

САХАР

ISSN 2413-5518
Выходит в свет с 1923 г.

4 2019

ЖУРНАЛ ДЛЯ МЕНЕДЖЕРОВ, АГРОНОМОВ, ТЕХНОЛОГОВ АПК

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



Дефотек

**ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ!**

Пресс-грануляторы «Амандус Каль» – мощные и надёжные

Прессы КАЛЬ с плоской матрицей – это:

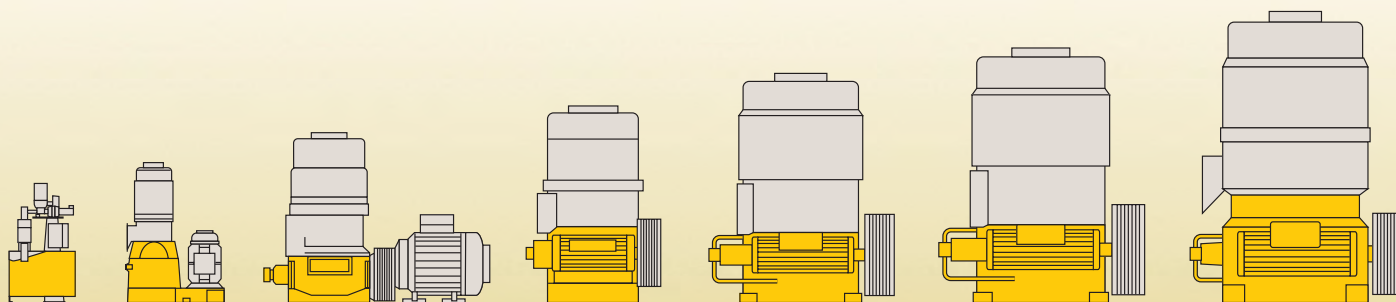
- непрерывный режим работы в течение длительного времени
- возможность регулировок непосредственно в процессе работы пресса
- экономичная эксплуатация с постоянно высоким качеством гранул

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
 - ⇒ не допускает пробуксовывания жома перед прессованием
 - ⇒ низкий расход смазки по сравнению с другими производителями



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



Измерение на производственной линии в режиме реального времени:

**мутности с
ITC 880**



**влажности с
ОМС 2500 + ОМС 200**



Измерение Brix, концентрации, содержания твердого вещества, плотности приборами:

**us-ICC 1500
«TOF»**



μ-ICC 2.45



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. КАЦНЕСОН, инж.
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
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.
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, correspondent member
of the RAS
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
Графика
О.М. ИВАНОВА

Адрес редакции: Россия, 121069,
г. Москва, Скандинавский 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», 2019

В НОМЕРЕ

НОВОСТИ

О конференции «Рынок сахара стран СНГ 2019» **4** **12**

САХАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Е.А. Никитин. Новый подход к контролю качества
при производстве сахара **20**

Московский государственный университет пищевых производств **22**

REXOR 620/630 Platinum – эволюция комбайнов GRIMME **24**

Р. Леблан, А. Гош, И.В. Шаруда. Технично-экономическое сравнение
различных схем кристаллизации **26**

В.А. Сотников, В. Уайлд и др. Декстрановые, левановые
и леваноподобные слизи в сахароварении **36**

В.Н. Кухар, А.П. Чернявский и др. Азотистые вещества
сахарной свёклы и продуктов сахарного производства
и экспресс-методы их определения **42**

Н.Г. Кульнева, Т.А. Кучменко. Альтернативный способ
сенсорного анализа сахаров в сахарном производстве **60**

**Жердевский колледж сахарной промышленности – уникальное учебное
заведение** **66**

Л.Н. Пузанова. Учебный центр дополнительного профессионального
образования специалистов сахарной промышленности
продолжает работу **68**

К 80-летию Вячеслава Ивановича Тужилкина **69**

ЭКОНОМИКА • УПРАВЛЕНИЕ

С.М. Кольцов, К.С. Василевский и др. Кратное снижение
энергопотребления систем активной вентиляции кагатов
сахарной свёклы **70**

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Л.В. Донченко. Свекловичный пектин как один из основных
факторов повышения качества жизни современного человека **76**

**Спонсоры годовой подписки
на журнал «Сахар» для победителей конкурсов:
Лучшее свеклосеющее хозяйство России 2018 года
Лучшие сахарные заводы России
и Евразийского экономического союза 2018 года**



IN ISSUE	
NEWS	4
«CIS sugar market 2019» conference report	12
SUGAR PRODUCTION	
E.A. Nikitin. New approach to quality control in sugar production	20
Moscow State University of Food Production	22
REXOR 620/630 Platinum – evolution of GRIMME harvesters	24
R. Leblanc, A. Gauche, I.V. Sharuda. Technical and economic comparison of various crystallization schemes	26
V.A. Sotnikov, V. Wild and oth. Dextran, levan and levan-like mucus in sugar making	36
V.N. Kuhar, A.P. Chernyavsky and oth. Nitrogenous substances of sugar beet and sugar products and express methods for their determination	42
N.G. Kulneva, T.A. Kuchmenko. Alternative method of sensory analysis of sugars in sugar production	60
Zherdevsky sugar industry college – unique educational institution	66
L.N. Puzanova. Training Center of additional professional education for the sugar industry specialists keeps working	68
To the 80th anniversary of Vyacheslav Ivanovich Tuzhilkin	69
ECONOMICS • MANAGEMENT	
S.M. Koltsov, K.S. Vasilevsky and oth. Fold reduction in power consumption of the active ventilation of sugar beet storage	70
SCIENTIFIC RESEARCHES	
L.V. Donchenko. Beet pectin as one of the main factors of improvement of quality of modern life	76

Читайте в следующих номерах:
• В.Н. Кухар, В.Д. Саповский и др. Современный моечный комплекс: опыт работы с целью уменьшения загрязнённости свёклы, снижения потерь массы и сахара, расхода воды • Е.Н. Васильченко, Е.О. Колесникова. Использование проточной цитометрии для определения плоидности растений <i>Beta vulgaris</i> L. • О.В. Гамуев, В.М. Вилков. Метод защиты от корнеотпрысковых сорняков в зерносвекловичном севообороте в ЦЧР • Е.А. Дворянkin. Симптомы повреждения семенников сахарной свёклы гербицидами гормоноподобного действия и комбинированными сульфониомочевинными препаратами • Е.И. Костенко. Условия развития корневой системы сахарной свёклы при различных способах обработки почвы и внесения минеральных удобрений • Т.П. Федулова, Д.Н. Федорин и др. Использование ДНК-маркеров в современных программах селекции сахарной свёклы

Реклама
ООО «ДЕФОТЕК» (1-я обл.) Представительство Коммандитного товарищества «Амандус Каль ГмбХ и Ко.КГ» (2-я обл.) АО «Ридан» (3-я обл.) «Техинсервис Инвест» (4-я обл.) ProMtec 1 ООО «НПП «Макромер» им. В.С. Лебедева 5 ООО «АМФ-БРУНС РУССЛАНД» 7 ООО «Кельвион Машинпэкс» 9 ИП Гриценко Елена Викторовна 11 ИП Сотников Валерий Александрович 13 ООО «ЛАБТЕХМОНТАЖ» 15 EnerDry A/S 17 ООО «БМА Руссланд» 19 ООО «Брукер» 20 ООО «АМТ-Черноземье» 23 ООО «ГРИММЕ-РУСЬ» 24 Fives Cail SAS 35 ООО «АгроХолод» 75 ООО «ВПО «Волгохимнефть» колонтитулы ООО «НТ-Пром» колонтитулы
Требования к макету
Формат страницы • обрезной (мм) – 210×290; • дообрезной (мм) – 215×300; • дообрезной (мм) – 215×215 (1-я обл.) Программа вёрстки • Adobe InDesign (с приложением шрифтов и всех иллюстраций в соответствии с требованиями, приведёнными ниже) Программа подготовки формул • MathType Программы подготовки иллюстраций • Adobe Illustrator; • Adobe Photoshop Формат иллюстраций • 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 раstra – 300 dpi (600 dpi для Bitmap) Формат рекламных модулей • 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 26.04.2019. Формат 60х88 1/8. Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,34. 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.

Минсельхоз провёл совещание по вопросам развития сельского хозяйства в ДФО. 18 марта во Владивостоке обсуждались вопросы государственной поддержки аграриев Дальневосточного федерального округа, а также развития сельских территорий и малых форм хозяйствования. Во встрече приняла участие заместитель министра О. Лут, представители профильных департаментов Минсельхоза России и региональных органов управления АПК. Была представлена концепция регионализации, направленная на стимулирование развития сельского хозяйства в субъектах РФ. Паспорт документа опубликован на официальном интернет-портале правовой информации.

www.mcx.ru, 18.03.2019

Пётр Чекмарёв стал полпредом Чувашии при Президенте РФ. «Глава Чувашии М. Игнатьев 18 марта подписал указ о назначении П. Чекмарёва полномочным представителем Чувашской Республики при Президенте Российской Федерации», — сообщает пресс-служба администрации региона.

www.ria.ru, 20.03.2019

Владимир Путин: Россия снимет ответные санкции, если ЕС отменит ограничения в сельском хозяйстве. Об этом заявил Президент РФ В. Путин на встрече с главой делегации французских политиков, президентом ассоциации «Франко-российский диалог» Т. Мариани.

www.tass.ru, 18.03.2019

Минсельхоз ставит задачу повысить рентабельность отрасли за пять лет с 8 до 30–35 %, заявил первый замминистра сельского хозяйства РФ Дж. Хатуов. По его словам, повышать рентабельность помогают модернизация производства, внедрение новых технологий, инструменты кредитования. Министр сельского хозяйства Ставропольского края В. Ситников сообщил, что средняя рентабельность отрасли в регионе по итогам 2018 г. составила 25,6 % против 20,6 годом ранее.

www.dairynews.ru, 22.03.2019

Продвижение российских продовольственных брендов способствует развитию экспорта АПК. Заместитель министра сельского хозяйства О. Лут выступила с докладом на круглом столе «Качество в агробизнесе», в ходе которого рассказала о развитии экспортного потенциала отечественного продовольствия. Лут подчеркнула, что формирование и продвижение российских продовольственных брендов является одной из основных задач Минсельхоза в рамках деятельности по развитию экспорта АПК, а совместные усилия государства и бизнеса позволят российской продукции занять достойное место на зарубежных рынках.

www.kvedomosti.ru, 27.03.2019

Медведев заявил, что налоги в ближайшие шесть лет корректироваться не будут. Внесение неналоговых платежей в Налоговый кодекс не приведёт к усилению фискальной нагрузки, налоги в течение ближайших шести лет корректироваться не должны. Об этом заявил на расширенной коллегии Министерства финансов РФ премьер-министр Д. Медведев.

www.russretail.ru, 26.03.2019

Медведев поручил ФАС следить за ценами на минеральные удобрения для сдерживания их роста. Премьер-министр Д. Медведев поручил Федеральной антимонопольной службе (ФАС) контролировать цены на минеральные удобрения, Минпромторгу — проработать механизм их поставок в субъекты РФ. Соответствующие решения по итогам совещания о ценах на минеральные удобрения, которое состоялось 18 марта, опубликованы на сайте кабмина.

www.tass.ru, 26.03.2019

Кредитование сезонных полевых работ выросло на 27,8 %. Минсельхоз России ведёт оперативный мониторинг в сфере кредитования агропромышленного комплекса страны. По состоянию на 28 марта общий объём выданных кредитных средств на проведение сезонных полевых работ вырос до 134,97 млрд р., что на 27,8 % больше, чем за аналогичный период прошлого года. В частности, АО «Россельхозбанк» выдано кредитов на сумму 102,38 млрд р., ПАО «Сбербанк России» — 32,59 млрд р. В 2018 г. предприятиям и организациям АПК на проведение сезонных полевых работ было выдано кредитных ресурсов на сумму 454,76 млрд р., в том числе АО «Россельхозбанк» — 325,73 млрд р., ПАО «Сбербанк» — 129,03 млрд р.

www.mcx.ru, 29.03.2019

Доктрину продовольственной безопасности России корректируют из-за улучшения ситуации в аграрном секторе, а также западных санкций, сообщил помощник секретаря Совета безопасности РФ А. Абелин. «Корректировка доктрины потребовалась в связи с формированием новых рисков и угроз, вызванных главным образом экономическими санкциями, введёнными США и их союзниками в отношении России, повышением открытости национального агропродовольственного рынка, а также углублением интеграционных процессов в рамках ЕАЭС и созданием единого таможенного пространства», — сказал Абелин журналистам.

www.milknews.ru, 02.04.2019

Три в одном: экологические платежи могут объединить в новом фонде. Новый фонд — экологический — предложило создать Минэкономразвития, рассказали «Известиям» в ведомстве. Пополнять его мини-

50 ЛЕТ
НАУЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



На сахарные заводы России
организованы выезды
мобильной микробиологической
лаборатории с целью раннего
обнаружения бактериологического
инфицирования предприятий
для оперативного устранения
микробиологических проблем
и их профилактики

- ▶ **Пеногасители ЛАПРОЛ**
- ▶ **Антинакипины**
- ▶ **Кристаллообразователи**
- ▶ **Дозирующие устройства**
- ▶ **ПАВ: ЭСТЕР С, ЭСТЕРИН А**
- ▶ **Антисептики: «Бетасепт», «Декстрасепт»**

ДО ПОСЛЕДНЕЙ КАПЛИ...

стерство предлагает за счёт трёх обязательных платежей компаний: экологического и утилизационного сборов, а также платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС).

www.iz.ru, 02.04.2019

Глава Союзроссахара Андрей Бодин избран председателем Общественного совета при Минсельхозе России. 2 апреля министр сельского хозяйства России Д. Патрушев принял участие в первом заседании Общественного совета при Минсельхозе России в обновлённом составе. На мероприятии был избран новый председатель Совета, которым стал глава Союза сахаропроизводителей России А. Бодин. Заместителями председателя стали президент Национального союза производителей ячменя, солода, хмеля и пивобезалкогольной продукции А. Мордовин и председатель Российского союза сельской молодёжи Ю. Оглоблина.

www.mcx.ru, 03.04.2019

Правительство одобрило соглашение о механизмах прослеживаемости товаров, ввезённых в ЕАЭС. Премьер-министр Д. Медведев подписал постановление о представлении президенту России предложения о подписании соглашения, направленного на противодействие серому импорту и теневому обороту товаров на пространстве Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Соответствующий документ опубликован на сайте кабмина.

www.wp.agronews.ru, 04.04.2019

Минсельхоз завершает разработку Госпрограммы развития сельских территорий с учётом мнений ведомств. Заместитель Председателя Правительства РФ А. Гордеев провёл совещание, в ходе которого был представлен проект государственной программы комплексного развития сельских территорий, поручение о разработке которой было дано президентом по итогам рабочей поездки в Ставропольский край осенью прошлого года. Гордеев подчеркнул, что к 1 июня государственная программа должна быть полностью готова и утверждена, чтобы полноценно войти в бюджетный цикл 2020 г. При этом финансирование программы должно быть увеличено по всем направлениям развития сельских территорий, а также чётко скоординировано с другими госпрограммами во избежание дублирования затрат и их целевого расходования.

www.mcx.ru, 05.04.2019

На субсидирование закупок сельхозтехники в 2019 г. в России будет выделено 16 млрд р. Объём субсидий на обеспечение скидки при покупке сельскохозяйственной техники российскими аграриями в 2019 г. состав-

лит 16 млрд р. Об этом 5 апреля на совещании в Хабаровске заявил первый замглавы Минсельхоза России Дж. Хатуов. Он также напомнил, что максимальная скидка в 2018 г. составляла 10 % от цены сельхозтехники, а в 2019 г. её размер составляет 20 %.

www.apk-inform.com/ru, 05.04.2019

Д. Медведев не исключает антимонопольного регулирования цен на минудобрения в случае их роста. В случае роста цен на минеральные удобрения могут применяться меры антимонопольного регулирования и при необходимости проводиться дополнительные консультации на предмет заключения межотраслевого соглашения, заявил премьер-министр Д. Медведев. От повышенного спроса, добавил он, цены на минеральные удобрения колеблются, и на совещании 18 марта ФАС было поручено проводить мониторинг цен с ежемесячным докладом.

www.agroobzor.ru, 08.04.2019

Путин потребовал проконтролировать доведение субсидий до аграриев. Президент РФ В. Путин потребовал от Минсельхоза и вице-премьера А. Гордеева проконтролировать доведение средств господдержки АПК непосредственно до аграриев. В ходе совещания главы государства с правительством министр сельского хозяйства РФ Д. Патрушев сообщил, что ведомство направило в регионы 109,4 млрд р. в качестве средств поддержки к посевной 2019 г., однако на местах ситуация «не столь оптимистическая» и до конечных сельхозпроизводителей в настоящее время доведено лишь 13 % этих средств.

www.agro.cap.ru, 12.04.2019

Дмитрий Патрушев обсудил актуальные вопросы сотрудничества в сфере АПК с главой аграрного ведомства Республики Беларусь. Министр сельского хозяйства России Д. Патрушев провёл рабочую встречу с министром сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь А. Хотько, в ходе которой обсуждались вопросы укрепления сотрудничества двух стран в аграрной сфере. При этом проблемным вопросом взаимодействия двух стран остаётся обеспечение безопасности поставок белорусской животноводческой продукции. Для её урегулирования с марта 2018 г. надзорные органы работают над исполнением подписанной Дорожной карты по процедуре снятия взаимных ограничительных мер.

www.mcx.ru, 16.04.2019

Минсельхоз России: на 17 апреля посеяно 378 тыс. га сахарной свёклы. По данным Минсельхоза России, сев сахарной свёклы (фабричной) проведён на площади 378,2 тыс. га (в 2018 г. — 254,2 тыс. га).

www.mcx.ru, 18.04.2019

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТЕРЫ И СЕРВИС MADE IN GERMANY

AMF-Bruns Russia

Фридриха Энгельса 24Б
394036 Воронеж

Тел.: +7 473 260 22 48

Моб.: +7 909 210 27 56

Voronezh@AMF-Bruns.com

Индивидуальное производство оборудования

- » Шнековые транспортёры
- » Системы остаточного опорожнения бункеров
- » Лотковые ленточные транспортёры
- » Запорные элементы и дозаторы
- » Специальные установки
- » Ленточные и обычные ковшовые элеваторы
- » Проектирование комплекса
- » Создание трёхмерной модели
- » Применение в любой точке мира
- » Быстрая поставка запчастей
- » Послепродажное обслуживание

Индивидуальный сервис



CONVEYORS
INDUSTRIAL SOLUTIONS

www.amf-bruns.com

Азербайджан значительно сократил импорт сахара из России. В 2018 г. Азербайджан импортировал из России 7,3 тыс. т сахара, что в 15,7 раза меньше показателя 2017 г., следует из материалов ФТС, представленных на международной конференции «Рынок сахара стран СНГ» в пятницу в Москве. Согласно документам, в 2018 г. самым крупным покупателем российского сахара, как и годом ранее, был Казахстан — 142,5 тыс. т против 151,2 тыс. т в 2017 г. Узбекистан, занявший второе место в списке, импортировал 111,3 тыс. т против 112,3. Тройку лидеров в 2018 г. замкнула Белоруссия, импортировавшая 44,9 тыс. т против 51,1 тыс. т в 2017 г. В числе крупных покупателей в прошлом году были также Украина (35,4 тыс. т против 42,1), Киргизия (23,2 тыс. т против 28,9). Российский сахар также поставлялся в Армению, Таджикистан, Монголию, Грузию, Китай и некоторые другие страны. Всего в 2018 г. Россия экспортировала 373,9 тыс. т сахара против 573 тыс. т в 2017 г. Азербайджан в 2017 г. закупил в России 114,8 тыс. т сахара, став третьей по данному показателю страной.

www.ikar.ru, 25.03.2019

Беларусь рассчитывает получить в этом году рекордный урожай зерна и до 5 млн т сахарной свёклы. В нынешнем году власти Беларуси планируют поставить рекорд по сбору урожая зерна по сравнению с 2018 г. Предполагается, что в 2019 г. будет собрано как минимум 700 тыс. рапса, до 5 млн т сахарной свёклы и 180 тыс. т льнотресты.

www.belnovosti.by, 25.03.2019

В Беларуси будут известковать кислые почвы по новой технологии. Начиная с 2008 г. агрохимические показатели плодородия почв существенно увеличились. Об этом сообщил журналистам 28 марта директор Института почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси В. Лапа. «Сегодня содержание фосфора в пахотных почвах составляет 188 мг, калия — 218 мг, это на уровне нижних границ оптимальных значений. Также за последние четыре года впервые удалось выйти на положительный баланс гумуса», — отметил Лапа. — Немного хуже ситуация с кислотностью: наши пахотные земли немного подкислились, но ещё остаются на достаточном уровне для обеспечения нормальных условий питания для большей части культур. Институт проводит широкомасштабное производственное исследование по применению нового известкового материала — сыромоломного доломита. В перспективе он может заменить доломитовую муку, что обеспечит двукратное снижение стоимости известкования почв и позволит вдвое увеличить площади обработки при тех же финансовых затратах.

www.rossahar.ru, 29.03.2019

14 тыс. га засеют сахарной свёклой в Алматинской области. В этом году в Алматинской области планируют увеличить посевные площади сахарной свёклы с 11 до 14 тыс. га, передаёт корреспондент «Хабар 24». Ожидается, что будет получено 485 тыс. т сладкого корнеплода и произведено больше 50 тыс. т сахара.

www.24.kz, 01.04.2019

В течение двух лет Узбекистан импортировал сахар на общую сумму более 1 млрд долл. США. Отчёт по этому поводу составили в Центральном банке. Увеличение импорта связано с тем, что с осени 2017 г. сахарные заводы Узбекистана приостановили свою работу. Причиной временного закрытия заводов стало девальвация сума. Так, в 2016 г. Узбекистан импортировал сахар на общую сумму в 336 млн долл., в 2017 г. — 330 млн долл., а в 2018 г. — 343 млн долл.

www.upl.uz, 02.04.2019

В Пензенской области в 2019 г. планируется собрать не менее 2 млн т сахарной свёклы. Аграрии Пензенской области планируют собрать в текущем году не менее 2,1 млн. т зерновых, 2 млн. т сахарной свёклы и 400 тыс. т масличных культур. Об этом сообщает пресс-служба регионального правительства. Согласно данным Пензастата, в 2018 г. в Пензенской области объёмы производства сахарной свёклы уменьшились — примерно с 2,4 млн т в 2017 г. до 1,8 млн т (77,1 %).

www.penzanews.ru, 09.04.2019

Ставропольские аграрии заканчивают сев сахарной свёклы. На сегодняшний день культуру заложили на площади в 94,2 %, сообщили в министерстве сельского хозяйства Ставрополья. К середине апреля 2019 г. краевые растениеводы засеяли свёкольными семенами более 30 тыс. га земель. В дальнейшем под эти цели задействуют ещё 32,3 тыс. га. Как рассказал заместитель министра сельского хозяйства Ставропольского края А. Олейников, основная часть посевов сахарной свёклы размещена в западных районах региона. Запасы влаги в почве там варьируют от 120 до 240 мм, что характеризуется как «хорошо» и «отлично». На грантовую поддержку ставропольских фермеров из средств регионального бюджета в 2019 г. предусмотрено 700 млн р.

www.stavgorod.ru, 15.04.2019

Кубань: завершается сев сахарной свёклы. Министр сельского хозяйства Краснодарского края Ф. Дерёка провёл селекторное совещание о ходе посевной кампании с представителями муниципалитетов и аграриями, сообщает пресс-служба краевого Минсельхоза. Министр отметил, что весенние работы на полях идут с опережающими темпами к прошлому году. Яровы-

ми культурами уже засеяно свыше 991 тыс. га, или 54 % от запланированного. Завершается сев сахарной свёклы — агрокультура посеяна на площади 195,9 тыс. га.

www.sugar.ru, 18.04.2019

Мировой экспорт мелассы в 2019 г. сократится из-за укрепления цен. В 2018/19 и 2019/20 гг. прогнозируется сокращение мирового производства мелассы. Это положило конец падению цен на большинстве рынков. В середине 2018 г. цены упали примерно до 125 евро за 1 т, но в настоящее время восстановились до уровня чуть ниже 150 евро в северо-западной Европе. Мировой импорт мелассы (включая внутреннюю торговлю в ЕС) может упасть с 6,6 млн т, достигнутых в 2018 г. Европа продолжала оставаться самым важным пунктом назначения для мелассы в 2018 г. Самым крупным источником для ЕС-28 в 2018 г. была Россия, объём которой составил около 365 тыс. т по сравнению с 288 тыс. т в предыдущем году.

www.sugar.ru, 15.04.2019

Евросоюз ввёл пошлины на азотные удобрения из России и США. Евросоюз объявил о введении на полгода импортных пошлин на жидкие азотные удобрения из России, США и Тринидад и Тобаго. Об этом говорится в распространённом заявлении Еврокомиссии. Размер пошлин для России составляет 34 %. Решение носит предварительный характер, однако в зависимости от результатов начатого в августе антидемпингового расследования Еврокомиссии срок их действия может быть продлён до пяти лет, а размер — скорректирован.

www.tass.ru, 11.04.2019

Россия экспортировала рекордный объём кормов. Экспорт кормов всех видов из России в прошлом году увеличился на 8,7 % до 4,47 млн т (без учёта кормовых агрокультур), обновив исторический максимум, следует из данных ФТС. В том числе отгрузка готовых комбикормов выросла на 12,3 % до 113 тыс. т. Основные покупатели — страны ближнего зарубежья: Казахстан, Беларусь, Украина. Однако в масштабе производства объём продаж за рубеж очень незначителен. По данным Росстата, в прошлом году было выпущено 28,9 млн т комбикормов.

www.agro2b.ru, 20.03.2019

Ограничения на транзит грузов Украины через Россию признаны обоснованными. Введённые Россией в 2016 г. ограничения на транзит украинских товаров через территорию России соответствуют нормам Всемирной торговой организации (ВТО).

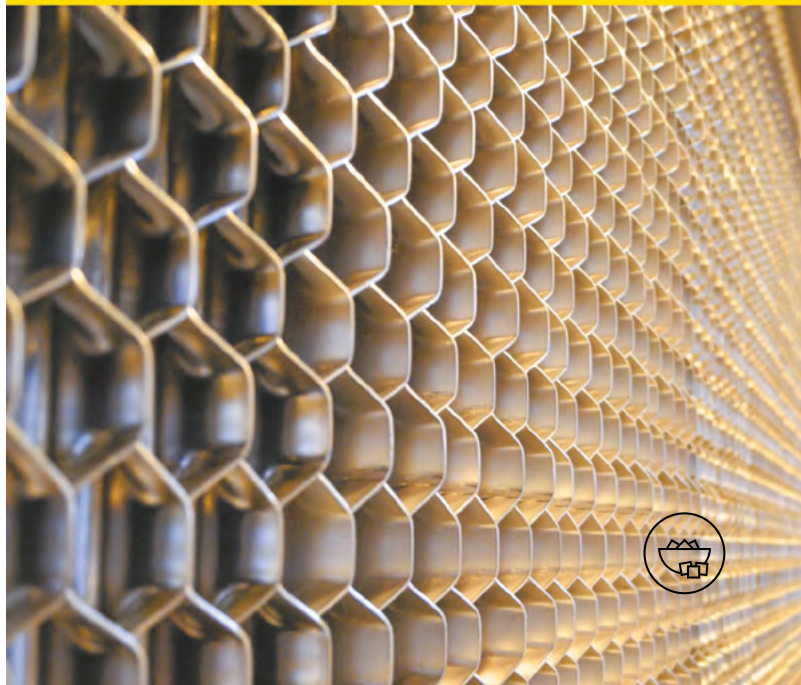
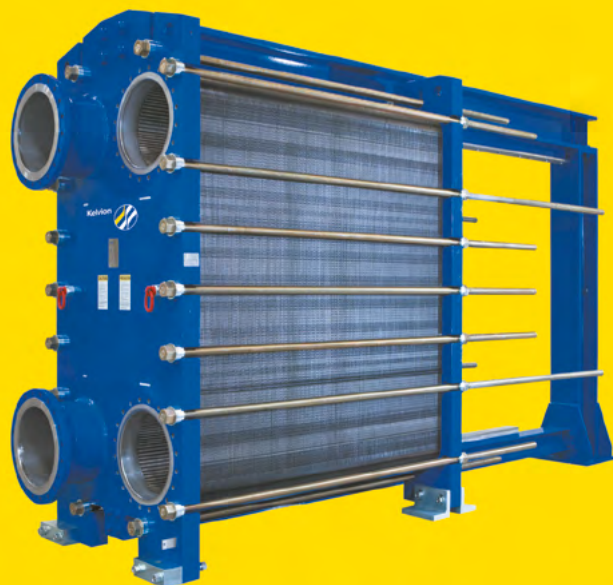
Kelvion



КЕЛЬВИОН – ЭКСПЕРТЫ В ТЕПЛООБМЕНЕ С 1920 ГОДА

Инновационные решения с применением пластинчатых и кожухотрубных теплообменников, аппаратов воздушного охлаждения и градирен, испарителей и конденсаторов.

