, И.Ф. Основы сахарного производства / И.Ф. Бугаен-

ко. — М. : Международная сахарная компания, 2002. — 357 с.

3. Коррекция минерального состава полупродуктов сахарного производства с использованием электродиализа / О.К. Никулина, М.Р. Яковлева, О.В. Колоскова, О.В. Дымар // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2020. — Т. 13. — № 2 (48). — С. 27–35.

4. Никулина, О.К. Технология получения сахара с использованием биологически активных препаратов при хранении свёклы и электромембранной очистки сока : специальность 05.18.05 «Технология сахара и сахаристых продуктов, чая, табака и субтропических культур» : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Оксана Константиновна Никулина ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Минск, 2021. — 22 с.

5. Никулина, О.К. Очистка диффузионного сока с применением

электродиализа / О.К. Никулина, О.В. Дымар // Сахар. — 2021. — № 3. — С. 32–36.

6. Применение электродиализа для очистки диффузионного сока в сахарном производстве / О.К. Никулина, О.В. Колоскова, М.Р. Яковлева, О.В. Дымар // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14. — № 3 (53). — С. 51–61.

7. Повышение качества свекловичного сахара до экспортного уровня / С.М. Петров, Н.М. Подгорнова, В.И. Тужилкин, С.Л. Филатов // Сахар. — 2017. — № 5. — С. 30–33.

8. Поворов, А.А. Мембранная технология в сахарной промышленности / А.А. Поворов, Р.Г. Давыдова, Ю.В. Фомин // Сахар. — 2003. — № 1. — С. 36–43.

9. Савостин, А.В. Эффективность антинакипинов при выпаривании соков свеклосахарного производства / А.В. Савостин, В.О. Городецкий // Сахар. — 2014. — № 10. — С. 47–50.

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос возможности комбинирования электромембранных и баромембранных процессов для очистки диффузионного сока свеклосахарного производства. Приведены данные эксперимента по оценке пределов применимости обратного осмоса для концентрирования очищенного диффузионного сока свеклосахарного производства. Представлены результаты научно-производственных испытаний, подтверждающие эффективность применения электродиализа для очистки диффузионного сока различной степени очистки. Предложена технологическая схема очистки диффузионного сока, включающая комбинацию процессов обратноосмотического концентрирования и электромембранной обработки, которая позволяет достичь эффекта декальцинации, снизить содержание мелассообразователей, разгрузить выпарную установку.

**Ключевые слова:** очистка диффузионного сока, электродиализ, обратный осмос, электромембранные технологии, баромембранные технологии.

**Summary.** The possibility of combining electromembrane and baromembrane processes for the purification of diffusion juice of sugar beet production is discussing in article.

The experimental data concerning the evaluation of the limits of applicability of reverse osmosis for the concentration of purified diffusion juice of sugar beet production are presented. The data of scientific and production experiments confirming the effectiveness of the use of electrodiolysis for the purification of diffusion juice of various degrees of purification are presented. A technological scheme for the purification of diffusion juice is proposed. It includes a combination of processes from reverse osmotic concentration and electromembrane treatment and allows to achieve the effect of decalcification, to reduce the content of molasses forming agents and to reduce the load on the evaporation plant.

**Keywords:** diffusion juice purification, electrodiolysis, reverse osmosis, electromembrane technologies, baromembrane technologies.





**27  
НОЯБРЯ  
2022**



**ДЕНЬ  
САХАРНИКА**



Решением Совета Союза сахаропроизводителей России установлен профессиональный праздник отрасли День сахарника. Он будет отмечаться ежегодно в последнее воскресенье ноября. В ноябре 2022 года исполнится 220 лет со дня запуска первого в России свеклосахарного завода.

# К 120-летию профессора Сергея Захаровича Иванова

**В.А. ГОЛЫБИН**, проф., д-р техн. наук; **Н.Г. КУЛЬНЕВА**, проф., д-р техн. наук (e-mail: ngkulneva@yandex.ru)

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств



Сергей Захарович Иванов родился в 1902 г. в городе Белостоке Гродненской губернии. Среднее образование получил в Тамбове. В 1919 г. вступил добровольцем в ряды Красной Армии. Участвовал в разгроме кулацко-эсеровских банд в Тамбовской губернии. С 1924 по 1928 г. был на руководящей комсомольской работе.

В 1928 г. Сергей Захарович поступил в Воронежский сельскохозяйственный институт на технологическое отделение. После завершения обучения в 1933 г. получил квалификацию инженера-технолога сахарной промышленности. По рекомендации профессора П.М. Силина он был оставлен при кафедре технологии сахаристых веществ в качестве аспиранта. В 1938 г. за исследование «Кинетика щелочного распада инвертного сахара» ему присвоена учёная степень кандидата технических наук.

После защиты диссертации С.З. Иванов работал в Воронежском химико-технологическом институте, совмещая преподавательскую деятельность с руководящей работой в качестве проректора по учебно-научной работе (1937–1940 гг.).

В годы Великой Отечественной войны Сергей Захарович служил политруком истребительного батальона на территории Воронежа, затем начальником политсектора Воронежского свеклосахаротреста.

В 1944 г. С.З. Иванов был назначен заведующим кафедрой технологии сахаристых веществ Воронежского химико-технологического института. В 1951 г. он стал ректором Ленинградского технологического института пищевой промышленности. По его инициативе часть преподавателей и студентов в 1959 г. были возвращены в Воронеж, и началось возрождение Воронежского технологического института.

В 1958 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Распад сахарозы и пути его снижения в сахарном производстве», в 1960 г. ему было присвоено учёное звание профессора.

С 1959 по 1963 г. Сергей Захарович — ректор Воронежского технологического института. За этот период был расширен профиль института, укреплена материальная база, начала активно работать восстановленная кафедра технологии сахаристых веществ, которую профессор возглавлял до 1979 г.

Ответственную административную и общественную работу Сергей Захарович сочетал с интенсивной и плодотворной научно-педагогической деятельностью. Сформировавшееся ещё в 1930-х гг. под влиянием профессора П.М. Силина научное направление по исследованию устойчивости сахарозы в сахарном производстве и снижению её химических потерь было продолжено в научных разработках учеников С.З. Иванова. Под его руководством создана научная школа, защищены 13 кандидатских и 2 докторских диссертации.

Существенный вклад внёс Сергей Захарович в развитие отраслевой научно-технической информации и упорядочение терминологии, что способствовало снижению языкового барьера

между российскими и зарубежными специалистами сахарной и пищевой промышленности. Это направление деятельности учёного нашло практическую реализацию в издании двуязычных терминологических словарей по сахарной и крахмалопаточной промышленности на 17 иностранных языках. Под его научным руководством в данном направлении были защищены 3 кандидатских диссертации.

Научное наследие С.З. Иванова насчитывает свыше 400 научных работ, в том числе 30 книг, учебников, брошюр: «Контроль и учёт сахарорафинадного производства», «Общая технология сахаристых веществ», «Очерки по истории техники отечественного сахарного производства», «Комплексная переработка сахара-песка», «Изменение вязкости в сахарном производстве», «Терминология сахарного производства», «Выдающийся учёный-сахарник» (к 75-летию П.М. Силина) и др.

Сергей Захарович много лет руководил институтской организацией Всесоюзного общества «Знание», был членом редакционной коллегии журнала «Сахарная промышленность».

Активная многолетняя плодотворная научно-педагогическая деятельность С.З. Иванова получила достойное признание. Он был удостоен 12 государственных наград, в том числе ордена Трудового Красного Знамени. В 1973 г. Президиум Верховного Совета РСФСР присвоил С.З. Иванову почётное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». Также он был почётным членом Польского общества сахаротехников.

Имя Сергея Захаровича Иванова занесено в Книгу почётных научно-педагогических работников Воронежского технологического института. Профессора помнят ученики, работники сахарных заводов, его книги и словари используют студенты, обучающиеся по профилю «Технология сахаристых продуктов».

# САХАР

SUGAR ■ ZUCKER ■ SUCRE ■ AZUCAR

ISSN 2413-5518  
Выходит в свет с 1923 г.

## Проект журнала «Сахар» по привлечению авторов научных статей по технологиям возделывания сахарной свёклы, вопросам производства и хранения сахара

### Цели проекта

- Способствовать развитию научно-практических исследований: в области возделывания, хранения и переработки сахарной свёклы, производства сахара, эффективного использования побочных продуктов сахарного производства; о пользе натурального сахара и его применении в кондитерской и хлебобулочной индустрии, рецептурах безалкогольных напитков; о роли сахара в системе рационального питания.
- Создать систему мотивации авторов, представителей науки России и стран СНГ в целях написания актуальных и качественных материалов для журнала «Сахар» как единственного на пространстве СНГ периодического издания для технологов сахарного производства, также публикующего статьи по агротехнологиям устойчивого земледелия в севообороте сахарной свёклы, другим смежным тематикам.

РЫНОК САХАРА:  
СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗЫ

ТЕХНОЛОГИИ  
ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ

САХАРНОЕ  
ПРОИЗВОДСТВО

ЭКОНОМИКА.  
УПРАВЛЕНИЕ

НАУЧНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ

НАЛОГИ НА САХАР

САХАР И ЗДОРОВЬЕ

### Пакеты спонсоров научных публикаций в журнале «Сахар»

Пакет спонсора научных публикаций в журнале «Сахар»	Пакет 1	Пакет 2*	Пакет 3	Пакет 4*	Пакет 5	Пакет 6*
Количество уникальных научных статей, опубликованных в журнале «Сахар»	5	5	10	10	15	15
Нижние колонтитулы в каждой научной статье (по желанию спонсора)	5	5	10	10	15	15
Модуль формата 1/2 A4	0	1	2	3	2	3
Логотип спонсора в тексте научной статьи	12	12	12	12	12	12
Экземпляр журнала с опубликованной статьёй (типографская версия) с доставкой по России	5	0	10	0	15	0
Экземпляр журнала с опубликованной статьёй (электронная копия)	1	1	1	1	1	1
<b>Стоимость пакета, р.</b>	<b>75 000</b>	<b>75 000</b>	<b>120 000</b>	<b>120 000</b>	<b>175 000</b>	<b>175 000</b>

\*Типографская копия журнала не предоставляется, пакет рекламных услуг увеличен

# Россельхозцентр подтвердил высокое качество семян сахарной свёклы от компании «СоюзСемСвекла»

Специалисты Рамонского районного отдела филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Воронежской области провели исследование семян семи гибридов сахарной свёклы от компании «СоюзСемСвекла» урожая 2021 г. и подтвердили их высокое качество.

Согласно сообщению, специалисты взяли на исследование такие гибриды, как Прилив, Молния, Бриз, Скала, Волна, Вулкан и Буря. «Данные гибриды демонстрируют высокую устойчивость к болезням корнеплода и листового аппарата во всех свеклосеющих регионах России», — говорится в пресс-релизе ведомства. Все семь гибридов от отечественных селекционеров будут доступны аграриям в сезоне-2022.

Работа над созданием новых российских гибридов сахарной свёклы проводится в рамках Федеральной



Генеральный директор компании «Шелково Агрохим» академик РАН Салик Каракотов

научно-технической программы (ФНТП) на 2017–2030 гг. И одна из основных целей, которая ставится на ближайшую перспективу, связана с внедрением отечественных гибридов в массовое производство.

В настоящее время в Государственном реестре зарегистрированы 24 гибрида сахарной свёклы от компании «СоюзСемСвекла», 12 гибридов находятся на испытании в Госсортокомиссии.

«Нашей общей целью является благополучие страны и доступность продукции АПК всем слоям населения. Компания «Шелково Агрохим» способствует реализации этой цели, создавая новые высокоэффективные отечественные гибриды семян сахарной свёклы. Результаты госсортоиспытания подтверж-







Генеральный директор ООО «СоюзСемСвекла» кандидат сельскохозяйственных наук Роман Бердников

дают: наши гибриды сахарной свёклы не уступают представителям импортной селекции ни по урожайности, ни по дигестии. А по такому важному показателю, как устойчивость к заболеваниям, даже превосходят их», — уверен генеральный директор компании «Щелково Агрохим» академик РАН Салис Каракотов.

Генеральный директор ООО «СоюзСемСвекла» кандидат сельскохозяйственных наук Роман Бердников отметил, что сегодня гибриды компании успешно прошли испытания и запущены в производство. «Так, в нашем портфеле уже представлено семь гибридов, готовых к реализации, адаптированных к возделыванию в различных свеклосеющих регионах страны. Они демонстрируют высокие показатели урожайности и сахаристости, а также значительно снижают проблематику длительного хранения корнеплодов в кагатах, корневых гнилей, листовых болезней», — пояснил он.

Напомним, что 1 февраля на расширенном заседании Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию сенаторы выразили обеспокоенность низким самообеспечением России семенами различных культур.



В 2021 г. оно даже снизилось и сейчас составляет около 74 %, хотя в Доктрине продовольственной безопасности РФ этот показатель равен 75 %.

В России неплохо обстоят дела с зерновыми. Например, семенами пшеницы страна обеспечивает себя



более чем на 90 %, семенами зернобобовых культур — на 86 %, рапсом — только наполовину, кукурузой — на 45 %. Самые большие опасения вызывают овощные культуры, а также семена картофеля и сахарной свёклы, где ситуация близка к критической.

Пресс-служба АО «Щелково Агрохим»  
По материалам ФБГУ «Россельхозцентр»

# Баланс CO<sub>2</sub> при возделывании сахарной свёклы в Российской Федерации (обзор)<sup>S</sup>

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

**И.В. ЧЕРЕПУХИНА**, канд. биолог. наук (e-mail: irenius@list.ru)

**П.А. КОСЯКИН**, канд. с/х. наук

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

## Введение

Повышение концентрации в атмосфере углекислого газа как одного из парниковых газов является основной проблемой загрязнения окружающей среды [4, 10, 21, 27, 30]. Согласно «Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата» странам-участницам необходимо ограничить выбросы углекислого газа как при промышленном производстве, так и в сельском хозяйстве. Цель настоящей Конвенции – добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему [19].

Большое количество научных исследований посвящено эмиссии CO<sub>2</sub> в природных экосистемах (леса, луга, поймы) [10, 11], тогда как выделение углекислого газа в агроценозах, в том числе при возделывании сахарной свёклы, изучено недостаточно. При этом сахарная свёкла как культура с высокой продуктивностью связывает большое количество углерода [33], который она получает в основном из атмосферного воздуха, в то же время особенности возделывания её как пропашной культуры в значительной мере из-

меняют почвенную эмиссию CO<sub>2</sub> в агроценозах.

Цель исследований: выявить величину приходных и расходных статей баланса CO<sub>2</sub> при возделывании сахарной свёклы в Российской Федерации.

## Задачи исследования

1. Выявить связь антропогенной деятельности и эмиссии CO<sub>2</sub> в мире.

2. Определить количество CO<sub>2</sub>, связываемое растениями сахарной свёклы при формировании урожая.

3. Установить влияние приёмов возделывания сахарной свёклы на эмиссию углекислого газа в атмосферу.

4. Определить участие органического вещества почвы в углеродном обмене.

5. Изучить изменение эмиссии почвенного CO<sub>2</sub> в свекловичных агроценозах.

## Антропогенная деятельность и проблема CO<sub>2</sub>

Одним из важных факторов потепления климата на Земле в настоящее время является повышение концентрации в атмосфере парниковых газов, в том числе углекислого газа. В связи с этим была заключена вышеназванная

Конвенция, обязывающая подписавшие её страны составить баланс углерода на своей территории. В документе рассматриваются три категории в балансе парниковых газов по отношению к атмосфере: источники, стоки, резервуары предшественников парниковых газов. Конвенция предписывает странам-участницам принимать меры к уменьшению источников, увеличению стоков и сохранению резервуаров парниковых газов [4, 19, 34]. Актуальность проблемы углерода усиливается из-за глобальных изменений природной среды и климата, роста концентраций других парниковых газов в атмосфере Земли, дефицита продовольствия и энергии, утраты биоразнообразия и устойчивости экосистем и т. д. [21].

С 1850 г. концентрация CO<sub>2</sub> в атмосфере увеличилась на 31 %, а метана – на 149 %, что связано с антропогенным влиянием [31]. Выделение углекислого газа в атмосферу происходит вследствие дыхания наземной растительности (24 %), дыхания почвы (30 %), эмиссии с поверхности океанов (41 %), вулканической деятельности (1 %) и антропогенеза (4 %) [4]. Вследствие деятельности человека в год выделяется 8,0–8,5 Гт CO<sub>2</sub>, из них 3 % занимает сжигание то-



плива, 1 % – сведение лесов и сельхозпроизводство, а общий выброс CO<sub>2</sub> в мире составляет 204–234 Гт в год [27].

Основным аккумулятором углекислого газа в нашей стране является наземная растительность, связывающая 296 Гт углерода, а почвы удерживают 39,8 Гт углерода, что составляет 13,4 % от аккумуляции растительностью [4]. Продукция аграрного сектора в России поставляет 40,5 млн т CO<sub>2</sub> в год, или 5,2 % от всех выбросов.

Для предотвращения неконтролируемого выброса CO<sub>2</sub> разработана и получает широкое распространение концепция углеродного земледелия – способ ведения сельхозбизнеса, который позволяет связывать органический углерод почвы. Это поможет повысить устойчивость почвы к засухе и увеличить продуктивность АПК путём удаления лишнего углерода из атмосферы и сохранения его в почве, где он будет способствовать росту растений [30].

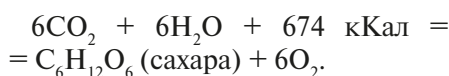
#### **Количество CO<sub>2</sub>, связываемое растениями сахарной свёклы при формировании урожая**

По оценке Martindale [29], сахар, производимый из сахарной свёклы, содержит примерно в 10 раз больше CO<sub>2</sub>, чем высвобождается при его производстве.

Воздух – основной источник углекислоты для растений. Количество CO<sub>2</sub>, поступающего из почвы через корневую систему сахарной свёклы, составляет лишь около 5 % общего количества, которое усваивается растениями в процессе фотосинтеза [16]. Установлено, что увеличение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере стимулирует рост сельскохозяйственных культур. К числу приоритетных направлений агрохимии углерода можно отнести задачи активизации фотосинтеза за счёт оптимизации минерального питания, поддержания

сбалансированных потоков и природной стехиометрии C : N : P : S в агроэкосистемах [21].

Фотосинтез – процесс образования преимущественно безазотистых органических веществ (углеводов) растениями из углекислого газа атмосферы и воды почвы при участии солнечных лучей [13]:



Потребление углекислоты сахарной свёклой в процессе фотосинтеза значительно. Так, при урожайности 400 ц/га корнеплодов потребность в углекислоте выражается в 312 кг в сутки. По расчётам А.А. Нечипоровича, при интенсивном росте 1 га свёклы потребляет около 1 т CO<sub>2</sub> в сутки [2].

В среднем растения содержат 45 % углерода, он занимает второе место в составе сухих веществ (после водорода). На 1 млрд атомов сухого вещества приходится 276 млн атомов углерода [1]. В составе сухой массы углерод находится на первом месте, так как при высушивании удаляется вся вода [15].

По данным L.F. Sánchez-Sastre и P. Martín-Ramos [32], содержание углерода в сухом веществе корней сахарной свёклы составило 43,4–44,9 %, а 1 га посевов сахарной свёклы связывает CO<sub>2</sub> в диапазоне от 31,5 до 69,4 т/га.

Согласно данным Agrarian Technological Institute, Кастилья-Леон [33], 1 га сахарной свёклы поглощает 46,4 т CO<sub>2</sub>. Возделывание сахарной свёклы (орошение, удобрения, применение побочной продукции, уборка и транспортировка) поставляет в атмосферу 4,9 т/га углекислого газа и ещё 5,1 тонны выделяется при переработке свекловичного сырья. С учётом этого положительный баланс связывания углекислого газа составляет 36,4 т CO<sub>2</sub>/га посевов сахарной свёклы.

По нашим расчётам, при среднем содержании сухого вещества в корнеплодах 25,0 % сахарная свёкла с урожаем основной продукции в 55,0–60,0 т/га в условиях ЦЧР связывает 24,8–28,5 т/га CO<sub>2</sub>. При переработке данного количества корнеплодов и выходе сахара на заводе около 13,5 % [18] будет получено 7,4–8,1 т очищенного сахара.

По данным Anon [25], при производстве сахара на 1 г будет потрачено 0,6 г CO<sub>2</sub> («след белого сахара»). Наш урожай в 55–60 т приведёт к выбросу 4,44–4,86 т углекислого газа при переработке.

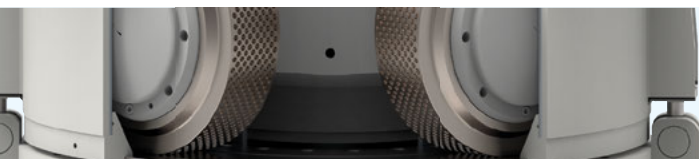
Не стоит забывать, что сахарная свёкла, как любое живое существо, дышит, при этом выделяется углекислый газ. Дыхание растений оценивается как половина от фотосинтеза [26]. Таким образом, в условиях ЦЧР урожай корнеплодов в 55,0–60,0 т/га способен связать 24,8–28,5 т/га CO<sub>2</sub>, но 4,4–4,9 т/га углекислого газа будет затрачено при его переработке.

#### **Участие органического вещества почвы в углеродном обмене**

Поступление углерода в почву из атмосферы и вынос с подземными и поверхностными водами не превышает 1–2 % от его круговорота и не влияет существенно на его баланс. Часть CO<sub>2</sub> находится в почвенном растворе и взаимодействует с карбонатами щелочей и щелочноземельных металлов [16].

Карбонатные чернозёмы связывают в среднем в год 0,63–1,14 г на 1 м<sup>2</sup> углекислого газа, или 6,30–11,4 кг/га [20].

В биогеохимическом круговороте углерода почве принадлежит основная роль, поскольку она служит важнейшим накопителем органического вещества, которое представлено растительным опадом, гумусовыми веществами (предгумусовое органическое вещество, активный гумус, устойчи-



вый гумус), биомассой микроорганизмов и почвенных животных; оно служит одновременно и аккумулятором, и донором  $\text{CO}_2$  [4, 20]. При разложении органических соединений в почвах сельскохозяйственных ландшафтов происходит обогащение почвенного и атмосферного воздуха  $\text{CO}_2$ , что улучшает условия питания растений [16].

Даже при высокой агротехнике низкое содержание  $\text{CO}_2$  может лимитировать продуктивность фотосинтеза. В связи с этим в получении высокого урожая становится очевидной роль органических удобрений, в частности навоза как одного из источников  $\text{CO}_2$  [2].

Внесение органических удобрений (навоза КРС, жидкого навоза, птичьего помёта, соломы с азотными удобрениями и целлюлозолитическим микромицетом и др.) в севооборотах с сахарной свёклой является традиционным агроприёмом, обеспечивающим стабилизацию гумусового состояния почв и улучшение питательного режима культур. Все они содержат углерод в разном количестве. Так, в составе соломы содержится 35–40 % углерода в форме органических соединений [15]. Разложение гетеротрофными микроорганизмами органических удобрений и соломы в почве приводит к выделению  $\text{CO}_2$ , а часть превращается в органическое вещество почвы. Из общего количества органических веществ навоза (17,5–24,0 %) 72 % минерализуется с образованием углекислого газа и 28 % переходит в состав гумуса [1], по другим данным – 20 % [8]. При внесении 30–40 т/га навоза содержание углекислоты в приземном воздухе возрастает на 100–200 кг, что обеспечивает примерно половину потребности пропашных культур (им нужно 200–300 кг в сутки) [1]. Используя коэффициент гумификации (0,1), можно рассчитать, что из данного количества навоза бу-

дет образовано 3–4 т/га гумуса, это соответствует связыванию 6,4–8,5 углекислого газа (1,3–2,1 т/га  $\text{CO}_2$  в год). Часть навоза минерализуется, что равно выделению 17,2–22,9 т/га  $\text{CO}_2$ , но поскольку навоз рекомендуется вносить не чаще 1 раза в 4–5 лет, то в год выделится порядка 3,5–4,5 т/га  $\text{CO}_2$ .

При урожайности 35,0 т/га корнеплодов растительные остатки культуры остаются в почве в количестве 1,29–2,12 т/га [17]. Современные гибриды, по нашей оценке, оставляют в почве 2,02–3,65 т/га растительных остатков, которые также частично подвергаются минерализации, при этом в атмосферу выделяется углекислый газ. Коэффициент их гумификации равен 0,1 [9], что соответствует образованию 0,20–0,36 т/га гумуса или связыванию 0,81–1,51 т/га углекислого газа, а в результате их минерализации выделится 0,71–1,4 т/га углекислого газа в атмосферу. Применение сидератов, например донника, увеличивает выделение  $\text{CO}_2$  на 70 % вследствие дополнительного поступления органического вещества [7].

Современные технологии уборки сахарной свёклы оставляют ботву в почве, где она частично гумифицируется, т. е. поступает в резервуар органического вещества почвы. В случае урожайности 55,0–60,0 т/га корнеплодов при соотношении основной и побочной продукции (если используются средние для культуры дозы удобрения), равной примерно 0,20–0,22 [14], урожайность ботвы составит 11,0–13,2 т/га. При её гумификации будет связано 2,34–2,8 т/га  $\text{CO}_2$  и выделится 4,0–4,9 т/га его в атмосферу. Для почв со стабильным содержанием гумуса количество образующегося  $\text{CO}_2$  примерно соответствует количеству поступающих в почву растительных остатков. Растительный опад и минерализа-

ция органического вещества определяют баланс углерода в почвах. В почвах агроландшафтов отмечается в основном отрицательный баланс органических соединений [16]. В свекловичном севообороте минерализация гумуса составляет примерно 0,01 % в год [5], что соответствует выделению 42,4 кг в год (0,042 т/га).

Таким образом, роль органического вещества чернозёмных почв свекловичных севооборотов в круговороте  $\text{CO}_2$  состоит в связывании значительных количеств углекислого газа (при недопущении масштабной минерализации гумуса), при этом внесение органических удобрений не только пополняет запасы органики в почве, но и способствует выделению некоторого количества  $\text{CO}_2$  в атмосферу.

#### **Вклад основных приёмов возделывания культуры в основные статьи баланса $\text{CO}_2$**

Основываясь на литературных данных, можно предположить, что баланс углекислого газа в севооборотах с сахарной свёклой складывается из поглощения культурой (урожаем продукции), гумификации органического вещества навоза и растительных остатков, фиксации карбонатами почвы (приходные статьи), а также разложения растительных остатков, гумуса, навоза и других органических удобрений, дыхания почвы (увеличивается при внесении минеральных удобрений), известкования, выноса поверхностными и подземными водами (расходные статьи).

Действие минеральных удобрений на эмиссию  $\text{CO}_2$  опосредованное, так как они практически не содержат углерода. Использование минеральных удобрений не вносит прямого вклада в баланс углерода в почве, но увеличивает выделение углекислого газа из почвы в 1,5–2,0 раза вследствие



того, что питательные вещества, в частности азот, не расходуются полностью и достаются микроорганизмам, которые при достаточном количестве углерода резко усиливают свою активность [6, 21, 22], а комплексное применение минеральных удобрений и навоза увеличивает продуцирование  $\text{CO}_2$  в 1,5–1,6 раза [23].

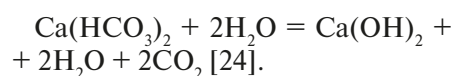
В исследованиях R. Manderscheid и A. Pacholski [27] отмечено, что увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  при одновременном улучшении азотного питания повышает урожайность сахарной свёклы.

Нормальное азотно-фосфорно-калийное питание увеличивает урожайность сахарной свёклы и тем самым повышает захват углерода [23].

Применение извести в севооборотах с сахарной свёклой — обязательный процесс для оптимизации кислотности на большинстве почв районов свеклосеяния, но оно способствует дополнительному поступлению  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Это происходит при нейтрализации почвенной кислотности: на первом этапе при внесении карбоната кальция с участием углекислого газа почвы и воды происходит образование бикарбоната кальция:



В дальнейшем бикарбонат кальция подвергается гидролизу, одним из продуктов реакции является углекислый газ:



Так, при внесении средних доз извести (7–10 т/га) возможна эмиссия 3,8–5,5 т/га углекислого газа, но поскольку данный агроприём проводят 1 раз в 6–7 лет, то за год выделится не более 0,54–0,92 т/га  $\text{CO}_2$ .

Таким образом, основные агроприёмы возделывания культуры поставляют в атмосферу порядка 8,7–11,7 т/га углекислого газа в год, при этом происходит связывание в органическом веществе почвы (при условии внесения навоза) порядка 4,4–11,2 т/га  $\text{CO}_2$  в год (по разным оценкам).

#### **Изменение эмиссии почвенного $\text{CO}_2$ в свекловичных агроценозах**

Дыхание почвы является основным источником  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Оно включает в себя дыхание корней, микроорганизмов и почвенных животных. Почвенный покров своей газовой функцией (по отношению к углероду) выполняет в биосфере важнейшую роль поддержания современного оптимального климата [12].

Эмиссия  $\text{CO}_2$  — один из показателей биологической активности почвы. Чем плодороднее почва, тем выше на ней урожай, тем интенсивнее её дыхание [3]. Микробное дыхание почвы составляет 63 % от общего выделения ею углекислого газа [4].

Уменьшение почвенной и агрогенной эмиссии парниковых газов в атмосферу и повышения углеродсеквестрирующего потенциала агроэкосистем является одним из приоритетных направлений агрохимии углерода [21].

По данным А.А. Борина, А.Э. Лощининой [3] на дерново-среднеподзолистой почве пропашные выделяют 61–64 мг  $\text{CO}_2/\text{м}^2$  в час, что составляет за сезон не менее 1,36 т/га  $\text{CO}_2$ .

Согласно исследованиям, проведённым во ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова, в контрольном варианте в сутки с 1 м<sup>2</sup> почвы выделялось 9,5 г  $\text{CO}_2$  [22], что за тёплый период с 1 га составило, возможно, 17,1 т/га, а совместное внесение 4,0 т/га соломы с азотом обеспечивало выделение 3,9 г в сутки

с 1 м<sup>2</sup> почвы [22], что, возможно, составило за тёплый период 7,02 т/га. Поскольку в звене «чёрный пар — озимая пшеница — сахарная свёкла» запашка соломы проводится 1 раз, то данный показатель равен 2,34 т/га в год, часть соломы гумифицируется со связыванием 0,9–1,1 т/га углекислого газа.

#### **Выводы**

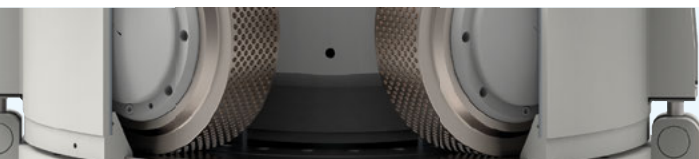
Баланс углекислого газа в севооборотах с сахарной свёклой складывается:

- из поглощения  $\text{CO}_2$  основной и побочной продукцией, растительными остатками, а также закрепления при гумификации навоза, фиксации карбонатами почвы, поступления с осадками из атмосферы (приходные статьи);
- разложения растительных остатков и гумуса, дыхания почвы (увеличивается при внесении минеральных удобрений), известкования, разложения части навоза, выноса поверхностными и подземными водами, минерализации гумуса (расходные статьи).

Сухое вещество сахарной свёклы при урожайности 55,0–60,0 т/га в условиях ЦЧР способно связывать основной продукцией (корнеплодами) около 24,8–28,5 т/га  $\text{CO}_2$ .

Основные агроприёмы возделывания культуры (запашка ботвы и растительных остатков, известкование, внесение навоза и минеральных удобрений) способствуют эмиссии в атмосферу порядка 8,7–11,7 т/га углекислого газа в год, при этом происходит связывание в органическом веществе почвы (при условии внесения навоза) порядка 4,4–11,2 т/га  $\text{CO}_2$  в год (по разным оценкам).