Кельвион Машинпэкс
Тел: +7 (495) 234 95 03
Факс: +7 (495) 234 95 04
moscow@kelvion.com
www.kelvion.ru



Как разъяснила вчера третейская группа организации, Российская Федерация была вправе вводить такие ограничения исходя из соображений национальной безопасности.

www.kommersant.ru, 08.04.2019

Минсельхоз предложил уменьшить субсидии на перевозку агропродукции. Минсельхоз предлагает внести изменения в постановление правительства № 1104, в рамках которого предоставляются субсидии на перевозку сельхозпродукции наземным, в том числе железнодорожным, транспортом. Как следует из проекта, опубликованного на regulation.gov.ru, предполагается распространить льготу на новые виды сельхозтоваров, в том числе свекловичный жом, жмыхи, рафинированные и нерафинированные жиры и масла, маргарин, живых животных, рисовую крупу, лён, муку грубого помола и т. д.

www.agroinvestor.ru, 16.04.2019

НСА: аграрии, застраховавшие риски, смогут получить в этом году дополнительно 1,4 млрд р. Объём средств не связанной поддержки, которую смогут дополнительно получить застраховавшие свои риски российские аграрии в 2019 г., составит 1,4 млрд р., сообщил «Интерфаксу» президент Национального союза агростраховщиков (НСА) К. Биждов. Так он прокомментировал итоги рассмотрения правительством РФ вопроса о подготовке к проведению в 2019 г. весенних полевых работ. Он уточнил, что речь идёт о договорах агрострахования с господдержкой, где 50 % страховой премии дотируется по закону из федерального бюджета.

www.dairynews.ru, 18.03.2019

Президиум НСА утвердил новые единые Правила страхования. Президиум Национального союза агростраховщиков утвердил два вида новых Правил страхования — урожая, многолетних насаждений и сельскохозяйственных животных, в полной мере соответствующих новым условиям закона о господдержке агрострахования, которые вступили в силу с 1 марта. Помимо правил страхования утверждены также единые методики расчёта тарифов по этим видам страхо-

вания. «Теперь российские аграрии могут защитить свои риски на новых, более гибких и адаптированных к их интересам условиях», — заявил президент НСА К. Биждов.

www.apk-inform.com/ru, 19.03.2019

«Агросила» направит 2,5 млрд р. на развитие собственных проектов. Генеральный директор холдинга «Агросила» С. Барсукова в ходе межрегионального экономического форума в Ижевске «Устойчивое развитие сельских территорий: производство, экономика, условия жизни» сообщила, что в 2019 г. компания вложит в развитие собственных проектов 2,5 млрд р. Из этих средств 500 млн р. будет направлено на модернизацию и переоснащение площадок птицеводческого комплекса, 277 млн р. инвестируют в инновационные проекты завода «Заинский сахар».

www.sfera.fm, 10.04.2019

Новый завод в Пуховичском районе обеспечит аминокислотами всю Беларусь и зарубежье. Строящийся белорусско-китайский промышленный комплекс в Пуховичском районе будет выпускать широкий ассортимент аминокислот и до 1 млн т кормов для животных. Проект стартовал в июле 2018 г., инвестиции в него составят 733 млн долл. Планируется, что после выхода на проектную мощность предприятие будет приносить 100 млн долл. чистой прибыли в год и окупит себя за восемь лет. Годовой оборот предприятия составит около 7 млрд долл. По данным World Grain, новый производственный комплекс ежегодно будет перерабатывать 250 тыс. т зерна, в основном пшеницы и тритикале и производить 99 тыс. т лизин-содержащего корма, 64,7 тыс. т лизина, 23 тыс. т глютеина, 5900 т L-треонина, 1300 т L-триптофана, а также 15 тыс. т кристаллов сульфата аммония и 10 тыс. т жидкого сульфата аммония. Для производства аминокислот будет внедрена китайская технология, использующая бактерии четвертого поколения. Этой продукции хватит не только для внутреннего рынка, предприятие планирует экспортировать около 80 % выпущенных аминокислот и комбикормов. Сейчас ежегодно Беларусь импортирует для нужд сельского хозяйства аминокислоты на 200 млн долл.

www.kurjer.info, 03.04.2019

Чишминский сахарный завод включён в реестр экспортёров. Республиканское управление Россельхознадзора совместно с Управлением ветеринарии провели ветеринарно-санитарное обследование Чишминского сахарного завода на соответствие требованиям стран ЕС для включения в реестр экспортёров. Предприятие занимается переработкой сахарной свёклы, производством сахара и жома сухого свекловичного. По результатам комиссия приняла решение, что завод

УТОЧНЕНИЕ

Уважаемые читатели! В опубликованной в номере 3(19) журнала «Сахар» статье К.Е. Стекольниковой «Известкование почв — основа успешного свекловодства» на стр. 42, в правой колонке, 1-я строка сверху, была допущена неточность. Вместо <...может содержаться до 10% стабильного стронция. Стронций является химическим аналогом кальция и также может применяться в качестве мелиоранта. Поступая с пищей в организм животного и человека, он замещает кальций в костях, от чего они становятся хрупкими, ломкими> следует читать: <...может содержаться до 10% стабильного стронция. А он является химическим аналогом кальция. Поступая с пищей в организм животного и человека, он замещает кальций в костях, от чего они становятся хрупкими, ломкими>.

Технологическая добавка «Ардон»

серии «Ардон-А» и «Ардон-Н»

используется на всех этапах

производства сахара



**13 лет успеха –
гарантия надёжности!**

имеет необходимые ветеринарно-санитарные условия для экспорта кормов растительного происхождения и рекомендовано для размещения в реестре экспортёров в ФГИС «Цербер», сообщает управление Россельхознадзора по Республике Башкирия.

www.bashinform.ru, 04.04.2019

В Курской области сахарные заводы модернизируют к новому сезону. Об этом говорили на встрече руководства предприятия «Моснефтегазстройкомплект» с временно исполняющим обязанности губернатора области и главами районов. С группой компаний регион сотрудничает более 10 лет. Под управлением инвестора — несколько агрокомплексов и два предприятия по переработке сахарного сырья. Выращивают зерновые и кормовые культуры, сахарную свёклу и сою. В распоряжении компании более 90 тыс. га. В этом году компания планирует инвестировать в область свыше 7,5 млрд р.

www.gtrkkursk.ru, 04.04.2019

«Ъ»: «Лукойл» может купить завод по производству минеральных удобрений за \$1 млрд. «Лукойл» готов предложить за татарстанский завод по производству минеральных удобрений «Аммоний» около \$1 млрд.

Как сообщает «Коммерсантъ», завод может стать для нефтяной компании первым активом по выпуску минеральных удобрений.

www.tass.ru, 10.04.2019

Курский изобретатель усовершенствовал переработку свекловичного жома. «Курская Правда» пишет: А.М. Черников получил в 2015 и 2016 гг. два патента на изобретения, связанные с переработкой свекловичного жома. По технологии Черникова после глубокого отжатия должен идти процесс гранулирования ещё влажного жома, затем его активное вентилирование, а уже потом сушка. При этом расход газа на 1 т сухого жома уменьшается более чем в 19 раз — требуется всего 15–20 кубометров, время сушки тоже сокращается — до двух-трёх часов. В итоге — экономия газа, рост валового производства жома, производительность оборудования увеличиваются, себестоимость оборудования уменьшается, не нужно сбрасывать жомовые воды. Из вентилированного жома можно получать пектин. Эта технология может заметно помочь стране в деле импортозамещения, так как Россия ежегодно закупает пектина на 100 млн долл.

www.sugar.ru, 17.04.2019

О конференции «Рынок сахара стран СНГ 2019»

22 марта 2019 г. в Москве, в гостинице «Рэдиссон Славянская», состоялась VIII Международная конференция «Рынок сахара стран СНГ 2019».

Организаторами конференции выступили Евразийская сахарная ассоциация совместно с Международной организацией по сахару (МОС) при участии Министерства сельского хозяйства РФ,

Министерства экономического развития РФ, Министерства промышленности РФ, Евразийской экономической комиссии, Исполнительного комитета СНГ. Сообщество партнёров конференции было представлено 22 компаниями, из них в очередной раз организационным партнёром стал Институт конъюнктуры аграрного рынка, а генеральным — Corteva Agriscience.

В рамках поставленных Президентом РФ В.В. Путиным в майском указе задач по увеличению экспорта продукции агропромышленного комплекса к 2024 г. объём экспорта продукции свекло-сахарного подкомплекса должен достичь 4,5 млн т на сумму более 1 млрд долл. США. Этот посыл лёг в основу формирования программы конференции, в которую были включены вопросы, связанные с повышением эффективности свекло-сахарной отрасли стран СНГ и увеличением объёмов экспорта российского сахара, а также каналов его сбыта.

Среди обсуждавшихся тем были: анализ проблем и развитие рынка сахара стран СНГ, формирование регионального баланса на 2018–2019 гг., развитие логистической инфраструктуры для отгрузки сахара и побочной продукции, тренды и прогнозы на мировом рынке текущего и предстоящего сезонов и др.

Первая сессия была посвящена рынку сахара стран СНГ и его



Андрей Бодин, Ассоциация сахаропроизводителей ЕАЭС



Станислав Бубен, ЕЭК



Слева направо: Денис Казанников, Олег Радин, Максим Новиков, Людвиг Тарханьян, Азат Султанов



МАКРОМЕР®

Дилер: тел.: +7(4922)215 374
+7(920)907 00 19



ПромАсептика

Производитель: ИП «Сотников В.А.»
Тел.: +7(906)323 85 31



SternEnzym

vwild@sternenzym.ru

ФЕРМЕНТО-АНТИСЕПТИРУЮЩИЕ ПРЕПАРАТЫ

ДЕКСТРАСЕПТ

ДЕФЕКАЗА

ФИЛЬТРАЗА





Денис Казанников, Российский экспортный центр

роли в мировом балансе, мерам по поддержке экспорта продукции АПК. О Федеральном проекте «Экспорт продукции АПК», нацеленном на всестороннюю поддержку российских экспортеров, производителей продуктов питания, рассказал участникам конференции руководитель проекта по поддержке экспорта АПК РЭЦ Денис Казанников. «Прорывной» сценарий наращивания экспорта продукции АПК потребует выделения из федерального бюджета дополнительных ассигнований, отметил он. Рост экспорта продукции сахарной промышленности, по оценке РЭЦ, составит к 2024 году 152% по отношению к 2017 году и достиг-

нет, в стоимостном выражении, 703 млн. долларов США. В целом для осуществления «прорывного» сценария экспорта продукции АПК понадобится устранить узкие места и барьеры, создать экспортно-ориентированную товаропроводящую инфраструктуру, построить дополнительные мощности портовой перевалки, формировать маршрутные поезда, а также предусмотреть специальные меры по продвижению и позиционированию продукции АПК, в том числе развивать зонтичные бренды. Для квалифицированного сопровождения и реализации экспортной политики принято решение о создании на базе МГИМО кафедры, выпускающей атташе по АПК.



Азат Султанов, Минсельхоз Республики Казахстан

Почётным гостем утренней сессии стал представитель Минсельхоза Казахстана Азат Султанов, который рассказал о достижениях и проблемах республики в сахарной промышленности, планах по поддержанию справедливого баланса в рамках стран ЕАЭС, в частности об импорте излишков российского и белорусского сахара, а также о непродлении нулевой импортной пошлины на сахар-сырец и сахар белый после 2019 г.



Максим Новиков, СПБН



Олег Радин, Ассоциация российских производителей крахмалопаточной продукции

Участники конференции были ознакомлены также с насущными проблемами смежных отраслей: производителей безалкогольной сахаросодержащей и крахмалопаточной продукции.

На второй сессии был рассмотрен ряд актуальных рыночных и экономических тем. Так, известный аналитик Мартин Тодд (LMC International) проанализировал сравнительную конкурентоспособность сахара из сахарной свёклы и сахарного тростника, Штефан Уленброк (аналитическое агентство F.O. Licht) сделал



Мартин Тодд, LMC International

A large industrial laboratory machine with a yellow frame and green components, featuring a complex system of pipes, valves, and a large hopper at the bottom. It is situated in a clean, well-lit room with large windows and other similar equipment in the background.

*Бывают линии
ОЗ, для которых
загрязнённость -
это параметр, а не состояние...*

**изготовление, поставка,
модернизация, наладка**



**office@labtehm.com
+ 7 9 1 9 2 9 7 8 2 9 3**

A laboratory setup featuring a long, yellow-framed workbench with various pieces of equipment. In the foreground, there is a white rectangular unit with blue accents and a small purple container on top. To the right, a rack holds several glass flasks and beakers. The background shows more laboratory equipment and a clean, organized environment.

*Бывают лаборатории, в которых
не бывает лаборантов...*



Слева направо: Хосе Ориве, Мартин Тодд и Штефан Уленброк



Общение во время кофе-брейка

мировой обзор налогов на сахар, а Сергей Гудошников (Международная организация по сахару) остановился в своём докладе на особенностях сахарных рынков

в странах Азии и их влиянии на рынок сахара стран СНГ. В завершение второй сессии Гильермо Настари (Datagro) и Алексей Аблаев (Российская биотопливная ассо-

циация) провели дискуссию о проблемах производства, потребления и ценообразования биотоплива в Бразилии и России из сахарного тростника и других видов сырья.



Сергей Гудошников, МОС



Марина Сидак, «Сюкден»



В центре — Оливер Барон, Pfeiffer & Langen



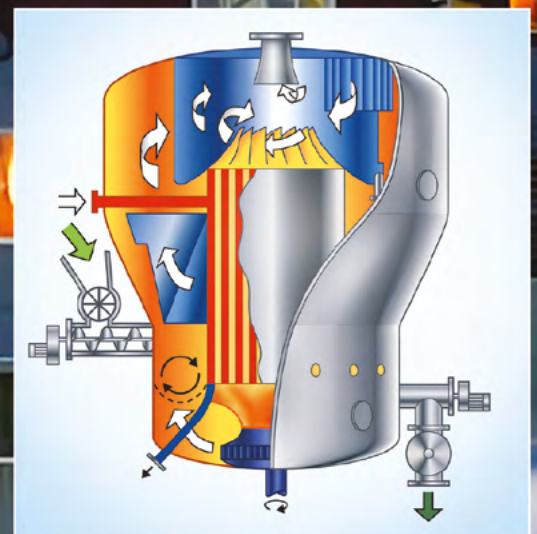
Слева — Алексей Аблаев, РБА; справа — Гильермо Настари, Datagro



В центре — Хосе Ориве (МОС), справа — Штефан Уленброк (F.O. Licht)

Паровая жомосушка

*Умный способ
сушки!*



Елец, Липецкая область, Россия



EnerDry A/S
Kongevejen 157
DK- 2830 Virum, Denmark
Тел.: +45 4526 0440

EnerDry.com

EnerDry предлагает

- 35-летний опыт
- 90% сберегания энергии
- Никаких выбросов
- Никаких потерь сырья
- Больше сушки за
меньшие инвестиции



Дмитрий Рылько, ИКАР

Директор Института конъюнктуры аграрных рынков Дмитрий Рылько выступил модератором третьей сессии, посвящённой рискам и перспективам рынка сахара стран СНГ, и завершающей панельной дискуссии. В обсуждении приняли участие представители российских агропромышленных холдингов, производителей средств защиты растений (СЗР) и семян: «Бетасид», «КВС Рус», «Ариста ЛайфСайенс Рус», «Байер», ПАО «Сбербанк» и Национального союза агростраховщиков.

Завершилась конференция динамичным обсуждением ключевых факторов эффективности и перспектив рынка сахара стран СНГ.

В конференции принял участие 331 делегат. В большинстве своём это были представители торгово-производственных компа-



Игорь Бруевич, КВС РУС



Представители Союзрссахара М.Ф. Гасич, Т.В. Лапкина, Е.В. Милованова, Н.Ф. Рыбалко

ний, транспортных и банковских структур. Из зарегистрированных участников встречи каждый десятый представлял орган государственной власти или отраслевую организацию.

Как и в предыдущие годы, нынешняя конференция была доступна для онлайн-просмотра, чем воспользовались 448 человек. Это



Татьяна Крейтор, ПАО «Сбербанк»

второй по численности показатель за всю историю проведения конференций. Партнёром онлайн-трансляции выступила компания «АО «Байер».

Сервис MeYou стал площадкой для общения участников встречи. С его помощью осуществлялась текстовая трансляция в социальных сетях и размещались фотографии мероприятия. Что касается географии, то на конференции встретились представители 23 стран: России, Белоруссии,



Внимание на сцену

Казахстана, Киргизии, Молдовы, Украины, Узбекистана, Азербайджана, Германии, Швейцарии, Великобритании, Нидерландов, Турции, Люксембурга, Бразилии, Франции, Италии, Польши, Эстонии, Литвы, Латвии, США, Китая.



Хосе Ориве, МОС

Организаторы благодарят участников и гостей конференции и приглашают всех в марте будущего года на «Рынок сахара стран СНГ 2020»!

В правильном ритме

КОМПЛЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ
MANAGED SEQUENCING

Для центрифуг периодического действия BMA
и центрифуг других производителей



Новый подход к контролю качества при производстве сахара

Е.А. НИКИТИН, руководитель отдела *Bruker Optics* в г. Санкт-Петербурге и Северо-Западном регионе (e-mail: evgeny.nikitin@bruker.ru)
ООО «Брукер»

Производство сахара из сахарного тростника или сахарной свёклы — это сложный многостадийный процесс. Для увеличения выхода продукта и достижения его высокого качества очень важен контроль на каждой стадии производства — от заготовки сырья до выпуска готовой продукции.

Стандартные физико-химические методы анализа основных параметров качества в сахарной промышленности (так называемые методы «мокрой химии») отнимают достаточно много времени, сил и средств. Затраты на химические реактивы (в том числе их утилизацию), дорогостоящее обслуживание приборов, заработную плату сотрудников заставляют постоянно думать об оптимизации бюджета лаборатории. Не стоит забывать и о человеческом факторе. Всё это приводит к тому, что пробоотбор для анализа на некоторых этапах производства делается один раз в два, а то и в четыре часа. Однако в условиях современного производства, когда важно и время и качество, этого недостаточно.

Именно поэтому экспресс-анализ всё шире внедряется в повседневную жизнь лаборатории. А когда говорят об экспресс-анализе, часто подразумевают метод спектроскопии ближнего инфракрасного диапазона (FT-NIR), который на сегодняшний день является эффективной альтернативой классическим методам химического анализа, поскольку не требует предварительной пробоподготовки, расходных материалов и обеспечивает получение результатов в течение нескольких секунд. Этот метод позволяет быстро и эффективно ор-

ганизовать ежедневный контроль качества на всех стадиях производства — от входного сырья до готовой продукции. Можно говорить об анализе таких продуктов, как семена сахарной свёклы, сахарная свёкла, сахар-сырец, различные соки и сиропы, меласса, кристаллический сахар, свекловичный жом и др.

Анализируемыми показателями являются: влага, растворимые сухие вещества (Brix), сахар (Pol), остаточный сахар, зольность, цветность, клетчатка, сахароза, фруктоза, глюкоза.

Компания Bruker Optics имеет огромный опыт применения данного метода и оборудования собственного производства на предприятиях пищевой, и в частности сахарной, промышленности. Среди наших пользователей есть как холдинги, которые таким образом унифицируют и оптимизируют работу своих лабораторий, так и небольшие предприятия, которые заинтересованы в экономии средств.

Большим отличием от конкурентов является то, что Bruker Optics предлагает решения:

- для рутинного лабораторного анализа;
- анализа в потоке в режиме реального времени;
- исследований.

В лабораториях наиболее востребованы анализаторы универсальный многомодульный МРАП и компактный TANGO-R.

МРАП (рис. 1) благодаря модульной технологии может быть настроен индивидуально под любую аналитическую задачу. С его помощью можно анализировать все без исключения продукты сахарного производства: от свёклы до готово-

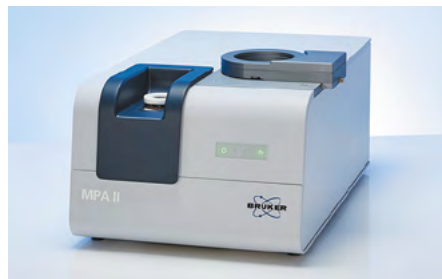


Рис. 1. Многофункциональный анализатор МРАП II

го сахара, включая промежуточные, такие как сиропы, соки, жом и т. д.

Для каждого продукта предусмотрен оптимальный способ измерения.

Все прозрачные жидкие продукты (соки, сиропы) можно анализировать методом пропускания в кюветном отделении спектрометра, используя одноразовые пробирки или проточные кюветы (рис. 2). Автоматизацию измерения обеспечивает автосамплер.

Вязкие сиропы, непрозрачные жидкости, суспензии, исследуют методом совмещённого пропускания/отражения (трансфлексии) с использованием «интегрирующей сферы».

Анализ сухих, вязких, пастообразных продуктов (семена, свекловичная стружка, жом, гранулированный сухой жом, сахар-сырец, готовый сахар) осуществляется методом диффузного отражения также с использованием «интегрирующей сферы». Проба исследуется в специальном стакане с кварцевым дном или в чашке Петри (стеклянной или пластиковой, см. рис. 2).

Если подбирать анализатор под конкретную задачу, можно рассмотреть спектрометры серии TANGO (рис. 3). Эти приборы обладают



Рис. 2. Модули измерения: кюветное отделение и интегрирующая сфера



Рис. 3. Анализаторы серии TANGO

всеми преимуществами МРАИ — надёжность в работе, простота в обслуживании, высокая воспроизводимость анализа. Кроме этого TANGO отличается компактностью, мобильностью и неприхотливостью в работе.

Одно из направлений деятельности Bruker Optics — это оборудование для анализа в потоке в режиме on-line. Современные производства хотят получать информацию о качестве своей продукции в реальном времени непосредственно на всех этапах технологического процесса.

Именно это позволяет реализовать уникальный в своём классе FT-NIR спектрометр MATRIX-F (рис. 4). Важнейшим преимуществом M-F является возможность использовать оптоволоконные технологии.



Рис. 4. Спектрометр для анализа в потоке MATRIX-F

Анализ в режиме реального времени осуществляется с помощью оптоволоконных датчиков, которые могут быть встроены непосредственно в трубу, ёмкость (реактор), открытый или закрытый транспортёр, т. е. в то место, где производству необходимо видеть результаты анализа немедленно. К одному спектрометру можно подключить до шести различных датчиков, таким образом контролируя несколько этапов производства одновременно. Благодаря оптоволокну спектрометр может быть удалён от точки анализа на расстояние от нескольких до ста метров (зависит от образца и вида датчика). Результаты сразу же передаются в систему управления производством.

Метод ИК-спектроскопии даёт неоспоримые преимущества в скорости анализа и экономии ресурсов лаборатории. В некоторых отраслях пищевой промышленности, таких как зерновая или комбикормовая, ИК-анализаторы используются наравне или даже чаще, чем стандартные лабораторные методы. В сахарной промышленности FT-NIR может заменить различные классические методы анализа, например поляризацию, денситометрию, рефрактометрию, жидкостную и газовую хроматографию.

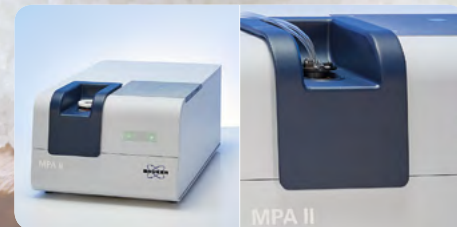
Важно понять, что этот метод позволяет перейти от выборочного к тотальному контролю на всех этапах производства, что ведёт к увеличению производительности и сокращению потерь.

FT-NIR спектроскопия в сахарной промышленности



TANGO для процессов рафинации сахара

Анализ Pol, влаги, остаточного сахара, зольности и цветности (ICUMSA) в таких продуктах, как сахар-сырец, кристаллический сахар, сиропы и др.



MPA II для сахарных производств

Анализ различных промежуточных продуктов — соков, мелассы, утфеля на параметры Brix, Pol, сахарозы, фруктозы, глюкозы и зольности.



MATRIX-CPS для приемки и измельчения сахарного тростника

Анализ измельченного сахарного тростника, свеклы и жмыха на Brix, клетчатку, влагу, Pol.

Производство сахара из сахарного тростника или свеклы — это сложный многостадийный процесс. Контроль качества на каждой стадии производства очень важен для его оптимизации и получения продукта высокого качества.

FT-NIR — это быстрое и эффективное решение для контроля критических параметров качества сырья, промежуточной и готовой продукции (свежловичной стружки, соков различных типов, мелассы, утфеля, сахара-сырца и сиропов) на всех стадиях производства, а также таких побочных продуктов, как жом и биоэтанол.

Более подробная информация на сайте
www.bruker.com/FT-NIR



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Лицензия 90Л01 № 0009606 от 8 февраля 2017 г.
Аккредитация 90А01 № 0002870 от 20 декабря 2017 г.

ПРИЕМ 2019 г.

Вступительные испытания*	Программа	Количество бюджетных мест	
		Очная форма	Заочная форма
БАКАЛАВРИАТ			
Русский язык Математика Химия	19.03.02. Продукты питания из растительного сырья	165	41
МАГИСТРАТУРА			
Междисципли- нарный экзамен	19.04.02. Продукты питания из растительного сырья	37	13

*Форма вступительного испытания (кроме профессионального):

для лиц, имеющих **среднее общее** образование — *ЕГЭ*;

для лиц, имеющих **среднее профессиональное** или **высшее** образование — *письменный*
(университет проводит самостоятельно)

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

ДНИ ОТКРЫТЫХ ДВЕРЕЙ

Дата и время	Место проведения	Институты
23.03.2019 11:00	Волоколамское шоссе, д. 11	Институт пищевых систем и здоровьесберегающих технологий Институт прикладной биотехнологии имени академика РАН И.А. Рогова
20.04.2019 11:00	Ул. Талалихина, д. 33	
18.05.2019 11:00	Волоколамское шоссе, д. 11	Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности
29.06.2019 11:00	Волоколамское шоссе, д. 11	Институт экономики и управления в пищевой отрасли
13.07.2019 11:00	Волоколамское шоссе, д. 11	Медицинский институт непрерывного образования
02.08.2019 11:00	Волоколамское шоссе, д. 11	Институт международного образования Институт непрерывного и on-line-образования

ОЛИМПИАДЫ И КОНКУРСЫ

• Победители и призеры олимпиад имеют право поступать в МГУПП на профильные направления без вступительных испытаний • Участникам конкурсов и очного тура олимпиад гарантировано начисление баллов к сумме баллов ЕГЭ	СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ
	Отборочный тур всероссийской олимпиады — с 1 ноября 2018 г. Заключительный тур всероссийской олимпиады — с 1 марта 2019 г. Конкурс проектов — с 15 декабря 2018 г. по 1 апреля 2019 г. Олимпиада МГУПП — с 1 декабря 2018 г.

ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ

Начало приема документов **1 марта 2019 г.**

Контакты: e-mail: priem@mgupp.ru, тел.: +7(499)750-00-05

Адреса: г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11; ул. Талалихина, д. 33

САЙТ: mgupp.ru



mnufp



@MGUPPofficial



MguppOfficial



MGUPP_official



mguppOfficial



ГРУППА КОМПАНИЙ

8-800-700-96-30

www.amt-elets.ru



GRIMME



CARRE
MADE FOR AGRICULTURE



METAL-FACH



RICON



HAWE



mtu

ООО «Агромаштехнология-Черноземье»

399787, РФ, Липецкая область,
г. Елец, ул. Окружная, 59
info@amt-elets.ru
+7(47467)69-6-30
+7(47467)69-6-31

ООО «Агромаштехнология-Воронеж»

394028, РФ, Воронежская область,
г. Воронеж, ул. Ильюшина, д. 3, офис 202
vrn@amt-elets.ru
+7-919-163-90-36
+7(4732)02-81-19

ООО «Агромаштехнология-Кубань»

352700, РФ, Краснодарский край,
г. Тимашевск, ул. Выборная, д. 68
sale@amt-kuban.ru
+7(86130)9-01-01
+7(86130)9-01-09

ООО «Агромаштехнология-Башкортостан»

452122, РФ, Республика Башкортостан,
Альшеевский район, пос. Раевский,
ул. Победы, д. 1 А/2
bashservis@amt-elets.ru
+7-927-967-28-99
+7(34754)2-34-58



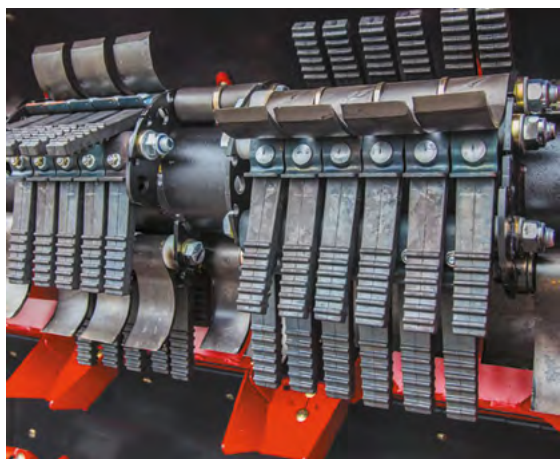
REXOR 620/630 Platinum — ЭВОЛЮЦИЯ КОМБАЙНОВ GRIMME

Уже более 10 лет серия REXOR устанавливает стандарты при уборке свёклы, цикория и сельдерея. Большое количество инноваций и последующих разработок было внедрено в двухосный REXOR 6200 Platinum с двигателем мощностью 653 л.с. и 20-тонным бункером (30 м³) и трёхосный REXOR 6300 Platinum с 30-тонным бункером (45 м³). Начиная с системы удаления ботвы и заканчивая разгрузкой основное внимание уделяется бережному обращению с продуктом для достижения максимального тоннажа урожая и потенциальной доходности. Инновации, реализованные в новом поколении REXOR Platinum, делают эти машины действительно уникальными.

БОТВОУДАЛИТЕЛЬ

Комбинированный ботвоудалитель состоит из нескольких валов с комбинацией стальных и резиновых бичей и последующего минимального дообрезчика. Даже в «сухих» условиях с увядшими листьями дообрезчик работает отлично. Он очищает свекольную головку так, что зелёные листья вокруг неё удаляются, и измельчает ботву. В результате получается свёкла с минимальным срезом и без остатков ботвы.

1. Простое и быстрое обслуживание



1. Сегменты ботвоудалителя

Возможность замены сегментов по отдельности позволяет поменять вышедшую из строя деталь.

СИСТЕМА ОЧИСТКИ

От вальцевого стола через транспортёр и очистные звёзды до кольцевого элеватора корнеплоды очищаются как эффективно, так и очень бережно, с максимальной производительностью. При качественной очистке от почвы и мусора, благодаря дисковым копачам последующие устройства для обработки можно регулировать намного мягче и таким образом свести до минимума риск повреждения урожая. Дополнительный бонус: износ чистящих устройств и затраты минимизированы.

2. Снижение затрат на износ



2. Вальцевой стол REXOR 630 Platinum

Дополнительный доступный пакет для вальцевого стола (валцы № 2—5) и дополнительный сегментный теребивальный валец (инновация) позволят сократить затраты на износ. Сегментный валец из ПВХ снижает риск заклинивания камня.

3. Экономия времени до 80 %



3. Быстрозъёмное ограждение на просеивающих звездах

Сокращение временных затрат возможно благодаря системе быстрой смены деталей. Для оптимальной очистки направляющие стержни и комплекты подпружиненных ограждений можно быстро заме-

нить или адаптировать к изменяющимся условиям уборки. Неверные настройки при смене направляющих минимизированы за счёт специальной конструкции. Потери мелкой свёклы во время интенсивной очистки уменьшаются путём комбинации направляющих стержней в нижнем положении и пружинных зубьев, установленных над ними в одной упаковке.

5. Пропускная способность на 25 % больше



5. Увеличенный кольцевой элеватор Rexor 630 Platinum

Вращение кольцевого элеватора поддерживается с постоянной скоростью, которая воздействует на продукт благодаря уникальной конструкции с глубокими карманами.

7. Эргономика и управление



7. Система управления ErgoDrive комбайна Rexor 630 Platinum

4. Помощь водителю и наивысшая защита урожая



4. Система SpeedTronic

Speedtronic — это система автоматического регулирования скорости, зависящая от нагрузки, для просеивающих звезд и кольцевого элеватора. Она позволяет снизить нагрузку на водителя и риск засоров, увеличить пропускную способность и повысить защиту растений.

6. Более экономичный



6. Двигатель Mercedes Benz 653 л.с

Дизельный двигатель Mercedes Benz (MTU) мощностью 480 кВт / 653 л.с. объемом 15,6 л для максимальной производительности в полевых и дорожных условиях.

Высококачественные компоненты немецкого производства используются в коробке передач.

Mercedes Benz расшифровывается как:

- самая современная технология двигателей;
- экономичные двигатели;
- лёгкие двигатели;
- отличная поставка запасных частей, а также обширная сервисная сеть по всему миру.

Кабина с системой управления ErgoDrive стандартно оснащена 12 светодиодами, рабочими фарами, зеркалами с подогревом, электрически регулируемые и пневматически складными, а также кожаным комфортным сиденьем с пневматической подвеской и регулируемым подлокотником, пассажирским сиденьем, CD/MP3-плеером, радио с Bluetooth системой громкой связи, кондиционером, солнцезащитными козырьками и 12-вольтовыми электрическими розетками. Ключевой особенностью кабины является ErgoDrive-концепция управления с многофункциональным джойстиком, клавиатурой, встроенной в эргономичный подлокотник и сенсорный экран; терминалы, которые предоставляют оператору доступ ко всем основным функциям и параметрам комбайна. Все функции машины и настройки отображаются на двух операторских терминалах CCI 100. Параметры машины могут легко настраиваться.

Технико-экономическое сравнение различных схем кристаллизации*

R. LEBLANC, инженер-технолог

A. GAUCHE, консультант-директор по развитию
Fives Sugar Consulting

И.В. ШАРУДА, руководитель департамента Sugar/Bioenergy CIS Компания Fives Cail

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ САХАРНОГО ЗАВОДА

В предпринятом исследовании проводится моделирование стандартного завода. Его производительность аналогична сахарным заводам, действующим в настоящее время во Франции. Исследование проводилось с использованием программы VEMEIO™, разработанной компанией Fives.

1.1. Программа VEMEIO™

Программа VEMEIO™ (модель завода для оптимизации энергоэффективности и доходности) способна моделировать работу всего сахарного завода. Изначально созданная Fives для про-

изводства тростникового сахара (под названием SAMEIO™) [4], в дальнейшем эта программа была доработана с учётом условий производства свекловичного сахара.

В качестве объекта рассмотрения на рис. 1 представлен сахарный завод в целом и полный цикл его производства, от стадии подготовки свёклы до стадии хранения сахара, включая системы водоснабжения. Входными данными являются вес поступившей свёклы, общая организация завода (оборудование и технология). Программа рассчитывает баланс масс, тепловой и электрический балансы для каждого отделения. Подсчитывается также

доход завода за рассматриваемый период.

Помимо простого моделирования программа создаёт цифровой образ завода. Этот «цифровой двойник» позволяет быстро воспроизводить изменения (коррекция настроек, внедрение нового оборудования) и оценивать их влияние на производительность и доходность завода. После этого посредством моделирования можно определить наилучший вариант капиталовложений. Программа VEMEIO™ может использоваться как средство для принятия оптимального решения в конкретной технико-экономической ситуации. В настоящем исследовании моделируются изменения в отделении кристаллизации.

1.2. Стандартная модель завода

Моделируемый завод перерабатывает 14 400 т/день свекольной стружки (в диффузионное отделение поступает 600 т/ч). На рис. 2 показано моделирование всего технологического процесса производства сахара. Учтены также отделение сушки жома и электроустановка. Ещё одним допущением является отсутствие дистилляционной установки, т. е. меласса не перерабатывается, а сразу идёт на продажу.

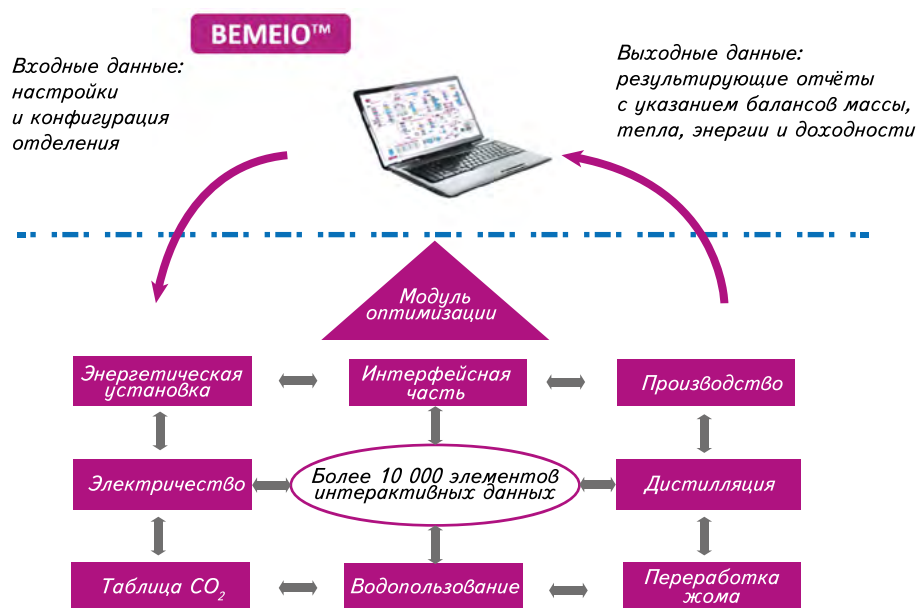


Рис. 1. VEMEIO™ — комплексный инструмент для технико-экономического совершенствования производства сахара

* Данная статья была впервые опубликована в журнале «Пищевая и сельскохозяйственная промышленность», номер за июль-август 2018 г. (www.revues-iaa.fr)

раствора с поверхности кристалла, содержащего много несахаров и поэтому имеющего насыщенный цвет. После центрифугирования утфеля (МС) аффинированный сахар 3, из которого удалены примеси, клеруется и отправляется на вход 1-й ступени. Аффинация ограничивает появление тёмного сахара на 1-й ступени и позволяет получить высококачественный сахар 1. Поэтому необходимая цветность сахара 1 составляет 20 ICUMSA. Это соответствует сахару 1-й категории качества по стандартам ЕЭС. Для достижения такого уровня качества пробелка сахара на 1-й ступени центрифугирования корректируется соответствующим образом.

Следующие схемы, которые сравниваются с 3-ступенчатой базовой схемой, в общем виде представлены в табл. 1. Большинство этих схем также имеет 3 ступени.

- Вариант *b*: 3 ступени кристаллизации без вертикального кристаллизатора на 3-й ступени.

- Вариант *c*: 3 ступени кристаллизации без вертикального кристаллизатора и аффинации. Поскольку сахар 3 не «обесцвечивается», он поступает на вход 2-й ступени для получения сахара 1, соответствующего 1-й категории качества ЕЭС, с показателем 20 ICUMSA.

- Вариант *d*: 3 ступени кристаллизации без отделения оттока в центрифугах 2-й ступени.

Эти три модификации в малой степени влияют на производство сахара заводом и на расход пара. Задачей программы ВЕМЕЮ™ является количественное описание этого влияния.

Далее рассматриваются следующие 3-ступенчатые схемы.

- Вариант *e*: использование вакуумных аппаратов непрерывного действия вместо вакуумных аппаратов периодического действия. Вакуумные аппараты периодического действия применяются только для получения маточного

утфеля, подаваемого в вакуумные аппараты непрерывного действия.

- Вариант *f*: нет стандартного концентратора сиропа 1 (SL1). Это оборудование может достичь показателя содержания растворимых сухих веществ 78 % перед вакуумными аппаратами непрерывного действия 1-й ступени.

Две последние модификации непосредственно влияют на пода-

чу пара в отделение кристаллизации. Действительно, потребности в электроэнергии у вакуумных аппаратов периодического действия, вакуумных аппаратов непрерывного действия и концентраторов разные. ВЕМЕЮ™ может количественно представить влияние этих изменений на тепловой баланс установки и расход природного газа.

Таблица 1. Оборудование, используемое в каждой из рассмотренных кристаллизационных схем

Схема	Оборудование	Размеры	Схема кристаллизации									
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>
1	Концентратор SL1	1 550 м ²	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Вакуум-аппарат периодического действия	65 м ³	6	6	6	6	2	6	8	5	5	5
	Вакуумный аппарат непрерывного действия	225 м ³					1					
	Испарительный/охлаждающий кристаллизатор	220 м ³								1	1	
	Центрифуга периодического действия	Cail & Fletcher ZUKA® 1750	5	5	5	5	5	5	6	5	5	4
2	Вакуум-аппарат периодического действия	65 м ³	4	4	4	3	1	4	4	3	3	4
	Вакуумный аппарат непрерывного действия	150 м ³					1					
	Испарительный/охлаждающий кристаллизатор	220 м ³							1	1		
	Вертикальный кристаллизатор	325 м ³							2			
	Центрифуга непрерывного действия	Cail & Fletcher e-Crystal™	5	5	5	4	5	5	5	3	3	4
3	Вакуум-аппарат периодического действия	65 м ³	3	3	3	3	1	3	3			
	Вакуумный аппарат непрерывного действия	150 м ³					1					
	Вертикальный кристаллизатор	325 м ³	3			3	3	3	3			
	Центрифуга непрерывного действия	Cail & Fletcher e-Crystal™	3	3	3	3	3	3	3			
Схема с аффинацией	Мешалка	12 / 22 м ³	1	1		1	1	1	1	1	1	
	Центрифуга непрерывного действия	Cail & Fletcher e-Crystal™	2	2		2	2	2	2	3	3	
Схема рафинирования	Клеровочный аппарат	75 м ³							1			
	Вакуум-аппарат периодического действия	65 м ³							4			
	Центрифуга периодического действия	Cail & Fletcher ZUKA® 1750							4			

■ — используемого оборудования, шт.; ■ — неиспользуемое оборудование по сравнению с классической 3-продуктовой схемой; ■ — дополнительное оборудование по сравнению с классической 3-продуктовой схемой, шт.

Схема: *a* — классическая 3-продуктовая; *b* — 3 ступени без вертикального кристаллизатора; *c* — 3 ступени без аффинации, без вертикального кристаллизатора; *d* — 3 ступени без отделения оттока; *e* — 3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия; *f* — 3 ступени без концентратора SL1; *g* — 3 ступени + ступень очистки; *h* — 2 ступени с выходом мелассы; *i* — 2 ступени без вертикального кристаллизатора; *j* — 2 из 3 классических ступеней

Также анализируются схемы, отличные от рассмотренных 3-ступенчатых схем.

- Вариант *g* (рис. 4): 3 ступени кристаллизации плюс ступень очистки. 4-я ступень включает клерование сахара 1 водой перед его повторной кристаллизацией. Полученный утфель имеет очень высокую чистоту, что позволяет нам рассчитывать на получение высококачественного сахара и цветности с показателем 4 ICUMSA. Однако производство такого сахара обойдётся заводу дороже. BEMEIO™ может рассчитать себестоимость;

- вариант *h* (рис. 5): 2 ступени

кристаллизации с испарительными/охлаждающими кристаллизаторами, вертикальными кристаллизаторами и аффинацией (2 ступени с выходом мелассы). Испарительный/охлаждающий кристаллизатор улучшает получение сахара, уменьшая растворимость сахарозы в воде посредством быстрого вакуумного выпаривания [2]. Это оборудование используется на двух ступенях, следующих за вакуумными аппаратами периодического действия. На 2-й ступени для продолжения кристаллизации с помощью охлаждения дополнительно к испарительному/охлаждающему кристаллизатору

используются вертикальные кристаллизаторы. В такой конфигурации предпочтительно проводить предварительное центрифугирование утфеля 2-й ступени и отправлять мелассу снова в вертикальные кристаллизаторы. Целью является искусственное сокращение концентрации кристаллов утфеля с тем, чтобы кристаллы продолжали расти в вертикальных кристаллизаторах. Без такого шага число кристаллов и их размер являются ограничительным фактором и влияют на эффективность кристаллизаторов.

- Вариант *i*: 2 ступени кристаллизации с помощью испаритель-

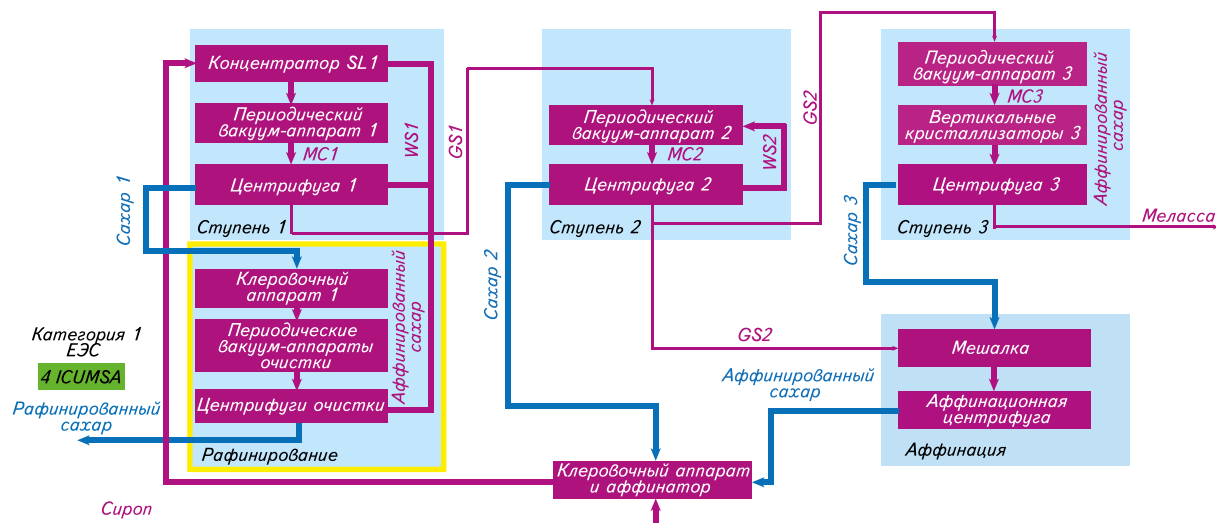


Рис. 4. Вариант *g*, 3 ступени кристаллизации плюс ступень очистки

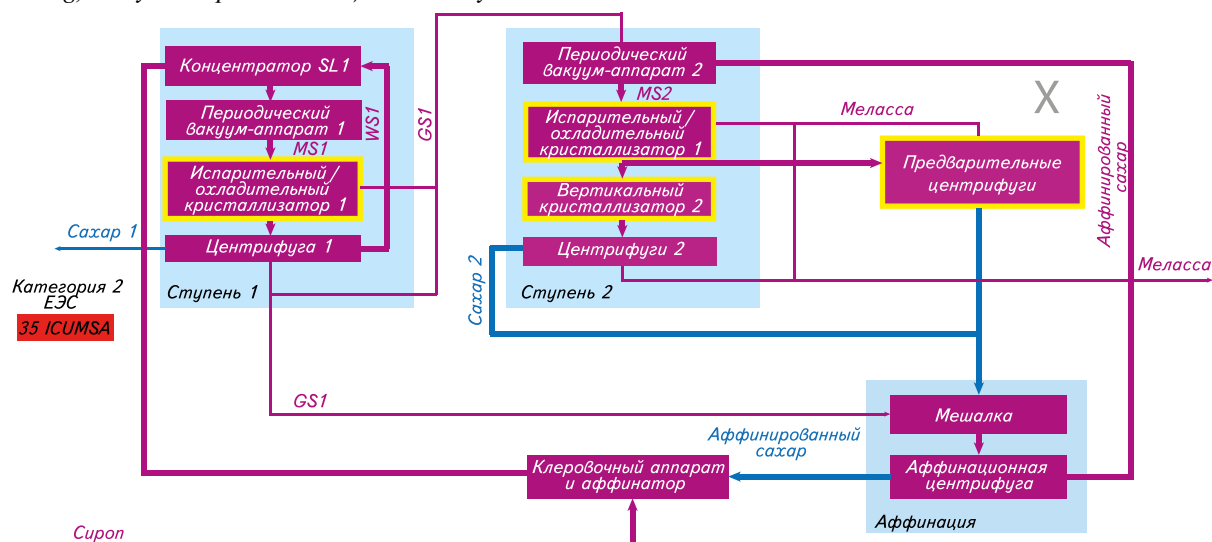


Рис. 5. Вариант *h*, 2 ступени кристаллизации с испарительными/охлаждающими кристаллизаторами, вертикальными кристаллизаторами и аффинацией (2 ступени с выходом мелассы)

ных/охлаждающих кристаллизаторов и аффинации (вариант *h* без вертикального кристаллизатора).

Используя две последние схемы (*h* и *i*) с тем количеством оборудования и рециркуляцией зелёной патоки и мелассы, которое в них задействовано, трудно получить сахар качества категории 1 ЕЭС. Задачей является получить цветность сахара 1 с показателем 35 ICUMSA. Отсутствие 3-й ступени позволяет получить экономию (меньше оборудования, проще эксплуатация, меньше потребляемой энергии и т. д.), но при этом также сокращается объём производимого сахара;

- вариант *j*: 2 ступени кристаллизации без испарительного/охлаждающего кристаллизатора или вертикального кристаллизатора. Без кристаллизаторов сахар 2 не требует аффинации (обесцвечивания) и сразу клеруется для отправки на 1-ю ступень. Этот вариант также можно назвать «2-й из 3 ступеней», так как он по сути является базовой схемой без 3-й ступени. Меласса на выходе соответствует оттоку утфеля 2-й кристаллизации в базовой схеме, и её чистота выше по сравнению с мелассой в других схемах. Программа ВЕМЕИО™ используется для подсчёта потерь сахара в мелассе.

3. СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ

Программа ВЕМЕИО™ может использоваться для сравнения вариантов по разным критериям.

3.1. Доброкачественность

1-я ступень даёт продукт самой высокой чистоты. Полученный на ней сахар является готовым к продаже (если только не присутствует ступень рафинирования). Последняя ступень даёт продукт самой низкой чистоты. В этом случае целью является истощение мелассы путём кристаллизации сахара в максимально возможной степени. На рис. 6 показана чистота утфеля по ступеням (1-й, 2-й и 3-й)

и мелассы для различных вариантов. Применение вакуумного аппарата непрерывного действия по сравнению с базовой схемой не влияет на чистоту мелассы и, следовательно, на производство сахара. Без использования вертикальных кристаллизаторов истощение мелассы ниже (4 дополнительных балла чистоты), но чистота одинакова на первых 3 ступенях. Без отделения оттока и аффинации (сахар 3 на ступень 2), чистота выше на 2-й и 3-й ступенях. Таким образом, истощение на последней ступени ниже и чистота мелассы выше. При использовании 3-ступенчатой схемы производство сахара является оптимальным при применении 3-ступенчатой базовой схемы (2285 т/д) и сокращается при применении других схем, например, 2246 т/д при работе по схеме без вертикального кристаллизатора (табл. 2).

В схеме с 2 ступенями с выходом мелассы возможно достичь чистоты мелассы 61,1. Объём производства сахара одинаков для 3-ступенчатых схем (2267 т/д). Однако без вертикального кристаллизатора и особенно без испарительного/охлаждающего кристаллизатора производство сахара значительно падает (до 2207 и 2020 т/д соответственно). Эта последняя схема может быть привлекательна, если

только полученная меласса высокой чистоты имеет экономическую ценность.

3.2. Цветность

Доброкачественность утфеля на 1-й ступени влияет на качество и особенно на цвет вырабатываемого сахара. При чистоте утфеля 99 % на стадии рафинирования можно получать сахар с показателем цветности 4 ед. ICUMSA. Однако на 2-ступенчатых схемах с испарительным/охлаждающим кристаллизатором чистота составляет около 92 % при подаче в центрифуги (по сравнению со средним значением 95 % на 3-ступенчатых схемах). Здесь утфель имеет цветность на 20 % выше по сравнению с утфелем при 3-ступенчатой схеме. При таких условиях трудно получить сахар с качеством категории 1 по стандарту ЕЭС (табл. 3). Это подтверждает предположение о целесообразности производства по такой схеме сахара с показателем цветности 35 ICUMSA.

3.3. Энергия

ВЕМЕИО™ рассчитывает общий энергетический баланс предприятия. Все заводские потребности в паре учитываются в балансе пара, отводимого из выпарного аппарата. Программа оценивает потребность в паре, производимом паром

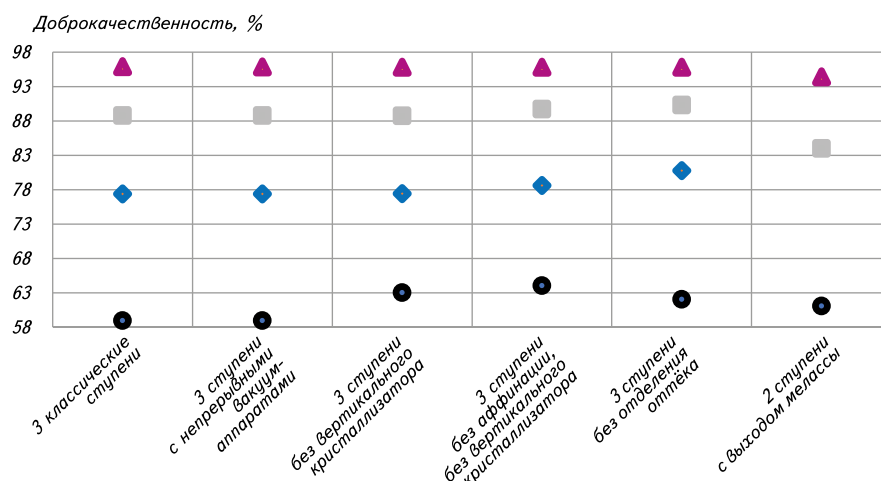


Рис. 6. Сравнение доброкачественности утфелей (получаемых в вакуум-аппаратах периодического действия) и мелассы: ▲ — УТФ1; ■ — УТФ2; ◆ — УТФ3; ● — меласса

вым котлом, а также расход пара, поступающего в конденсатор. Что касается отделения кристаллизации, то концентратор SL1 снабжается паром VP4 (пар, выходящий из 4-го корпуса выпарного аппарата с температурой 110 °С), а вакуумные аппараты периодического действия получают пар VP3 (из 3-го корпуса выпарного аппарата с температурой 120 °С). График, представленный на рис. 7, показывает сравнительные энергетические потребности различных схем с учётом работы котла на природном газе и отвода сокового пара в конденсатор.

Без концентратора SL1 всё отделение кристаллизации получает пар VP3, в результате чего увеличивается расход сокового пара на конденсатор и потребление природного газа. И наоборот, добавление вакуумного аппарата непрерывного действия на каждой из 3 ступеней компенсирует выпуск из VP3 в пар VP4. Поскольку тепловые уровни вакуумных аппаратов непрерывного действия ниже, то в них можно подавать пар из VP4 с более низким давлением. Компенсация отбора пара в сочетании с более низким расходом энергии в вакуумных аппаратах непрерывного действия позволяет сократить потребление природного газа заводом (–6,5 %) и расход пара на конденсатор. Сахарный завод с 4 ступенями потребляет на 34 % больше природного газа по сравнению с заводом, работающим по базовой 3-ступенчатой схеме. Вода, добавляемая для клерования сахара *I*, должна быть выпарена (увеличение воды, которая должна быть выпарена во время кристаллизации, на 64 %). В рассматриваемой модели завода пар на входе в первый выпарной аппарат используется как дополнительный. Действительно, баланс выпаривания не позволяет оценить пар с более низким давлением. Двухступенчатые схемы потребляют меньше природного газа (–6 %

в среднем). Количество оборудования меньше, и подача воды в отделение кристаллизации тоже меньше (–60 % в сравнении с 3-ступенчатой схемой). При сохранении

отбора пара, как в 3-ступенчатой схеме, расход пара на конденсатор в 2-ступенчатой схеме необычайно высок. Для сокращения такого расхода возможны корректировки

Таблица 2. Сравнение схем по объёму производимого сахара

Схема	Чистота мелассы, %	Производство сахара, т/д
Классическая 3-продуктовая схема	59,0	2 285
3 ступени без вертикального кристаллизатора	63,0	2 246
3 ступени без аффинации, без вертикального кристаллизатора	64,0	2 235
3 ступени без отделения оттока	62,1	2 256
3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия	59,0	2 285
3 ступени без концентратора SL1	59,0	2 285
3 ступени + ступень рафинирования	58,8	2 285
2 ступени с выходом мелассы	61,1	2 267
2 ступени без вертикального кристаллизатора	66,5	2 207
2 из 3 классических ступеней	76,5	2 020

Таблица 3. Сравнение различных схем по цветности (качеству сахара)

Схема	Плановый показатель цветности, ICUMSA	Плановый показатель качества, категория ЕЭС	Чистота утфеля <i>I</i> на центрифуге, %
Классическая 3-продуктовая схема	20	1	95,9
3 ступени без вертикального кристаллизатора	20	1	95,8
3 ступени без аффинации, без вертикального кристаллизатора	20	1	95,8
3 ступени без отделения оттока	20	1	95,8
3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия	20	1	95,8
3 ступени без концентратора SL1	20	1	95,9
3 ступени + ступень рафинирования	4	1	99,0
2 ступени с выходом мелассы	35	2	92,2
2 ступени без вертикального кристаллизатора	35	2	91,8
2 из 3 классических ступеней	20	1	95,5

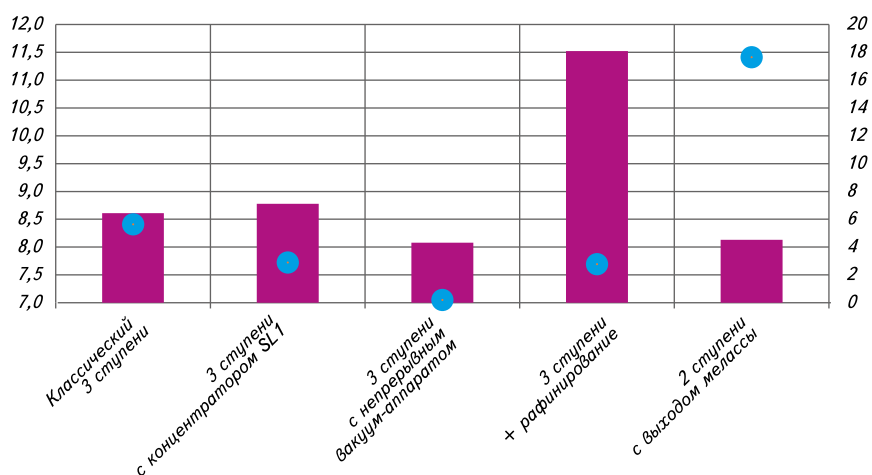


Рис. 7. Сравнение расхода энергии в различных схемах: ■ — расход природного газа, т/ч; ● — пар в конденсатор, т/ч

(в частности, в других отделениях завода, например в схеме подогрева пара).

Потребности в электроэнергии также известны. При расчёте принимается во внимание всё установленное оборудование (электродвигатели, насосы и т. д.) и используемые потоки. Как и в ситуации с расходом природного газа, здесь также имеется значительное расхождение между 2-ступенчатой схемой (потребление электроэнергии на 10 % меньше по сравнению с 3-ступенчатой схемой) и 4-ступенчатыми схемами (расход электроэнергии на 20 % больше по сравнению с 3-ступенчатыми схемами). Необходимо отметить, что потребности в электроэнергии полностью покрываются турбогенератором (байпас турбогенератора позволяет осуществлять точную регулировку выработки и потребления электроэнергии).

3.4. Оборудование

Балансы, рассчитываемые программой ВЕМЕЮ™, позволяют определить параметры оборудования отделения кристаллизации. Все физические, химические свойства и потоки материалов известны (рис. 8, где указан расход утфеля). В табл. 1 указано основное оборудование отделения кристаллизации в соответствии с выбранной схемой. Указан объём, а также количество единиц оборудования. Баки хранения не учитываются при моделировании.

3.5. Начальные капиталовложения

Зная количество и параметры оборудования (см. табл. 1), можно определить объём начальных капиталовложений. В объёме необходимых капиталовложений учитывается оборудование, КИП, доставка и монтаж на заводе. Результаты представлены в табл. 4 в виде процентной разницы по сравнению с классической 3-ступенчатой схемой. Разница в стоимости является

постоянной, но интересно выразить её в цифрах. 4-ступенчатая схема требует увеличения инвестиций на 41 %. При этом 2-ступенчатая схема с выходом мелассы обойдётся на 22 % дешевле.

4. ВЛИЯНИЕ НА ДОХОДНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Общий доход сахарного завода рассчитывается исходя из цен покупаемого сырья (известь, природный газ и проч.) и продаваемых продуктов (сахар, меласса, гранулированный жом). Различные затраты не принимаются во внимание, но их вариации не влияют на сравнение.

4.1. Экономическая ситуация А
Диаграмма на рис. 9 показывает сравнение различных вариантов исходя из фиксированной цены на покупаемый природный газ и реализованный сахар и мелассу (экономическая ситуация А). Доход представлен как процентная разница при сравнении с базовой 3-ступенчатой схемой.

Например, в экономической ситуации А цена на сахар, принимаемая в расчёт, составляет 300 евро/т. Исходя из этого предположения, 2-ступенчатая схема с аффинацией и без кристаллизатора является не самой подходящей. Эта схема становится привлекательной, если меласса имеет большую эконо-

Таблица 4. Сравнение различных схем по объёму затрат

Схема	Разница затрат, % по сравнению с классической 3-ступенчатой схемой
Классическая 3-продуктовая схема	0
3 ступени без вертикального кристаллизатора	–15
3 ступени без аффинации, без вертикального кристаллизатора	–17
3 ступени без отделения оттока	–5
3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия	6
3 ступени без концентратора SLI	–5
3 ступени + ступень рафинирования	41
2 ступени с выходом мелассы	–22
2 ступени без вертикального кристаллизатора	–32
2 из 3 классических ступеней	–40

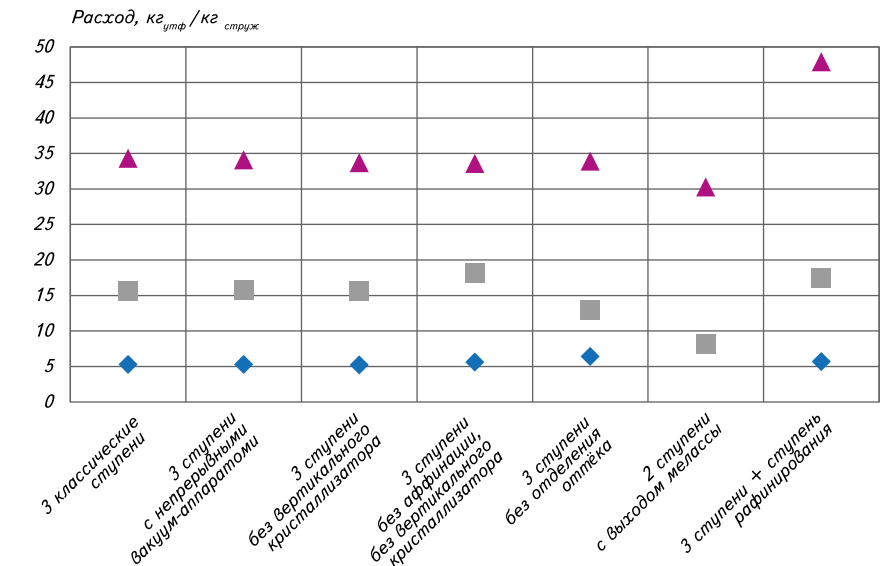


Рис. 8. Сравнение расхода утфеля, получаемого в вакуум-аппаратах периодического действия: ▲ – УТФ1; ■ – УТФ2; ◆ – УТФ3

мическую ценность (например, при производстве этанола). Точно так же, 4-ступенчатая схема более уместна, если производимый сахар продаётся дороже (компенсация дополнительных производственных затрат, связанных с 4-й ступенью). Следует обратить внимание на значительное снижение дохода при отсутствии вертикального кристаллизатора. И наоборот, применение вакуумных аппаратов непрерывного действия улучшает финансовый баланс предприятия.

Если завод не использует вертикальные кристаллизаторы, то диаграмма на рис. 9 наглядно показывает потенциал увеличения доходности в случае установки этого оборудования. Сравнивая эту выгоду со сделанными капиталовложениями (см. табл. 4), можно рассчитать срок окупаемости капиталовложений (7 лет, как показано в табл. 5). При замене вакуумных аппаратов периодического действия на вакуумные аппараты непрерывного действия срок окупаемости составит 6 лет в данном примере.