Снижение минерализации запасов гумуса, органических удобрений, растительных остатков с помощью рациональной обработки почв, внесения научно обоснованных доз удобрений, оптимизации



почвенной кислотности способно снизить эмиссию CO<sub>2</sub> в почвах свекловичных севооборотов.

Наиболее точный расчёт баланса углекислого газа в свекловичных севооборотах возможен при проведении детальных исследований эмиссии CO<sub>2</sub> из почв зоны свекловодства в европейской части России при внесении минеральных удобрений, навоза, соломы, известкования, включая разные периоды развития культуры, а также сопоставления эмиссии из почвы под сахарной свёклой, зерновыми культурами и природными биоценозами.

Выделение CO<sub>2</sub> при переработке сахарной свёклы на заводах в ЦЧР будет оценено после соответствующих расчётов.

По предварительным расчётам баланс углекислого газа при возделывании и переработке сахарной свёклы в ЦЧР является либо отрицательным (так как большое количество CO<sub>2</sub> связывается продукцией), либо близким к равновесному, т. е. свекловодство не является загрязнителем атмосферы выбросами CO<sub>2</sub>, а при определённых условиях, оно, возможно, соответствует требованиям карбонового земледелия.

#### Список литературы

1. Агрохимия / Под ред. П.М. Смирнова и А.В. Петербургского. — М.: Колос, 1975. — 512 с.
2. Биологические особенности сахарной свёклы. AGRO-Portal. su [Электронный ресурс] // URL: <https://agro-portal.su/saharnaya-svekla/2436-biologicheskie-osobennosti-saharnoy-svekly.html> (дата обращения: 13.02.2022)
3. Борин, А.А. Обработка почвы, её биологические свойства и урожай / А.А. Борин, А.Э. Лощина // Вестник АПК Верхневолжья. — 2019. — № 1(45). — С. 22–26.
4. Заварзин, Г.А. Почва как главный источник углекислоты и ре-

зервуар органического углерода на территории России / Г.А. Заварзин, В.Н. Кудеяров // Вестник Российской академии наук. — 2006. — Т. 76. — № 1. — С. 14–29.

5. Громовик, А.И. Трансформация гумусного состояния чернозёма выщелоченного при длительном применении удобрений в зерно-свекловичном севообороте: специальность 03.00.27 «почвоведение»: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Аркадий Игоревич Громовик; Воронежский гос. аграрн. ун-т. — Воронеж, 2009. — 24 с.

6. Ерёмин, Д.И. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на эмиссию углекислого газа пахотного чернозёма лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Ерёмин // Молодой учёный. — 2016. — № 12 (116). — С. 1062–1064.

7. Кашапов, Р.Ш. Эмиссия углерода углекислого газа почвенным покровом Башкортостана / Р.Ш. Кашапов // Учёные записки Казанского государственного университета. — Т. 150. — Кн. 3. — Естественные науки. — 2008. — С. 98–102.

8. Кротких, Т.А. Воспроизводство и оптимизация плодородия почв при возделывании сельскохозяйственных культур в севооборотах и выводных полях / Т.А. Кротких, Л.А. Михайлова. — Пермь: Пермская ГСХА, 2009. — 24 с.

9. Корчагин, А.А. Система удобрений / А.А. Корчагин, М.А. Мазиров, Н.А. Комарова. — Владимир: ВлГУ, 2018. — 115 с.

10. Курганова, И. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода / И. Курганова, В. Кудеяров // Наука в России. — 2012. — № 5 (191). — С. 25–32.

11. Курганова, И.Н. Численная оценка среднемесячного дыхания почв с помощью t&r модели при различной обеспеченности осадками / И.Н. Курганова, В.О. Лопес Де Гереню. — В сб.: Математическое моделирование в экологи-

гии: матер. Пятой Национальной научн. конф. с междунар. участием. — 2017. — С. 109–110.

12. Матвеева, Е.В. Интенсивность выделения CO<sub>2</sub> в экосистемах Предбайкалья / Е.В. Матвеева, Ш.К. Хуснидинов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. — 2013. — № 4 (33). — С. 82–88.

13. Медведев, С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. — СПб.: изд-во СПб. ун-та, 2004. — 336 с.

14. Минакова, О.А. Продуктивность гибридов сахарной свёклы отечественной и зарубежной селекции на разных фонах основного удобрения в ЦЧР / О.А. Минакова, Л.В. Александрова, Т.Н. Подвигина // Сахарная свёкла. — 2020. — № 1. — С. 24–27.

15. Минеев, В.Г. Агрохимия: классический университетский учебник для стран СНГ / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков [и др.]. — М.: ВНИИА, 2017. — 854 с.

16. Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МГУ, 1992. — 399 с.

17. Павлюченко, А.У. Накопление и разложение растительных остатков в почве основных звеньев свекловичных севооборотов лесостепи Центрально-Чернозёмной зоны: специальность 06.01.01: Общее земледелие, растениеводство: автореф. дисс. ... канд. с/х. наук / Павлюченко Анатолий Устинович; Рамонь, 1986. — 18 с.

18. Путилина, Л.Н. Повышение технологического качества сахарной свёклы в результате внекорневого внесения препарата «БиоТерра Антистресс» / Л.Н. Путилина, Н.А. Лазутина // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2020. — № 3. — С. 9–19.

19. Рамочная конвенция Организации Объединённых Наций об изменении климата. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электрон-



ный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1901908> (дата обращения: 21.02.2022)

20. Динамика педогенных карбонатов в некоторых почвах и их роль в качестве буферного резервуара для атмосферной  $\text{CO}_2$  / Я.Г. Рысков, А.В. Борисов, А.С. Олейник [и др.] // Климат и цикл углерода: прошлое и современность. – М.: Геос, 1999. – С. 37–39.

21. Семёнов, В.М. Проблема углерода в устойчивом земледелии: агрохимические аспекты / В.М. Семёнов, Т.Н. Лебедева // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 3–12.

22. Оценка действия углекислого газа, выделяющегося при запашке соломы зерновых культур с *Humicola fuscoatra*, на фотосинтетические процессы и продуктивность сахарной свёклы / И.В. Черепухина, Н.В. Безлер, И.И. Васенев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 6. – С. 34–37.

23. Шилова, Н.А. Динамика выделения  $\text{CO}_2$  в посевах полевых культур на дерново-подзолистых и торфяных почвах / Н.А. Шилова // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 104–113.

24. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.

25. Anon. Corporate sustainable report. British Sugar UK & Ireland, Techn Bull. – 2010.

26. The Carbon Cycle. Earth Observatory [Электронный ресурс] // URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/page1.php> (дата обращения: 14.02.2022)

27. Houghton, R.A. Revised estimates of annual net flux of carbon

to the atmosphere from changes in land use and land management 1850–2000 / R.A. Houghton // Tellus. – 2003. – 55B. – P. 378–390.

28. Manderscheid, R. Effect of free air carbon dioxide enrichment combined with two nitrogen levels on growth, yield and yield quality of sugar beet: Evidence for a sink limitation of beet growth under elevated  $\text{CO}_2$  / R. Manderscheid, A. Pacholski, H.-J. Weigel // European Journal of Agronomy. – V. 32. – Is. 3. – 2010. – April. – P. 228–239.

29. Martindale, W. The sustainability of the sugar beet crop – the potential of add value / W. Martindale // British Sugar Beet Review. – 2013. – 81: 49–52.

30. Medvedeva, A. Карбоновое земледелие и его перспективы / А. Medvedeva. Agro XXI: агропромышленный портал [Электронный ресурс] // URL: <https://www.agroxxi.ru/stati/karbonovoe->

[zemledelie-i-ego-perspektivy.html](http://zemledelie-i-ego-perspektivy.html) (дата обращения: 20.02.2022)

31. Roman, R.A. Climate Change and Consumer Finance: A Very Brief Literature Review / R.A. Roman, J.J. Canals-Cerdá. www.philadelphiafed.org [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter7-1.pdf> (дата обращения: 17.02.2022)

32. Impact of Climatic Variables on Carbon Content in Sugar Beet Root / L.F. Sánchez-Sastre, P. Martín-Ramos, L.M. Navas-Gracia [et al.] // Agronomy. – 2018. – № 8. – P. 147; doi:10.3390/agronomy8080147.

33. Stady: Beet farming captures over 46 t of  $\text{CO}_2$  per ha // Sugar Industry. – 146 (71). – December. – 2021. – P. 662.

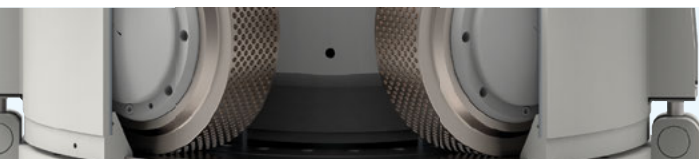
34. Sustainability of the Sugar Beet / P. Stevanato, Ch. Broccanello, C. Chiodi [et al.] // Sugar Tech. – 2019. – V. 21. – № 5. – P. 703–716.

**Аннотация.** Проблема повышения выделения парниковых газов, включая  $\text{CO}_2$ , приводящего к негативным изменениям климата, является результатом деятельности человека, в том числе в сельском хозяйстве. Возделывание сахарной свёклы в ЦЧР способствуют формированию отрицательного баланса углекислого газа, это свидетельствует об отчуждении некоторого количества  $\text{CO}_2$  из атмосферы и подтверждает, что свекловодство не является загрязнителем окружающей среды выбросами  $\text{CO}_2$  и по многим параметрам соответствует требованиям карбонового земледелия. Предупреждение дегумификации чернозёмов, внесение рациональных доз удобрений, ослабление минерализации органических удобрений, заделка пожнивных и корневых остатков способствует снижению эмиссии углекислого газа из почв свекловичных севооборотов.

**Ключевые слова:** углекислый газ, эмиссия, углерод, сахарная свёкла, растительные остатки, солома, навоз, гумификация, минерализация.

**Summary.** Problem of increase in evolving of greenhouse gases including  $\text{CO}_2$  that leads to negative climate changes is a result of human activity, in agriculture as well. Cultivation of sugar beet in the Central Black-Earth Region promotes formation of carbon dioxide negative balance that testifies to taking of some  $\text{CO}_2$  quantity from atmosphere and confirms that beet growing does not pollute the environment with  $\text{CO}_2$  emissions and meets the requirements of carbon farming according to many parameters. Prevention of black earth soil de-humification, application of rational fertilizer doses, reduction of organic fertilizers' mineralization, and plowing of after-harvesting and root residues in soil promote decrease of carbon dioxide emission from beet crop rotations.

**Keywords:** carbon dioxide, emission, carbon, sugar beet, plant residues, straw, manure, humification, mineralization.



# Скрининг исходных материалов сахарной свёклы на наличие минисателлитных локусов TRs, связанных с ЦМС\*, S

Т.П. ФЕДУЛОВА, д-р биолог. наук

А.А. НАЛБАНДЯН, канд. биолог. наук (e-mail: arpnal@rambler.ru)

Т.Н. ДУВАНОВА, мл. научный сотрудник

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

## Введение

Приоритетным направлением в современной селекции сахарной свёклы является создание высокопродуктивных гибридов на ЦМС-основе с использованием линейного исходного материала. Развитие методов молекулярного анализа генов высших растений позволило изучать не только ядерные, но и митохондриальные, и хлоропластные геномы. Так, установлено, что цитоплазматические детерминанты системы ЦМС, использование которой в селекции имеет большое значение, находятся в митохондриальном геноме. Была определена полная нуклеотидная последовательность (501020 п. н.) митохондриального генома из цитоплазматической мужской стерильности (CMS) сахарной свёклы [1, 2]. Это позволило сравнить последовательность с ранее опубликованной для митохондриального генома нормальной сахарной свёклы с мужской фертильностью. Сравнение показало, что два генома имеют одинаковый набор генов с известной функцией. Гены рРНК и тРНК, закодированные в митохондриальном геноме CMS, обладают 100%-ной идентичностью последовательностей с соответствующими аналогами в нормальном геноме.

Обнаружены в общей сложности 24 однонуклеотидные замены (SNP) в 11 белковых генах, кодируемых митохондриальным геномом CMS. Однако ни один из них, по-видимому, не является причиной мужского бесплодия. Кроме того, было выявлено, что несколько ОРС (открытые рамки считывания) генома активно транскрибируются в митохондриях сахарной свёклы. Среди них установлено, что Norf246 присутствует в нормальном митохондриальном геноме, но отсутствует в геноме CMS. Наоборот, геном CMS содержит четыре транскрибируемых ОРС (Satp6presequence, Scox2-2, Sorf324 и Sorf119), отсутствующих в нормальном геноме. Было показано, что эти ОРС, которые являются потенциальными кан-

дидатами в гены CMS, генерируются перестройками митохондриального генома [3]. Цитоплазматическая мужская стерильность (CMS), «митохондриально» наследуемый признак, который приводит к абортации пыльцы, часто встречается в диких популяциях. Это порождает систему размножения, называемую гинодицией. В растениях *Beta vulgaris* ssp. *maritima* обнаружено, что CMS-G широко распространена во всём ареале этого вида. Несмотря на секвенирование митохондриального генома CMS-G, фактор стерилизации митохондрий, вызывающий CMS-G, до сих пор неизвестен. Путём биохимической характеристики CMS-G авторы настоящей статьи выявили, что у растений CMS-G изменена экспрессия нескольких митохондриальных белков. В частности, Cox1, основная субъединица цитохром-с-оксидазы (комплекс IV), крупнее, но всё ещё может собираться в комплекс IV. Однако CMS-G-специфический комплекс IV был обнаружен только в виде стабилизированного димера. Авторы не наблюдали изменения сродства комплекса IV к цитохрому C, но в CMS-G ёмкость комплекса IV снижена. Показано, что CMS-G сохраняется во многих естественных популяциях, несмотря на то что он связан с атипичным комплексом IV. Предполагается, что модифицированный комплекс IV может играть роль в поддержании гинодиции в диких популяциях [4]. Наличие митохондриального гена/локуса, обеспечивающего стерильность у растений-регенерантов сахарной свёклы, изучали с использованием минисателлитных праймеров семейства TR: TR1, TR2, TR3 и TR4. Известно, что минисателлиты – высоковариабельные тандемные повторы широко используются для оценки полиморфизма митохондриального генома. Ранее в результате исследований иностранных авторов были обнаружены и описаны четыре локуса тандемных повторов (TR1, TR2, TR3 и TR4) в митохондриальном геноме сахарной свёклы. Семейство минисателлитов TR состоит из тандемных повторов длиной 30–32 п. н., количество которых варьировало от 2 до 13 среди исследованных генотипов свёклы.

\*ЦМС – цитоплазматическая мужская стерильность





Было показано, что маркеры TR1 и TR3 сцеплены с генами, контролирующими ЦМС. Признак ЦМС – один из немногих связанных с генами митохондрий у высших растений. Он выражается в формировании пыльников со стерильной пылью [5–7].

В связи с этим выявление локус-специфических ДНК-маркеров для молекулярного генотипирования и идентификации локусов, сцепленных с признаком ЦМС у растений сахарной свёклы, является актуальным направлением исследований.

### Материалы и методы исследований

В качестве материалов для исследований были изучены 50 генотипов сахарной свёклы селекции ФГБНУ ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова, любезно предоставленные доктором сельскохозяйственных наук В.П. Ошевным (лаборатория ЦМС) под амбарными номерами № 120–170. Тотальную ДНК (в пяти повторностях) экстрагировали из зелёной листовой массы с использованием наборов для выделения ДНК (ЗАО «Синтол») [8]. Качество образцов оценивали электрофорезом в 1,2%-ном агарозном геле, концентрацию определяли с помощью набора HS QubitR (ThermoFisherScientific, США). ПЦР осуществляли на приборе SimpliAmp (ThermoFisherScientific, США).

Протокол ПЦР: 1) денатурация 94 °С в течение 4 мин; 2) далее 30 циклов: денатурация 94 °С – 35 сек; отжиг – 45 сек; элонгация при 72 °С – 60 сек; 3) заключительная элонгация при 72 °С – 7 мин.

Состав ПЦР-смеси: 1×ПЦР – буфер, 2,5мМ MgCl<sub>2</sub>, по 0,2мМ смеси dNTP, 1 ед. Taq ДНК-полимеразы, ДНК 500 нг, праймеры 0,5мкМ. Для молекулярно-генетического изучения генотипов сахарной свёклы нами были использованы 2 пары минисателлитных праймеров семейства TR (TR1 и TR3) [5]. Нуклеотидные последовательности и характеристики использованных пар праймеров представлены в таблице.

### Результаты исследований и их обсуждение

Поиск новых источников ЦМС имеет важное научное и практическое значение для селекции сахарной свёклы. Из всех изученных цитоплазм практическую ценность для селекции в связи с использованием ЦМС в целях получения гибридных семян

имеют только две: стерильная (*S vulg.*) и фертильная (*N vulg.*). Для выявления минисателлитных локусов TR, связанных с ЦМС у растений сахарной свёклы, нами было проведено молекулярно-генетическое тестирование 50 образцов на ЦМС, которая контролируется митохондриальными генами. Для подтверждения молекулярно-генетическими методами принадлежности исследуемых генотипов сахарной свёклы к МС- и О-тип-формам нами проведена амплификация ДНК образцов с праймерами TR1 и TR3. Амплификация ДНК изучаемых генотипов с праймером TR1 выявила фрагменты длиной ~700 п. н., характерные для форм закрепителя стерильности О-типа; с праймером TR3 ~500 п. н. Ампликоны длиной ~400 п. н. присущи МС-формам (при амплификации и с TR1, и с TR3).

В качестве примера приводим некоторые рисунки амплифицированных фрагментов ДНК, выявленные с использованием данных олигонуклеотидов у инбредных линий сахарной свёклы различного происхождения (рис. 1). У всех растений генотипов под № 140 и 141 выявлены ДНК-ампликоны, характерные для МС-форм: ~400 п. н.

Амплификация растений генотипа под № 154 позволила обнаружить ДНК-фрагменты, характерные для форм закрепителей стерильности О-типа; генотипы под № 155 и 156 содержали в своём гено-

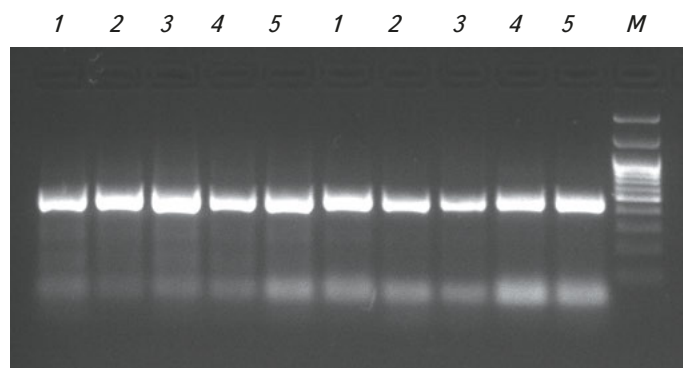
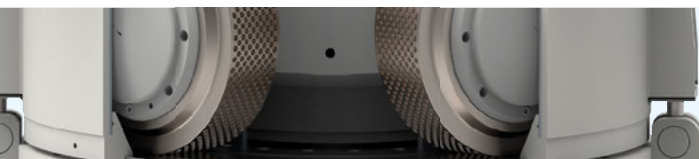


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов ПЦР с использованием праймера TR3. Дорожки слева направо: № 140 и 141 (по 5 растений). М – маркер молекулярных масс ДНК GeneRuler™, 100–3000 п. н. (Thermo Fisher Scientific, США)

### Нуклеотидные последовательности и характеристики минисателлитных праймеров

Праймеры	Последовательность 5'–3'	Tm, °С	(ссылка)
TR1	F: AGAАСТTCGATAGGCGAGAGG R: GCAATTTTCAGGGCATGAACC	59	Nishizawa, 2000
TR3	F: AGATCCAAACAGAGGGACTG R: CGGATCACCCSTATTTCATTTG	56	– // –



ме ДНК-фрагменты, присущие МС-форме: ~700 п. н. и ~400 п. н. соответственно (рис. 2).

Генотипы № 160–162 также были амплифицированы с праймером TR1. Растения первых двух генотипов проявили себя как МС-формы. В растениях генотипа № 162 обнаружили оба вышеуказанных ампликона. Поскольку в геноме выявляются оба фрагмента, однозначно говорить о его принадлежности к МС- или О-типу нельзя. Доказано, что как N-, так и S-специфичные маркеры присутствуют в цитоплазмах растений и с оуэновским плазмотипом, и с плазмотипом, который обеспечивает образование фертильной пыльцы. Данные, полученные А.Г. Брагиным [9], свидетельствуют о том, что имеет место совместное присутствие митохондриальных геномов N- и S-типов в пределах митохондриального генома растений одной линии. Этим и можно объяснить неоднородность генотипа № 162 (рис. 3).

Амплификация ДНК генотипов № 122 и 123 с праймером TR3 показала наличие фрагментов длиной ~500 п. н. (присущие растениям О-типа с данным праймером) у растений генотипа № 123. Ампликоны длиной ~400 (свойственные растениям МС-форм) присутствовали у растений генотипа № 122 (рис. 4).

### Заключение

Таким образом, в результате проведённых молекулярно-генетических исследований можно констатировать, что апробированные нами праймеры TR1 и TR3 позволяют на ранних этапах селекционного процесса разделять растения сахарной свёклы на мужскостерильные (МС) и опылители – закрепители стерильности Оуэн-типа (О-тип) формы, что имеет важную теоретическую и практическую значимость для селекции. Из всех 50 исследованных линий сахарной свёклы на основе данных олигонуклеотидных праймеров выделено 44 генотипа, характерных для ЦМС-форм и 2 – свойственных формам Оуэн-типа. 4 генотипа имели растения как МС-, так и О-тип форм. 1 генотип характеризовался наличием растений с МС- и Оп-формами. Проведённые молекулярные исследования позволяют избежать длительного и кропотливого изучения и браковки растений сахарной свёклы по фенотипическому проявлению признаков стерильности/фертильности, закрепительной способности в тепличных и полевых условиях, сокращая сроки создания гибридов в два-три раза.

Отобранные по изученным молекулярно-генетическим маркерам генотипы сахарной свёклы будут вовлечены в дальнейшую селекционную работу по созданию высокопродуктивных гибридов на основе ЦМС с закреплённым уровнем гетерозиса.

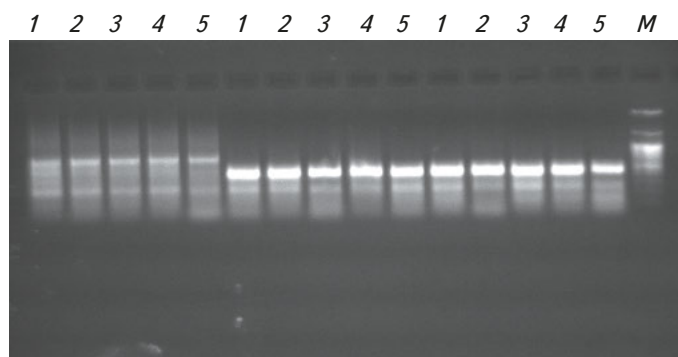


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов ПЦР с использованием праймера TR1. Дорожки слева направо: № 154, 155, 156 (по 5 растений). М – маркер молекулярных масс ДНК GeneRuler™, 100–3000 п. н. (Thermo Fisher Scientific, США)

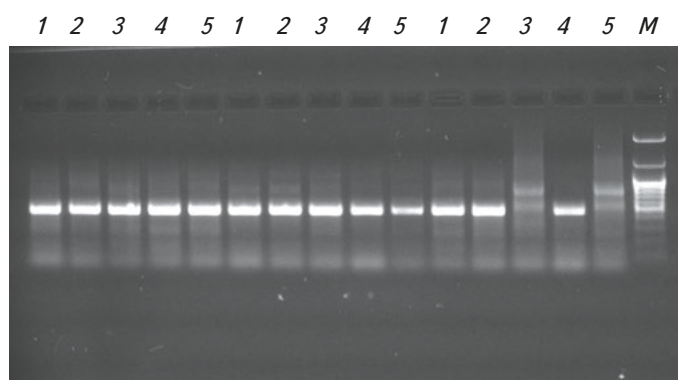


Рис. 3. Амплифицированные ПЦР-продукты с использованием праймера TR1. Дорожки слева направо: № 160, 161, 162 (по 5 растений). М – маркер молекулярных масс ДНК GeneRuler™, 100–3000 п. н. (Thermo Fisher Scientific, США)

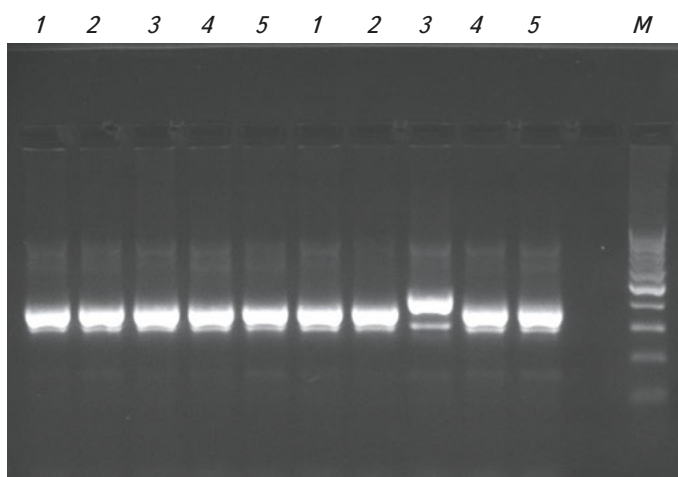


Рис. 4. Электрофореграмма продуктов ПЦР с использованием праймера TR3. Дорожки слева направо: № 122 и 123 (по 5 растений). М – маркер молекулярных масс ДНК GeneRuler™, 100–3000 п. н. (Thermo Fisher Scientific, США)



Лучшие стихи будут опубликованы  
в номерах журнала «Сахар» 04(22)–12(22)\*

Тексты\*\* редакция просит присылать до 30 сентября 2022 г. на электронный адрес редакции журнала «Сахар»: [sahar@saharmag.com](mailto:sahar@saharmag.com)

**ВАЖНО**

Должны быть указаны:

ФИО автора;

название предприятия;

контакты автора (телефон, e-mail).

(\*). Требования: текст должен быть уникальным, состоять из 16 строк и включать слова: «220 лет», «свеклосахарная отрасль», «Россия».

(\*\*) Отправляя текст на конкурс, автор соглашается с передачей редакции журнала «Сахар» прав на опубликование текста и/или использование его в других материалах журнала «Сахар», сайтов [www.rossahar.ru](http://www.rossahar.ru) и [www.saharmag.com](http://www.saharmag.com), а также на обработку персональных данных.



**Впиши себя в историю свеклосахарной отрасли России!**

Список литературы

1. Satoh, M. The cytoplasmic male-sterile type and normal type mitochondrial genomes of sugar beet share the same complement of genes of known function but differ in the content of expressed ORFs / M. Satoh, T. Kubo, S. Nishizawa [et al.] // *Molecular Genetics and Genomics*. – 2004. – V. 272. – P. 247–256. DOI: 10.1007/s00438-004-1058-9

2. Каракотов, С.Д. Современные аспекты селекции гибридов сахарной свёклы (*Beta vulgaris* L.) / С.Д. Каракотов, И.В. Апасов, А.А. Налбандян [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2021. – V. 25. – № 4. – P. 394–400. DOI 10.18699/VJ21.043

3. Satoh, M. The Owen mitochondrial genome in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): possible mechanisms of extensive rearrangements and the origin of the mitotype-unique regions / M. Satoh, T. Kubo, T. Mikami // *Theor Appl Genet*. – 2006. – V. 113. – P. 477–484. DOI 10.1007/s00122-006-0312-4

4. Meyer, E. CMS-G from *Beta vulgaris* ssp. *maritima* is maintained in natural populations despite containing an atypical cytochrome C oxidase / E. Meyer, C. Lehmann, S. Boivin [et al.] // *Biochem J*. – 2018. – V. 23. – P. 475(4). – P. 759–773. DOI 10.1042/BCJ20170655

5. Nishizawa, S. Variable number of tandem repeat loci in the mitochondrial genomes of beets / S. Nishizawa, T. Kubo, T. Mikami // *Current Genetics*. – 2000. – V. 37. – P. 34–38. DOI 10.1007/s002940050005

6. Liu, Q. Analysis of Cytoplasm Polymorphism on the TR2 Locus of Mitochondria Genome in Leaf Beet Line SK-5 / Q. Liu, L. Liu, Ch. Luo [et al.] // *Advances in Biological Sciences Research*. – 2017. – № 4. – P. 292–296. DOI 10.2991/bbe-17.2017.48

7. Xia, H. Microhomologies Are Associated with Tandem Duplications and Structural Variation in Plant Mitochondrial Genomes / H. Xia, W. Zhao, Y. Shi [et al.] // *Genome Biol. Evol.* – 2020. – V. 12. – № 11. – P. 1965–1974. DOI 10.1093/gbe/evaa/172

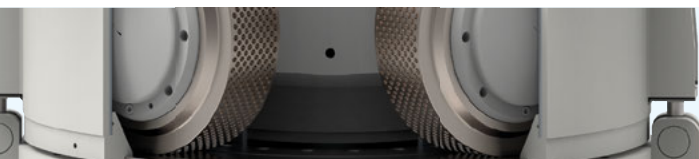
8. A Low-Cost High-Throughput Method for Plant Genomic DNA Isolation / P. Gupta, H. Salava, Y. Sreelakshmi, R. Sharma // *Methods Mol Biol*. – 2020. – V. 2072. – P. 1–7. DOI 10.1007/978-1-4939-9865-4\_1

9. Анализ гетероплазматического состояния митохондриальной ДНК фертильных и мужскостерильных растений сахарной свёклы (*Beta vulgaris*) / А.Г. Брагин, М.К. Иванов, Л.А. Федосеева, Г.М. Дымшиц // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2011. – Т. 15. – № 3. – С. 585–590.

**Аннотация.** Цель исследований – проведение молекулярно-генетического изучения растений сахарной свёклы отечественной селекции. Представлены результаты скрининга данных линий сахарной свёклы по двум минисателлитным маркерам TR1 и TR3. Установлено, что ДНК-маркеры митохондриального генома сахарной свёклы позволяют идентифицировать генотипы как MS- и O-тип формы. Для растений-опылителей (закрепителей стерильности) O-типа характерно наличие ДНК-ампликонов длиной 700 п. н. для праймера TR1 и 500 п. н. – для TR3. Растения MS-форм содержат ампликоны размером 400 п. н. **Ключевые слова:** сахарная свёкла, митохондриальный геном, цитоплазматическая мужская стерильность, ПЦР-анализ.

**Summary.** Aim of the investigations is to carry out molecular-genetic study of sugar beet plants of domestic selection. The results of screening data of sugar lines by two mini-satellite markers TR1 and TR3 are presented. It has been established that DNA-markers of sugar beet mitochondrial genome allow high-reliable identification of plants as MS- and O-type forms. It has been revealed that plants-pollinators (sterility maintainers) of O-type are characterized by presence of DNA-amplicons: 700 bp in length when using the primer TR1 and 500 bp in length when using the primer TR3. The fragments of 400 bp are typical of MS plants.

**Keywords:** sugar beet, mitochondrial genome, cytoplasmic male sterility, PCR.



# Последствия от примеси зерновых гербицидов в баке опрыскивателя для сахарной свёклы. Значение своевременной промывки опрыскивателя<sup>S</sup>

**Е.А. ДВОРЯНКИН**, д-р с/х. наук (e-mail: dvoryankin149@gmail.com)

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

## Введение

В ранее опубликованных работах показано влияние примеси ряда зерновых гербицидов в баке опрыскивателя при обработке сахарной свёклы гербицидами группы бетаналов на рост, развитие и продуктивность культуры, а также приведены причины, которые способствуют образованию агрессивных смесей гербицидов и усилению их токсичности для растений сахарной свёклы [1, 2]. Получены данные, свидетельствующие о том, что синергия токсичности для сахарной свёклы малых доз зерновых гербицидов не ограничена только в смесях с гербицидами группы бетаналов, но проявляется практически со всеми свекловичными гербицидами при обработке ими посева.