4.2. Экономическая ситуация В

Поскольку затраты на производство и сырьё подвержены изменению, наиболее прибыльные схемы не будут одинаковыми. Таким образом, если цена на сахар снижается на 10 %, а цена на энергию возрастает на 10 % (экономическая ситуация В, рис. 10),

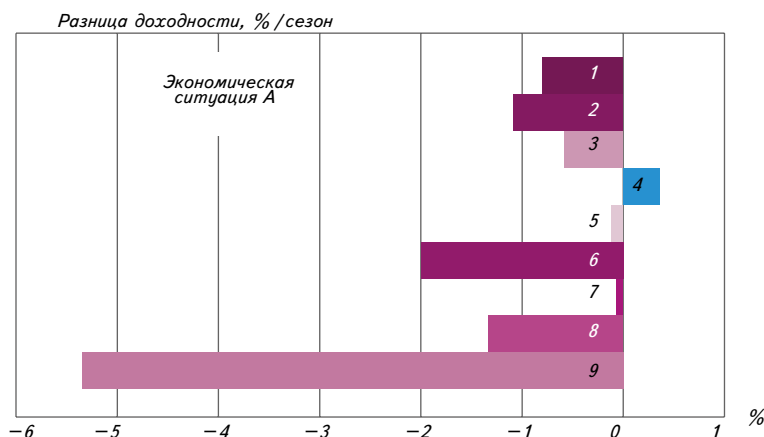


Рис. 9. Разница в доходности (%/сезон) каждого рассматриваемого варианта в сравнении с базовой 3-ступенчатой схемой: 0 — классическая 3-продуктовая схема; 1 — 3 ступени без вертикального кристаллизатора; 2 — 3 ступени без аффинации; 3 — 3 ступени без отделения оттока; 4 — 3 ступени с вакуум-аппаратами непрерывного действия; 5 — 3 ступени без концентратора SLI; 6 — 3 ступени + ступень рафинирования; 7 — 2 ступени с выходом мелассы; 8 — 2 ступени без вертикального кристаллизатора; 9 — 2 из 3 классических ступеней

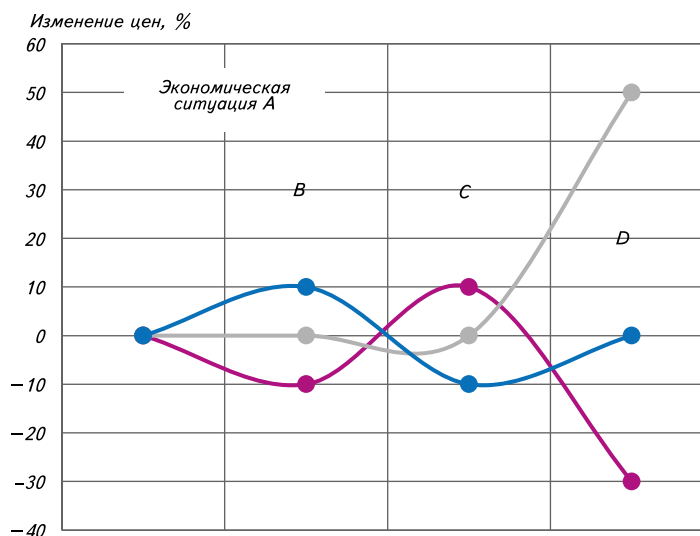


Рис. 10. Рассматриваемые экономические ситуации: — сахар; — меласса; — энергия

Таблица 5. Наиболее выгодные схемы и СОИ в зависимости от экономической ситуации

Экономическая ситуация		А	В	С	Д
Наиболее прибыльные схемы	1	3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия	3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия	3 ступени с вакуумными аппаратами непрерывного действия	2 из 3 классических ступеней
	2	Классическая 3-продуктовая схема	2 ступени с выходом мелассы	Классическая 3-продуктовая схема	2 ступени без вертикального кристаллизатора
	3	2 ступени с выходом мелассы	Классическая 3-продуктовая схема	3 ступени без концентратора SLI	2 ступени с выходом мелассы
СОИ* на вертикальные кристаллизаторы		7	9	6	>20
СОИ* на вакуумные аппараты непрерывного действия		6	5	8	6

* Срок окупаемости инвестиций на закупку оборудования в данном примере

то двухступенчатая схема с вертикальными и испарительными/охлаждающими кристаллизаторами становится экономически более привлекательной по сравнению с 3-ступенчатой схемой (см. табл. 5). При таких условиях схемы, потребляющие меньше энергии, являются более прибыльными. Установка вакуумных аппаратов непрерывного действия (оборудования с низким энергопотреблением) является также выгодной (срок окупаемости капиталовложений снижается с 6 лет (для экономической ситуации А) до 5 (для экономической ситуации В)). Однако, поскольку сахар продается по более низкой цене, вложения в вертикальные кристаллизаторы окупятся через 9, а не через 7 лет.

4.3. Экономическая ситуация С

В ситуации, когда цена на сахар на 10 % выше, а цена на энергию на 10 % ниже, 3-ступенчатые схемы являются более выгодными. Они позволяют производить большие объемы сахара. Срок окупаемости затрат на установку вертикального кристаллизатора снижается с 7 (экономическая ситуация А) до 6 лет. Однако, поскольку энергия стоит дешевле, установка вакуумных аппаратов непрерывного действия принесёт прибыль не через 6, а через 8 лет.

4.4. Экономическая ситуация D

В условиях, когда меласса имеет большую экономическую ценность, (например, если она используется для производства спирта или дрожжей), и когда цена на сахар низкая, то заводы, производящие мелассу высокой чистоты, оказываются в более выгодном положении. В этом случае 2-ступенчатые схемы становятся более выгодными. Здесь отсутствует заинтересованность в установке вертикального кристаллизатора с целью производства большего количества сахара (срок окупаемости такой установки превысил бы

20 лет). При стабильной цене на электроэнергию в экономической ситуации А срок окупаемости затрат на приобретение вакуумных аппаратов непрерывного действия остается неизменным (6 лет).

Заключение

Производители сахара вынуждены постоянно реагировать на изменения экономических условий, влияющие на их средние и долгосрочные планы ведения хозяйственной деятельности, а именно: изменение цен на этиловый спирт, органическое топливо и электроэнергию, изменение экономической политики и стандартов (в частности, отмена сахарных квот в Европе) и, конечно, изменение цен на сахар. В таких условиях программа VEMEIO™ позволяет быстро смоделировать различные конфигурации цехов сахарного завода и помочь в разработке наилучшей стратегии развития (планирование работы в следующем сезоне, расчёт долгосрочных капиталовложений и проч.). Программа анализирует задачу, стоящую перед заводом, и оценивает исходные капиталовложения

при принятии решений по следующим вопросам:

- каков наиболее прибыльный вариант в данных условиях;
- каков будет срок окупаемости затрат на приобретение оборудования;
- когда следует смонтировать 3-ю ступень кристаллизации;
- каков оптимальный объём производимого заводом этилового спирта;
- при какой цене на сахар данный вариант становится выгодным?

Программу VEMEIO™, позволяющую моделировать весь комплекс производства сахара, можно использовать для сравнительного анализа и по другим цехам сахарного завода.

Список литературы

1. v.d. Poel, P.W. Sugar Technology / P.W. v.d. Poel, H. Schiweck, T. Schwartz. — Berlin : Bartens, 1998. 762 767.
2. Decloux, M. Procédés de transformation en sucrerie (part. 2) / M. Decloux. — Techniques de l'ingénieur. — 11.
3. de Sucrerie, M. Raffinerie Tirlemontoise / M. de Sucrerie. — 1984. 255 261.
4. Belotti, A. Modélisation d'une sucrerie de canne / A. Belotti // International Sugar Journal. — 2015. — January.

Аннотация. Как выбор схемы кристаллизации, так и технологии кристаллизации оказывают значительное влияние на качество сахара, общее извлечение сахара и энергопотребление сахарного завода. Инвестиционные решения должны основываться на технико-экономическом сравнительном исследовании сценариев. В каждом сценарии будет изучаться глобальное улучшение доходов предприятий и ожидаемая отдача от инвестиций в соответствии с данной схемой кристаллизации, технологиями кристаллизации и прогнозируемой эволюцией цен на сахар и энергию.

Ключевые слова: ступени кристаллизации, истощение, вакуум-аппараты периодического действия / вакуум-аппараты непрерывного действия, кристаллизация / аффинация, вертикальный кристаллизатор / самоиспарительный кристаллизатор, доброкачественность мелассы, энергопотребление, доходы.

Summary. Both choices of the crystallization scheme and crystallizers technologies have a significant impact on sugar quality, sugar overall recovery, and energy consumption of the sugar factory. Investment decisions should rely on a technical and economical comparative study of scenarios. Each scenario will explore global factory income improvement and expected return on investments durations according to given crystallization scheme, crystallizers technologies and projected evolutions of sugar and energy selling or purchasing prices.

Keywords: crystallization stages, exhaustion, batch pans, continuous vacuum pans, refining/affination, vertical crystallizer/ flash crystallizer, molasses purity, energy consumption, incomes.



FIVES
TECH
+
FIVES
TEAM

**ДОВЕРЬТЕСЬ 200-ЛЕТНЕМУ ОПЫТУ FIVES
В СФЕРЕ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА,
ОБЪЕДИНЁННОМУ С ПЕРЕДОВЫМИ
ТЕХНОЛОГИЯМИ, И ОТКРОЙТЕ ДЛЯ СЕБЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД**

- Богатый опыт и непрерывное совершенствование разработок Fives нацелены на максимальное увеличение производительности сахарных заводов
- Инновационные решения Fives уже 200 лет позволяют увеличивать выход сахара и сокращать энергопотребление с помощью комплексной автоматизированной системы, продукции и услуг специализированного подразделения Cail & Fletcher
- Специалисты Fives помогают оптимизировать производство на новых или действующих сахарных заводах
- Уникальные услуги Fives Sugar Consulting включают в себя технико-экономический аудит, анализ экономической эффективности и энергосбережения, экспертизу и обучение
- Интернет-приложение SMART Control™ создано Cail & Fletche для удалённого управления и контроля за оборудованием

Если хотите найти идеальный баланс между инвестициями и эффективностью, доверьтесь Fives.

www.fivesgroup.com

– Сахар | Биоэнергетика



fives ultimate machines
ultimate factory

Декстрановые, левановые и леваноподобные слизи в сахароварении

В.А. СОТНИКОВ, д-р техн. наук, ген. директор (e-mail: swa862@mail.ru)

Предприятие «ПромАсептика»

V. WILD, менеджер (e-mail: vwild@stern-wywiol-gruppe.de)

U. MOISCH, технолог SternEnzym GmbH & Co. KG, Germany

Т.В. РУДИЧ, зам. директора департамента коммерции и логистики

ООО «НПП «Макромер» им. В.С. Лебедева» (e-mail: commers@macromer.ru)

Введение

Слизистое поражение на предприятиях сахарной отрасли — довольно частое явление, обусловленное жизнедеятельностью многочисленного класса слизиобразующих микроорганизмов. Среди многих исследователей и технологов бытует мнение, что основной и единственной слизистой субстанцией, которая создаёт технологические проблемы на предприятии, является декстран. Но это не так. Кроме декстрана в технологических потоках могут обнаруживаться такие слизистые полисахариды, как леван и леваноподобные слизи.

Декстран (рис. 1а) — продукт жизнедеятельности *Leuconostok mesenteroides* и *Leuconostok dextranicum* — является полисахаридом с сильно разветвлённой структурой и молекулярной

массой, превышающей 1 млн. Молекулы построены из остатков D-глюкозы с преобладанием $\alpha(1\rightarrow6)$ - и $\alpha(1\rightarrow3)$ -гликозидных связей.

Леван (рис. 1б) также является полисахаридом, но состоящий из D-фруктофуранозных остатков, соединённых $\beta(2\rightarrow6)$ - и $\alpha(2\rightarrow6)$ -гликозидными связями. Его молекулярная масса приближается к молекулярной массе декстрана. Леван является продуктом жизнедеятельности спорообразующих аэробных микроорганизмов из рода *Bacillus* и *Clostridium*, которые в большом количестве обнаруживаются в плохо отмытой, подгнившей и замороженной свёкле. Оптимальная температура их развития 35–40 °С, но они могут хорошо развиваться при 50–60 °С.

Леваноподобные слизи по химической структуре очень схожи с ле-

ваном, но в отличие от последнего полисахаридные цепочки связаны между собой фосфорными связями. Леваноподобные слизи представляют собой основу слизистых выделений свёклы, поражённой слизистым бактериозом — наиболее опасной и распространённой формой кагатной гнили, где мажорными микроорганизмами являются бактерии, относящиеся к кишечной группе (род *Erwinia*). Независимо от того, что все эти слизистые субстанции по химической структуре различны, вред, который они наносят технологическому процессу, является однотипным.

Декстраны, леваны и леваноподобные слизи практически не удаляются в процессах дефекокасации и поэтому они:

- снижают чистоту диффузионного и очищенных соков за счёт повышения в них количества белка и солей кальция;
- повышают цветность очищенных соков;
- повышают вязкость сахарных растворов, заклеивая поры фильтровальных тканей;
- затрудняют фильтрацию за счёт снижения скорости образования зародышей карбоната кальция и формирования его мелкозернистого осадка;
- снижают скорость кристаллизации сахарозы при уваривании утфелей;

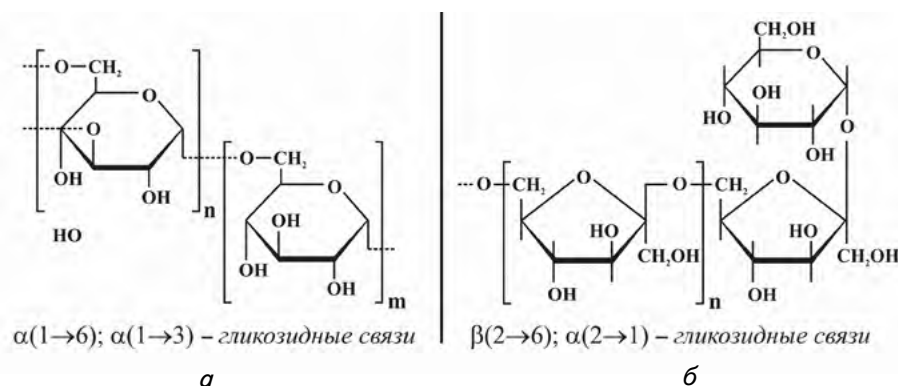


Рис. 1. Химическое строение слизистых полисахаридов: а — декстран (полимер D-глюкопиранозы); б — леван (полимер D-фруктофуранозы)

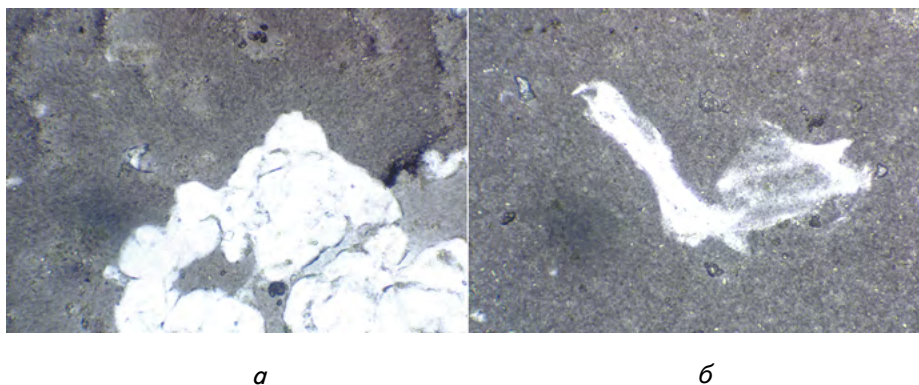


Рис. 2. Препараты: а — декстран; б — леван



Рис. 3. Реакция агглютинации маннаногликоанового комплекса

- затрудняют фуговку;
- влияют на форму кристаллов сахара;
- снижают потребительские свойства сахара, обуславливая помутнение сахарных водно-спиртовых растворов в производстве ликёрово-водочной продукции;
- требуют повышенных трудозатрат на очистку технологического оборудования.

В последнее время с целью уничтожения этих слизей на предприятиях отрасли начали использовать ферментный препарат «Декстраназа» под различными торговыми марками («Defonase», «Декстраназа 2F» и т. п.). Однако долгосрочная практика применения этих декстраназ (с 2006 г. и по сей день) показала либо их низкую эффективность, либо полное отсутствие технико-экономического эффекта. На наш взгляд, причиной этих неудач является использование только единственно декстраназ, нацеленных исключительно на разрушение декстрана, пренебрегая фактом присутствия других слизистых субстанций, с которыми также следует бороться.

Ещё А.Р. Сапронов [2] обращал внимание технологов на возможное присутствие левана в сахаросодержащих потоках. Другие авторы [1] подметили, что в подмороженной, а затем оттаявшей свёкле резко увеличивается кон-

центрация полисахаридов бактериального происхождения. При этом концентрация левана значительно превышает концентрацию декстрана. В соке из здоровой свёклы длительного хранения содержание полисахаридов не увеличивается.

Биохимический и микробиологический мониторинг сахарных заводов Российской Федерации

В целях выяснения качественного и количественного состава слизистых субстанций нами в период сезонов 2016–2018 гг. проводился биохимический и микробиологический мониторинг сахарных заводов Российской Федерации.

Слизистые включения в сахарных потоках оценивались методом прямого микроскопирования [3]. По этому методу декстран в присутствии красителя «Блек 0» визуализируется в виде плотных интенсивно белых включений, напоминающих «кучевые облачка» (рис. 2а). Леван также ассоциируется с «облачками», но оптическая плотность этих «облачков» менее интенсивная и их структура больше напоминает «перистые облачка» (рис. 2б).

Так как визуализация «кучевых и перистых облачков» может вызывать у технолога затруднения в интерпретации характера слизи, мы применили иной, менее

субъективный метод анализа. Этот метод дифференциальной диагностики основан на способности декстрана, в отличие от левана и леваноподобных слизей, давать положительную реакцию агглютинации (осаждения) суспензии фракции маннаногликоанового комплекса (МГК) (рис. 3). На фрагменте 3а представлена стабильная водная взвесь исходной (контрольной) суспензии МГК. При добавлении в эту суспензию дифсока, поражённого декстрановой слизью, наблюдается видимое осаждение суспензии МГК (фрагмент 3б). При добавлении в МГК левана реакции осаждения не наблюдалась (фрагмент 3в).

Результаты мониторинга (рис. 4) выявили взаимосвязь между географическим расположением сахарных предприятий и составом слизистых субстанций, обнаруженных в технологических потоках на этих предприятиях.

Так, химический состав слизистых субстанций на заводах, зонально расположенных в южных и юго-западных регионах России, представлен на 71 % декстраном и на 25 % леваноподобными слизями. При этом истинный леван на этих заводах практически не

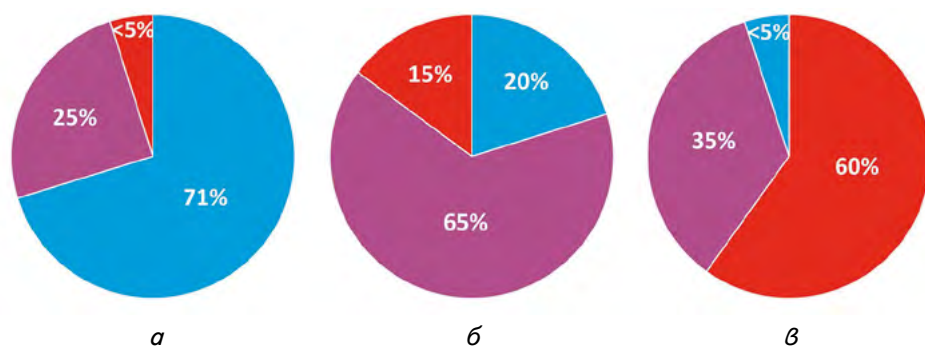


Рис. 4. Взаимосвязь между географическим расположением сахарных предприятий и составом слизистых субстанций: а — южные и юго-западные регионы; б — западные регионы; в — северо-западные и восточные регионы (■ — декстран; ■ — леван; ■ — леваноподобные слизи)

встречался. По мере передвижения в западном направлении доля декстрана в слизях снижается до 20 % с возрастанием доли левана и леваноподобных субстанций. На заводах, расположенных на северо-западных и восточных направлениях, случаи декстранового поражения редки (менее 5 %), а в состав слизей входит преимущественно леван. Причём было замечено, что леваноподобные субстанции встречаются на предприятиях, перерабатывающих свёклу, поражённую слизистым бактериозом, а левановая инфекция заводится чаще там, где свёкла прошла многократные эпизоды замораживания-оттаивания, или в случае, если была сильно загрязнена и плохо отмыта.

Выявленная картина биохимического разнообразия слизистых субстанций побудила нас разработать технологические вспомогательные средства универсального действия, которые могли бы одинаково успешно гидролизовать (разрушать) как декстран, так и леван с леваноподобными слизями.

На основании проведённых научно-исследовательских работ предприятием «ПромАсептика» были созданы мультиэнзимные ферментно-антисептирующие препараты и налажено их производство.

Приведём краткую характеристику компонентов, входящих в состав этих препаратов (табл. 1).

«Декстраназа» (производство SternEnzym, Germany) — ферментный препарат, катализирующий процесс гидролиза декстрана путём разрыва $\alpha(1-6)$ - и $\alpha(1-3)$ -гликозидных связей. Отличительной особенностью декстраназы является её высокая активность и способность функционировать в широком диапазоне pH со смещением в щелочную зону (5,7–8,8 ед. pH), что выгодно отличает её от аналогов других производителей.

«Леваназа» — новейший ферментный препарат, не имеющий аналогов в мире, является продуктом совместного производства SternEnzym и российского предприятия «ПромАсептика». Леваназа катализирует процессы гидролиза по $\beta(2-6)$ - и $\alpha(2-1)$ -гликозидным связям левана и ле-

ваноподобных полисахаридов, что в конечном счёте приводит к их разрушению.

«Фитаза» (производство SternEnzym, Germany) — термоустойчивый (выдерживает даже кипячение) ферментный препарат, гидролизующий кальциевые комплексы фитиновой кислоты, или фитаты. Фитаты — это природные соединения фосфора, входящие в состав леваноподобных полисахаридов, что делает их устойчивыми к воздействию леваназ. «Фитаза», разрушая фитаты, делает более доступной полисахаридные цепочки левана к атакующему действию леваназы, что в четыре раза повышает эффект разрушения леваноподобных слизей.

С целью демонстрации эффекта разрушения слизей препаратом «Дефеказа» нами была проведена серия экспериментов, где моделировались процессы дефекокасации диффузионного сока, поражённого теми или иными слизистыми полисахаридами.

Диффузионный сок получали из здоровой свёклы и инфицировали его соответствующими чистыми или накопительными культурами *Leuconostoc*, *Bacillus* и *Erwinia* с целью принудительного накопления в соке декстрана, левана и леваноподобных слизей. В ослизленный диффузионный сок вносили препарат «Дефеказа» и выдерживали при температуре 45 °C в течение 10 минут. Контролем служил диффузионный сок здоровой свёклы. Далее проводили процесс основ-

ной дефекации (без преддефекации и внесения суспензии I сатурации) с последующим процессом сатурации. Дефекокасированный сок фильтровали на бу-

Таблица 1. Состав ферментно-антисептирующих препаратов «Дефеказа» и «Филтраза»

Наименование препарата	Наименование компонентов и их содержание, %		
	«Декстраназа»	«Леваназа»	«Фитаза»
«Дефеказа»	20	60	10
«Филтраза»	15	45	40

мажном фильтре с определением скорости его фильтрования. Как показали эксперименты (рис. 5), все слизистые субстанции ухудшали скорость фильтрации сока в среднем в три раза. Внесение в диффузионный сок препарата «Дефеказа» практически нивелировало это отрицательное явление, и скорость фильтрования была практически соизмерима со скоростью фильтрации сока здоровой свёклы.

В экспериментах с препаратом «Фильтраз» мы также оценивали скорость фильтрования суспензии, но в модельных экспериментах использовали нативную суспензию I сатурации, отобранную с предприятия, перерабатывающего к концу сезона дефектную свёклу, сильно поражённую леваном и леваноподобными слизями.

Препарат «Фильтраз» вносили в горячую (85 °С) нативную суспензию с pH 11,4–11,6. Контролем служила та же нативная суспензия, но без добавления «Фильтразы». Скорость фильтрования нативной суспензии была критически низкой, и при отъёме 20 % отфильтрованного сока процесс фильтрования практически остановился (см. рис. 5). Внесение препарата «Фильтраз» в нативную суспензию мгновенно её разжижило, и скорость фильтрования увеличилась в семь раз.

Технология совместного применения ферменто-антисептирующих препаратов «Декстрасепт 1» и «Дефеказа»

Универсальные препараты «Декстрасепт 1» и «Дефеказа» рекомендованы к применению в случаях инфицирования предприятия бактериями, образующими все виды слизи (декстран, леван и леваноподобные слизи).

Целесообразность совместного применения антисептирующего препарата «Декстрасепт 1» и фер-

менто-антисептирующего препарата «Дефеказа» продиктовано необходимостью одновременного уничтожения слизиобразующей микрофлоры и растворения слизей, которые продуцируются этой микрофлорой. Ранее нами был доказан синергический эффект от совместного воздействия этих двух препаратов, когда препарат «Дефеказа», растворяя слизи, усиливает антисептирующие свойства препарата «Декстрасепт 1», а он, в свою очередь, уничтожая бактерии, надёжно предотвращает образование слизи [4].

В табл. 2 указаны нормы расхода препаратов в зависимости от степени инфицированности слизистыми бактериями.

Оценить эти степени инфицированности технолог может по трём критериям:

— на сколько снижается величина pH в диффузионном соке по срав-

нению с величиной pH в нормальном соке свёклы. Однако следует помнить, что снижение pH наблюдается только в случаях инфицирования предприятия молочнокислыми микроорганизмами, слизистым бактериозом и левановой инфекцией. Если предприятие инфицировано лейконостоковой инфекцией, то pH, как правило, резко не снижается;

— в каком количестве обнаруживаются «облачка» слизи в осадке, взятом из преддефекатора. На рис. 6 (а–д) представлены типичные картины микроскопирования осадков, поражённых слизями в различных степенях инфицирования;

— наблюдаются ли нарушения в процессах сокоочистки. По мере нарастания степени инфицированности слизями скорость фильтрования сока I сатурации снижается. Начиная со II степени может

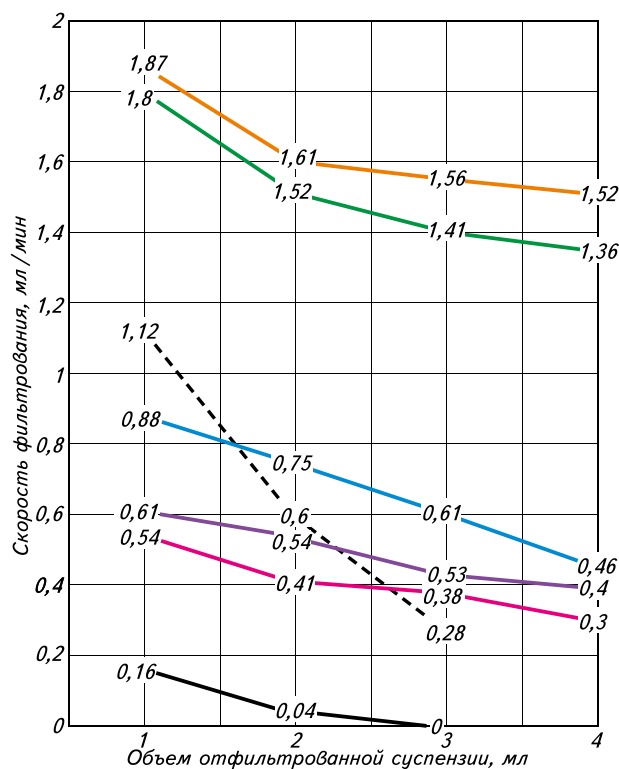


Рис. 5. Скорость фильтрования суспензии в зависимости от её объёма:

— контроль; — леван; — дефеказа; — леваноподобные слизи; — декстран; — суспензия нативная; — — — — — фильтраз

снижаться скорость фильтрования осадка II сатурации. Сок в преддефекторе может приобретать оранжевый цвет, доброкачественность очищенного сока снижается, возрастает цветность сока.

Технологические точки внесения ферменто-антисептирующих препаратов

Препарат «Декстрасепт 1»

Основное место внесения препарата — диффузионные аппараты. Препарат «Декстрасепт 1» вносят в растворённом состоянии непрерывно.

Для наклонного дифаппарата: в III зону.

Для колонного дифаппарата оптимальным местом внесения является срединная часть колонны. В отсутствие этой точки ввода препарат вносят либо в линию подачи сокоотружечной смеси из ошпаривателя в колонну, либо в верхнюю часть колонны с потоком жомопрессовой воды.

Для роторных дифаппаратов: раствор препарата вносят в линию

Таблица 2. Нормы расхода ферменто-антисептирующих препаратов «Декстрасепт 1» и «Дефеказа» в зависимости от степени инфицированности слизями

Степень инфицированности слизями	Δ рН диффузионного сока	Микроскопия осадка из преддефектора	Нарушения в технологии очистки сока	Нормы внесения препарата, кг/1000 т свёклы в сутки	
				«Декстрасепт 1»	«Дефеказа»
0	0,2	Рис. 6а	Нарушений нет	0,25–0,35*	—
I	0,6	Рис. 6б	Эпизодическое и незначительное снижение скорости фильтрования	0,5–0,6	0,1–0,25
II	0,8	Рис. 6в	Постоянное снижение производительности фильтров на 20–30 %	0,7–0,8	0,4–0,6
III	1,0	Рис. 6г	Снижение производительности фильтров на 50 % и ниже	0,9–1,2	0,8–1,0
IV	Свыше 1,0	Рис. 6д	Резкое снижение скорости фильтрования вплоть до полной остановки фильтров	1,3–1,5	1,2–2,0

Примечание: * — профилактическая доза, рекомендуемая в случаях, если лейконостомом и слизистым бактериозом заражена свёкла, но не затронут завод.

подачи питательной или жомопрессовой воды либо в ошпариватель.

В случаях сильного инфицирования (III и IV степени) препарат «Декстрасепт 1» вносят в технологические потоки дробно, т. е. методом «шокового» антисептирования, при закисании:

- дифсока в аппарате: в III зону дифаппарата;
- дифсока в сборнике: в пульповолушку сборника дифсока;
- жомопрессовой воды: в пульповолушку ЖПВ.

Препарат «Дефеказа»

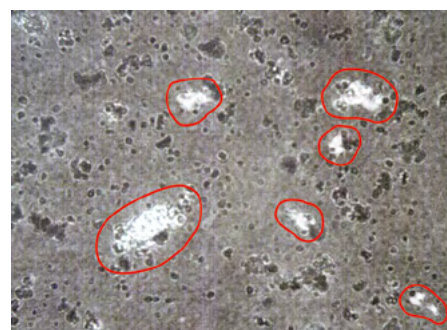
Выбор точки ввода раствора препарата «Дефеказа» зависит от



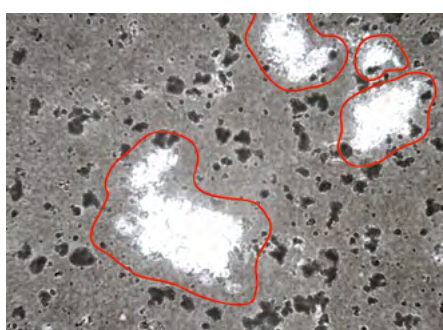
а



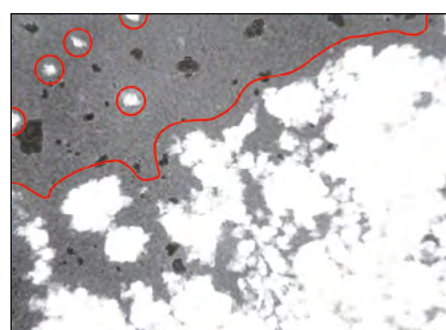
б



в



г



д

Рис. 6. Степени инфицирования корнеплодов: а — нулевая; б — первая (I); в — вторая (II); г — третья (III); д — четвёртая (IV)

Таблица 3. Техничко-экономические показатели промышленных испытаний препаратов «Декстрасепт 1», «Дефеказа» и «Филтраза».