В данном обзоре не затрагиваются случаи с перерасходом препаратов, используемых непосредственно на сахарной свёкле в борьбе с сорняками, что может затормозить рост и развитие растений. Также не приводятся случаи усиления поражающего последствия для растений сахарной свёклы остаточного содержания в почве гербицидов – ингибиторов фермента ацетолактатсинтазы (АЛС) после

проведения плановой химической прополки сорняков [3, 4].

Цель предлагаемого обзора – показать влияние примеси в баке опрыскивателя токсичных для сахарной свёклы гербицидов на продуктивность культуры и обратить внимание производителей сахарной свёклы на важность тщательной промывки опрыскивателя при смене препарата (смеси препаратов), а также при переходе с одной культуры на другую.

## Методы исследований

Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИСС. Объектом изучения служили растения сахарной свёклы в фазе семядолей – двух пар настоящих листьев и различные зерновые гербициды в сублетальных и изреживающих посев дозах: «Эстерон», «Пульсар», «Каллисто», «Ларен», «Гранстар», «Титус», «Серто Плюс», применяемые на пшенице, горохе, кукурузе.

В опытах на сахарной свёкле изучали сублетальное действие испытуемых гербицидов от нормы применения «Эстерона», 0,8 л/га; «Пульсара», 1,0 л/га; «Каллисто», 0,2 л/га; «Гранстара», 0,02 кг/га; «Ларена», 0,01 кг/га; «Титуса»,

0,05 кг/га; «Серто Плюс», 0,2 л/га. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный малогумусный среднесуглинистый.

В одних опытах площадь делянки была 54 м<sup>2</sup>, которая расщеплялась на 3 части: 1 – свекловичный гербицид; 2 – свекловичный гербицид + «Каллисто»; 3 – свекловичный гербицид + «Ларен».

В других – площадь делянки 16,2 м<sup>2</sup>, которая расщеплялась пополам, затем на одной половине делянки вносился испытуемый гербицид, а на другой – испытуемый гербицид + комбинация свекловичных гербицидов: БЭОФ, 1,2 л/га + «Пилот», 1,3 л/га + «Пантера», 1,0 л/га. Опыт включал в себя контроль с ручной прополкой; контроль с обработкой комбинацией свекловичных гербицидов; варианты с зерновыми гербицидами (ручная прополка); варианты с зерновыми гербицидами на фоне комбинации свекловичных гербицидов (проросшие сорняки удалялись вручную). Площадь расщеплённой делянки 8,1 м<sup>2</sup>, учётной 5,4 м<sup>2</sup>. Размещение делянок в опыте рендомизированное.

В опытах проведено однократное внесение гербицидов на делянке.

<sup>S</sup> Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается



Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем, оборудованным штангой с 6 распылителями на 6 рядков сахарной свёклы.

Сахарная свёкла возделывалась в звене севооборота «чёрный пар – озимая пшеница – сахарная свёкла». Технология возделывания культур общепринятая для ЦЧР.

### Влияние примеси зерновых гербицидов в баке опрыскивателя на сахарную свёклу

Примеси зерновых гербицидов в баке опрыскивателя, внесённые в смеси с раствором гербицидов группы бетаналов, заметно тормозили нарастание массы растений и изреживали посев сахарной свёклы. Наличие примесей «Эстерона», «Дикамбы», «Агритокса» при внесении гербицидов группы бетаналов увеличивало токсичность смеси для растений [1].

Характерная симптоматика проявления действия гормоноподобных гербицидов на растениях сахарной свёклы позволяет оценить степень повреждения проростков фабричной сахарной свёклы в конкретных погодных условиях на уровне морфологических нарушений роста и развития культуры [5].

Наличие остатков раствора «Эстерона», «Агритокса» или «Дикамбы» в баке опрыскивателя при обработке посева сахарной свёклы гербицидами группы бетаналов увеличивало потери расчётного сбора сахара культуры. Например, повреждение растений сахарной свёклы в фазе семядолей – 1-й пары настоящих листьев примесью «Эстерона» в дозе 2 % (от применяемой на озимой пшенице) в растворе БЭОФ, 1,3 л/га, приводило к потере расчётного сбора сахара на 7,3–10,5 % относительно контроля. В дозе 4 % потери расчётного сбора сахара возрастали до 14,9–17,4 %. Проявление ауксиновых свойств 2,4-Д у чувствительных растений сахарной свёклы

приводили к истощению листьев, искривлению побегов, повреждению тканей.

Гербициды – ингибиторы АЛС («Гранстар», «Ларен», «Титус», «Пульсар») в малых дозах подавляли нарастание массы 100 растений сахарной свёклы, изреживали посев, снижали продуктивность культуры в зависимости от количества примеси гербицидов. Нарушение роста и развития растений культуры сопровождалось проявлениями симптомов повреждения – прекращением роста, хлорозом, красной окантовкой листьев, увеличением толщины листьев, характерной ломкостью черешков и листа, некрозом тканей. Примеси гербицидов – ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя при обработке сахарной свёклы гербицидами группы бетаналов вызывали синергический эффект усиления в 1,3–1,7 раза негативного воздействия смеси гербицидов на растения сахарной свёклы [2].

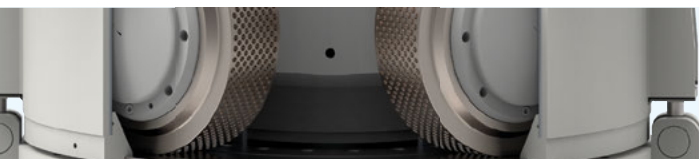
Гербициды – ингибиторы ГФПД («Каллисто», «Мерлин»), нарушающие биосинтез каротиноидов, являются сильными токсикантами для сахарной свёклы, поэтому при отсутствии возможности отдельного использования оборудования для внесения гербицидов на разных культурах нельзя полностью исключить ошибку, которая может послужить фактором повреждения растений сахарной свёклы, например отсутствие или недостаточно тщательная санитарная промывка опрыскивателя.

Примеси «Каллисто» в растворе гербицидов группы бетаналов вызывали синергический эффект усиления токсичности смеси на растения сахарной свёклы. Негативное действие «Каллисто» на продуктивность культуры возрастало в 2 раза в сравнении с действием только его остатков в баке опрыскивателя после полной заправки ёмкости водой. Эффект

синергии от смеси гербицидов вызывал снижение расчётного сбора сахара на 19 % при наличии в растворе БЭОФ, 1,3 л/га, остатков «Каллисто» в дозе 2 % от нормы применения на кукурузе и на 42,4 % – в дозе 3 %.

Классическая система послевыходовой борьбы с сорняками на сахарной свёкле основывается на применении гербицидов бетанальной группы в комбинации с граминицидами и препаратами, содержащими клопиралид. Для борьбы со злостными сорняками схему дополняют страховыми гербицидами («Карибу», «Голтикс» и их аналоги).

Растворы различных свекловичных гербицидов, применённые по вегетирующей культуре с примесью гербицидов «Каллисто» или «Мерлин», заметно увеличивали изреженность посева и усиливали симптоматику повреждения сахарной свёклы. Интересен факт, что помимо гербицидов противодвудольного действия, изреживающих с примесями инородных токсичных гербицидов посев сахарной свёклы, близкое повреждающее действие с ними имели более инертные к сахарной свёкле граминициды, используемые для борьбы со злаковыми сорняками. По совокупности полученных данных исследуемые свекловичные гербициды, применённые с примесью «Каллисто» (ингибитор ГФПД) или «Ларена» (ингибитор АЛС), по токсичности на сахарной свёкле расположились в следующем порядке: «Дуал Голд» > «Бетанал 22», «Виктор» > «Центурион», «Пантера» ≥ «Фронтьер Оптима» > «Карибу» ≥ «Митрон», «Лонтрел Гранд», «Пирамин Турбоя». Токсичность смеси гербицидов на сахарной свёкле зависела от физико-химических свойств действующих веществ, дозы препаратов, их препаративной формы и фазы развития растений. При



взаимодействии компонентов смеси наблюдался эффект синергизма.

Между силой воздействия поражающего фактора и активностью ростовых процессов у растений существует тесная зависимость, которая корректируется погодными условиями. Поэтому уровень первоначального воздействия агрессивной смеси гербицидов и погодные условия определяют скорость адаптационного процесса и особенности формирования урожая культуры. Эффект усиления повреждающего действия примеси зерновых гербицидов на растения сахарной свёклы вызвал угнетение растений сахарной свёклы, нарастание необратимых повреждений и заметное снижение урожайности корнеплодов.

Знание симптомов повреждения и особенностей формирования урожая сахарной свёклы, подверженной воздействию примесей гербицидов зернового ряда, позволит специалистам свеклосахарного производства оценить тяжесть последствий от интоксикации инородными для культуры гербицидами и потери продукции.

#### **Значение своевременной промывки опрыскивателя для устранения образования агрессивных смесей**

Наиболее распространённой ошибкой, которая может быть фактором повреждения сахарной свёклы гербицидами зернового ряда, является пренебрежение санитарной обработкой опрыскивателя или растворных узлов после использования токсичных для культуры гербицидов.

Необходимые рекомендации по промывке опрыскивателя приводятся в руководстве по эксплуатации технического устройства фирмами-изготовителями в зависимости от сложности оборудования и оснастки опрыскивателя.

Современные модели опрыскивателей оснащаются компьютерными программами, контролирующими промывку. При работе с конкретными препаратами отдельные фирмы — изготовители средств защиты растений (СЗР) прописывают в тарной этикетке рекомендуемый порядок очистки опрыскивателя. Кроме того, все крупные фирмы — изготовители СЗР проводят семинары повышения квалификации операторов опрыскивателей и широко обсуждают эти вопросы в доступной для производителей печати и интернете [6–9]. Тем не менее из года в год выявляются случаи сильного повреждения отдельных культур при обработке гербицидами из-за усиления агрессивности баковой смеси, что приводит к системным ошибкам при использовании химических СЗР на всех этапах производства и становится причиной огромных экономических потерь и серьёзных экологических проблем.

Специалисты рекомендуют после завершения обработки гербицидами тщательно промыть опрыскиватель, так как даже небольшое количество гербицида, оставшееся в нём, может нанести вред некоторым восприимчивым культурам при их последующем опрыскивании. Вместе с тем систематическая промывка опрыскивателя и его рабочих узлов заметно продлевает срок службы дорогостоящего оборудования. Не рекомендуется оставлять рабочий раствор в ёмкости опрыскивателя из-за кристаллизации и осадения СЗР в баке, шлангах, трубках, распылителях, фильтрах и других деталях. Большинство СЗР химически агрессивны и могут быть токсичны для оснастки и корпуса опрыскивателя. При нерегулярной мойке из строя довольно быстро выходят шланги, фильтры и распылители, оставленный в баке раствор осажается и забивает все узкие отверстия, что

может оказать влияние на работу электроники и клапанов, которые включают подачу смеси. Поэтому многие современные опрыскиватели имеют бак с чистой водой для очистки подающих раствор узлов. Необходима также очистка внешних поверхностей опрыскивателя под сильным напором воды для удаления потёков СЗР со шлангов, корпуса и под ёмкостью.

Особенно тщательная промывка опрыскивателя необходима при замене одних препаратов на другие и после завершения обработок на одной культуре и началом работы на другой, например после внесения гербицидов на пшенице и началом химической прополки сахарной свёклы.

К сожалению, нередко при переезде с одного поля на другое или при завершении работы в ночное время от остатков раствора освобождается лишь бак опрыскивателя. Полагают, что при последующей заправке опрыскивателя свежим раствором можно предотвратить перед заездом на посев вытеснить из магистралей остатки раствора от предыдущей обработки.

Особенно чревато для сахарной свёклы наличие в баке остатка раствора токсичного для неё препарата, примеси которого с другими вносимыми гербицидами вызывают эффект синергии токсикоза на культуре. Исследования показали, что остаток в баке и магистралах опрыскивателя, например ОП-2000, 15–40 л токсичного для сахарной свёклы гербицида после полной заправки опрыскивателя вызывает яркие симптомы повреждения у растений и изреженность посева. В сравнении с этим даже некачественная промывка опрыскивателя снижает агрессивность смеси в несколько раз — отмечались нарушения у растения сахарной свёклы на уровне физио-



лого-биохимических изменений, приводящие к меньшим потерям урожайности культуры. На этот счёт рекомендации специалистов однозначны – промывка опрыскивателя от следов инородного для культуры гербицида является важным технологическим процессом в предупреждении токсикоза у растений. Большинство химических компаний и фирм, производящих специальную технику для химической прополки, приводят похожие рекомендации.

Для этого необходимо:

1) удалить рабочую жидкость из бака. Залить в бак чистую воду, промыть его, шланги, распылители в течение 10 минут. Удалить остатки воды из бака;

2) залить в бак чистую воду и добавить в неё бытовой аммиак из расчёта 1 л аммиака на 100 л воды. Полученный 1%-ный раствор использовать для промывки опрыскивателя. Частью раствора промыть магистрали опрыскивателя, шланги, форсунки. Затем включить на 15 минут мешалку. Вновь выполнить промывку штанги, шлангов, распылителей этим раствором, а затем удалить его из ёмкости;

3) выполнить демонтаж распылителей, промыть их и сетки;

4) повторить операцию по пункту 2;

5) чистой водой промыть бак, штангу и распылители.

Большинство специалистов рекомендуют повторить операцию, указанную в пункте 2, три раза, а в пункте 5 – два раза, особенно после применения сульфонилмочевинных гербицидов, которые сильно налипают на стенках бака и магистрали опрыскивателя. Показано, что тройная промывка небольшими объёмами воды (200 л) увеличивает эффективность очистки системы в сравнении с однократной промывкой большим объёмом (600 л).

В настоящее время производят специальные жидкости для промывки опрыскивателей, которые позволяют снизить расход воды.

#### Заключение

Таким образом, чтобы исключить повреждение растений сахарной свёклы токсичными гербицидами, применяемых на других культурах, необходимо строго выполнять требования по безопасному применению средств защиты растений: тщательно промывать бак и рабочие органы опрыскивателя каждый раз перед сменой препарата и при завершении химической прополки одной культуры с последующим переходом на другую.

#### Список литературы

1. *Дворянкин, Е.А.* Продуктивность сахарной свёклы, повреждённой гербицидами гормоноподобного действия в сублетальных и изреживающих посевах дозах / Е.А. Дворянкин // *Агрохимия*. – 2021. – № 1. – С. 50–56.
2. *Дворянкин, Е.А.* Влияние загрязнения опрыскивателя остаточными количествами сульфонилмочевины и имидазолинона на продуктивность сахарной свёклы / Е.А. Дво-

рянкин // *Агрохимия*. – 2021. – № 4. – С. 64–71.

3. Как ослабить остаточное действие сульфонилмочевинных гербицидов / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков, Г.Е. Ларина, Г.С. Спиридонова // *Защита и карантин растений*. – 2006. – № 2. – С. 59–61.

4. *Спиридонов, Ю.Я.* К вопросу о последствии сульфонилмочевинных гербицидов в почвах РФ и пути снижения их отрицательного действия на культурные растения / Ю.Я. Спиридонов // *Вестник защиты растений*. – 2009. – № 3. – С. 10–19.

5. *Чкаников, Д.И.* Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфеноксикислот / Д.И. Чкаников, М.С. Соколов. – М.: Наука, 1973. – 216 с.

6. <https://agriecomission.com/base/effektivnoe-vnesenie-szr-prakticheskie-rekomendacii> (дата обращения: 21.01.2022)

7. <https://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=6535> (дата обращения: 03.02.2022)

8. <https://boguslav.ua/informacziya/otvety-na-voprosy/10-rekomendaczi-otnositelno-promyvki-opryskivatelya.html> (дата обращения: 21.12.2021)

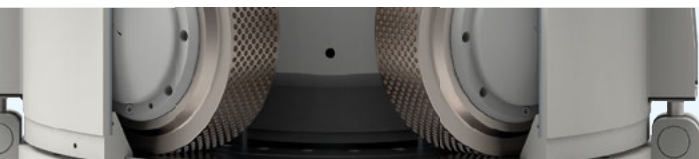
9. <https://www.agroinvestor.ru/tech/article/23154-osnovnye-oshibki-pri-ekspluatatsii-opryskivatelya/> (дата обращения: 28.01.2022)

**Аннотация.** В многолетних полевых опытах установлено отрицательное влияние примеси зерновых гербицидов в баке опрыскивателя при обработке посева сахарной свёклы свекловичными гербицидами на рост, развитие растений и продуктивность культуры. Токсичность смеси гербицидов на сахарной свёкле зависела от физико-химических свойств действующих веществ, дозы препаратов, их препаративной формы и фазы развития растений. При взаимодействии компонентов смеси наблюдался эффект синергизма. Показано значение своевременной промывки опрыскивателя для устранения образования агрессивных смесей.

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, гербициды, токсичность, баковые смеси, рост и развитие, продуктивность.

**Summary.** In many-year field experiments, a negative influence of a grain-protective herbicide admixture in a sprayer tank when treating sugar beet fields with beet-protective herbicides upon plant growth and development, and the crop productivity was determined. Toxicity of herbicide mixture for sugar beet depended on physical and chemical characteristics of active substances, chemical doses, their form and a plant development stage. Effect of synergism was observed when interaction of the mixture components occurred. Importance of appropriate sprayer washing to eliminate formation of aggressive mixtures was shown.

**Keywords:** sugar beet, herbicides, toxicity, tank mixtures, growth and development, productivity.



# Некоторые аспекты проявления гетерозиса у гибридов сахарной свёклы<sup>S</sup>

**М.А. БОГОМОЛОВ**, д-р с/х. наук, вед. научный сотрудник (e-mail: bogomolov47@bk.ru)

**Т.В. ВОСТРИКОВА**, канд. биол. наук, научный сотрудник (e-mail: tanyavostric@rambler.ru)

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

## Введение

Гетерозис – свойство гибридов превосходить по определённым признакам родительские компоненты, взятые для скрещивания. Различают гетерозис истинный и гипотетический [1–3]. Истинный гетерозис показывает превышение значения признака у гибрида по сравнению с величиной признака у лучшего из родительских компонентов. Гипотетический показывает сдвиг признака при гибридизации от его среднего уровня у родительских форм [1–3].

И.Я. Балков считает, что это менее пригодный показатель, так как нельзя говорить о гетерозисе, если величина анализируемого признака у гибридов равна среднеарифметическому показателю его у компонентов скрещивания и не превосходит лучшую родительскую форму, а иногда бывает, что одна из родительских форм имеет выше анализируемые признаки, нежели гибрид [2, 3].

В селекции сахарной свёклы на гетерозис оценка комбинационной способности является основным звеном в практической работе селекционера. Понятие комбинационной способности (КС) тесно связано с гетерозисом. О ней судят по продуктивности гибридов первого поколения ( $F_1$ ), полученных от скрещивания линий, сибсов, клонов и других селекционных материалов, в сравнении с исходными формами [2–4].

Селекция на комбинационную способность включает в себя улучшение линий с помощью гибридизации и отбора [13]. При этом в год отбора и во втором поколении схемой селекции предусмотрено подвергать растения инбридингу. В третьем и последующих поколениях инбридинг чередуют с сестринскими (сибсовыми) скрещиваниями [11].

Применение сестринских скрещиваний теоретически даёт возможность получать новые рекомбинации генов, но этот метод серьёзно ограничен сходством генотипа исходных растений. Более успешным явилось использование повторных рекомбинаций, полученных от скрещивания исходных генотипов или от скрещивания инбредных линий с одной из родительских форм [13]. В этом случае сохраняется большая часть генотипа одного родительского компонента, а улучшение происходит за счёт желательных признаков, сохранившихся от другого.

При изучении гетерозиса у сахарной свёклы оперируют, как правило, количественными признаками, которые детерминированы большим числом генов, а поэтому ограничиваются определением типов действия генов, контролирующих признак. Исследования причин гетерозиса, базирующиеся на использовании генетико-статистических методов, привели к построению ряда гипотез, объясняющих причины про-

явления эффекта гетерозиса на основе взаимодействия различных генетических факторов [2, 3, 13]. К настоящему времени известны три возможные причины гетерозиса – это доминирование, сверхдоминирование и эпистаз [1–3].

Цель работы состояла в оценке эффекта гетерозиса гибридов сахарной свёклы по сравнению с родительскими линиями с наилучшей комбинационной способностью по продуктивности исходного материала с помощью математических методов генетического анализа.

## Методы

Наиболее адекватно эффект гетерозиса отражают различия по урожайности или другим признакам между родительскими формами и поколением  $F_1$ . У гибридов  $F_1$  наблюдается, как правило, промежуточная по сравнению с родительскими компонентами величина признака. Отклонение её от средних показателей родительских форм обусловлено прежде всего степенью доминирования наследственных факторов одного из компонентов скрещивания [12]. Если в генетической формуле количественного признака преобладают гены доминирования, то средняя величина признака  $F_1$  равна фенотипической ценности лучшего родительского компонента [6]. О степени доминирования признаков у гибридов  $F_1$  можно судить, используя следующую формулу [12]:

<sup>S</sup> Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается





$$h_p = \frac{F_1 - P_p}{P_{\max} - P_p},$$

где  $h_p$  – величина оценки доминантности;  $F_1$  – величина признака у гибрида  $F_1$ ;  $P_p$  – средняя величина признака у обоих родителей;  $P_{\max}$  – величина признака у лучшего родителя.

Величина  $h_p$  может изменяться от  $-\infty$  до  $+\infty$ . При  $h_p < -1$  наблюдается гибридная депрессия; при  $-1 \leq h_p < -0,5$  – депрессия, обусловленная эффектами отрицательного доминирования; при  $-0,5 \leq h_p \leq +0,5$  – промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов; при  $+0,5 < h_p \leq +1$  – доминирование; при  $h_p > 1$  – сверхдоминирование (гетерозис).

Д.С. Омаров [10] разделяет математическое понятие гетерозиса на гипотетический и истинный. Гипотетический гетерозис выражается формулой (в %)

$$H_h = \frac{F_1 - P_p}{P_p} \times 100\%.$$

Истинный гетерозис вычисляется по формуле (в %)

$$H_i = \frac{F_1 - P_{\max}}{P_{\max}} \times 100\%.$$

В исследованиях в качестве исходного материала мы использовали уже отобранные по комбинационной способности МС-формы сахарной свёклы, а для увеличения частоты полезных рекомбинаций

скрещивали их с дикими формами свёклы (*Beta corolliflora* Zoss., *Beta triguna*), подвергнутыми гамма-облучению пыльцы и обладающими элементами апомиксиса, в результате чего получали самостерильные и самофертильные формы с обновлённой цитоплазмой и новыми признаками.

Полевые опыты были заложены согласно общепринятой методике [7]. Оценку продуктивности апомиктических линий и гетерозисных опылителей проводили путём взятия средней пробы с делянки. Анализ корнеплодов для определения массы корнеплода и сахаристости проводили на автоматизированной линии ВЕНЕМА. Оценку комбинационной способности различных гибридных комбинаций сахарной свёклы проводили по продуктивности (по признакам: урожайность, сахаристость, сбор сахара). Селекционно-генетические исследования осуществляли по стандартным методикам [5]. Достоверность полученных данных оценивали методом однофакторного дисперсионного анализа [7].

### Обсуждение результатов

В исследованиях по степени фенотипического проявления количественных признаков у гибридов  $F_1$  по сравнению с родительскими инбредными линиями нами был определён предполагаемый тип наследования урожайности корнеплодов. Так, при скрещивании

линии  $\gamma$ -МС-2113 с опылителями 15202, 15203, 15508, 15153, 15465, 15676, 13384 и 13307 тип наследования у гибридов признака урожайности корнеплодов изменялся от отрицательного доминирования в вариантах с опылителями 15203, 15508 до сверхдоминирования в вариантах с опылителями 15202, 15153, 15465, 15676 и 13384. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что типы наследования признаков продуктивности у гибридов  $F_1$  с участием одной и той же материнской линии различны (табл. 1).

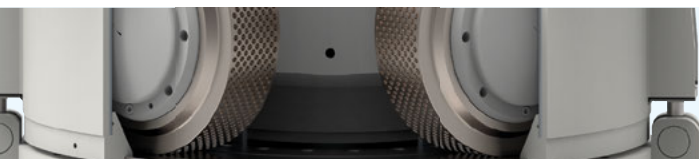
По признаку сахаристости тип наследования изменялся от гибридной депрессии в варианте с опылителем 15508 до истинного гетерозиса в вариантах с опылителями 13384 и 13307. Следует отметить, что истинный и гипотетический гетерозис проявлялись не всегда одинаково. Например, гибридная комбинация с опылителем 15465 в 1-й год имела показатели истинного гетерозиса 5,19 % и гипотетического 10,43 % при степени доминирования признака +6,76, что является показателем сверхдоминирования данного признака.

Во 2-й год эта же гибридная комбинация имела отрицательные показатели истинного гетерозиса (–5,9 %) и гипотетического 2,6 % при степени доминирования признака +0,2, что является показателем промежуточного наследо-

Таблица 1. Фенотипическое проявление признака урожайности у МС-гибридов  $F_1$  сахарной свёклы (на основе линии  $\gamma$ -МС-2113)

Комбинации скрещиваний	1-й год			2-й год		
	$h_p^*$	Гетерозис, %		$h_p$	Гетерозис, %	
		Истинный	Гипотетический		Истинный	Гипотетический
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 15202	+1,10	+0,78	+9,09	+2,4	+5,3	+9,4
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 15203	–0,58	–4,72	–1,72	+10,1	+0,6	+5,9
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 15676	+17,5	25,05	26,98	+0,05	–8,8	+0,4
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 15465	+6,76	+5,19	10,43	+0,2	–5,9	+2,6
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 15153	+2,74	+5,18	+8,40	+1,5	+14,3	+55,9
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 15508	–0,42	–10,17	–4,25	–0,13	–9,6	–1,1
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 13384	230,5	12,37	12,43	+1,66	+4,5	+12,1
$\gamma$ -МС-2113 $\times$ 13307	–0,06	–6,99	–0,37	+1,66	+2,36	+6,15

\* $h_p$  – оценка доминантности по признаку урожайности корнеплода



вания, вызванного аддитивными эффектами генов. Аналогичная ситуация наблюдалась в варианте с опылителем 15676, гибрид с которым показал в 1-й год высокие данные истинного и гипотетического гетерозиса – 25,05 и 26,98 % соответственно, а во 2-й год исследований истинный гетерозис по урожайности корнеплодов составил –8,8 %, гипотетический +0,4 % при степени доминирования признака +0,05, что также является показателем промежуточного наследования, вызванного аддитивными эффектами генов. Следует отметить, что величина оценки доминантности ( $h_p$ ) тем больше, чем ближе по величине истинный и гипотетический гетерозис.

Так, у гибрида, полученного от скрещивания гамма-линии МС-2113-8 с многоплодным опылителем 15676, величина оценки доминантности по признаку урожайности корнеплодов равнялась +17,5, истинный гетерозис составил 25,05 %, гипотетический – 26,98. Гибрид, полученный от скрещивания этой же линии с опылителем 13384, показал истинный гетерозис 12,37 %, а гипотетический – 12,43 %. Величина оценки доминантности составила +230,5.

При этом в разные годы испытаний одних и тех же гибридов показатели истинного и гипотетического гетерозиса имели прямо противоположные результаты. Например, тот же гибрид с опылителем 15465 во 2-й год проявил

промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов, в отличие от показателей 1-го года, где он имел тип наследования – сверхдоминирование признака, или истинный гетерозис. Такое же изменение величины оценки доминантности характерно и для признака сахаристости – гибридные комбинации, проявлявшие сверхдоминирование в один год, в другой год давали отрицательный гетерозис (табл. 2).

Так, гибридные комбинации с опылителями 15202 и 15203, имевшие в 1-й год сверхдоминирование по признаку сахаристости, во 2-й год оказались с отрицательным гетерозисом, и, наоборот, гибридная комбинация в варианте с опылителем 15676, проявившая отрицательный гетерозис, во 2-й год показала сверхдоминирование, или истинный гетерозис.

Объяснить сдвиг типа наследования гетерозиса можно нестабильными показателями продуктивности, связанными с условиями выращивания в разные по погодным условиям годы. Существует нестойкая доминантность, когда один и тот же аллель может быть то доминантным, то рецессивным в зависимости от среды (генотипической или фенотипической), что подтверждает аналогичный вывод, сделанный другими исследователями [1, 8]. Подтверждением этому служит изучение экспрессии урожайности и сахаристости у лучших гибридных комбинаций,

проведённое в течение четырёх лет исследований (табл. 3).

Таким образом, исходя из оценок по степени доминирования признака урожайности корнеплодов и сахаристости, можно заключить, что лучшей комбинационной способностью обладает гибридная комбинация  $\gamma$ -МС-2113×Оп15676, которая в наибольшей степени проявила эффект гетерозиса в различные годы исследования. Она рекомендуется для производства корнеплодов и использования в селекции при получении семян и выведении гибридов.

### Выводы

Показано, что по признаку сахаристости тип наследования изменялся от гибридной депрессии до истинного гетерозиса, а тип наследования у гибридов по признаку урожайности корнеплодов изменялся от отрицательного доминирования до сверхдоминирования. В зависимости от погодных условий в разные годы одна и та же гибридная комбинация проявляла как отрицательный гетерозис, так и сверхдоминирование или истинный гетерозис.

Проявление признака гетерозиса у сахарной свёклы является очень сложным и не до конца изученным. Поэтому необходимо дальнейшее расширение и углубление исследований с применением молекулярно-генетических и биотехнологических методов для установления закономерности проявления гете-

**Таблица 2.** Фенотипическое проявление признака сахаристости у МС-гибридов  $F_1$  сахарной свёклы (на основе линии  $\gamma$ -МС-2113)

Комбинации скрещиваний	1-й год			2-й год		
	$h_p$	Гетерозис, %		$h_p$	Гетерозис, %	
		Истинный	Гипотетический		Истинный	Гипотетический
$\gamma$ -МС-2113 × 15202	+2,07	+0,95	+1,85	-0,4	-4,9	-2,1
$\gamma$ -МС-2113 × 15203	0,045	-1,01	+0,06	+0,66	-0,17	+0,35
$\gamma$ -МС-2113 × 15676	-0,42	-3,23	-0,95	+2,54	+1,14	+1,89
$\gamma$ -МС-2113 × 15465	+36,0	+2,25	2,32	+0,6	-0,8	+1,5
$\gamma$ -МС-2113 × 15153	+2,31	+1,26	+2,35	-0,3	-7,6	-1,6
$\gamma$ -МС-2113 × 15508	-1,8	-2,72	-1,75	-0,7	-2,3	-1,0
$\gamma$ -МС-2113 × 13384	+4,67	+3,72	+4,71	+14,0	+0,8	+0,8
$\gamma$ -МС-2113 × 13307	+11,5	+2,70	+2,96	+18,0	+1,15	+1,04



Таблица 3. Экспрессия продуктивности лучших гибридных комбинаций сахарной свёклы

Комбинации скрещиваний	Густота, тыс/га	% от группового стандарта			Истинный гетерозис, %	Степень доминирования
		Урожайность	Сахаристость	Сбор сахара		
1-й год						
$\gamma$ -МС-2113 × 15465	116,1	108,3	101,1	109,8	+6,25	+2,84
$\gamma$ -МС-2113 × 15153	102,8	99,2	104,7	103,9	-4,25	+3,28
2-й год						
$\gamma$ -МС-2113 × 15465	98,3	100,2	100,4	100,6	+5,19	+6,76
$\gamma$ -МС-2113 × 15153	94,4	98,4	101,6	100,0	+5,18	+2,74
$\gamma$ -МС-2113 × 15676	91,7	120,6	99,6	120,2	+25,0	+17,5
$\gamma$ -МС-2113 × 13384	93,3	105,3	103,8	109,2	+12,37	+230,5
3-й год						
$\gamma$ -МС-2113 × 15465	112,2	98,7	103,0	101,6	-5,9	+0,2
$\gamma$ -МС-2113 × 15153	106,7	101,8	103,7	105,5	+14,3	+1,5
$\gamma$ -МС-2113 × 15202	107,2	101,3	99,8	101,2	+5,3	+2,4
$\gamma$ -МС-2113 × 15676	107,8	107,7	100,0	107,7	+4,5	+1,66
$\gamma$ -МС-2113 × 13384	118,9	98,7	101,8	100,4	-8,8	+0,05
4-й год						
$\gamma$ -МС-2113 × 15202	87,8	118,6	100,9	119,7	+8,42	+26,8

розисного эффекта у гибридов  $F_1$  сахарной свёклы.