Показатели	До применения препаратов	После применения препаратов
Степень инфицированности слизями	II–III	0
Суммарное содержание слизей в диффузионном соке, мг/кг сока	400–7000	20–95
pH диффузионного сока, ед.	4,9–5,5	5,6–6,1
Содержание СВ в жоме, %	23,0 – 23,4	24,0–24,5
Скорость седиментации осадка суспензии, S ₅ см/5 минут	18	10
Вовлечённость парка фильтрационных установок в работу, %	100	70–90
Внеплановая очистка фильтров	Проводилась	Не проводилась
Выход сахара, % от массы свёклы (III степень инфицирования)	9,5	12,5

степени инфицированности слизями:

– при I и II степени инфицированности слизями следует вносить либо на стружку, либо непосредственно на свеклорезку, либо в I зону дифаппарата;

– при III и IV степени препарат дополнительно вносится в пульполовушку дифсока.

Рекомендуется готовить раствор препарата «Дефеказа» из расчёта 1 кг препарата на 10 л (не менее) воды.

Технология применения препарата «Филтраза»

Препарат «Филтраза» используется в случаях сильного инфицирования слизями (III и IV степени), когда процесс фильтрования сильно замедлился или полностью прекратился.

С целью восстановления функционирования фильтрационных установок препарат без предварительного растворения в воде вносят непосредственно в сборник нефильтрованного сока I или II сатурации. Разовая норма расхода препарата – 0,4–0,5 л на сборник нефильтрованного сока. Препарат «Филтраза» подают каждые

20–30 минут в ёмкость нефильтрованного сока до тех пор, пока не восстановится нормальный режим работы фильтра. Как правило, бывает достаточно одно-, двух- или трёхкратного введения препарата.

Препарат «Филтраза» может быть использован для интенсификации процесса фильтрования сиропов с повышенной вязкостью.

В табл. 3 представлены усреднённые технико-экономические показатели промышленных испытаний (сезон 2016–2018 г.) препаратов «Декстрасепт 1», «Дефеказа» и «Филтраза».

Выводы

Многообразие слизиобразующей микрофлоры в процессах сахароварения предопределило необходимость создания мультиэнзимных и антисептирующих композиций и обусловило их совместную синергическую эффективность в устранении не только бактериального начала, но и выделяемых ими слизей. Применение технологических средств «Декстрасепт 1», «Дефеказа» и «Филтраза» позволило улучшить технологическое качество сахаросодержащих потоков и стабилизировать работу экстракционного и очистительного отделений сахарных заводов.

Список литературы

1. Захаров, К.П. О полисахаридах диффузионного сока / К.П. Захаров [и др.] // Сахарная промышленность. – 1980. – № 11. – С. 27–29.
2. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М. : Колос, 1999. – 494 с.
3. Сотников, В.А. Сезон 2016 года: слизистый бактериоз / В.А. Сотников, А.В. Сотников, V. Wild, U. Moisch // Сахар. – 2017. – № 3. – С. 2–7.
4. Сотников, В.А. Особенности переработки сахарной свёклы / В.А. Сотников, Т.Р. Мустафин // Сахар. – 2017. – № 12. – С. 26–29.

Аннотация. В статье представлены данные о многообразии слизистых субстанций, которые обнаруживаются на сахарных предприятиях вследствие их бактериологического поражения. С целью борьбы со слизиобразованием предлагаются комплексные ферменто-антисептирующие вспомогательные препараты «Декстрасепт 1», «Дефеказа» и «Филтраза», которые позволяют улучшить технологическое качество сахаросодержащих потоков и стабилизировать работу экстракционного и очистительного отделений сахарных заводов.

Ключевые слова: слизистые полисахариды, декстран, леван, леваноподобные слизи, скорость фильтрования, ферменты, антисептирующие препараты.

Summary. The article presents data on the diversity of mucous substances that are found in sugar factories as a result of their bacteriological damage. In order to combat mucus formation, complex enzyme-antiseptic technological auxiliary products «Dextrasept 1», «Defekaza» and «Filtraza» are offered, which allow improving the technological quality of sugar-containing streams and stabilizing the work of the extraction and refining departments of sugar factories.

Keywords: mucous polysaccharides, dextran, levan, levan-like mucus, filtration rate, enzymes, antiseptic drugs.

Азотистые вещества сахарной свёклы и продуктов сахарного производства и экспресс-методы их определения

В.Н. КУХАР, А.П. ЧЕРНЯВСКИЙ

ООО «ФИРМА «ТМА»

Л.И. ЧЕРНЯВСКАЯ (li_ch@ukr.net), **Ю.А. МОКАНЮК**

Институт продовольственных ресурсов НААН Украины

Введение

На ход технологических процессов сахарного производства существенно влияют азотистые вещества, содержащиеся в свёкле. Их количество составляет около 0,2 % к её массе. Очень важно определить качественные и количественные показатели таких веществ для задания оптимальных технологических параметров. Однако традиционные методы их определения достаточно трудоёмки, а интерпретация полученных результатов требует высокой квалификации и опыта специалиста. Авторы настоящей работы в результате проведённых исследований предложили экспресс-методы, позволяющие оперативно контролировать целый ряд параметров свекловичного сырья, продуктов его переработки и соответственно корректировать ход технологического процесса.

1. Виды азотистых веществ свёклы и их влияние на технологический процесс

Азотистые вещества можно разделить на отдельные группы: азот белковый, аминокислот, растительных оснований, амидный, аммиачный и нитратный (табл. 1) [8, 10, 12–14].

Таблица 1. Состав и количество азотистых веществ в свёкле

Вид азотистых веществ	Количество, % к массе	
	свёклы	общего азота
Общий азот	0,200	100
В том числе		
белковый	0,115	57,5
аминный	0,042	21,0
бетаинный	0,020	10,0
амидный	0,015	7,5
аммиачный	0,005	2,5
нитратный	0,002	1,0
пуриновые основания	0,001	0,5

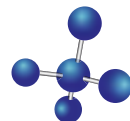
Поведение этих групп азотистых веществ в сахарном производстве различно [8, 9, 11–13]. Белковые вещества почти полностью отделяются на диффузии в процессе коагуляции протоплазмы внутри клеток. Некоторое количество белка из разрезанных клеток переходит в диффузионный сок, коагулирует сначала на подогревателях сырого сока, а затем на дефекации и отделяется при фильтровании с сатурационным осадком. Лишь незначительная часть пептизируется в щелочной среде на дефекации и в виде продуктов щелочного распада белка переходит в сок.

Аминокислоты (около 15 наименований), из которых почти половину составляет глутаминовая кислота в свободном виде и в виде амида, проходят по всему верстату до мелассы.

Амиды кислот (аспарагин и глутамин) — соли аммония и нитраты разлагаются на дефекационной установке с образованием аммиака и растворимых солей кальция, также переходящих в мелассу.

Общий, небелковый и амидо-аммиачный азот определяют методом сжигания по Кьельдалю, который является очень трудоёмким [5]. Если сжигание производят только серной кислотой, то при отгонке не учитывается азот нитратов и нитритов, так как он улетучивается с образовавшимися азотной и азотистой кислотами. Чтобы не допустить улетучивания этой формы азота, анализируемый раствор обрабатывают смесью серной кислоты с фенолом с последующим добавлением цинковой пыли. Фенол даёт с выделяющимися азотной и азотистой кислотами нитрофенол. Цинк восстанавливает нитрофенол в амидофенол, который при последующем кипячении с серной кислотой разрушается с образованием сернокислого аммония [2].

Нами исследованы изменения содержания общего, небелкового, α -аминного и нитратного азота в корнеплодах сахарной свёклы в конце вегетационного периода во всех зонах свеклосеяния. Пробы были отобраны на полях при проведении массового предуборочного обследования.



Общий и небелковый азот определяли методом сжигания по Кьельдалю [5], α -аминный азот — методом «голубого числа», разработанным Станеком и Павласом и модифицированным Винингером и Кубадиновым [7, 15, 18], нитратный азот — потенциометрическим методом с использованием алюмокалиевых квасцов [7, 16, 17]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2. Азотистые вещества сахарной свёклы зон свеклосеяния Украины, определённые в период массового предуборочного обследования (III декада августа)

Зона свеклосеяния	Азотистые вещества сахарной свёклы				
	Общий азот	Небелковый азот	α -аминный азот		Нитратный азот
	% к массе свёклы	% к массе свёклы	% к массе свёклы	Ммоль на 100 г свёклы	Мг/кг свёклы
Центральная	0,224	0,135	0,045	3,20	221
max	0,269	0,136	0,084	6,03	239
min	0,196	0,134	0,029	2,07	203
Восточная	0,226	0,133	0,048	3,42	216
max	0,279	0,145	0,068	4,86	328
min	0,166	0,096	0,029	2,10	57
Западная	0,218	0,093	0,028	2,06	38
max	0,235	0,098	0,046	3,27	920
min	0,207	0,088	0,017	1,24	80
Северная	0,194	0,080	0,044	3,15	133
max	0,200	0,090	0,059	4,21	213
min	0,180	0,088	0,023	1,64	29
Южная	0,260	0,160	0,053	3,81	91
max	0,380	0,190	0,110	7,85	120
min	0,220	0,138	0,025	1,77	70

Свёкла южной зоны свеклосеяния имеет повышенное содержание общего, небелкового и α -аминного азота, лучшие показатели по азотистому составу демонстрирует сырьё западной и северной зон. Учитывая значение азотистых веществ и их влияние на технологический процесс, технологическая служба завода должна владеть быстрыми и надёжными методами их определения.

К. Вуковым разработаны критерии степени удаления отдельных групп несахаров в процессе дефекационной очистки. В качестве основных используются продукты распада редуцирующих веществ, удаление зольных элементов и азотистых веществ [18]. Экспресс-методы определения азотсодержащих веществ разработаны для α -аминного азота, аммиач-

ного азота, азота нитратов и нитритов [1, 2, 8, 14–16, 18, 19].

Мы представим основные экспресс-методики, которые могут использоваться в текущем контроле сахарного производства. Они прошли широкую апробацию в научно-исследовательских, учебных и групповых лабораториях и усовершенствованы для удобства применения в заводских лабораториях. Дадим примеры расчётов.

2. Экспресс-методы определения отдельных видов азотистых веществ в свёкле и продуктах её переработки

2.1. Определение и алгоритм расчёта α -аминного азота в свёкле

Определение α -аминного азота методом «голубого числа» основано на измерении оптической плотности комплексных соединений, которые образуют аминокислоты с раствором меди. Метод разработан Станеком и Павласом, модифицирован Винингером и Кубадиновым [14, 15, 18].

Рекомендуемые приборы для определения этого показателя в лабораторных условиях — фотоэлектроколориметр КФК-3 и другие с аналогичной технической характеристикой.

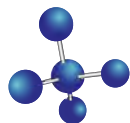
Приборы и лабораторная посуда. Размельчитель тканей свёклы типа Ш1-ПРС или РТС-2М; фотоэлектроколориметр КФК-3 или другие приборы с аналогичной технической характеристикой; весы лабораторные; рН-метр; колбы мерные вместимостью 25, 50, 1000 см³; бюретка для дозирования медного реактива с автоматическим установлением нулевой точки отсчёта. За неимением таковых используют обычную бюретку вместимостью 25 см³; бутылки вместимостью 1000, 3000, 5000 см³; стаканчики вместимостью 50–100 см³.

Реактивы. Медь азотнокислая (CuNO₃)₂ — х.ч. или ч.д.а.; натрий уксуснокислый CH₃COONa · 3H₂O; ледяная уксусная кислота CH₃COOH; уксуснокислый свинец, используемый в лабораториях сахарных заводов для осветления сахарных растворов (готовится в соответствии с методикой, приведённой в Инструкции [11]); алюминий сернокислый Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O (ГОСТ 3758-75) х.ч. или ч.д.а, гидроксосульфат алюминия Al(OH)SO₄ х.ч. или ч.д.а.

Приготовление реактивов для осветления

1. Гидроксосульфат алюминия — Al(OH)SO₄

Приготовление маточного раствора. Взвешивают 100 г Al(OH)SO₄, растворяют дистиллированной водой и переводят в колбу вместимостью 1000 см³. Доливают дистиллированной водой до метки, перемешивают, переливают в бутылку для хранения.



Приготовление рабочего раствора. Отмеривают цилиндром 25 см³ маточного раствора, вливают в колбу вместимостью 1000 см³, доливают до метки дистиллированной водой, перемешивают.

2. Алюминий сернокислый — $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

Приготовление маточного раствора. 240 г реактива $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, переводят его дистиллированной водой в колбу вместимостью 1000 см³. Доливают дистиллированной водой до метки, перемешивают, переливают в бутылку для хранения.

Приготовление рабочего раствора. Отмеривают цилиндром 20 см³ маточного раствора, вливают в колбу вместимостью 1000 см³, доливают до метки дистиллированной водой, перемешивают.

Приготовление рабочих растворов для определения α -аминного азота в свёкле

Раствор реагента. На лабораторных весах типа ВЛК-500 (или другого типа) взвешивают 10 г меди азотнокислой $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, растворяют в 200 см³ дистиллированной воды и переводят в мерную колбу вместимостью 1000 см³. Затем взвешивают 250 г натрия уксуснокислого $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и растворяют его в 400 см³ тёплой дистиллированной воды, раствор переводят в ту же мерную колбу, при 20 °С доводят дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивают, фильтруют через стеклянный или мембранный с диаметром пор 45 мк фильтр. При их отсутствии фильтрование производят через двойной бумажный фильтр. Устанавливают величину pH 6,0±0,1 при помощи ледяной уксусной кислоты.

Раствор буфера. 250 г $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ растворяют дистиллированной водой и переводят в мерную колбу вместимостью 1000 см³. При 20 °С доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и тщательно фильтруют через бумажный фильтр. Устанавливают величину pH 6,0±0,1 при помощи ледяной уксусной кислоты.

Растворы реагента и буфера рекомендуется приготавливать за четыре месяца до их использования.

Медный реактив. Данный раствор готовят перед проведением исследований в необходимом количестве на серию анализов, сезон (и т. д.) путём смешивания растворов реагента и буфера в соотношении 2 : 5, сливают в бутылку и используют при определении α -аминного азота. При использовании реактива на протяжении длительного времени проверяют pH и при необходимости доводят его величину до 6±0,1 ледяной уксусной кислотой.

Построение калибровочного графика и линейных моделей

Калибровочный график строят по L-глутамину ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3\text{N}_2$), или L-аспарагину ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3\text{N}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$),

или L-глутаминовой кислоте ($\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_4\text{N}$). Исходный раствор L-глутамин (L-аспарагин, L-глутаминовой кислоты), указанные в табл. 3, готовят таким образом, чтобы концентрация α -аминного азота составила 0,26 г в 1000 см³ раствора, что упростит расчёты при определении этой группы азота в дигератах свекловичной каши, используемой для определения сахаристости.

Величину навески (H) L-глутамин (L-аспарагин, L-глутаминовой кислоты) в 1000 см³ раствора рассчитывают по формуле

$$H = \frac{M \times 0,26}{\Theta},$$

где M — молекулярная масса (L-глутамин — 146, L-аспарагин — 150, L-глутаминовой кислоты — 147); Θ — эквивалент азота, равный 14.

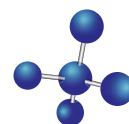
Навеска глутамин будет 2,712 г; аспарагин — 2,786 г; глутаминовой кислоты — 2,732 в 1000 см³ раствора.

Для построения калибровочного графика достаточно не 1000 см³, а 100 или 200 см³ исходного раствора. 100 см³ приготовленного раствора достаточно при дальнейшем использовании мерных колб вместимостью 25 см³, а 200 см³ — при работе с мерными колбами объёмом 50 см³. Следовательно, для 100 см³ раствора навеска L-глутамин будет 0,2712 г, для L-аспарагин — 0,2786 г, для L-глутаминовой кислоты — 0,2732 г, а для 200 см³ — соответственно в два раза больше.

Из приготовленного исходного раствора L-глутамин (L-аспарагин, L-глутаминовой кислоты) методом разбавления получают рабочие растворы. Исходный и рабочий стандартные растворы L-глутамин (L-аспарагин, L-глутаминовой кислоты) приготавливают с особой тщательностью, непосредственно перед построением калибровочной кривой.

Стандартные рабочие растворы приготавливают в 10 откалиброванных мерных колбах вместимостью 50 см³, в каждую из которых отбирают соответствующие количества исходного раствора L-глутамин (L-аспарагин, L-глутаминовой кислоты), указанные в табл. 3, доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Из каждой колбы берут по 10 см³ раствора и переносят в приготовленные стаканчики объёмом 50—100 см³, куда добавляют по 14 см³ медного реактива. Содержимое стаканчиков взбалтывают и измеряют оптическую плотность растворов на фотоэлектроколориметре при длине волны 620 нм в кювете длиной 5 см.

Как эталон, оптическую плотность которого принимают за 0, используют раствор, состоящий из 10 см³ дистиллированной воды и 14 см³ медного реактива. Измерение оптической плотности и снятие



показаний с прибора производят после обязательной промывки кюветы анализируемым раствором. По полученным данным строят калибровочный график в координатах: x — оптическая плотность, ед.; y — концентрация α -аминного азота, выраженная в г/см³, ммоль на 100 г свёклы или % к м. св. Измерения производят начиная с раствора, имеющего самую низкую концентрацию.

Пересчёт концентрации г/дм³ (графа 6) в ммоль на 100 г свёклы (графа 7) производят по формуле

$$\frac{(\text{г} / \text{дм}^3) \times 1000 \times 100}{14 \times 130} \text{ или } (\text{г} / \text{дм}^3) \times 54,94505,$$

где 14 — эквивалент азота;

130 — навеска свекловичной каши в 1000 см³ раствора при приготовлении дигератов.

Пересчёт концентрации г/дм³ (графа 6) в проценты к м. св. (графа 8) производят по формуле

$$\frac{(\text{г} / \text{дм}^3) \times 100}{130} \text{ или } (\text{г} / \text{дм}^3) \times 0,76923.$$

В связи с высокой воспроизводимостью калибровочных кривых на приборах КФК-3 и стабильностью показаний во времени были построены линейные мо-

дели зависимости оптической плотности стандартных растворов от величины концентрации α -аминного азота. Коэффициент корреляции между величинами составляет 0,997. Это позволило получить уравнение регрессии типа $y = ax + b$, где y — содержание α -аминного азота (в пересчёте на L-глутамин), x — оптическая плотность раствора [15].

Ниже представлены три уравнения регрессии в зависимости от единиц концентрации α -аминного азота (длина волны 620 нм, кювета длиной 5 см).

$$y = 0,3894 \cdot x + 0,0063, \quad (1)$$

где x — оптическая плотность;

y — концентрация α -аминного азота, г/дм³;

$$y = 21,3962 \cdot x - 0,3838, \quad (2)$$

где x — оптическая плотность;

y — концентрация α -аминного азота, ммоль/100 г свёклы;

$$y = 0,2996 \cdot x - 0,0034, \quad (3)$$

где x — оптическая плотность;

y — концентрация α -аминного азота, % к м. св.

По этим уравнениям были составлены рабочие таблицы (табл. 4), пользуясь которыми можно без построения калибровочных кривых определить по величине оптической плотности содержание α -аминного азота в пересчёте на L-глутамин в искомым единицах концентрации (г/дм³, ммоль на 100 г свёклы, % к м. св.).

Таблица 3. Расчёт количества исходного раствора, необходимого для приготовления стандартных рабочих растворов, а также концентрации L-глутамина (L-аспарагина, L-глутаминовой кислоты) и α -аминного азота, соответствующие этим количествам

№ рабочего раствора	Количество раствора L-глутамина (L-аспарагина, L-глутаминовой кислоты), внесённое в колбы вместимостью 50 см ³ , см ³	Концентрация в растворе					
		L-глутамин, г/дм ³	L-аспарагин, г/дм ³	L-глутаминовой кислоты, г/дм ³	α -аминного азота		
					Г/дм ³	Ммоль на 100 г свёклы	% к м. св.
1	5	0,2712	0,2786	0,2732	0,0260	1,4285	0,020
2	6	0,3254	0,3343	0,3278	0,0313	1,7143	0,024
3	8	0,4339	0,4458	0,4371	0,0416	2,2357	0,032
4	10	0,5424	0,5572	0,5463	0,0529	2,8571	0,040
5	12	0,6509	0,6686	0,6556	0,0624	3,4286	0,048
6	15	0,8136	0,8353	0,8195	0,0780	4,2856	0,060
7	20	1,0848	1,1140	1,0926	0,1040	5,7142	0,080
8	25	1,3560	1,3930	1,3657	0,1300	7,1427	0,100
9	30	1,6272	1,6715	1,6388	0,1560	8,5713	0,120
10	35	1,8984	1,9502	1,9119	0,1820	9,9998	0,140

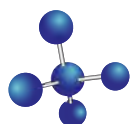
Исходная окрашенность дигератов свёклы в зависимости от используемых осветлителей

При анализировании свёклы ухудшенного качества, а также при использовании в качестве осветлителя дигератов свёклы сульфата алюминия полученные растворы имеют исходную окрашенность, т. е. повышенную оптическую плотность. Нами было изучено её влияние на результаты измерения α -аминного азота фотоэлектроколориметрическим методом.

Исследования проводили на свёкле хорошего качества в период её технической спелости и свёкле ухудшенного качества с применением разных осветлителей — ацетата свинца и сульфата алюминия. Всего было проведено по 15 параллельных определений для каждого вида сырья.

Средние данные показателей оптической плотности для свёклы хорошего и ухудшенного качества с использованием в качестве осветлителей ацетата свинца и сульфата алюминия представлены на рис. 1.

Полученные результаты определения α -аминного азота были обработаны методами математической статистики. Для свёклы хорошего качества погрешность в определении α -аминного азота методом «голубого числа» вследствие исходной окрашенности фильтратов составляет при использова-



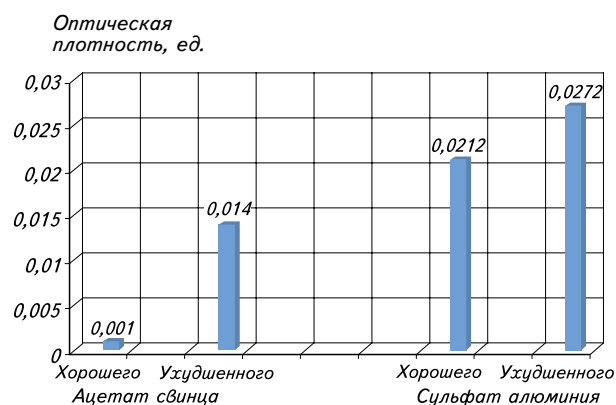


Рис. 1. Влияние осветлителя свекловичных растворов на исходную окрашенность фильтратов в зависимости от качества свёклы (при измерении α -аминного азота)

нии свинца – 0,6 %, ухудшенного качества – 10 %: при использовании сульфата алюминия – для свёклы хорошего качества – 16 %, ухудшенного качества – 19 %.

Таким образом, для более точного вычисления содержания α -аминного азота в свёкле необходимо обязательно учитывать исходную окрашенность фильтратов, что очень важно при использовании нетоксичных осветлителей и анализах сырья низкого технологического качества [20].

Ход анализа

1. Подготовка исследуемого раствора

Метод холодного дигерирования. На технических весах на кусочке кальки размером 13×13 см взвешивают 52 г свекловичной каши, помещают её вместе с калькой в дигестионный сосуд от размельчителя тканей свёклы, прибавляют с помощью автоматической пипетки вместимостью 178,2 см³ два объёма раствора уксуснокислого свинца или другого осветлителя и дигерируют с помощью размельчителя тканей свёклы Ш1-ПРС или РТС-2М. Полученную гомогенизированную смесь фильтруют через двойной бумажный фильтр.

2. Метод горячего дигерирования. На технических весах в лодочке взвешивают 26 г свекловичной каши, опускают в дигестионный сосуд для определения сахаристости стружки, прибавляют с помощью автоматической пипетки вместимостью 178,2 см³ один объём раствора уксуснокислого свинца. Сосуд плотно закрывают и ставят на 30 мин в водяную баню или термостат, в котором поддерживают температуру 80 °С. В течение дигерирования сосуд дважды взбалтывают горизонтальными движениями. По истечении 30 мин сосуд охлаждают до 20 °С и фильтруют.

Примечание. В методе горячего дигерирования нельзя использовать нетоксичный осветлитель.

Проведение измерений

Из дигерата, приготовленного для поляриметрического определения содержания сахарозы в свёкле, отбирают пипеткой с резиновой грушей 10 см³ раствора, переносят его в стаканчик вместимостью 100–150 см³, добавляют туда же 14 см³ раствора медного реактива, отмеренного с помощью пипетки или бюретки. Смесь перемешивают круговыми движениями стаканчика и заливают в кювету длиной 5 см, предварительно сполоснув её этим же раствором. В качестве эталона используют 10 см³ дистиллированной воды и 14 см³ раствора медного реактива, хорошо перемешанных в стаканчике. Находят оптическую плотность исследуемой смеси при длине волны 620 нм (B_1).

При использовании нетоксичных осветлителей ($Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$ и $Al(OH)SO_4$), а также при получении окрашенных дигератов необходимо учесть их окраску. Для этого отмеривают пипеткой 10 см³ фильтрата, переводят его в стаканчик вместимостью 100–150 см³, к нему прибавляют 14 см³ дистиллированной воды, хорошо перемешивают и определяют оптическую плотность этой смеси в кювете длиной 5 см при длине волны 620 нм (B_2). В качестве эталона при этом берут дистиллированную воду.

По разнице $B_1 - B_2$ находят величину оптической плотности, которая обусловлена окраской образовавшегося комплекса аминокислот с медью и содержание α -аминного азота в свёкле.

Пример. Оптическая плотность исследуемой смеси $B_1 = 0,167$ ед., $B_2 = 0,022$ ед.; разница $B_1 - B_2 = 0,167 - 0,022 = 0,145$ ед. Находят содержание α -аминного азота в свёкле: 0,0502 г/дм³; 2,7186 ммоль на 100 г свёклы; 0,038 % к массе свёклы.

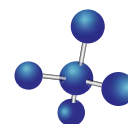
Эти же величины можно получить, используя уравнения (1), (2), (3).

Примечание. При проведении большой серии анализов отбирают 10 см³ дигерата, помещают его в бюкс с притёртой пробкой или бутылочку с крышкой, добавляют 14 см³ медного реактива, перемешивают круговыми движениями, закрывают, ставят в холодильник. В таком виде раствор может сохраняться неделю.

2.2. Определение содержания α -аминного азота в диффузионном соке

Для использования критериев К. Вукова [19] в целях оценки протекания процессов очистки диффузионного сока необходимо знать содержание в нём α -аминного азота. Нами предложен метод определения этого показателя с использованием принципиального подхода, который применяется при анализе свёклы.

Из раствора, приготовленного для поляриметрического определения содержания сахарозы в диффузи-



онном соке (п. 2.3.3 Инструкции по химико-техническому контролю и учёту сахарного производства [5]: две нормальные навески сока переводят в колбу 100 мл... (далее — по тексту)), берут 10 см³ и переносят в стаканчик, куда добавляют 14 см³ «синего раствора», тщательно перемешивают и заливают в кювету длиной 5 см. В качестве эталона используют дистиллированную воду. Готовят эталонный раствор следующим образом: 10 см³ дистиллированной воды смешивают с 14 см³ «синего раствора», тщательно перемешивают в стаканчике и заливают в кювету длиной 5 см. На фотоэлектроколориметре КФК-3 определяют оптическую плотность на длине волны 620 нм.

Концентрацию α-аминного азота определяют по формуле

$$y = 0,3894 \cdot x - 0,0063,$$

где x — оптическая плотность;

y — концентрация α-аминного азота, г/дм³.

Пересчёт концентрации г/дм³ (графа 2) в % к массе сока производят по формуле

$$\frac{(\text{г/дм}^3) \times 100}{520} = (\text{г/дм}^3) \times 0,192,$$

где 520 — навеска диффузионного сока в 1000 см³ раствора при приготовлении раствора для определения сахарозы в соке поляриметрическим методом.

П р и м е ч а н и е. Если на приборе КФК-3 приходится работать с кюветой длиной 3 см, то полученный результат оптической плотности множат на коэффициент 1,67, а затем используют приведённую табл. 4.

П р и м е р. Оптическая плотность, обусловленная комплексом α-аминного азота с Cu^{++} , измеренная на приборе КФК-3 в кювете длиной 5 см, составляет 0,170. По табл. 4 находим содержание α-аминного азота в растворе в г/л 0,0599. Содержание α-аминного азота, % к массе сока, будет составлять $0,0599 \cdot 0,192 = 0,012$ % к массе сока.

Если полученную величину необходимо выразить к массе сахара диффузионного сока, пересчёт осуществляют по формуле $(0,012 \cdot 100) / S_{\text{д.с.}}$. Если $S_{\text{д.с.}} = 13,8$ % к массе сока, то α-аминный азот будет составлять $(0,012 \cdot 100) / 13,8 = 0,087$ % к массе сахара диффузионного сока.

Оптическая плотность, обусловленная комплексом α-аминного азота с Cu^{++} , измеренная на приборе КФК-3 в кювете длиной 3 см, составляет 0,138. Это значение множим на коэффициент 1,67 и получаем значение 0,230. По табл. 4 находим содержание α-аминного азота, которое будет составлять 0,0833 г/л. К массе диффузионного сока содержание α-аминного азота определяют по формуле $0,0833 \cdot 0,192 = 0,016$ % к массе сока.

Если, например, содержание сахара в диффузионном соке составляет 12,6 % к массе сока, то содержание α-аминного азота будет составлять $(0,016 \cdot 100) / 12,6 = 0,127$ % к массе сахара диффузионного сока.

2.3. Методика определения содержания аминного азота в мелассе [2]

Взвешивают 25 г мелассы, переносят её с помощью тёплой, освобождённой от CO_2 (свежеполученной) дистиллированной воды в мерную колбу на 100 см³. Охлаждают содержимое до 20 °С, доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Отбирают из колбы 20 см³ раствора и переводят его в стаканчик, титруют раствором щёлочи концентрацией 0,1 н до pH 7,0, доливают 5 см³ формальной смеси и титруют раствором щёлочи 0,1 н до pH = 9,1.

Для внесения поправки на «глухой» опыт параллельно титруют 20 см³ дистиллированной воды и 5 см³ формальной смеси также до pH = 9,1.

Содержание аминного азота N (% к массе продукта) определяют по формуле

$$N = 0,0014 (a - b) \cdot 100/g,$$

где g — навеска продукта, г;

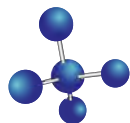
a и b — соответственно объёмы 0,1 н раствора щёлочи, пошедшего на титрование продукта и для глухого опыта, см³.

Формальную смесь готовят смешиванием 50 см³ формалина с 1 см³ 1%-го раствора фенолфталеина, оттитрованного 0,1н раствором NaOH до появления слабо-розового окрашивания.