#### Список литературы

1. Аликханян, С.И. Общая генетика: учебник для вузов / С.И. Аликханян, А.П. Акифьев, Л.С. Чернин. — М.: Высшая школа, 1985. — 446 с.

2. Балков, И.Я. Гетерозис сахарной свёклы по признаку сахаристости / И.Я. Балков, В.П. Петренко, М.А. Корнеева // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1986. — № 10. — С. 55–59.

3. Балков, И.Я. Селекция сахарной свёклы на гетерозис / И.Я. Балков. — М.: Россельхозиздат, 1978. — 167 с.

4. Балков, И.Я. ЦМС сахарной свёклы / И.Я. Балков. — М.: Агропромиздат, 1990. — 239 с.

5. Богомолов, М.А. Научное обоснование и приёмы создания исходного материала для гетерозисной селекции сахарной свёклы (*Beta vulgaris* L.): дис. ... д-ра с/х. наук: специальность 06.01.05 / Богомолов Михаил Алексеевич. — Всерос. НИИ селекции и семеноводства овощных культур. — М., 2007. — 348 с. — Библиогр.: 186–215.

6. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич. — М.: Колос, 1984. — 344 с.

7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статисти-

ческой обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

8. Дубинин, Н.П. Общая генетика / Н.П. Дубинин. — М.: Наука, 1986. — 560 с.

9. Корниенко, А.В. Методы селекции сахарной свёклы на гетерозис / А.В. Корниенко, С.Д. Орлов. — М.: Родник, 1996. — 240 с.

10. Омаров, Д.С. К методике учёта и оценке гетерозиса у растений / Д.С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. — 1975. — Т. X. — № 1. — С. 123–127.

11. Ошевнев, В.П. Улучшение компонентов гибридов сахарной свё-

клы в процессе поддерживающей селекции и первичного семеноводства / В.П. Ошевнев, Н.П. Грибанова // Доклады РАСХН. — 2003. — № 1. — С. 11–15.

12. Савченко, В.К. Многоцелевой метод количественной оценки комбинационной способности в селекции на гетерозис / В.К. Савченко // Генетика. — 1978. — № 5. — С. 793–804.

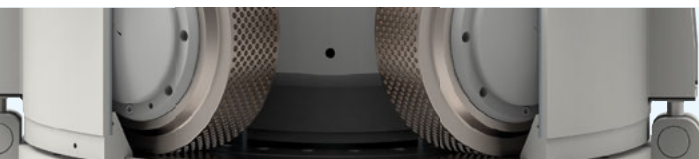
13. Турбин, Н.В. Генетика гетерозиса и методы селекции растений на комбинационную способность / Н.В. Турбин // Генетические основы селекции растений. — М.: Наука, 1971. — С. 112–155.

**Аннотация.** В статье рассматриваются литературные данные и результаты собственных экспериментов по изучению проявления гетерозисного эффекта у гибридов сахарной свёклы. Отмечается, что проявления гетерозиса у гибридов сахарной свёклы тесно связано с комбинационной способностью родительских линий и их продуктивностью. Статистически подтверждён эффект гетерозиса у полученных гибридов. Установлено, что наибольшей степенью гетерозиса во все годы исследований характеризуется гибридная комбинация  $\gamma$ -МС-2113×Оп15676, созданная на основе апомиктической линии  $\gamma$ -МС-2113.

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, гибридизация, истинный гетерозис, аддитивное взаимодействие, эпистаз, комбинационная способность.

**Summary.** The article discusses the literature data and the results of our own experiments to study the heterosis effect display in sugar beet hybrids. It is noted that the heterosis display in sugar beet hybrids are closely related to the combinational ability of the parent lines and their productivity. The effect of heterosis in the resulting hybrids was statistically confirmed. It was found that the highest degree of heterosis during all the years of research is characterized by the hybrid combination  $\gamma$ -МС-2113×Оп15676, based on the apomictic line  $\gamma$ -МС-2113.

**Keywords:** sugar beet, hybridization, true heterosis, additive interaction, epistasis, combinational ability.



# Системы основной обработки почвы и их влияние на сохранение естественного плодородия кубанских чернозёмов для получения экономически и экологически обоснованной продуктивности сельскохозяйственных культур

Э.Ш. ГАБИБУЛЛАЕВ, канд. с/х. наук (e-mail: esedullax@bk.ru)

## Введение

В конце XIX в. урожайность сельскохозяйственных культур на 80 % зависела от плодородия почвы, а на производство 1 ккал сельхозпродукции затрачивалась 1 ккал возобновляемых природных ресурсов. Как показывают многочисленные исследования, продуктивность сельскохозяйственных культур на данном этапе развития растениеводства контролируется исключительно технологиями возделывания, в зависимости от которых на производство 1 ккал сельхозпродукции затрачивается от 10 до 20 ккал невозобновляемых природных ресурсов.

В середине XVIII в. М.В. Ломоносов писал о происхождении южного чернозёма: «Итак, нет сомнения, что чернозём не первообразованная и не первозданная материя, но произошёл от согнития животных и растущих тел со временем» [3].

В.В. Докучаев в известной работе «Русский чернозём» указывал, что «чернозёмные почвы образовались под покровом травянистой лугово-степной растительности,

чернозёмные почвы могут возникать и развиваться не только на лёссовых отложениях, но и на любой другой почвообразующей породе» [3]. Русский учёный профессор П.А. Костычев, современник В.В. Докучаева, писал: «Причиной падения урожаев на выпашанных участках является разрушение почвенной структуры, и чем сильнее распылена почва, тем ниже её плодородие». Вместе с тем он отмечал, что «при длительной распашке степей структура ухудшается, а под залежью восстанавливается» [3].

Интенсификация возделывания сельскохозяйственных культур, внедряясь в производство в 70–90-е гг. прошлого столетия, диктовала со временем многократно увеличивать число проходов по полю энергонасыщенными тракторными агрегатами за вегетационный период. Необоснованно увеличивалась площадь, на которой проводилась отвальная классическая вспашка без учёта биологических особенностей возделываемых культур и агрофизического состояния почвы. Повсеместно сжигались после-

уборочные остатки, тем самым существенно снижалось количество органического вещества ежегодно поступающей в пахотный слой почвы – источника образования гумуса. В последующие годы для увеличения ежегодной прибыли крупные агрохолдинги, да и средние сельхозтоваропроизводители, увеличивая площади под наиболее экономически выгодные культуры – подсолнечник, сахарную свёклу и прочее, одновременно уменьшали площади под многолетние и однолетние травы – это в лучшем случае, а в худшем вообще исключали многолетние бобовые из севооборота (люцерну, эспарцет и др.), равно как и однолетние кормовые культуры (ВПС, горох на зерно и пр.), которые по своей сути являются культурами занятых паров, восстанавливающими агрофизические, биологические и химические свойства почвы. Таким образом, во многих хозяйствах нарушались основы не только севооборотов, но и землепользования, сводя на нет долю положительного влияния сбалансированной биологизированной

системы земледелия. Существенно снизился качественный уровень агротехнических приёмов обработки почвы за этот период. Естественно, такое отношение к главному средству производства – земле не могло не сказаться отрицательно на показателях природного плодородия почвы. По данным учёных Роскомзема, за последние 100 лет содержание гумуса в разных почвах в среднем уменьшилось в 2 раза. Его устойчивая убыль зафиксирована в большинстве регионов России и составляет 0,62 т/га в год.

**Изменение свойств кубанских чернозёмов как результат хозяйственной деятельности человека**

Чернозёмы Кубани перетерпели деградацию, выразившуюся в уменьшении гумуса почвы, структурировании, переуплотнении, увеличении слитности, ухудшении водно-воздушного режима и нарушении почвенной биоты (табл. 1 и 2) [5]. Это далеко не полный список показателей, которые подтверждают негативное антропогенное влияние на плодородие чернозёмов Кубани.

**Таблица 2. Изменение свойств чернозёма выщелоченного во времени (В.В. Докучаев, 1879; П.А. Курчатова, 1930; Б.А. Захаров, 1958; Б.А. Захаров, Л.П. Леплявченко, 1978)**

Год	Слой, см	Гумус, %	Азот, %	Поглощённые основания, мг/экв		рН воды
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
1875	0–8	5,30	–	–	–	–
	40–45	7,93	–	–	–	–
1928	0–8	4,98	0,248	25,4	4,4	6,9
	40–45	3,92	0,181	28,8	5,1	7,1
1958	0–8	4,05	0,163	25,7	4,7	6,3
	40–45	3,79	0,155	27,5	5,0	6,8
1978	0–8	3,04	0,159	21,4	5,6	6,1
	40–45	2,74	0,141	23,6	6,0	6,4

Из данных табл. 1 видно, что регулярная вспашка способствовала снижению содержания гумуса в верхнем слое почвы на 18,6 % за 30 лет, а за последующие 20 лет – на 24,9 %. Это говорит о неуклонном уменьшении гумуса в почвах Кубани. Одновременно с потерей гумуса отмечается декальцирование почв и увеличение кислотности, что в конечном счёте отрицательно сказывается на других показателях плодородия. Расчёты

показывают, что в целом по краю среднегодовые потери запасов гумуса приближаются к 5 млн т, или около 1,2 т/га пашни [4].

Ссылаясь на разработанную Кубанскими учёными табл. 1 и 2, на память приходит высказывание Юстуса Либиха (40-е гг. XVIII в.): «Причина возникновения и падения наций лежит в одном и том же. Расхищение плодородия почвы обуславливает их гибель, поддержание этого плодородия – их жизнь, богатство и могущество». Эти результаты наиболее ярко указывают современным земледельцам о необходимости глубокого, всестороннего и реального анализа каждого поля для того, чтобы изучить агрохимическое, агрофизическое и фитосанитарное состояние почв на своих землях, а затем последовательно изучить существующие системы земледелия и выбрать такие технологические комплексы, которые позволяют сохранить естественное плодородие почвы и в то же время получить запланированные экономически и экологически обоснованные урожаи сельскохозяйственных культур.

Дважды герой Советского Союза народный академик Т.С. Мальцев

**Таблица 1. Изменения содержания гумуса в чернозёмах Кубани (% , верхний слой) [4]**

Обследование					
первое			второе		
Автор, год	Место отбора образца	Содержание гумуса	Автор, год	Место отбора образца	Содержание гумуса
Чернозём выщелоченный					
В.В. Докучаев, 1875	г. Екатеринодар	5,0	Л.П. Леплявченко, 1985	г. Краснодар, ОПХ	3,0
Чернозём типичный					
В.В. Докучаев, 1875	ст. Тбилисская	5,1	«Кубань-гипрозём», 1985 г.	ст. Тбилисская	4,1
Чернозём обыкновенный					
П.А. Соломин, 1890	ст. Кущёвская	5,4	Краснодарская ПИСХ, 1985 г.	ст. Кущёвская	3,8

в 1960 г. писал: «...чёрные бури доносят кубанскую землю до Италии, ветер продолжает обкрадывать и терзать больше половины пашни. И беду эту приносит отвальный плуг на Кубани, он всё ещё остаётся основным орудием обработки почвы» [8].

В современный период в хозяйствах Краснодарского края ежегодно отмечаются эрозийно-дефляционные процессы. Они не столь бедственные, как пыльная буря, пронёсшаяся в 1969–1970 гг. Однако ветровая эрозия проявляется ежегодно в той или иной степени там, где основная обработка проведена с оборотом пласта, где против разрушительной силы ветра не противопоставлены лесопосадки, ориентированные против направления господствующих ветров. Негативное влияние на пашню ветровой эрозии усиливается при непродуваемости ветроломных полезащитных лесопосадок. Несоответствие высоты деревьев в лесопосадках и их ширина в три-четыре ряда к размеру поля усиливает эрозийные процессы. Эти показатели должны соответствовать определённым критериям для защиты почвы и растений от дефляционных процессов. С большей интенсивностью ветровая эрозия проявляется на старопахотных землях, где почвенные агрегаты сравнительно больше повреждены вследствие нарушения основ систем земледелия (механическая обработка по влажной почве, внесение физиологически кислых удобрений без учёта агрохимического состояния почвы, уменьшение органического вещества в питательной среде почвы, несоблюдение научно обоснованного чередования культур в севообороте и т. д.). Существенно усиливает эрозийные процессы сокращение площадей возделывания многолетних и однолетних трав, в период

вегетации которых постепенно восстанавливается естественное плодородие почвы.

### Отвальная классическая система основной обработки почвы

Критический летний период в Краснодарском крае (июль – август) для сельскохозяйственных культур сопровождается пересыханием (15–20 см) пахотного слоя почвы на уровне влажности заведения (ВЗ). Такое явление наблюдается из пяти лет три или четыре года. Естественно, обеспеченность растений влагой в сухие года стремится к нулю, соответственно и доступность элементов питания с почвы снижается до минимума. Поэтому, проводя осенний комплекс работ в системе основной обработки почвы, необходимо определить алгоритм технологических операций. Прежде всего – это внесение измельчённых послеуборочных остатков (предыдущими обработками почвы) и расчётного количества минеральных удобрений под оборот пласта на дно борозды. Как правило, почва на глубине 30 см более стабильна по влажности в летний период. Такое совместное применение органических и ми-

неральных (в необходимых соотношениях ( $P_2O_5$  и  $K_2O$ ) удобрений, находящихся в слое до 30 см почвы, позволяет сравнительно без колебаний обеспечить растения продуктивной влагой и растворёнными в ней элементами питания в летний период. Этим и отличается классическая обработка почвы от других многочисленных видов. По своей сути вспашка почвы с оборотом пласта – это более полное аккумулялирование влаги и элементов питания в более глубоком слое почвы по сравнению с внесением минеральных туков в поверхностный слой почвы (15 см) и доступность их с 30 см слоя в период высоких температур и нехватки влаги для полноценной вегетации растений.

В условиях Северного Кавказа весенний период сопровождается резким повышением температур воздуха, быстрым перемещением воздушных масс, которые влияют на уровень влажности почвы в посевном слое. Поэтому следует разумно сокращать количество обработок в весенний период, во-первых, а во-вторых, предпосевные обработки проводить по «спелой» почве. Это нужно не только для того, чтобы уменьшить излишнее уплотнение влажной почвы и сократить нерациональные потери продуктивной влаги, но и для того, чтобы снизить процесс измельчения почвенных агрегатов. Как следствие, такое направление в работе существенно снижает интенсивность эрозийных процессов. В полях, где не проводится целенаправленная работа для поддержания уровня плодородия почвы, эрозийные процессы особенно губительны. Структурные элементы более разрушены, весной на полях с такими почвами преобладают процессы пептизации над коагуляцией почвенных коллоидов под воздействием перепада температур в зимний период.

**Таблица 3.** Количество пыли после 10-кратной обработки почвы выщелоченного чернозёма в обрабатываемом слое [6]

Обработка почвы	Количество пыли, % от веса почвы (< 0,25 мм)
Боронование	4,9
Прикатывание	7,4
Дискование	10,2
Культивация	9,3
Контроль (без обработок)	4,4

В связи с этим проводить выравнивание зяби в весенний период дисковыми агрегатами и тем более с ребристыми металлическими катками, за редким исключением, нерационально. Такие обработки как минимум разрушают напрочь почвенные агрегаты — составные механические элементы различного размера и водопропускности, составляющие структуру почвы, а как максимум создают условия, при которых возникают дефляционные процессы. Эти обработки, как правило, проводятся энергонасыщенными (250–400-сильными) импортными тракторными агрегатами, «успешно» поставляемыми на российский рынок менеджерами зарубежных компаний, которые имеют разный уровень познания законов земледелия.

Необходимо подчеркнуть, что эффективное плодородие тяжёлых по механическому составу почв (к таким относятся чернозёмы Кубани) в большей мере определяется их структурным состоянием (табл. 3) [6].

Особое место в системе основной классической обработки почвы занимает предпосевная обработка. Необходимость её проведения комбинированными широкозахватными тракторными культиваторами у многих растениеводов не вызывает сомнения. Комбинированные культиваторы комплектуются стрельчатыми лапами специальной конструкции для рыхления почвы, создания плотного семенного ложа, а также подрезания сорняков. Современные агрегаты снабжены пружинными боронами в два ряда (регулируемыми по глубине обработки) и лёгкими катками со шлейфами. При обработке почвы таким агрегатом предпосевной слой приобретает необходимый гранулометрический состав, семена ложатся равномерно в плотное ложе, которое подпитывается снизу ка-

пиллярным подтоком влаги, выравнивается поверхность почвы для заделки семян на одинаковую глубину. Вся эта работа направлена на получение своевременных, полноценных и дружных всходов культуры. Качественно проведённая предпосевная обработка на свекловичных полях обеспечивает, по разным оценкам, до 98 % всхожести семян, и, как следствие, земледельцы получают на таких полях экономически обоснованные результаты.

#### **Безотвальная разноглубинная обработка почвы**

Основываясь на изученных материалах и накопленном опыте работы, автор может с уверенностью утверждать, что безотвальная обработка — это не шаг назад к примитивному земледелию, а наоборот — переход на новый, более высокий уровень познаний биологии возделываемых культур, агрохимии, почвоведения, особенностей сортов и гибридов, защиты растений и новейших технологических комплексов, используемых в земледелии, в том числе адаптация всей технологии производства сельскохозяйственной продукции к местным условиям среды с внедрением доступных фрагментов точного земледелия.

Начиная со второй половины XX столетия и до настоящего времени, несмотря на увеличение натуральных и стоимостных показателей растениеводческой продукции, в секторе землепользования сельского хозяйства не все направления развиваются положительно относительно естественного плодородия почвы. Такое состояние в земледелии, на наш взгляд, связано не только с развитием агрономической науки и, соответственно, передовой практики, но и в известной мере с историко-политическими событиями в стране.

На сегодняшний день многие хозяйственники Кубани на своих полях применяют систему обработки почвы на разную глубину без оборота пласта. Это предусматривает полный отказ от отвальной обработки почвы и переход на систему обработки на разную глубину без оборота пласта и No-till. Хозяйственники отдают предпочтение таким системам земледелия, потому что они способствуют накоплению влаги, энерго- и ресурсосбережению (см. рис.). Как известно, фактор обеспеченности растений влагой, которая в условиях юга России всегда находится в первом минимуме в летний период, является основным. Безотвальная система даёт возможность накапливать в слое почвы (0–200 см) больше влаги по сравнению с отвальной обработкой на структурированных и водопроницаемых почвах. В структурных почвах с невысокой плотностью сложения могут создаваться благоприятные условия для накопления продуктивной влаги при сокращении затрат на обработку. По данным академика В.И. Кирюшина [9], пропаганда No-till наиболее активно ведётся из Аргентины, где складываются именно такие условия, особенно при возделывании кукурузы и сорго.

Наряду с положительными характеристиками безотвальной системы основной обработки почвы исследования, проведённые учёными КубГАУ под руководством академика Н.Г. Малюга, доктора сельскохозяйственных наук В.С. Горковенко и ряда других учёных, выявили и отрицательные результаты, полученные в ходе работ по установлению сравнительного влияния различных систем основной обработки на показатели состояния почвы. Так, при безотвальной системе основной обработки, как и при других системах, урожайность сельскохозяйствен-

ных культур контролируется, по данным профессора Д. Шпаара, в основном количеством и качеством вносимых минеральных туков от 15 до 30 %. Однако при внесении фосфорно-калийных удобрений в поверхностный слой (10–12 см) под предпосевную культивацию, дискование или другие виды обработки почвы эффективность этих дорогостоящих удобрений существенно снижается за счёт их перехода в неусвояемые формы (химическое поглощение  $P_2O_5$  и  $K_2O$ ) в условиях, где почва неоднократно пересыхает и увлажняется [2, 11]. Поэтому вне-

сение этих удобрений в более глубокие слои почвы целесообразно, особенно под технические культуры.

**Зависимость инфекционного потенциала почвы от системы почвообработки**

Система обработки почвы выполняет большую роль в формировании и накоплении почвенного инфекционного потенциала. Так, максимальное количество грибов рода *Fusarium spp.* формируется при «нулевой» (No-till) и поверхностной системах основной обработки почвы. При

классической отвальной с периодическим глубоким рыхлением системе, предусматривающей заделку послеуборочных остатков в почву, содержание КОЕ грибов рода *Fusarium spp.* уменьшалось в 2,5–3,0 раза по сравнению с нулевой и безотвальной обработками. Исследованиями также установлено, что доля супрессивных грибов в сапрофитном комплексе увеличивается в 2 раза при безотвальной обработке почвы по сравнению с нулевой. При классической отвальной обработке этот показатель увеличивается более чем в шесть раз. Доминирование в супрессивном комплексе грибов родов *Penicillium spp.* и *Aspergillum spp.* при поверхностной и особенно при «нулевой» обработке почвы является свидетельством «почвоутомления», тогда как при классической отвальной обработке в ризосфере кукурузы супрессивные свойства обусловлены содержанием грибов рода *Trichoderma spp* [1].

*Влияние традиционной отвальной и консервирующей обработки почвы на экологические и экономические показатели [7]*

Традиционная отвальная обработка почвы	Бесплужная, консервирующая обработка почвы
Оценка показателей по 5-балльной шкале	
Весеннее прогревание почвы	
Засорённость посевов сельхоз культур	
Накопление влаги в слое почвы, 200 см	
Ветровая и водная эрозия почвы	
Сроки посева сахарной свёклы	
Запыливание почвы	
Биологическая активность почвы	
Количество структурообразующих макроагрегатов в почве	
Затраты энергии	
Полевая всхожесть семян сахарной свёклы	
Начальный рост	
Урожайность	
Рентабельность производства	

**Выводы**

1. Необходимо возродить проведение глубокого анализа каждого поля для изучения агрохимического, агрофизического и фитосанитарного состояния почвы в разрезе каждого поля через определённый период (по турам).

2. На основе аналитических данных следует составлять планы проведения системы основной обработки почвы по полям севооборота для определения чередования классической обработки с разнотравной без оборота пласта с периодическим глубоким рыхлением почвы до 40 см.

3. Рекомендуется поэтапно провести подбор сельхоз машин и тракторов для выполнения технологических операций на качественном уровне. При подборе техники учесть необходимость внесения минеральных удобрений ( $P_2O_5$  и  $K_2O$ ) в почву на глубину



не менее 25 см при обработке почвы без оборота пласта.

Необходимо широко применять возделывание многолетних и однолетних трав в севообороте, максимально использовать равномерное внесение в почву мелко измельченных растительных послеуборочных остатков. Для сохранения плодородия и восстановления агрофизических свойств почвы выращивать в севообороте сидеральные, а также промежуточные культуры – горчицу белую или яровой рапс. В хозяйствах, где имеются животноводческие комплексы, вносить в почву не только навоз, но и навозную жижу (по необходимости разведённую водой), чтобы обеспечить насыщение почвы органическим веществом – источником гумуса, а также восстановить полезную для почвы биоту.

Важное место в общей технологии возделывания сельскохозяйственных культур при системе основной обработки почвы без оборота пласта должно отводиться интегрированным системам защиты растений от вредных объектов. Широко известно о возрастании численности сорняков, вредителей и возбудителей болезней при обработке почвы не по классической системе. Поэтому доходность и рентабельность возделываемых культур в севообороте во многом будет определяться от хозяйственной эффективности схем химической и биологической защиты растений.

#### Список литературы

1. Горковенко, В.С. Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Влияние обработки почвы на структуру почвенного комплекса микромицетов в ризосфере кукурузы / В.С. Горковенко, О.Е. Роженцова, Т.К. Мошкина. – Краснодар, 2007. – С. 65.

2. Габидуллаев, Э.Ш. Влияние почвенно-климатических условий на продуктивность сахарной свёклы в условиях Краснодарского края / Э.Ш. Габидуллаев // Сахар. – 2016. – № 7. – С. 23–28.

3. Гаркуша, И.Ф. Почвоведение / И.Ф. Гаркуша. – М. ; Л. : Сельхозгиз, 1954. – С. 322.

4. Леплявченко, Л.П. Изменения агрохимических и физико-химических свойств почвы / Л.П. Леплявченко, В.П. Василько, З.П. Марченко [и др.] // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. – Краснодар, 1997. – С. 33–46.

5. Малюга, Н.Г. Биологизированная система земледелия – основа расширенного воспроизводства почвенного плодородия / Н.Г. Малюга, В.П. Василько // Агропромышленный консультант Кубани. – 2007. – № 1. – С. 18.

6. Тарасенко, Б.И. Повышение плодородия почв Кубани / Б.И. Тарасенко // Структура почв

Кубани в связи с их сельскохозяйственным использованием. – Краснодар, 1981. – С. 71.

7. Шпаар, Д. Сахарная свёкла / Д. Шпаар [и др.]. – Минск, 2004. – С. 107.

8. Филоненко, И.Е. Хлебопашец / И.Е. Филоненко // Роман-газета. – 1984. – № 23. – С. 65.

9. Кирюшин, В.И. Проблема экологизации земледелия / В.И. Кирюшин. – М. : РГАУ-МСХА, 2013.

10. Почвенно-экологический мониторинг в земледелии на чернозёмах Западного Предкавказья / Ю.М. Штомпель, А.М. Середин, А.Я. Ачканов [и др.] // Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. Юбилейный выпуск, посв. 75-летию со дня основания Кубанского гос. аграрн. ун-та. – Краснодар, 1997. – С. 29.

11. Ягодин, Б.А. Основное внесение фосфорных удобрений / Б.А. Ягодин. – М. : Агрохимия, 1989. – С. 295.

**Аннотация.** Проведён исторический анализ естественного плодородия почв в Краснодарском крае. Установлено, что кубанские чернозёмы потеряли и продолжают терять своё естественное плодородие под влиянием антропогенного воздействия. Непременное условие пролонгированного естественного плодородия почвы – это ежегодное пополнение пахотного слоя расчётным количеством органики различного происхождения. С целью поддержания баланса между микроорганизмами и сохранения почвенных макроагрегатов предлагается чередовать разноглубинные обработки почвы без оборота пласта с классической отвальной системой обработки. Современные приёмы агротехники должны быть направлены на сведение к минимуму дефляционно-эрозийных процессов, что даёт возможность земледельцам защитить основное средство производства от разрушения и в то же время получать экономически запланированную продуктивность сельскохозяйственной продукции.

**Ключевые слова:** дефляционно-эрозийные процессы, естественное плодородие, питательная среда почвы, разноглубинная обработка почвы, супрессивный комплекс грибов, органическое вещество почвы.

**Summary.** A historical analysis of the natural fertility of soils in the Krasnodar area has been carried out. It is established that the Kuban black soils have lost and continue to lose their natural fertility under the influence of anthropogenic impact. An essential condition for prolonged natural soil fertility is the annual replenishment of the arable layer with an estimated amount of organic material of various origins. In order to maintain a balance between microorganisms and preserve soil macroaggregates, it is proposed to alternate multi-depth classical tillage with a no-till treatment. Modern agricultural techniques should be aimed at reduction of the deflationary erosion processes, which makes it possible for farmers to protect the soils from destruction, and at the same time to obtain economically planned productivity of agricultural products.

**Keywords:** deflationary erosion processes, natural fertility, soil nutrient medium, multi-depth tillage, suppressive complex of fungi, soil organic matter.

# САХАР

SUGAR ■ ZUCKER ■ SUCRE ■ AZUCAR

Ежемесячный журнал для специалистов свеклосахарного комплекса АПК.  
Выходит в свет с 1923 года.  
Доступ к электронной копии – с 2012 года.  
Учредитель – Союз сахаропроизводителей России.  
Главный редактор – О.А. Рябцева.  
Тираж – 1 000 экз.

Журнал освещает состояние и прогнозы рынка сахара, достижения науки, техники и технологий в производстве сахарной свёклы и сахара, селекции и семеноводстве, вопросы экономики и управления, земледелия и налогообложения в АПК, кадровые вопросы свеклосахарной отрасли, отечественный и зарубежный опыт и др.

Распространяется:  
типографская версия в России, странах СНГ,  
в других странах по запросу;  
электронная копия – во всем мире.

Наша аудитория: сотрудники аппарата Правительства РФ, министерств, агропромышленных холдингов, торговых компаний, свеклосеющих хозяйств, сахарных заводов, отраслевых союзов, научных, образовательных учреждений, профильные специалисты всех уровней и др.



## ВАРИАНТЫ ПОДПИСКИ НА 2022 Г.

### Бумажная версия:

через электронный каталог «Почта России»  
по адресу: <https://podpiska.pochta.ru>  
(наш индекс П6305).

Подписная цена зависит от региона доставки;

через редакцию (заявка на [sahar@saharmag.com](mailto:sahar@saharmag.com))  
с доставкой по России «Почтой России»,  
цена 1000 р. за 1 месяц, 12000 р/год.

### PDF-версия журнала (подписка через редакцию):

для России, стран ближнего  
и дальнего зарубежья – 3000 р. на полугодие;  
минимальный срок подписки – 1 месяц, цена 500 р.

Адрес редакции: 121069, Россия, г. Москва, Скатертный пер., д. 8/1, стр. 1.  
Тел/факс: +7(495) 690-15-68; +7(985)769-74-01; e-mail: [sahar@saharmag.com](mailto:sahar@saharmag.com)  
Бухгалтерия: +7 (495)695-45-67; e-mail: [buh@saharmag.com](mailto:buh@saharmag.com);  
официальный сайт: [www.saharmag.com](http://www.saharmag.com)



# ООО ВЕСТЕРОС

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



## ЛАЗЕРНОЕ 3D-СКАНИРОВАНИЕ

СНАРУЖИ И ВНУТРИ ЗДАНИЙ

ОБОРУДОВАНИЯ,  
КОММУНИКАЦИЙ,  
УЗЛОВ КОНСТРУКЦИЙ

ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ  
КОПИИ ОБЪЕКТА

ВЫПУСК ОБМЕРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ  
И ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ



## ПРОЕКТИРОВАНИЕ

АУДИТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
И ТЕПЛОВОЙ СХЕМ

РАЗРАБОТКА  
БИЗНЕС-ПЛАНОВ,  
КОНЦЕПТОВ, ТЭО

РАЗРАБОТКА  
ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ  
(РЕКОНСТРУКЦИЯ,  
НОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО)

ПУСКОНАЛАДНЫЕ  
РАБОТЫ И ОБУЧЕНИЕ  
ПЕРСОНАЛА



## ПРОИЗВОДСТВО ОБОРУДОВАНИЯ

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОР-  
СКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНОГО  
И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

ЛОКАЛИЗАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ  
ЕВРОПЕЙСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ



## ЕРС(ЕРСМ)-ПРОЕКТЫ

РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТДЕЛЬНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ  
И ЦЕЛЫХ ЗАВОДОВ

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗАВОДОВ  
С НУЛЯ

МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ



## СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

ПРОДАЖА ЗАПАСНЫХ  
ЧАСТЕЙ

СЕРВИСНЫЕ УСЛУГИ

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ  
АСУТП



[www.westeros-sugar.com](http://www.westeros-sugar.com)



[info@westeros-sugar.com](mailto:info@westeros-sugar.com)



+7 (473) 210 - 03 - 14



**Дефотек**  
сахарные технологии

## НАС ВЫБИРАЮТ!

*25 сахарных заводов выбрали наш антинакипин  
в сахарную кампанию 2021 года!  
Ни один завод не останавливался  
на промежуточную выварку!*

# DEFOSCALE®

Ингибиторы  
накипеобразования