Таблица 4. Рабочая таблица определения α-аминного азота в зависимости от оптической плотности образующегося комплекса

Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин			Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм ³	Ммоль на 100 г свёклы	% к массе свёклы		Г/дм ³	Ммоль на 100 г свёклы	% к массе свёклы
0,030	0,0054	0,2581	0,004	0,036	0,0077	0,3865	0,005
0,031	0,0058	0,2795	0,004	0,037	0,0081	0,4079	0,006
0,032	0,0062	0,3009	0,004	0,038	0,0085	0,4293	0,006
0,033	0,0066	0,3223	0,004	0,039	0,0089	0,4507	0,006
0,034	0,0069	0,3437	0,005	0,040	0,0093	0,4720	0,007
0,035	0,0073	0,3651	0,005	0,041	0,0097	0,4934	0,007
				0,042	0,0101	0,5148	0,007
				0,043	0,0104	0,5362	0,007
				0,044	0,0108	0,5576	0,008
				0,045	0,0112	0,5790	0,008



Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,046	0,0116	0,6004	0,008
0,047	0,0120	0,6218	0,009
0,048	0,0124	0,6432	0,009
0,049	0,0128	0,6646	0,009
0,050	0,0132	0,6860	0,010
0,051	0,0136	0,7074	0,010
0,052	0,0139	0,7288	0,010
0,053	0,0143	0,7502	0,010
0,054	0,0147	0,7716	0,011
0,055	0,0151	0,7930	0,011
0,056	0,0155	0,8144	0,011
0,057	0,0159	0,8358	0,012
0,058	0,0163	0,8572	0,012
0,059	0,0167	0,8786	0,012
0,060	0,0171	0,9000	0,013
0,061	0,0175	0,9214	0,013
0,062	0,0178	0,9428	0,013
0,063	0,0182	0,9642	0,013
0,064	0,0186	0,9856	0,014
0,065	0,0190	1,0070	0,014
0,066	0,0194	1,0283	0,014
0,067	0,0198	1,0497	0,015
0,068	0,0202	1,0711	0,015
0,069	0,0206	1,0925	0,015
0,070	0,0210	1,1139	0,016
0,071	0,0213	1,1353	0,016
0,072	0,0217	1,1567	0,016
0,073	0,0221	1,1781	0,016
0,074	0,0225	1,1995	0,017
0,075	0,0229	1,2209	0,017
0,076	0,0233	1,2423	0,017
0,077	0,0237	1,2637	0,018
0,078	0,0241	1,2851	0,018
0,079	0,0245	1,3065	0,018
0,080	0,0249	1,3279	0,019
0,081	0,0252	1,3493	0,019
0,082	0,0256	1,3707	0,019
0,083	0,0260	1,3921	0,019
0,084	0,0264	1,4135	0,020
0,085	0,0268	1,4349	0,020

Продолжение табл. 4

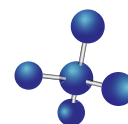
Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,086	0,0272	1,4563	0,020
0,087	0,0276	1,4777	0,021
0,088	0,0280	1,4991	0,021
0,089	0,0284	1,5205	0,021
0,090	0,0287	1,5419	0,022
0,091	0,0291	1,5633	0,022
0,092	0,0295	1,5847	0,022
0,093	0,0299	1,6060	0,022
0,094	0,0303	1,6274	0,023
0,095	0,0307	1,6488	0,023
0,096	0,0311	1,6702	0,023
0,097	0,0315	1,6916	0,024
0,098	0,0319	1,7130	0,024
0,099	0,0323	1,7344	0,024
0,100	0,0326	1,7558	0,025
0,101	0,0330	1,7772	0,025
0,102	0,0334	1,7986	0,025
0,103	0,0338	1,8200	0,025
0,104	0,0342	1,8414	0,026
0,105	0,0346	1,8628	0,026
0,106	0,0350	1,8842	0,026
0,107	0,0354	1,9056	0,027
0,108	0,0358	1,9270	0,027
0,109	0,0361	1,9484	0,027
0,110	0,0365	1,9698	0,028
0,111	0,0369	1,9912	0,028
0,112	0,0373	2,0126	0,028
0,113	0,0377	2,0340	0,028
0,114	0,0381	2,0554	0,029
0,115	0,0385	2,0768	0,029
0,116	0,0389	2,0982	0,029
0,117	0,0393	2,1196	0,030
0,118	0,0396	2,1410	0,030
0,119	0,0400	2,1623	0,030
0,120	0,0404	2,1837	0,031
0,121	0,0408	2,2051	0,031
0,122	0,0412	2,2265	0,031
0,123	0,0416	2,2479	0,031
0,124	0,0420	2,2693	0,032
0,125	0,0424	2,2907	0,032

Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,126	0,0428	2,3121	0,032
0,127	0,0432	2,3335	0,033
0,128	0,0435	2,3549	0,033
0,129	0,0439	2,3763	0,033
0,130	0,0443	2,3977	0,034
0,131	0,0447	2,4191	0,034
0,132	0,0451	2,4405	0,034
0,133	0,0455	2,4619	0,034
0,134	0,0459	2,4833	0,035
0,135	0,0463	2,5047	0,035
0,136	0,0467	2,5261	0,035
0,137	0,0470	2,5475	0,036
0,138	0,0474	2,5689	0,036
0,139	0,0478	2,5903	0,036
0,140	0,0482	2,6117	0,037
0,141	0,0486	2,6331	0,037
0,142	0,0490	2,6545	0,037
0,143	0,0494	2,6759	0,037
0,144	0,0498	2,6973	0,038
0,145	0,0502	2,7186	0,038
0,146	0,0506	2,7400	0,038
0,147	0,0509	2,7614	0,039
0,148	0,0513	2,7828	0,039
0,149	0,0517	2,8042	0,039
0,150	0,0521	2,8256	0,040
0,151	0,0525	2,8470	0,040
0,152	0,0529	2,8684	0,040
0,153	0,0533	2,8898	0,040
0,154	0,0537	2,9112	0,041
0,155	0,0541	2,9326	0,041
0,156	0,0544	2,9540	0,041
0,157	0,0548	2,9754	0,042
0,158	0,0552	2,9968	0,042
0,159	0,0556	3,0182	0,042
0,160	0,0560	3,0396	0,043
0,161	0,0564	3,0610	0,043
0,162	0,0568	3,0824	0,043
0,163	0,0572	3,1038	0,043
0,164	0,0576	3,1252	0,044
0,165	0,0580	3,1466	0,044

Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,166	0,0583	3,1680	0,044
0,167	0,0587	3,1894	0,045
0,168	0,0591	3,2108	0,045
0,169	0,0595	3,2322	0,045
0,170	0,0599	3,2536	0,046
0,171	0,0603	3,2750	0,046
0,172	0,0607	3,2963	0,046
0,173	0,0611	3,3177	0,046
0,174	0,0615	3,3391	0,047
0,175	0,0618	3,3605	0,047
0,176	0,0622	3,3819	0,047
0,177	0,0626	3,4033	0,048
0,178	0,0630	3,4247	0,048
0,179	0,0634	3,4461	0,048
0,180	0,0638	3,4675	0,049
0,181	0,0642	3,4889	0,049
0,182	0,0646	3,5103	0,049
0,183	0,0650	3,5317	0,049
0,184	0,0653	3,5531	0,050
0,185	0,0657	3,5745	0,050
0,186	0,0661	3,5959	0,050
0,187	0,0665	3,6173	0,051
0,188	0,0669	3,6387	0,051
0,189	0,0673	3,6601	0,051
0,190	0,0677	3,6815	0,052
0,191	0,0681	3,7029	0,052
0,192	0,0685	3,7243	0,052
0,193	0,0689	3,7457	0,052
0,194	0,0692	3,7671	0,053
0,195	0,0696	3,7885	0,053
0,196	0,0700	3,8099	0,053
0,197	0,0704	3,8313	0,054
0,198	0,0708	3,8526	0,054
0,199	0,0712	3,8740	0,054
0,200	0,0716	3,8954	0,055
0,201	0,0720	3,9168	0,055
0,202	0,0724	3,9382	0,055
0,203	0,0727	3,9596	0,055
0,204	0,0731	3,9810	0,056
0,205	0,0735	4,0024	0,056



Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,206	0,0739	4,0238	0,056
0,207	0,0743	4,0452	0,057
0,208	0,0747	4,0666	0,057
0,209	0,0751	4,0880	0,057
0,210	0,0755	4,1094	0,058
0,211	0,0759	4,1308	0,058
0,212	0,0763	4,1522	0,058
0,213	0,0766	4,1736	0,058
0,214	0,0770	4,1950	0,059
0,215	0,0774	4,2164	0,059
0,216	0,0778	4,2378	0,059
0,217	0,0782	4,2592	0,060
0,218	0,0786	4,2806	0,060
0,219	0,0790	4,3020	0,060
0,220	0,0794	4,3234	0,061
0,221	0,0798	4,3448	0,061
0,222	0,0801	4,3662	0,061
0,223	0,0805	4,3876	0,061
0,224	0,0809	4,4089	0,062
0,225	0,0813	4,4303	0,062
0,226	0,0817	4,4517	0,062
0,227	0,0821	4,4731	0,063
0,228	0,0825	4,4945	0,063
0,229	0,0829	4,5159	0,063
0,230	0,0833	4,5373	0,064
0,231	0,0837	4,5587	0,064
0,232	0,0840	4,5801	0,064
0,233	0,0844	4,6015	0,064
0,234	0,0848	4,6229	0,065
0,235	0,0852	4,6443	0,065
0,236	0,0856	4,6657	0,065
0,237	0,0860	4,6871	0,066
0,238	0,0864	4,7085	0,066
0,239	0,0868	4,7299	0,066
0,240	0,0872	4,7513	0,067
0,241	0,0875	4,7727	0,067
0,242	0,0879	4,7941	0,067
0,243	0,0883	4,8155	0,067
0,244	0,0887	4,8369	0,068
0,245	0,0891	4,8583	0,068

Продолжение табл. 4

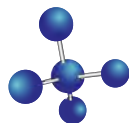
Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,246	0,0895	4,8797	0,068
0,247	0,0899	4,9011	0,069
0,248	0,0903	4,9225	0,069
0,249	0,0907	4,9439	0,069
0,250	0,0911	4,9653	0,070
0,251	0,0914	4,9866	0,070
0,252	0,0918	5,0080	0,070
0,253	0,0922	5,0294	0,070
0,254	0,0926	5,0508	0,071
0,255	0,0930	5,0722	0,071
0,256	0,0934	5,0936	0,071
0,257	0,0938	5,1150	0,072
0,258	0,0942	5,1364	0,072
0,259	0,0946	5,1578	0,072
0,260	0,0949	5,1792	0,072
0,261	0,0953	5,2006	0,073
0,262	0,0957	5,2220	0,073
0,263	0,0961	5,2434	0,073
0,264	0,0965	5,2648	0,074
0,265	0,0969	5,2862	0,074
0,266	0,0973	5,3076	0,074
0,267	0,0977	5,3290	0,075
0,268	0,0981	5,3504	0,075
0,269	0,0984	5,3718	0,075
0,270	0,0988	5,3932	0,075
0,271	0,0992	5,4146	0,076
0,272	0,0996	5,4360	0,076
0,273	0,1000	5,4574	0,076
0,274	0,1004	5,4788	0,077
0,275	0,1008	5,5002	0,077
0,276	0,1012	5,5216	0,077
0,277	0,1016	5,5429	0,078
0,278	0,1020	5,5643	0,078
0,279	0,1023	5,5857	0,078
0,280	0,1027	5,6071	0,078
0,281	0,1031	5,6285	0,079
0,282	0,1035	5,6499	0,079
0,283	0,1039	5,6713	0,079
0,284	0,1043	5,6927	0,080
0,285	0,1047	5,7141	0,080

Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,286	0,1051	5,7355	0,080
0,287	0,1055	5,7569	0,081
0,288	0,1058	5,7783	0,081
0,289	0,1062	5,7997	0,081
0,290	0,1066	5,8211	0,081
0,291	0,1070	5,8425	0,082
0,292	0,1074	5,8639	0,082
0,293	0,1078	5,8853	0,082
0,294	0,1082	5,9067	0,083
0,295	0,1086	5,9281	0,083
0,296	0,1090	5,9495	0,083
0,297	0,1094	5,9709	0,084
0,298	0,1097	5,9923	0,084
0,299	0,1101	6,0137	0,084
0,300	0,1105	6,0351	0,084
0,301	0,1109	6,0565	0,085
0,302	0,1113	6,0779	0,085
0,303	0,1117	6,0992	0,085
0,304	0,1121	6,1206	0,086
0,305	0,1125	6,1420	0,086
0,306	0,1129	6,1634	0,086
0,307	0,1132	6,1848	0,087
0,308	0,1136	6,2062	0,087
0,309	0,1140	6,2276	0,087
0,310	0,1144	6,2490	0,087
0,311	0,1148	6,2704	0,088
0,312	0,1152	6,2918	0,088
0,313	0,1156	6,3132	0,088
0,314	0,1160	6,3346	0,089
0,315	0,1164	6,3560	0,089
0,316	0,1168	6,3774	0,089
0,317	0,1171	6,3988	0,090
0,318	0,1175	6,4202	0,090
0,319	0,1179	6,4416	0,090
0,320	0,1183	6,4630	0,090
0,321	0,1187	6,4844	0,091
0,322	0,1191	6,5058	0,091
0,323	0,1195	6,5272	0,091
0,324	0,1199	6,5486	0,092
0,325	0,1203	6,5700	0,092

Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,326	0,1206	6,5914	0,092
0,327	0,1210	6,6128	0,093
0,328	0,1214	6,6342	0,093
0,329	0,1218	6,6555	0,093
0,330	0,1222	6,6769	0,093
0,331	0,1226	6,6983	0,094
0,332	0,1230	6,7197	0,094
0,333	0,1234	6,7411	0,094
0,334	0,1238	6,7625	0,095
0,335	0,1241	6,7839	0,095
0,336	0,1245	6,8053	0,095
0,337	0,1249	6,8267	0,096
0,338	0,1253	6,8481	0,096
0,339	0,1257	6,8695	0,096
0,340	0,1261	6,8909	0,096
0,341	0,1265	6,9123	0,097
0,342	0,1269	6,9337	0,097
0,343	0,1273	6,9551	0,097
0,344	0,1277	6,9765	0,098
0,345	0,1280	6,9979	0,098
0,346	0,1284	7,0193	0,098
0,347	0,1288	7,0407	0,099
0,348	0,1292	7,0621	0,099
0,349	0,1296	7,0835	0,099
0,350	0,1300	7,1049	0,099
0,351	0,1304	7,1263	0,100
0,352	0,1308	7,1477	0,100
0,353	0,1312	7,1691	0,100
0,354	0,1315	7,1905	0,101
0,355	0,1319	7,2119	0,101
0,356	0,1323	7,2332	0,101
0,357	0,1327	7,2546	0,102
0,358	0,1331	7,2760	0,102
0,359	0,1335	7,2974	0,102
0,360	0,1339	7,3188	0,102
0,361	0,1343	7,3402	0,103
0,362	0,1347	7,3616	0,103
0,363	0,1351	7,3830	0,103
0,364	0,1354	7,4044	0,104
0,365	0,1358	7,4258	0,104



Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,366	0,1362	7,4472	0,104
0,367	0,1366	7,4686	0,105
0,368	0,1370	7,4900	0,105
0,369	0,1374	7,5114	0,105
0,370	0,1378	7,5328	0,105
0,371	0,1382	7,5542	0,106
0,372	0,1386	7,5756	0,106
0,373	0,1389	7,5970	0,106
0,374	0,1393	7,6184	0,107
0,375	0,1397	7,6398	0,107
0,376	0,1401	7,6612	0,107
0,377	0,1405	7,6826	0,108
0,378	0,1409	7,7040	0,108
0,379	0,1413	7,7254	0,108
0,380	0,1417	7,7468	0,108
0,381	0,1421	7,7682	0,109
0,382	0,1425	7,7895	0,109
0,383	0,1428	7,8109	0,109
0,384	0,1432	7,8323	0,110
0,385	0,1436	7,8537	0,110
0,386	0,1440	7,8751	0,110
0,387	0,1444	7,8965	0,111
0,388	0,1448	7,9179	0,111
0,389	0,1452	7,9393	0,111
0,390	0,1456	7,9607	0,111
0,391	0,1460	7,9821	0,112
0,392	0,1463	8,0035	0,112
0,393	0,1467	8,0249	0,112
0,394	0,1471	8,0463	0,113
0,395	0,1475	8,0677	0,113
0,396	0,1479	8,0891	0,113
0,397	0,1483	8,1105	0,114
0,398	0,1487	8,1319	0,114
0,399	0,1491	8,1533	0,114
0,400	0,1495	8,1747	0,114
0,401	0,1498	8,1961	0,115
0,402	0,1502	8,2175	0,115
0,403	0,1506	8,2389	0,115
0,404	0,1510	8,2603	0,116
0,405	0,1514	8,2817	0,116

Продолжение табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,406	0,1518	8,3031	0,116
0,407	0,1522	8,3245	0,117
0,408	0,1526	8,3458	0,117
0,409	0,1530	8,3672	0,117
0,410	0,1534	8,3886	0,117
0,411	0,1537	8,4100	0,118
0,412	0,1541	8,4314	0,118
0,413	0,1545	8,4528	0,118
0,414	0,1549	8,4742	0,119
0,415	0,1553	8,4956	0,119
0,416	0,1557	8,5170	0,119
0,417	0,1561	8,5384	0,120
0,418	0,1565	8,5598	0,120
0,419	0,1569	8,5812	0,120
0,420	0,1572	8,6026	0,120
0,421	0,1576	8,6240	0,121
0,422	0,1580	8,6454	0,121
0,423	0,1584	8,6668	0,121
0,424	0,1588	8,6882	0,122
0,425	0,1592	8,7096	0,122
0,426	0,1596	8,7310	0,122
0,427	0,1600	8,7524	0,123
0,428	0,1604	8,7738	0,123
0,429	0,1608	8,7952	0,123
0,430	0,1611	8,8166	0,123
0,431	0,1615	8,8380	0,124
0,432	0,1619	8,8594	0,124
0,433	0,1623	8,8808	0,124
0,434	0,1627	8,9022	0,125
0,435	0,1631	8,9235	0,125
0,436	0,1635	8,9449	0,125
0,437	0,1639	8,9663	0,126
0,438	0,1643	8,9877	0,126
0,439	0,1646	9,0091	0,126
0,440	0,1650	9,0305	0,126
0,441	0,1654	9,0519	0,127
0,442	0,1658	9,0733	0,127
0,443	0,1662	9,0947	0,127
0,444	0,1666	9,1161	0,128
0,445	0,1670	9,1375	0,128

Продолжение табл. 4

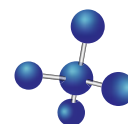
Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,446	0,1674	9,1589	0,128
0,447	0,1678	9,1803	0,129
0,448	0,1682	9,2017	0,129
0,449	0,1685	9,2231	0,129
0,450	0,1689	9,2445	0,129
0,451	0,1693	9,2659	0,130
0,452	0,1697	9,2873	0,130
0,453	0,1701	9,3087	0,130
0,454	0,1705	9,3301	0,131
0,455	0,1709	9,3515	0,131
0,456	0,1713	9,3729	0,131
0,457	0,1717	9,3943	0,132
0,458	0,1720	9,4157	0,132
0,459	0,1724	9,4371	0,132
0,460	0,1728	9,4585	0,132
0,461	0,1732	9,4798	0,133
0,462	0,1736	9,5012	0,133
0,463	0,1740	9,5226	0,133
0,464	0,1744	9,5440	0,134
0,465	0,1748	9,5654	0,134
0,466	0,1752	9,5868	0,134
0,467	0,1755	9,6082	0,135
0,468	0,1759	9,6296	0,135
0,469	0,1763	9,6510	0,135
0,470	0,1767	9,6724	0,135
0,471	0,1771	9,6938	0,136
0,472	0,1775	9,7152	0,136
0,473	0,1779	9,7366	0,136

Окончание табл. 4

Величина оптической плотности растворов, ед.	Концентрация α-аминного азота в пересчёте на L-глутамин		
	Г/дм³	Ммоль на 100 г свёклы	% к мас-се свёклы
0,474	0,1783	9,7580	0,137
0,475	0,1787	9,7794	0,137
0,476	0,1791	9,8008	0,137
0,477	0,1794	9,8222	0,138
0,478	0,1798	9,8436	0,138
0,479	0,1802	9,8650	0,138
0,480	0,1806	9,8864	0,138
0,481	0,1810	9,9078	0,139
0,482	0,1814	9,9292	0,139
0,483	0,1818	9,9506	0,139
0,484	0,1822	9,9720	0,140
0,485	0,1826	9,9934	0,140
0,486	0,1829	10,0148	0,140
0,487	0,1833	10,0361	0,141
0,488	0,1837	10,0575	0,141
0,489	0,1841	10,0789	0,141
0,490	0,1845	10,1003	0,141
0,491	0,1849	10,1217	0,142
0,492	0,1853	10,1431	0,142
0,493	0,1857	10,1645	0,142
0,494	0,1861	10,1859	0,143
0,495	0,1865	10,2073	0,143
0,496	0,1868	10,2287	0,143
0,497	0,1872	10,2501	0,144
0,498	0,1876	10,2715	0,144
0,499	0,1880	10,2929	0,144
0,500	0,1884	10,3143	0,144

2.4. Нитраты в свёкле и экспресс-методы их определения

Содержание нитратов в сахарной свёкле — важный показатель её качества. Оно свидетельствует о дозах и сроках применения азотных удобрений и степени спелости корнеплодов. В случае если азотные удобрения внесены в завышенных дозах, в неоптимальные сроки и несбалансированы с другими видами удобрений, в растениях накапливаются нитраты в количествах, превышающих допустимые



нормы. Это является признаком их технической незрелости, а также вызывает повышенную зольность сахара.

В США при приёме свёклы проводят определение нитратов как один из обязательных элементов, который позволяет контролировать сроки внесения азотных удобрений. Проект новой редакции ГОСТа Украины на сахарную свёклу также предусматривает введение этого показателя в число обязательных, предельно допустимая концентрация его составляет 800 мг/кг, оптимальное значение — 200–300 мг/кг. Превышение ПДК нитратов в свёкле вызывает замедление биотехнологических процессов при переработке полученной из этой свёклы мелассы. Накопление нитратов в мелассе тоже приводит к осложнениям и технологическим отклонениям в производстве спирта, хлебопекарных и кормовых дрожжей.

В настоящее время для определения нитратов в сахарной свёкле и продуктах её переработки применяют два основных метода анализа: потенциометрический и фотометрический. Потенциометрический метод — самый простой и может использоваться как экспресс-метод. Однако его нельзя применять для контроля продукции, в составе которой присутствуют галогениды и ряд других примесей. В связи с этим его следует рекомендовать только для анализов свежей растениеводческой продукции. В отличие от потенциометрического фотометрический метод является универсальным, но трудоёмким.

Потенциометрический метод определения нитратов неприменим, если содержание хлоридов в рассматриваемом материале более чем в 25 раз превышает содержание нитратов по их концентрации. Нижняя граница определения нитратов (чувствительность метода) — 6 мг/дм³ анализируемого раствора.

В УкрНИИСП был разработан метод определения нитратов в свёкле и продуктах сахарного производства с использованием алюмокалиевых квасцов. Этот метод предусматривает экстрагирование их из анализируемых продуктов с помощью 1%-ного раствора алюмокалиевых квасцов при гомогенизации системы, затем потенциометрическое измерение концентрации их в растворе электродом, селективным на NO_3^- [1, 16, 17].

Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения, сахарной свёкле и продуктах сахарного производства приведены в табл. 5 [1].

Суть потенциометрического метода определения нитратов основан на экстракции нитратов из проб исследуемых продуктов раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением их концентраций с помощью ионоселективного электрода.

Таблица 5. Максимально допустимые уровни (МДУ) содержания нитратов в продуктах сахарного производства

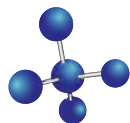
№ п/п	Продукт	МДУ нитратов, мг/кг	Примечание
1	Сахарная свёкла для производства сахара	800	Органы СЭС осуществляют периодический выборочный контроль один-три раза за сезон производства сахара
2	Жом свежий для пищевых целей	15	
3	Сахар	25	
4	Меласса	Не регламентируется	

Разработан новый метод определения содержания нитратов в свёкле с использованием нетоксичного осветителя, что позволяет определять их в растворе, приготовленном для определения содержания сахарозы в свёкле, поляриметрическим методом. Осветление дигерата для поляриметрического определения сахарозы следует проводить основным сульфатом алюминия $\text{Al}_2(\text{OH}_2(\text{SO}_4)_2$. Ацетат свинца использовать как осветитель не допускается из-за разрушения селективного электрода.

Принцип нового метода основывается на определении электродвижущей силы (э.д.с.) дигерата свекловичной каши селективным электродом на нитрат-ионы в милливольттах, нахождении активности ионов (pNO_3) по калибровочному графику и дальнейшем расчёте содержания нитратов в свёкле с помощью формулы или нахождения количества нитратов по таблице.

Как и в случае определения калия и натрия ионоселективными электродами, работа иономера возможна в двух режимах: как иономера для определения реакции среды или как милливольтметра. Во время работы по первому способу иономер настраивают по стандартным растворам (как pH-метр) для определения только одного иона. По второму способу прибор используют как милливольтметр и определяют различные ионы после подключения соответствующего ионоселективного электрода и построения отдельных калибровочных графиков для K^+ , Na^+ , NO_3^- и т. д.

Как измерительные электроды используют нитратные электроды, например ЭМ- NO_3 -01. Порядок подготовки измерительных электродов к работе приведён в технических паспортах ионоселективных электродов различных типов. Электродом сравнения служит обычный хлорсеребряный вспомогательный электрод ЭВЛ-1М1 или ЭВЛ-1М3. Измерять ЭДС можно на иономерах и pH-метрах всех систем, обеспечивающих погрешность измерений не более



± 5 мВ. Суммарная погрешность метода составляет примерно ± 12 %.

Построение калибровочного графика

Заранее готовят 1%-й (для растительной продукции) и 2%-й (для продуктов сахарного производства) растворы алюмокалиевых квасцов для экстракции нитратов из пробы. Для приготовления 1%-го раствора взвешивают 10 г квасцов с погрешностью не более $\pm 0,1$ г, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в дистиллированной воде и доводят до метки. Срок хранения раствора — до одного года.

Затем готовят четыре раствора KNO₃: концентрации, $1 \cdot 10^{-1}$, $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$ и $1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Для приготовления раствора концентрацией $1 \cdot 10^{-1}$ моль/дм³ взвешивают 10,11 г KNO₃ с погрешностью $\pm 0,01$ г, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в 1%-ном растворе алюмокалиевых квасцов, доводят до метки этим же раствором.

Другие растворы получают 10-кратным разбавлением экстрагирующим раствором раствора предыдущего. Итак, для построения калибровочного графика получают четыре стандартных раствора KNO₃, которые имеют рNO₃ соответственно 1, 2, 3, 4. Эти растворы используются для градуировки прибора, проверки электродов и построения градуировочных графиков. Ориентировочные данные по калибровке электрода «Потенциал-NO₃» приведены в табл. 6.

Таблица 6. Ориентировочные данные для построения калибровочной кривой по стандартным растворам рNO₃

Концентрация нитрат-ионов, ммоль/дм ³	Показатель концентрации нитрат-ионов, рNO ₃	Электродвижущая сила, мВ
0,0001 ($1 \cdot 10^{-4}$)	4,0	426
0,001 ($1 \cdot 10^{-3}$)	3,02	376
0,01 ($1 \cdot 10^{-2}$)	2,05	310
0,1 ($1 \cdot 10^{-1}$)	1,12	248

Калибровочный график строят в режиме работы иономеров как милливольтметра. В стандартных растворах определяют величины э.д.с. и наносят на график зависимости величины э.д.с. от концентрации нитрат-ионов. Допустимые отклонения точек от прямой, характеризующей электродную функцию, не должны превышать ± 6 мВ. Крутизна электродной функции для электрода ЭМ-NO₃-01 при температуре 25 °С должна находиться в пределах 57 ± 3 мВ/рNO₃.

Ход определения. После предварительного измельчения 10 г свёклы взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г, переносят в стакан гомогенизатора, добавляют 50 см³

1%-ного раствора алюмокалиевых квасцов и проводят гомогенизацию в течение 1 мин. В случае отсутствия гомогенизатора пробу растирают в течение 3 мин. Электроды погружают в полученную смесь и определяют э.д.с. По калибровочному графику находят значение показателя концентрации нитрат-ионов рNO₃.

Обработка результатов. Для расчёта содержания нитрат-ионов в свёкле (X), мг/кг, пользуются формулой

$$X = \frac{Q \times 10^{-\text{рNO}_3} \times 62 \times 10^6}{1000 \times H}, \quad (4)$$

где Q — общий объём раствора, полученный при извлечении нитратов алюмокалиевыми квасцами из навески свёклы, см³;

10^{-рNO_3} — концентрация нитратов в вытяжке, моль/дм³;

62 — молекулярная масса нитрат-иона NO₃, г;

10^6 — коэффициент для пересчёта килограмма в мг;

1000 — коэффициент для пересчёта кубических дециметров в кубические сантиметры;

H — масса пробы, г.

Следует учитывать, что для сахарной свёклы в формуле (4) Q рассчитывают по формуле

$$Q = V + \frac{W \times H}{100 \times \gamma}, \quad (5)$$

где V — объём раствора алюмокалиевых квасцов, $V = 50$ см³; W — массовая доля воды в пробе (100 — СВ свёклы), %; 100 — коэффициент для пересчёта процентов в доли единицы; γ — плотность воды, г/см³.

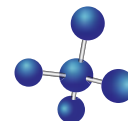
После внесения постоянных величин по методике и выполненных упрощений формула (4) будет выглядеть так:

$$X = (50 + \frac{W}{10}) \times 10^{-\text{рNO}_3} \times 6200. \quad (6)$$

Для расчётов значения 10^{-рNO_3} очень удобно использовать инженерный калькулятор в программе компьютера. Находим программу «калькулятор», набираем число, определённое по калибровочному графику, затем знак « $\pm$ », а потом нажимаем число 10^x . Полученное значение подставляют в формулу (6).

В практической работе при анализировании проб можно использовать готовую табл. 7, рассчитанную для определения нитратов в сахарной свёкле с содержанием влаги 70–80 % [1].

Пример. Содержание влаги в свёкле $W = 75$ %, значение показателя концентрации нитрат-ионов, определённое по калибровочному графику, составляет $\text{рNO}_3 = 2,84$. Находим число, равное 0,001445. Тогда по формуле (6) содержание нитратов в пробе свёклы составит



$$(50 + \frac{75}{10})10^{-2,84} \times 6200 = 515 \text{ мг/кг.}$$

Вывод. Содержание нитратов в свёкле не превышает допустимую норму (800 мг/кг).

В связи с разработкой и внедрением в аналитическую практику лабораторного контроля сахарного производства вместо ацетата свинца нетоксичного осветлителя нами были выполнены исследования и разработан новый метод определения содержания нитратов в свёкле [15], который позволяет определять их в растворе, приготовленном для измерения содержания сахара в свёкле поляризационным методом. Осветление дигерата для поляризационного определения сахарозы необходимо производить сульфатом или основным сульфатом алюминия $\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$ [16, 20]. Применение в качестве осветлителя ацетата свинца недопустимо, так как при этом происходит разрушение селективного электрода.

Таблица 7. Определение содержания нитратов, мг/кг, по значению $p\text{NO}_3$ при анализе сахарной свёклы с долей влаги $W = 70\text{--}80\%$

$p\text{NO}_3$	Сотые доли $p\text{NO}_3$									
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
1,6	9033	8827	8626	8436	8238	8050	7867	7688	7513	7342
1,7	7175	7012	6852	6696	6544	6375	6249	6107	5968	5832
1,8	5699	5570	5443	5319	5198	5079	4964	4851	4740	4633
1,9	4527	4424	4323	4223	4129	4035	3943	3853	3765	3680
2,0	3596	3514	3434	3356	3280	3205	3132	3061	2991	2923
2,1	2856	2791	2728	2666	2603	2546	2488	2431	2376	2322
2,2	2269	2217	2167	2117	2069	2022	1976	1931	1887	1844
2,3	1802	1761	1721	1682	1644	1606	1570	1534	1499	1465
2,4	1432	1399	1367	1336	1306	1276	1247	1218	1191	1164
2,5	1137	1111	1086	1061	1037	1013	990	963	946	924
2,6	903	883	863	843	824	805	787	769	751	734
2,7	717	701	684	670	654	639	625	611	597	583
2,8	570	557	544	532	520	508	496	485	474	463
2,9	453	442	432	422	412	400	394	385	377	368
3,0	360	351	343	336	328	320	313	306	299	292
3,1	286	279	273	267	261	255	249	243	238	232
3,2	227	222	217	212	207	202	198	193	189	184
3,3	180	176	172	168	164	161	157	153	150	146
3,4	143	140	137	134	131	128	125	122	119	116
3,5	114	111	109	106	104	101	99	97	95	92
3,6	90,3	88,3	86,3	84,3	82,4	80,5	78,7	76,9	75,1	73,4
3,7	71,7	70,1	68,5	67,0	65,4	63,9	62,5	61,1	59,7	58,3
3,8	57,0	55,7	54,4	53,2	52,0	50,8	49,6	48,5	47,4	46,3
3,9	45,3	44,2	43,2	42,2	41,3	40,3	39,4	38,5	37,7	36,8
4,0	36,0	35,1	34,3	33,6	32,8	32,0	31,3	30,6	29,9	29,2

Суть метода

Принцип метода основывается на измерении электродвижущей силы дигерата свекловичной кашки при использовании в качестве осветлителя основного сульфата или сульфата алюминия, измеренной селективным электродом на NO_3^- в мВ, нахождении активности ионов ($p\text{NO}_3$) по калибровочному графику и дальнейшем расчёте содержания нитратов в свёкле с помощью формулы или нахождения количества нитратов по таблице.

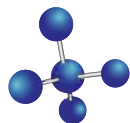
Метод определения содержания нитратов в свёкле позволяет определять их в растворе, приготовленном для измерения содержания сахара в свёкле поляризационным методом. Осветление дигерата для поляризационного определения сахарозы необходимо производить основным сульфатом алюминия $\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$ [2, 3].

Лабораторные приборы и оборудование:

- размельчитель тканей свёклы Ш1-ПРС или РТС-2М;
- пипетка для отмеривания жидкости при определении содержания сахарозы;
- иономер или рН-метр с погрешностью измерения не более ± 5 мВ;
- ионоселективные нитратные электроды ЭМ- NO_3 -0-1 или ЭНМ-11 и хлорсеребряный вспомогательный электрод типа ЭВЛ-1М3 по ГОСТ 17792-72;
- пипетки вместимостью 5 и 10 см^3 (класс А);
- технические весы точностью до 0,01 г;
- листочки кальки размером 13×13 см для взвешивания навески свекловичной кашки;
- стакан для фильтрования вместимостью 200–250 см^3 ;
- воронка для фильтрования дигерата;
- стаканчик вместимостью 100–150 см^3 .

Реагенты:

- раствор сульфата или основного сульфата алюминия для осветления дигерата при определении сахаристости свёклы;
- раствор азотнокислого калия (KNO_3) – 0,1М, в котором $p\text{NO}_3$ равняется 1. 10,11 г азотнокислого калия, х.ч. по ГОСТ 4217-77 или перекристаллизованного и высушенного до постоянного веса при 100–105 °С, взвешивают с точностью 0,01 г, переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см^3 , растворяют в экстрагирующем растворе алюмокалиевых квасцов 1%-ной концентрации или в рабочем растворе осветлителя – основного сульфата алюминия – $\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{SO}_4)_2$, доводят объём до метки, перемешивают;



— экстрагирующий раствор алюмокалиевых квасцов 1%-ной концентрации. 10 г алюмокалиевых квасцов взвешивают на технических весах с точностью 0,1 г, переводят при помощи дистиллированной воды в мерную колбу вместимостью 1000 см³, доводят водой до метки, перемешивают.

Построение градуировочного графика. Из 0,1 М раствора азотнокислого калия путём последовательного 10-кратного разбавления экстрагирующим раствором алюмокалиевых квасцов 1%-ной концентрации получают растворы 0,01 М, 0,001 М, 0,0001 М, которые имеют рNO₃ соответственно 2, 3, 4. Эти растворы используются для градуировки прибора, проверки электродов и построения градуировочных графиков.

Настройка рН-метра или иономера. Измерение на иономерах ЭВ-74 проводят при нажатой кнопке рХ в диапазоне (–1)÷(+4), что соответствует показаниям величин рNO₃. Прибор настраивают по двум стандартным растворам азотнокислого калия — 0,01 М и 0,0001 М. Начинают с раствора концентрацией 0,01 М (концентрация рNO₃ = 2) при помощи резистора «Калибровка» и 0,0001 М (рNO₃ = 4) при помощи резистора «Крутизна». Настройку проверяют по стандартному раствору 0,001 М (концентрация рNO₃ = 3). Отклонение от номинальных величин рNO₃ растворов не должно превышать 0,02 единицы.

Ход определения

Метод прямого потенциометрирования

Приготовление исследуемого раствора по лабораторному способу. 52 г тщательно перемешанной каши помещают в сухой дигестионный стакан размельчителя тканей свёклы, куда добавляют дважды

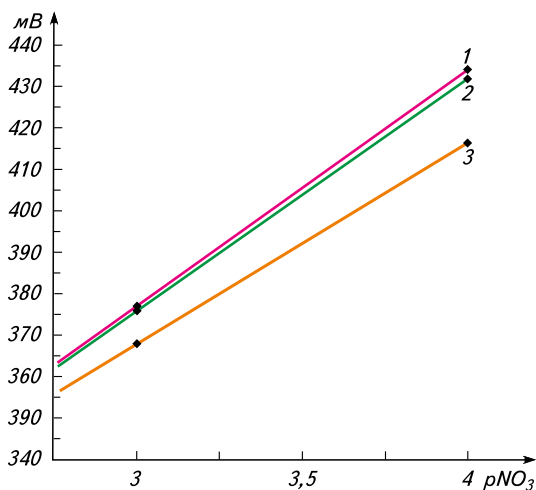


Рис. 2. Калибровка ионометра по стандартным растворам рNO₃, приготовленным с использованием алюмокалиевых квасцов (1), основного сульфата алюминия (2) и на дистиллированной воде (3)

по 178,2 см³ разбавленного раствора основного сульфата алюминия, который используют при освещении дигератов при поляриметрическом определении сахаристости. Смесь гомогенизируют с помощью размельчителя Ш1-ПРС или РТС-2М в течение рабочего цикла (4 мин). При размельчении смеси стакан с содержимым охлаждают проточной водой. После окончания цикла размельчения часть содержимого стакана выливают в лабораторный стаканчик вместимостью 100–150 см³ и измеряют активность ионов NO₃[–] иономером с помощью селективных электродов. Измерительная система должна быть предварительно откалибрована по стандартным растворам.

Рабочий график калибровки, используемый нами, представлен на рис. 2. По показаниям прибора в мВ по калибровочному графику определяют значение рNO₃[–].

Расчёт активной концентрации NO₃[–] производят по формуле

$$\frac{395,4 \times 62 \times 1000000}{52 \times 1000} \times 10^{-\text{рNO}_3} = 471438 \times 10^{-\text{рNO}_3};$$

при пересчёте активной концентрации в общую получим

$$\frac{471438}{0,89} \times 10^{-\text{рNO}_3} = 529706 \times 10^{-\text{рNO}_3},$$

где 395,4 — объём, в котором гомогенизировали навеску свекловичной каши, см³;

62 — молекулярная масса NO₃ (перевод в NO₃[–]);

1 000 000 — перевод кг в мг;

1000 — перевод дм³ в см³;

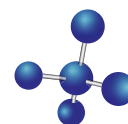
52 — навеска свекловичной каши, г;

0,89 — коэффициент активности.

Приготовление анализируемого раствора по промышленному способу. 70 г тщательно перемешанной каши помещают в сухой дигестионный стакан размельчителя тканей свёклы, куда дозатором добавляют 200 см³ воды, а затем 10 см³ маточного раствора основного сульфата алюминия. Смесь гомогенизируют в течение 90 сек с помощью размельчителя РТС-2М, после чего часть содержимого отливают в лабораторный стакан ёмкостью 100–150 см³. В этой смеси определяют на иономере с помощью селективного на NO₃[–] электрода э.д.с. системы в мВ. По калибровочной кривой по показанию э.д.с. системы находят активность нитратов — рNO₃[–].

$$\frac{262,5 \times 62 \times 10^6}{1000 \times 70} \times 10^{-\text{рNO}_3} = 232500 \times 10^{-\text{рNO}_3}.$$

Перерасчёт активной концентрации нитратов в общую производят по уравнению



$$\frac{232500}{0,83} \times 10^{-pNO_3} = 280120 \times 10^{-pNO_3}.$$

Метод добавок

Как уже отмечалось, метод добавок даёт возможность проверять измерительную систему прибора при каждом измерении. Поэтому при сбоях в подаче электрической энергии, колебании частоты промышленного тока рекомендуется работать по методу добавок.

Метод заключается в следующем: 50 см³ анализируемой смеси, приготовленной по лабораторному (52 г свекловичной каши и дважды по 178,2 см³ экстрагента) или промышленному (70 г каши, 210 см³ экстрагента) способу отмеряют с помощью пипетки в лабораторный стаканчик вместимостью 70–100 см³. Измеряют э.д.с. в мВ, затем пипеткой добавляют 5 см³ 0,01 М стандартного раствора KNO₃. Эту смесь тщательно перемешивают с помощью магнитной мешалки, а затем в ней измеряют э.д.с. Разность показаний э.д.с. после прибавления стандартного раствора и до его прибавления используется для расчёта активности нитратов по формуле Каммана.

Для условий измерений (50 см³ анализируемого раствора и 5 см³ добавляемого раствора) нами составлена рабочая табл. 8, с помощью которой по величине ΔЕ определяют значение, заключённое в фигурные скобки, обозначенное через М. Это значительно упрощает расчёты.

Для расчёта неизвестной концентрации нитратов используют уравнение Каммана, полученное из уравнения Нернста [17]:

$$C_x = C_s \times \left\{ \left[\frac{V_s}{V_p + V_s} \right] \times \left(10^{\Delta E/S} - \frac{V_p}{V_p + V_s} \right)^{-1} \right\},$$

где C_x — неизвестная концентрация нитратов;

C_s — концентрация добавляемого стандартного раствора;

V_s — объём добавляемого стандартного раствора;

V_p — объём анализируемого раствора;

$\Delta E = E_2 - E_1$,

где E_2 — э.д.с. системы после добавления стандартного раствора;

E_1 — э.д.с. исследуемого раствора;

S — крутизна электродной функции (принимается в расчётах равной 59 мВ).

Например, при разности $E_2 - E_1 = 34$ выражение в скобках равняется 0,0318 (см. табл. 8). Тогда искомая концентрация NO₃⁻ в г-моль/дм³ (А) составит 0,01 · 0,0318 = 0,000318 г-моль/дм³.

Чтобы получить концентрацию нитратов в мг на кг свёклы, используют следующие уравнения.

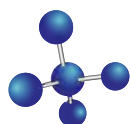
При измерении э.д.с. в растворах, полученных при промышленном способе его приготовления (70 г

Таблица 8. Расчётная таблица определения концентрации нитратов в свёкле с помощью ионоселективных электродов по методу добавок

Разность э.д.с. системы после и до прибавления стандартного раствора, ΔЕ, мВ	М	Разность э.д.с. системы после и до прибавления стандартного раствора, ΔЕ, мВ	М	Разность э.д.с. системы после и до прибавления стандартного раствора, ΔЕ, мВ	М
0,5	0,0267	19,0	0,0765	37,5	0,0267
1,0	0,0261	19,5	0,0739	38,0	0,0261
1,5	0,0254	20,0	0,0714	38,5	0,0254
2,0	0,0248	20,5	0,0696	39,0	0,0248
2,5	0,0242	21,0	0,0669	39,5	0,0242
3,0	0,0236	21,5	0,0648	40,0	0,0236
3,5	0,0231	22,0	0,0627	40,5	0,0231
4,0	0,0224	22,5	0,0608	41,0	0,0224
4,5	0,0220	23,0	0,0589	41,5	0,0220
5,0	0,0215	23,5	0,0571	42,0	0,0215
5,5	0,0210	24,0	0,0554	42,5	0,0210
6,0	0,0205	24,5	0,0538	43,0	0,0205
6,5	0,0200	25,0	0,0522	43,5	0,0200
7,0	0,0195	25,5	0,0507	44,0	0,0195
7,5	0,0191	26,0	0,0492	44,5	0,0191
8,0	0,0186	26,5	0,0478	45,0	0,0186
8,5	0,0182	27,0	0,0464	45,5	0,0182
9,0	0,0178	27,5	0,0451	46,0	0,0178
9,5	0,0174	28,0	0,0439	46,5	0,0174
10,0	0,0170	28,5	0,0427	47,0	0,0170
10,5	0,0167	29,0	0,0415	47,5	0,0167
11,0	0,0162	29,5	0,0404	48,0	0,0162
11,5	0,0159	30,0	0,0393	48,5	0,0159
12,0	0,0155	30,5	0,0383	49,0	0,0155
12,5	0,0152	31,0	0,0376	49,5	0,0152
13,0	0,0149	31,5	0,0363	50,0	0,0149
13,5	0,0142	32,0	0,0354	51,0	0,0142
14,0	0,0136	32,5	0,0344	52,0	0,0136
14,5	0,0130	33,0	0,0335	53,0	0,0130
15,0	0,0124	33,5	0,0326	54,0	0,0124
15,5	0,0119	34,0	0,0318	55,0	0,0119
16,0	0,0113	34,5	0,0310	56,0	0,0113
16,5		35,0	0,0302		
17,0		35,5	0,0295		
17,5		36,0	0,0287		
18,0		36,5	0,0280		
18,5		37,0	0,0273		

кашки + 200 г воды + 10 см³ осветлителя сульфата алюминия):

$$C_{NO_3} = \frac{A \times 232500}{0,83} = A \times 280120.$$



При измерении э.д.с. в растворах, полученных при лабораторном способе его приготовления (52 г каши + (178,2 · 2) см³ осветлителя сульфата алюминия):

$$C_{\text{NO}_3^-} = \frac{A \times 471438}{0,89} = A \times 529706,$$

где $C_{\text{NO}_3^-}$ — концентрация нитратов, мг/кг;

A — активная концентрация нитратов, г-моль/дм³;

0,83 и 0,89 — коэффициенты активности (табл. 10).

Нами были проведены сравнительные исследования содержания нитратов в образцах свёклы с использованием разных экстрагентов и разных способов приготовления растворов для измерений. В качестве контрольного метода был принят метод с использованием алюмокалиевых квасцов. Результаты отдельных серий измерений представлены в табл. 9. Разница в показаниях между контрольным методом и разработанными составляла 1,4 и 2,6 мг/кг или соответственно 1,1 и 2,0 %. Эти данные свидетельствуют о том, что с достаточной точностью концентрацию нитратов можно измерять в растворах, приготовленных для измерения сахарозы поляриметрическим методом.

Известно, что чем больше разбавлена система, тем выше коэффициент активности ионов и тем ближе активность приближается к концентрации [6]. Нашими исследованиями установлено, что активность измеряемых ионов в значительной мере зависит от ионной силы сахаросодержащих растворов, а также от степени разбавления. Нами был выполнен расчёт

ионной силы μ и определены коэффициенты активности NO_3^- для рассматриваемых систем. В табл. 10 представлены расчётные значения ионной силы в воде и других экстрагентах (алюмо-калиевых квасцах и основном сульфате алюминия). Следовательно, для пересчёта активности NO_3^- на его концентрацию в измеряемом веществе полученное значение необходимо разделить на соответствующий коэффициент.

Метод был апробирован в условиях экспериментальной сырьевой лаборатории Яготинского сахарного завода и производственной лаборатории Бобровицкого сахарного завода. В качестве осветлителя использовался основной сульфат алюминия. Отбор проб для измерения нитратов производили после отбора дигерата на автоматический поляриметр. Результаты измерений представлены в табл. 11, из которой следует, что разработанный метод даёт возможность без дополнительных затрат получать дополнительную важную информацию о составе свекловичного сырья.

2.5. Методика определения содержания аммиака в конденсате, аммиачной воде и питательной воде, подаваемой на диффузию

В современной технологии сахарного производства для питания диффузионных установок используют всю жомопрессовую воду, количество которой изменяется в достаточно широких пределах в зависимости от степени прессования жома. Оставшееся

количество воды, необходимой для экстракции сахарозы из свекловичной стружки, восполняют охлаждёнными аммиачными конденсатами после сульфитации их SO_2 или обработки серной кислотой [3, 4]. Учитывая, что аммиак, находящийся в питательной воде, разрушает структуру клеточной стенки, вызывает переход в диффузионный сок повышенного количества несахаров, следует контролировать его количество, не допуская превышения содержания более 30–40 мг на 1 л воды.

Ниже предложен экспресс-метод, позволяющий быстро определять содержание аммиака в конденсатах и контролировать его поступление на диффузию.

Таблица 9. Результаты определения содержания нитратов в свёкле при использовании разных экстрагентов, мг/кг

№ опы-та	Соотношение «свекловичная кашка : экстрагент»								
	Алюмокалиевые квасцы			Основной сульфат алюминия					
	10 г : 50 см ³			52 г : 2 х 178,2 см ³			70 г : 210 см ³		
	Э.д.с., мВ	pCNO ₃	Мг/кг свёклы	Э.д.с., мВ	pCNO ₃	Мг/кг свёклы	Э.д.с., мВ	pCNO ₃	Мг/кг свёклы
1	294	3,54	102,8	302	3,66	103,1	285	3,36	101,5
2	336	4,30	17,9	346	4,46	16,4	330	4,18	15,4
3	334	4,28	18,7	340	4,42	17,9	319	4,12	17,6
4	284	3,36	155,6	292	3,50	149,1	274	3,19	153,6
5	288	3,42	135,6	294	3,54	136,0	278	3,26	127,7
6	274	3,18	235,5	281	3,31	230,9	264	3,00	232,5
7	292	3,48	118,0	298	3,60	118,4	280	3,30	116,6
8	286	3,38	148,6	292	3,50	149,1	276	3,20	146,7
9	278	3,24	205,1	284	3,36	205,8	268	3,06	202,5
10	286	3,40	141,9	294	2,53	139,1	277	3,22	140,1
Среднее			128,0			126,6			125,4
Отклонение: мг/кг						–1,4			–2,6
%						–1,1			–2,0

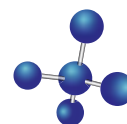


Таблица 10. Ионная сила и коэффициенты активности NO_3^- в анализируемых растворах свекловичной каши в экстрагентах

Концентрация свекловичной каши в разных экстрагентах		
Экстракты свекловичной каши в воде		
10 г в 50 см ³	26 г в 178,2 см ³	70 г в 210 см ³
Ионная сила		
$\mu=0,020$	$\mu=0,0111$	$\mu=0,0222$
Экстракты свекловичной каши в экстрагентах		
10 г в 50 см ³	26 г в 178,2 см ³	70 г в 210 см ³
Ионная сила		
$\mu=0,030$	$\mu=0,0141$	$\mu=0,0422$
Средние коэффициенты активности		
0,87	0,89	0,83

Суть метода

Аммиак, присутствующий в виде свободного основания или своей карбоновой соли, титруют кислотой в присутствии смешанного индикатора.

Реактивы: серная (H_2SO_4) или соляная (HCl) кислоты — 0,01 н. раствор. Смешанный индикатор. Приготовление: 0,02 г метилового красного и 0,1 г бромкрезолового зелёного растворяют в 100 мл 96 %-ного этилового спирта.

Таблица 11. Результаты измерения содержания нитратов в сахарной свёкле в производственных условиях на линии УЛС-1

№ п/п	Показание прибора, pNO_3	Содержание нитратов, мг/кг	Вид сырья
1	3,40	92,6	Свёкла от свеклосдатчиков зоны свеклосеяния завода
2	3,33	96,9	— “ —
3	3,18	153,6	— “ —
4	3,70	46,4	Свёкла, отобранная из кагатов
5	3,53	61,2	— “ —
6	3,10	184,7	— “ —
7	2,93	254,9	— “ —
8	2,92	279,2	— “ —
9	2,76	404,0	Свёкла после пересева
10	2,44	844,2	— “ —
11	3,00	232,5	Мелкие корнеплоды
12	3,22	140,1	— “ —
13	3,65	50,8	Крупные корнеплоды
14	3,84	33,6	— “ —

Посуда: пипетка вместимостью 100 см³; колба коническая вместимостью 250–300 см³; бюретка вместимостью 25–50 см³.

Ход анализа. Отбирают пипеткой 100 см³ охлаждённого до комнатной температуры конденсата, помещают в коническую колбу вместимостью 250–300 см³, добавляют 5 капель смешанного индикатора, титруют 0,01 н. кислотой до изменения окраски от зелёной до фиолетовой. Количество см³ 0,01 н. кислоты, израсходованное на титрование, умноженное на 1,7, соответствует содержанию аммиака, мг/кг.

2.6. Методика определения содержания нитритов в диффузионном соке [8]

Для оперативного контроля за работой диффузионной установки нужно также постоянно определять содержание нитритов в диффузионном соке. Количество нитритов в сахарной свёкле незначительное. Содержание в диффузионном соке нитритов — продуктов метаболизма нитритобразующих и слизобразующих микроорганизмов группы *Subtilis*, *Mesentericum*, *Mycoides*, *Megatericum* — может быть значительным.

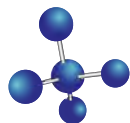
В неинфицированных диффузионных соках нитриты отсутствуют или содержание их незначительное — менее 1 мг/л. В случае значительного инфицирования диффузионного сока содержание нитритов может достигать 100 мг/л, причём при их количестве до 35 мг/л pH диффузионного сока не меняется. По зарубежному опыту сигналом для добавления дезинфектантов является содержание нитритов около 50 мг/л, а в отечественном производстве, согласно исследованиям УкрНИИСП, — 20 мг/л. В некоторых странах содержание нитритов определяют с помощью специального индикатора. Если содержание нитритов в сиропе превышает 3–5 мг/л, возможно увеличение зольности сахара за счёт включения в кристаллы имидосульфата калия (при pH 6–8), а при более высоких значениях pH сиропа нитриты накапливаются и в мелассе. Производство спирта из такой патоки затруднено.

При высоких значениях нитритов в диффузионном соке они накапливаются и в сахаре.

Определение основывается на образовании красного азокрасителя при действии на нитриты сульфаниловой кислоты и α -нафтиламина (реактива Грисса). Метод даёт возможность определять содержание нитритов в диффузионном соке и контролировать внесение антисептиков при превышении их количеств.

Реактивы. Реактив Грисса I готовят следующим образом: 0,5 г сульфаниловой кислоты растворяют в 150 см³ 12%-ной уксусной кислоты.

Реактив Грисса II: к 0,25 г α -нафтиламина добавляют 20 см³ дистиллированной воды, кипятят 5 мин, постоянно перемешивая. Потом прибавляют 150 см³



12%-ной уксусной кислоты и фильтруют раствор через складчатый фильтр. Перед применением эти растворы смешивают в равных объёмах.

Допускается использование сухого реактива Грисса, который выпускает промышленность. Его готовят смешиванием 90 весовых частей винной кислоты, 10 частей сульфаниловой кислоты и 1 части α -нафтиламина. Составные части тщательно растирают в ступке, перемешивают. 10 г сухого реактива Грисса, растворяя дистиллированной водой, переводят в мерную колбу вместимостью 100 см³ и доводят до метки, перемешивают.

П р и м е ч а н и е. α -нафтиламин, который входит в состав реактива Грисса, имеет канцерогенные свойства, поэтому реактив вносят в колбу при помощи бюретки. Запрещается набирать реактив пипеткой.

Приготовление стандартного раствора нитрита натрия: 0,1497 г NaNO₂ ч.д.а. или х.ч., предварительно высушенного при 105 °С растворяют в мерной колбе вместимостью 100 см³ и доводят дистиллированной водой до метки. 1 см³ раствора содержит 1 мг NO₂ (или 1000 мкг/см³).

Построение калибровочного графика

Для количественного определения содержания нитритов в диффузионном соке строится график зависимости между концентрацией нитритов и оптической плотности образованного окрашенного комплекса.

Для этого 10 см³ стандартного раствора нитрита натрия переводят в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и доводят дистиллированной водой до метки. Получают рабочий раствор. В 1 см³ этого раствора содержится 0,01 мг или 10 мкг NO₂. Затем в мерные колбы вместимостью 50 см³ вносят последовательно 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 см³ рабочего раствора и доводят объём растворов в колбах до метки. В колбы прибавляют по 1 см³ реактива Грисса и выдерживают 1 мин в кипящей водяной бане, потом охлаждают. Раствор фотометрируют при длине волны $\lambda = 540$ нм в кювете с рабочей длиной 10 мм.

В качестве раствора сравнения используют дистиллированную воду. Результаты заносят в табл. 12. Затем строят график, откладывая на оси абсцисс концентрацию NO₂ (мкг/см³ или мг/дм³), на оси ординат — оптическую плотность.

Определение содержания нитритов в диффузионном соке

Приборы, лабораторная посуда, реактивы: фотоэлектроколориметр КФК-3, пипетки вместимостью 1, 5, 50 см³, мерная колба вместимостью 100 см³, водяная баня, кювета рабочей длиной 10 мм, реактив Грисса, порошок СаО, Al₂(SO₄)₃.

Таблица 12. Рабочая таблица для построения калибровочного графика в целях определения нитритов

№ колбы	Количество рабочего раствора	Содержание нитритов		Оптическая плотность*
		мг/50 см ³	мг/1000 см ³	
0	0	0	0	
1	0,5	0,005	0,1	
2	1,0	0,010	0,2	
3	1,5	0,015	0,3	
4	2,0	0,020	0,4	
5	2,5	0,025	0,5	
6	3,0	0,030	0,6	
7	4,0	0,040	0,8	
8	5,0	0,050	1,0	

* Оптическая плотность, определяемая по прибору (служит для построения калибровочного графика)

Ход определения. В мерную колбу вместимостью 100 см³ переносят 5 мл диффузионного сока, добавляют 0,5 г СаО и 1 г Al₂(SO₄)₃, доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и фильтруют. До 50 см³ фильтрата добавляют 1 см³ раствора Грисса, выдерживают колбу 1 мин на кипящей водяной бане, охлаждают, фильтруют и фотометрируют при $\lambda = 540$ нм в кювете рабочей длиной 10 мм.

Если раствор диффузионного сока имеет опалесценцию, то можно внести поправку, фотометрируя его в сравнении с дистиллированной водой без прибавления реактива Грисса. В случае если оптическая плотность фотометрируемого раствора выше 0,35, берут меньшую навеску диффузионного сока.

Содержание нитрит-ионов в диффузионном соке (х) в мг/дм³ вычисляют по формуле

$$x = \frac{C \times 100}{V},$$

где С — концентрация нитрит-ионов, найденная по калибровочному графику, мг/дм³;

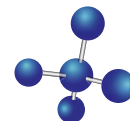
100 — объём, в котором разбавлена проба сока, см³;

V — объём пробы, взятой для определения (5 см³).

П р и м е р. Концентрация нитрит-ионов, найденная по калибровочному графику, составляет 0,4 мг/дм³. Содержание нитритов в диффузионном соке будет составлять

$$x = \frac{0,4 \times 100}{5} = 8 \text{ мг/дм}^3.$$

Для оперативного контроля работы диффузионной установки содержание нитритов определяют по



упрощённой экспресс-методике без построения калибровочного графика [8]. Для этого определяют оптическую плотность раствора диффузионного сока, приготовленного по указанной методике, в кювете рабочей длиной 10 мм при $\lambda = 530$ нм. Раствором сравнения является дистиллированная вода.

Содержание нитрит-ионов в диффузионном соке (X), мг/л, рассчитывают по формуле

$$X = 29E,$$

где E — оптическая плотность диффузионного сока при $\lambda = 530$ нм.

Пример. Оптическая плотность диффузионного сока E = 0,300. Содержание NO₂, (X) составляет

$$29 \cdot 0,300 = 8,7 \text{ мг/л},$$

где E — оптическая плотность диффузионного сока при $\lambda = 530$ нм.

Выводы

На основании выполненных собственных исследований, апробации и усовершенствования известных методик предложены экспресс-методы, позволяющие оперативно контролировать целый ряд азотистых веществ химического состава свёклы и продуктов её переработки и вносить корректировку в технологический режим переработки сырья.

Список литературы

1. Белостоцкий, Л.Г. Методические указания по определению нитратов в сахарной свёкле и продуктах её технологической переработки потенциометрическим методом / Л.Г. Белостоцкий [и др.] // Киев : ВНИИСП, 1993. — 18 с.
2. Герасименко, О.А. Методи аналізу і контролю у виробництві цукру» / О.А. Герасименко, Т.П. Хвалковский. — Киев : Вища школа, 1992. — С. 122.
3. Головняк, Ю.Д. Влияние способа подготовки питательной воды для процесса диффузии на качество сока / Ю.Д. Головняк [и др.] // Сахарная промышленность. — 1976. — № 7. — С. 15–19.
4. Голубева, А.Д. Новый способ подготовки воды для процесса диффузии / А.Д. Голубева [и др.] // ЦНИИ-ТЭИПП. Обзорная информация. — 1978. — 31 с.
5. Инструкция по химико-техническому контролю и учёту сахарного производства. — Киев : ВНИИСП, 1983. — 456 с.
6. Крешков, А.П. Основы аналитической химии / А.П. Крешков — М. : Химия, 1974 — 472 с.
7. Методические указания по оценке технологических качеств сахарной свёклы. — Киев : ВНИИСП, 1989. — 26 с.
8. Нагорна, В.А. Лабораторний практикум для працівників цукрових заводів / В.А. Нагорна, К.Д. Скорик. — Киев : ИПК. — 2001. — 97 с.
9. Сапронов, А.Р. Технология сахара / А.Р. Сапронов [и др.]. — СПб. : Профессия, 2013. — 295 с.

10. Силин, П.М. Технология сахара / П.М. Силин. — М. : Пищевая промышленность, 1967. — 467 с.

11. Силин, П.М. Технологическая оценка сахарной свёклы / П.М. Силин // Сахарная промышленность. — 1961. — № 11. — С. 9–11.

12. Силин, П.М. Химический контроль свеклосахарного производства / П.М. Силин, Н.П. Силина. — М. : Пищевая промышленность, 1974. — 236 с.

13. Технологія цукру. В 3 т. / Під ред. В.М. Логвіна, А.І. Українця / Киев: ДП Експрес-об'ява. — 2018. — 600 с.

14. Хелемский, М.З. Технологические качества сахарной свёклы / М.З. Хелемский. — М. : Пищевая промышленность. — Ч. 1. — 1967. — 282 с.; Ч. 2. — 1973. — 252 с.

15. Чернявская, Л.И. Методы и алгоритмы расчёта основных технологических показателей свёклы при оценке её с помощью аналитических автоматизированных комплексов / Л.И. Чернявская [и др.]. — Киев : УкрНИИСП, 1993. — 77 с.

16. Чернявская, Л.И. Определение содержания нитратов в свёкле с помощью нетоксичного осветлителя / Л.И. Чернявская [и др.] // Сахар. — 2000. — № 5. — С. 18–20.

17. Никольский, Б.П. Ионоселективные электроды / Б.П. Никольский, Е.А. Матерова. — Л. : Химия, 1980. — 240 с.

18. Wieninger, L. Beziehungen zwischen Rubenanalysen und technischen Bewertung von Zuckerruben / L. Wieninger, W. Kubadinow // Zucker. — 1971. S. 599–603.

19. Vukov, K. A cukorgyari letisztasáseleleti kerdesei // Cukoripar. — 1972. — n 4. — s.s.137–146; n. 5. — s.s. 163–171.

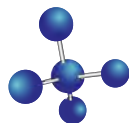
20. Чернявская, Л.И. Нетоксичный осветлитель для анализа свёклы и продуктов сахарного производства / Л.И. Чернявская [и др.] // Сахарная промышленность. — 1995. — № 5. — С. 21–27.

Аннотация. Дан анализ состава азотистых веществ сахарной свёклы и их влияние на технологический процесс её переработки. Приведены экспресс-методы определения отдельных видов азотистых веществ свёклы и продуктов сахарного производства с целью уточнения технологических качеств корнеплодов и режима переработки сырья.

Ключевые слова: азотистые вещества; определение в свёкле, диффузионном соке, мелассе; корректировка технологического режима.

Summary. The analysis of the composition of nitrogenous substances of sugar beet and their influence on the technological process of its processing is given. Express methods for determining certain types of nitrogenous substances of beet and sugar production products are given in order to clarify the technological qualities of root crops and the mode of processing of raw materials.

Keywords: nitrogenous substances; determination in beet, diffusion juice, molasses; adjustment of the technological regime.



Альтернативный способ сенсорного анализа сахаров в сахарном производстве

Н.Г. КУЛЬНЕВА, д-р техн. наук (e-mail: ngkulneva@yandex.ru)

Т.А. КУЧМЕНКО, д-р хим. наук (e-mail: tak1907@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Введение

Производство сахаросодержащих продуктов пониженной энергетической ценности с заданным составом является актуальным в аспекте обеспечения населения рациональным питанием. Специалистами Воронежского государственного университета инженерных технологий разработана технология получения сахаросодержащего продукта с добавками на основе полупродукта свеклосахарного производства — жёлтого сахара [1]. В процессе кристаллизации промежуточных продуктов из межкристального раствора в кристаллы переходит целая группа природных полезных минералов и веществ, необходимых для жизнедеятельности человека. Поверхность кристаллов при этом покрывается плёнкой, содержащей большое количество высокомолекулярных красящих веществ и других продуктов разложения сахарозы, которые ухудшают внешний вид продукта. Для удаления этих соединений рекомендуется проводить аффинационную очистку поверхности кристаллов с использованием сиропа из выпарной установки или клеровки жёлтых сахаров [2].

Одним из важнейших показателей, по которым оценивают потребительское качество продукции, является запах как совокупность летучих соединений различной химической природы.

Самая распространённая методика определения запаха сахара — органолептическая оценка

по ГОСТу. Этот способ имеет преимущества: он прост, не занимает много времени, не требует специальных приборов и оборудования [3]. Метод основан на обонятельных ощущениях испытателя, вызываемых летучими компонентами сахара. Наличие пахучих веществ обусловлено видом сырья и технологией его производства или посторонними запахами, вызываемыми упаковочными материалами, условиями хранения и транспортировки.

Запах сахара определяют как в самом продукте, так и в его водном растворе. Данный метод не может быть объективным, поскольку не позволяет определять примеси, которые содержатся в плёнке на поверхности кристаллов сахара, а также потому, что результат в значительной степени зависит от индивидуальных особенностей испытателя.

Методика проведения исследований

Для экспертизы сахара использовали прибор «Электронный нос». Он имеет набор сенсоров, взаимодействующих с газовой смесью и реагирующих на разные пахучие компоненты (одоранты) в её составе. Срабатывая, сенсоры создают отпечаток аромата, который сравнивается с набором заранее заготовленных стандартов. «Электронный нос» построен на основе полупроводниковых сенсоров и микропроцессорной техники и позволяет заменить газовые хроматографы. В отличие от

традиционных сенсорных систем, требующих высокоселективных чувствительных элементов, он может содержать набор низкоселективных сенсоров. Возможность реализации систем подобного типа опирается на современные средства вычислительной техники и методы обработки многопараметрической информации.

Система «Электронный нос» включает в себя следующие компоненты:

- матрицу высокочувствительных полупроводниковых сенсоров;
- систему пробоотбора;
- аналоговый адаптер для поддержания режимов работы сенсоров в матрице и преобразования выходного сигнала сенсоров в цифровой код;
- микропроцессор для предварительной обработки сигнала сенсоров и организации стандартного интерфейса для связи с компьютером;
- компьютер с программным обеспечением для управления устройством и распознавания [4].

Изучение запаха проводили на лабораторном (экспериментальном) анализаторе запахов «МАГ-8» (производство ООО «Сенсорика — Новые Технологии», Россия) с применением методики «Электронный нос» (рис. 1).

В качестве измерительного массива применены 8 сенсоров на основе пьезокварцевых резонаторов ОАВ-типа с базовой частотой колебаний 10,0 МГц с разнохарактерными плёночными сорбен-

тами на электродах [5]. Покрyтия выбраны в соответствии с задачей испытаний (возможная эмиссия из проб разных легколетучих органических соединений):

- сенсор 1 – поливинилпирро-
лидон (ПВП);
- сенсор 2 – пчелиный клей
(ПчК);
- сенсор 3 – дициклогексан-18-
краун-6 (ДЦГ18К6);
- сенсор 4 – бромкрезоловый зе-
леный (БКЗ);
- сенсор 5 – полиэтиленгли-
кольсукцинат (ПЭГСк);
- сенсор 6 – полиэтиленгликоль
(ПЭГ-2000);
- сенсор 7 – Tween-40;
- сенсор 8 – триоктилфосфи-
ноксид (ТОФО).

Для исследования применяли инжекторный ввод в ячейку детектирования 3,0 см³ равновесной газовой фазы (РГФ) над пробами. Усреднённые пробы сахара мас-
сой по 10,0 г помещали в стеклян-
ные пробоотборники, плотно за-
крывали, выдерживали при ком-
натной температуре (20±1 °С) не
менее 30 мин для насыщения РГФ
над ними. Отбирали через мембра-
ну индивидуальными шприцами
3 см³ равновесной фазы (не затра-
гивая образец) и вводили в ячейку
детектирования.

Время измерения составляло
120 с, режим фиксирования откли-
ков сенсоров равномерный с ша-
гом 1 с, оптимальный алгоритм
представления откликов – по мак-
симальным откликам отдельных

сенсоров и кинетический, шум
массива сенсоров 5 Гц·с, погреш-
ность измерения – 5 %.

Результаты исследований и их обсуждение

Суммарный аналитический сиг-
нал сформирован с применением
интегрального алгоритма обра-
ботки сигналов 8 сенсоров в виде
«визуального отпечатка». Для
установления общего состава за-
паха проб применяли полные «ви-
зуальные отпечатки» максимумов
(наибольшие отклики 8 сенсоров).
«Визуальные отпечатки» максимумов
построены по максимальным
откликам сенсоров в РГФ образ-
цов за время измерения (не более
2 мин). Они позволяют устано-
вить похожесть и различие состава
легколетучей фракции запаха над
анализируемыми образцами. Пло-
щади фигур рассчитывали автома-
тически в программном обеспече-
нии прибора.

В качестве критериев для оценки
различия в запахе анализируемых
проб выбраны качественная и ко-
личественные характеристики.

Качественная характеристика –
форма «визуального отпечатка»
с характерными распределениями
по осям откликов, определяется
набором соединений в РГФ.

Количественные характеристи-
ки:

- 1) S_{Σ} , Гц · с – суммарная пло-
щадь полного «визуального от-
печатка» – оценивает общую ин-
тенсивность запаха, построенного



Рис. 1. Общий вид рабочего места
с анализатором «МАГ-8»

по всем сигналам всех сенсоров
за полное время измерения. Она
пропорциональна концентрации
легколетучих веществ, в том числе
воды;

2) максимальные сигналы senso-
ров с наиболее активной или спе-
цифической плёнками сорбентов
 $\Delta F_{\max}$, Гц – для оценки содержа-
ния отдельных классов органиче-
ских соединений в РГФ методом
нормировки [6].

Для распознавания в смеси от-
дельных классов соединений
применён параметр идентифи-
кации $A_{i/j}$, рассчитанный по сиг-
налам сенсоров в анализируемых
образцах и для стандартных со-
единений.

Отклики сенсоров зафиксиро-
ваны, обработаны и сопоставлены
в программном обеспечении ана-
лизатора «MAG Soft». В идентич-
ных условиях измерены единичные
и суммарные отклики массива сен-
соров «электронный нос» в РГФ
над пробами сахара (табл. 1).

Таблица 1. Средние отклики сенсоров (±1Гц) и площадь «визуального отпечатка» сигналов сенсоров в РГФ над пробами
($S_{\Sigma} \pm 30$, Гц · с) $\Delta F_{\max}$, Гц

Пробы сахара	S1 – ПВП	S2 – ПчК	S3 – ДЦГ18К6	S4 – БКЗ	S5 – ПЭГСк	S6 – ПЭГ-2000	S7 Tween-40	S8 – ТОФО	S_{Σ} , Гц · с
Белый	14	3	7	3	7	6	11	7	137
Жёлтый аффинированный	17	3	8	3	9	6	11	8	165
Жёлтый исходный	14	3	9	4	9	7	12	8	175
Жёлтый с добавкой	20	3	10	4	9	6	13	8	200

Общая интенсивность запаха проб сахара различается для всех проб от 20 до 45 % относительно

белого сахара. Отличия статистически значимые и отражают различия в химическом составе проб сахара.

На рис. 2 представлены два вида «визуальных отпечатков» сигналов массива сенсоров на пары анализируемых образцов (температура измерения 20 °С).

Для установления различий в составе (качественном и количественном) легколетучей фракции запаха необходимо проследить изменение общего содержания легколетучих компонентов в РГФ над пробами (см. рис. 2). По форме фигуры «визуального отпечатка»

«Визуальный отпечаток» максимумов

Кинетический «визуальный отпечаток»

Сравнение с пробой сахар белый

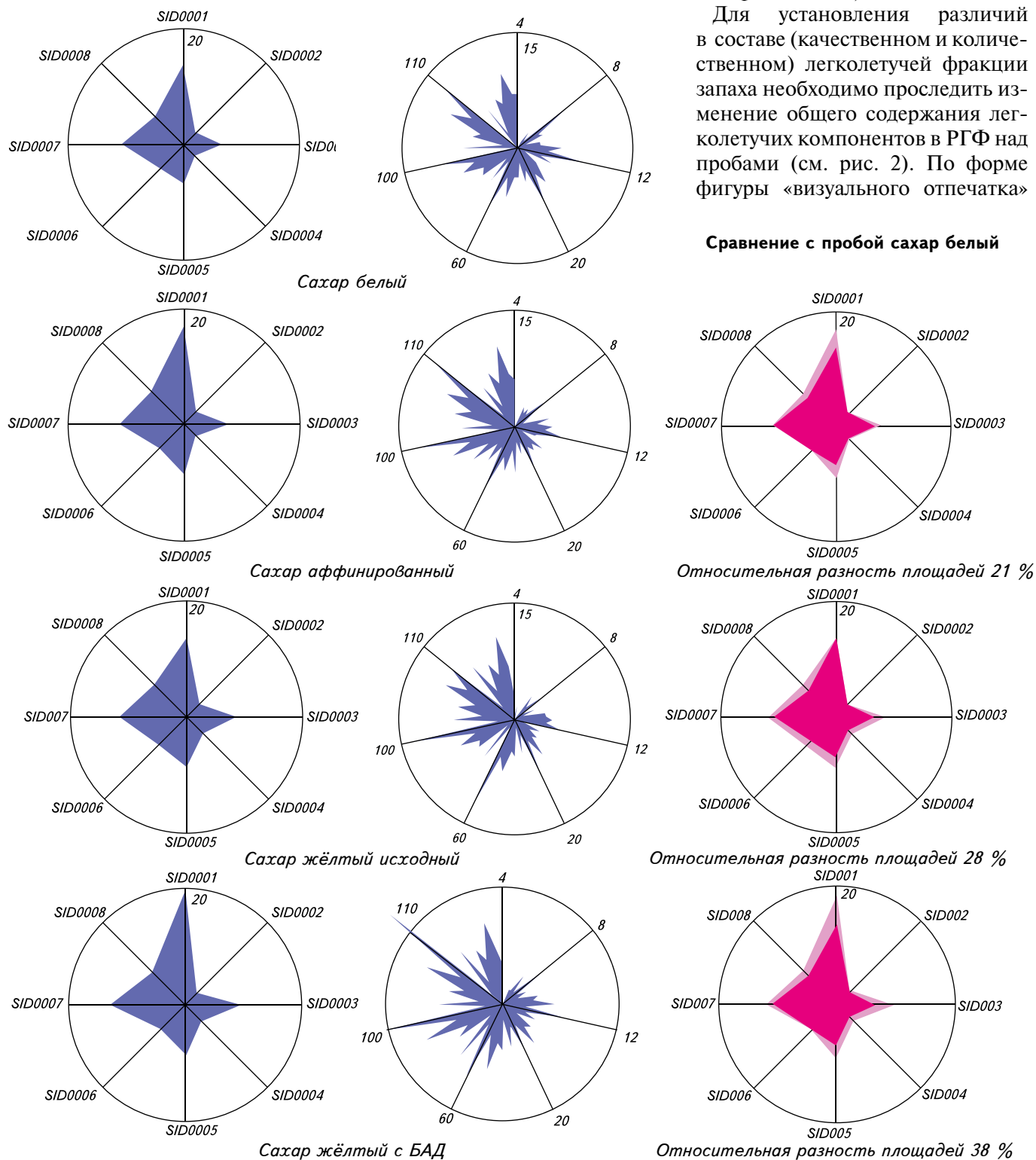


Рис. 2. «Визуальные отпечатки» сигналов сенсоров в РГФ над пробами сахара

откликов сенсоров в массиве установлены различия в химическом составе равновесной газовой фазы над пробами сахара. При этом ярко выраженное отличие от сахара белого характерно для пробы сахара с БАД.

Различия в качественном и количественном составе запаха проб сахара 1 и 2–4 превышают 20 %. Наиболее близки по составу пробы 2 и 3.

По содержанию основных классов соединений, на которые реагирует массив сенсоров, проба 2 отличается от пробы 1 на 50 %, проба 3 от пробы 1 – на 60 %, проба 4 от пробы 1 – на 75 %. Все пробы различны по содержанию легколетучих соединений, генетической связи в запахе нет. Это значит, что запах, регистрируе-

мый в пробах 2–4, не идентичен запаху пробы 1 и похож на него минимально (табл. 2). Дегустаторы могли бы отметить различия в запахе всех проб.

Проследить изменения в качественном составе РГФ над пробами и появление/исчезновение соединений легколетучей фракции позволяет параметр Ai/j , показывающий постоянство соотношения концентраций отдельных классов легколетучих соединений. Если показатели Ai/j для проб близки или совпадают, то можно считать, что соотношение содержания в пробах указанных соединений одинаково. Если соотношение сигналов отличается для проб, то соотношение концентраций этих групп соединений в них различно по сравнению с соответствующим

стандартом или друг с другом, т. е. запах проб различается.

Чем больше число параметров Ai/j для проб различается, тем существеннее отличия в запахе проб, которые с высокой степенью вероятности фиксируются при органолептической оценке (табл. 3).

Жёлтый аффинированный сахар по качественному и количественному составу значительно отличается от пробы 1. Все пробы отличаются от сахара белого по качественному составу запаха и между собой. Общая совокупность параметров качественного состава для проб сахара также доказывает различие между запахом всех четырёх проб.

По откликам сенсоров $\Delta F_{\max}^{\text{ст}}$ (Гц) рассчитали площади общего сигнала «визуального отпечатка»

Таблица 2. Относительное содержание компонентов в пробах, $\omega (\pm 0,2)$ % масс.

Сенсоры	S1 – ПВП	S2 – ПчК	S3 – ДЦГ18К6	S4 – БКЗ	S5 – ПЭГСК	S6 – ПЭГ 2000	S7 – Tween	S8 – ТОФО
Селективность к классам органических соединений	Влага свободная, все полярные соединения	Кетоны, спирты	Кислоты, спирты, кетоны	Амины	Амины, другие	Спирты, кислоты	Кислоты	Аромат, S-содержащие
Белый сахар	24,1	5,2	12,1	5,2	12,1	10,3	19,0	12,1
Жёлтый сахар исходный	26,2	4,6	12,3	4,6	13,8	9,2	16,9	12,3
Жёлтый сахар аффинированный	20,3	4,3	13,0	5,8	13,0	10,1	17,4	11,6
Жёлтый сахар с БАД	27,4	4,1	13,7	5,5	12,3	8,2	17,8	10,9

Таблица 3. Соотношение сигналов нескольких сенсоров в матрице для тестируемых проб ($\pm 0,02$) Ai/j *

Пробы сахара	ДЦГ18К6/ПВП	ПЭГСК/ПВП	ПЭГ-2000/ДЦГ18К6	Tween/ДЦГ18К6	ТОФО/ПВП	Tween/ПЭГСК	БКЗ/ПЭГСК	ДЦГ18К6/ПЭГСК
Белый сахар	0,50	0,50	0,86	1,6	0,50	1,6	0,43	1,0
Жёлтый сахар исходный	0,47	0,53	0,75	1,4	0,47	1,2	0,33	0,89
Жёлтый сахар аффинированный	0,64	0,64	0,78	1,3	0,57	1,3	0,44	1,0
Жёлтый сахар с БАД	0,50	0,45	0,60	1,3	0,40	1,4	0,44	1,1

* Выделены показатели, отличающиеся от исходной точки контроля (белый сахар).

S^{ct} (Гц · с) для пробы стандарта и анализируемой пробы параметр подобия ε (табл. 4, 5):

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (\Delta F_{\max}^{ct} - \Delta F_{\max})^2 + (S^{ct} - S)^2}{\sum (\Delta F_{\max}^{ct} + S^{ct})^2}},$$

где $\Delta F_{\max}^{ct}$ — максимальные сигналы сенсоров для пробы стандарта, Гц;

$\Delta F_{\max}$ — максимальные сигналы сенсоров для анализируемой пробы, Гц;

S^{ct} — суммарная площадь полного «визуального отпечатка» сигналов сенсоров для пробы стандарта, Гц · с;

S — суммарная площадь полного «визуального отпечатка» сигналов сенсоров для анализируемой пробы, Гц · с.

Аналогичные расчёты ε выполнены для значений $(\Delta F_{\max} + S)$, ω и Ai/j .

Для всех проб получен параметр подобия ε больше 0,10. Следовательно, все образцы имеют значимые отличия от пробы стандарта. Максимальное значение ε соответствует пробе жёлтого аффинированного сахара с добавкой биологически активных веществ. Все проанализированные образцы сахара содержат в своём составе летучие вещества, которых нет в стандарте, что соответствует природе образцов и органолептической оценке их запаха дегустаторами.

Для пробы неаффинированного сахара получили параметр подобия ε больше 0,10. Различия в составе легколетучей фракции запаха сахара аффинированного и неаффинированного незначимы, т. е. при аффинации удаляются из пробы в большей степени нелетучие соединения, что согласуется с назначением аффинации (удаление красящих веществ). Для образца с БАД ε имеет значимое отличие от стандарта.

Все образцы имеют значимые отличия от пробы стандарта, что соответствует природе образца и органолептической оценке его запаха из-за введения добавок.

Проведена сравнительная оценка способа экспертизы сахара с использованием прибора «Электронный нос» и стандартной методики (табл. 6).

Таблица 4. Параметр подобия для исследуемых образцов (в качестве стандарта использовали белый сахар)

Проба сахара	Параметр подобия ε для			
	$\Delta F_{\max}$	$\Delta F_{\max} + S$	ω	Ai/j
Жёлтый неаффинированный	0,066776	0,144957	0,37022	0,184096
Жёлтый аффинированный	0,059726	0,19568	0,447883	0,181631
Жёлтый аффинированный с БАД	0,127865	0,325308	0,469659	0,177488

Таблица 5. Параметр подобия для образцов (в качестве стандарта использовали жёлтый аффинированный сахар)

Проба сахара	Параметр подобия ε для			
	$\Delta F_{\max}$	$\Delta F_{\max} + S$	ω	Ai/j
Жёлтый неаффинированный	0,05463	0,044108	0,639208	0,120032
Жёлтый аффинированный с БАД	0,094621	0,106922	0,764254	0,143317

Таблица 6. Сравнительная характеристика способов экспертизы сахара

Параметры сравнения	По ГОСТ 12576-2014 «Сахар. Методы органолептического анализа» с привлечением специалистов	С использованием пьезосенсоров
Производительность, шт/день	15–20	45–60
Продолжительность непрерывной работы	По мере усталости обонятельных рецепторов	Два года
Информативность	Определение общей интенсивности запаха и примесей	Определение интенсивности запаха, наличия эмиссии летучих органических растворителей
Объективность анализа при установлении дескрипторов запаха	Объективная оценка возможна для первых образцов	На протяжении всего времени эксплуатации сенсоров
Соответствие методам определения летучих веществ	Соответствует	Соответствует
Требования к персоналу и условиям анализа	Необходим специально обученный персонал и отсутствие сильно пахнущих веществ в воздухе лаборатории, особые условия испытаний	Необходим обученный персонал и отсутствие сильно пахнущих веществ в воздухе лаборатории
Недостатки	Результаты анализа зависят от опыта и состояния специалиста	При жёстком режиме эксплуатации возможно отравление сенсоров и необходима их замена

• Теперь в Facebook:

<https://www.facebook.com/sugar1923>

Общайтесь,
комментируйте,
задавайте вопросы экспертам!



• Теперь на журнал «Сахар» можно подписаться
в любой момент в электронном каталоге
«Почта России»: по индексу **П6305**
или по названию «Сахар»:

<https://podpiska.pochta.ru/>

Заключение

Получен патент на способ экспертизы сахара, позволяющий сократить расход анализируемого продукта и продолжительность анализа, получать более объективные и воспроизводимые результаты [7].

Экспериментально установлено, что использование сенсорных методов анализа для оценки качества сахаристых продуктов, в том числе обогащенных БАД, даёт устойчивые и воспроизводимые результаты и подтверждается органолептической оценкой [8].

Список литературы

1. Пат. 2647507 Российская Федерация, МПК C13B 30/14. Способ производства сахара / Кульнева Н.Г., Бираро Г.Э., Кученко Ю.С., Астапова Е.Н.; заявитель и патентообладатель Воронежск. гос. ун-т инж. технологий. — № 2016143510/13; заявл. 07.11.2016; опубл. 16.03.2018, Бюл. № 8.
2. Кульнева, Н.Г. Разработка и обоснование способа получения сахара с БАД / Н.Г. Кульнева, А.С. Губин, Г.Э. Бираро // Сахар. — 2018. — № 5. — С. 36–39.
3. ГОСТ 33222-2015. Сахар белый. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2015. — 20 с. — (Межгосударственные стандарты).
4. Кучменко, Т.А. Инновационные решения в аналитическом контроле: учеб.

пособие / Т.А. Кучменко. — Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад.; ООО «СенТех», 2009. — 252 с.

5. Кучменко, Т.А. Химические сенсоры на основе пьезокварцевых микровесов / Т.А. Кучменко // Проблемы аналитической химии: монография / под ред. Ю.Г. Власова. — М.: Наука, 2011. — Т. 14. — С. 127–202.

6. Кучменко, Т.А. Пример решения идентификационных задач в методе пьезокварцевого микровзвешивания смесей некоторых органических соединений / Т.А. Кучменко, А.А. Шуба, Н.В. Бельских // Аналитика и контроль. — 2012. — Т. 16. — № 2. — С. 1–11.

7. Патент № 2 678 770 Российская Федерация, МПК G01N 33/02. Способ экспертизы качества сахара / Кучменко Т.А., Босикова Ю.Н., Кульнева Н.Г., Бираро Г.Э., Астапова Е.Н.; заявитель и патентообладатель Воронежск. гос. ун-т инж. технологий. — № 2017139269/13; заявл. 13.11.2017; опубл. 01.02.2019, Бюл. № 4.

8. Кульнева, Н.Г. Оценка качества сахаристых продуктов / Н.Г. Кульнева [и др.] // Сб. научн. статей и докл. V Междунар. научно-практич. конф. «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». — Воронеж: ВГУИТ, 2018. — С. 283–287.

Аннотация. В соответствии с ГОСТом запах сахара определяется органолептическим методом, который основан на обонятельных ощущениях испытателя, вызываемых летучими компонентами сахара. Данный метод не может быть объективным, так как большую роль в определении играют индивидуальные особенности испытателя. В качестве альтернативы использовали прибор «Электронный нос», имеющий набор сенсоров, которые взаимодействуют с газовой смесью и реагируют на разные пахучие компоненты в её составе. Установлено, что применение сенсорного метода для оценки качества сахаристых продуктов, в том числе обогащённых БАД, даёт устойчивые и воспроизводимые результаты.

Ключевые слова: сахаристые продукты, запах, летучие соединения, сенсорный анализ.
Summary. In accordance with the GOST, the smell of sugar is determined by the organoleptic method based on the tester's olfactory feeling that is caused by the sugar's volatile components. This method cannot be considered as objective, because it mostly relies on individual capabilities of a particular tester. We have used the device «Electronic Nose» as an alternative to the aforementioned method. The device contains a set of sensors, which analyze a gas mixture and react on various odorous components composing this mixture. It has been established the use of the sensor method for the sugary foods quality assessment, including those ones which have been enriched with dietary supplements, brings the stable and repeatable results.

Keywords: sugary foods, smell, volatile components, sensor analysis.



Жердевский колледж сахарной промышленности — уникальное учебное заведение

Жердевский колледж сахарной промышленности — единственное учебное заведение в России, обеспечивающее специалистами предприятия сахарной и крахмалопаточной отраслей. Колледж находится в городе Жердевка, расположенном на границе Тамбовской и Воронежской областей, исторической российской зоне свеклосеяния. Для подготовки специалистов здесь созданы условия, соответствующие самым современным требованиям. Колледж тесно сотрудничает с ОАО «Знаменский сахарный завод» — филиалом «Жердевский», ОАО «Алексеевское», Жердовским элеватором, Жердовской ветеринарной станцией, ООО «Кристалл» (Кирсановский сахарный завод), КФХ Антипов И.С.

Учебное заведение было создано в 1943 г. и называлось «Жердевский техникум сахарной промышленности». Уже в феврале 1944 г., в тяжёлых условиях Великой Отечественной войны, удалось сформировать 6 групп по специальностям «технология» и «теплотехника». В 1986 г. открылось бухгалтерское отделение. В 1992 г. техникум был реорганизован в колледж сахарной промышленности, что дало ему право выпускать младших инженеров и технологов с углублёнными знаниями и более высоким уровнем образования.

Продолжая расширять сферу подготовки, в 1999 г. Жердевский колледж добавляет специальность «Ком-

мерция в АПК» с набором на базе 9 и 11 классов, а в 2001 г. — направление «Механизация сельского хозяйства». Директор колледжа Алексей Николаевич Каширин уверен, что в Тамбовской области профессия механизатора востребована, поэтому местной молодёжи надо дать возможность учиться по этому направлению.

В 2016 г. в связи с реализацией инвестиционного проекта ООО «Тамбовский бекон» и птицефабрики «Ресурс» в колледже начали обучать профессии ветеринара. В соответствии с требованиями времени в 2018 г. появилась специальность «Информационные технологии и программирование».

В 2018 г. Жердевский колледж сахарной промышленности отметил 75 лет со дня основания. Сегодня он является одним из популярнейших учебных заведений в регионе, ведь здесь ведётся подготовка самых разных специалистов. На очном и заочном отделениях обучается свыше тысячи человек. Это будущие трактористы-машинисты сельскохозяйственного производства, техники-механики, техники-технологи, менеджеры по продажам, бухгалтеры, ветеринарные фельдшеры, разработчики веб-дизайна. На сегодняшний день визитной карточкой колледжа являются специальности «Технология сахаристых продуктов», «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям)».





Заказы на подготовку специалистов поступают от заводов, пищевых и перерабатывающих предприятий. Учащиеся проходят практику на заводах в Белгородской, Липецкой, Пензенской, Тамбовской, Курской, Рязанской, Брянской областях. В рамках международного сотрудничества лучшие студенты имеют возможность пройти восьмимесячную стажировку в Германии.

В нашем учебном заведении создано студенческое научное общество «Исследовательский Олимп», основной целью которого является поддержка одарённых студентов, стремящихся совершенствовать приобретённые знания в разных областях науки или учебного предмета, развивать свой интеллект, приоб-



ретаь умения и навыки научной и исследовательской деятельности под руководством преподавателей.

Во время обучения студенты не только постигают науку, но и осваивают дополнительные рабочие профессии, участвуют в художественной самодеятельности, выступают на конкурсах и фестивалях, совершают экскурсионные и туристические поездки. В колледже также функционируют поисковый отряд, волонтеры, казачество.

Двери нашего колледжа всегда открыты для желающих получить качественное образование и впоследствии трудиться в пищевой промышленности и сельском хозяйстве России.

Наш сайт: жксп.рф.

Добро пожаловать!

*Материал предоставлен руководством ТОГБПОУ
«Жердевский колледж сахарной промышленности»*

ТОГБПОУ «Жердевский колледж сахарной промышленности»

В 2019 г. осуществляет набор абитуриентов по следующим специальностям (очная форма обучения)

На базе 9 классов

(19.02.04) — Технология сахаристых продуктов

(15.02.12) — Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

(35.02.16) — Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования

(36.02.01) — Ветеринария

Срок обучения 3 года 10 месяцев

(38.02.04) — Коммерция (по отраслям)

Срок обучения 2 года 10 месяцев

(35.01.13) — Тракторист-машинист сельскохозяйственного производства

Срок обучения 3 года

На базе 11 классов

(19.02.04) — Технология сахаристых продуктов

(15.02.12) — Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

Срок обучения 3 года 10 месяцев

(09.02.07) — Информационные системы и программирование

(38.02.01) — Экономика и бухгалтерский учёт

Срок обучения 2 года 10 месяцев

393671, Тамбовская область, г. Жердевка,
ул. Интернациональная, 3

Тел. (факс) 8 (47535) 5-53-66

E-mail: Kolledg_sahar@mail.ru

<http://жксп.рф/>

Учебный центр дополнительного профессионального образования специалистов сахарной промышленности продолжает работу

Л.Н. ПУЗАНОВА

НИИ сахарной промышленности ФГБНУ «Курский ФАНЦ»

В связи с реорганизацией ФГБНУ РНИИСП учебный центр дополнительного профессионального образования специалистов сахарной промышленности, с 2010 г. работавший на его базе, работу не прекратил. Теперь он функционирует на базе ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (лицензия на осуществление образовательной деятельности № 2798 от 18 января 2019 г.), подразделением которого является НИИ сахарной промышленности.



С 1 по 13 апреля 2019 г. учебный центр провёл курс повышения квалификации по образовательной программе «Современные подходы к повышению качества сахара. Производственный контроль в тех-

нологии сахара». Программа состояла из лекционного курса и практического мастер-класса.

На лекциях слушатели получили новейшие представления о качестве и безопасности пищевой продукции с детализацией по сахару, взаимосвязи качества белого сахара с протеканием технологических процессов его производства и применением технологических вспомогательных средств. Были рассмотрены теоретические и практические аспекты организации работы технологической линии сахарного завода, направленные на выработку сахара высокого качества с минимальными ресурсозатратами, сравнительные характеристики современного оборудования технологической линии; практические аспекты организации производственного контроля и системы технологического контроля.

В рамках мастер-класса участники приобрели навыки органолептической оценки сахара. Также слушатели ознакомились с опытом работы ОАО «Жабинковский сахарный завод», получили индиви-

дуальные консультации у лекторов, специалистов МГУТУ им. К.Г. Разумовского, компаний ООО «НТ-Пром», ООО «БМА-Руссланд», международной инжиниринговой группы «ФИВ», ISK GROUP и сотрудников испытательной лаборатории НИИ сахарной промышленности ФГБНУ «Курский ФАНЦ».



Слушатели пополнили свой багаж знаний новыми сведениями, практическими материалами, актуализировали собственные контакты в среде сахарников.

Удостоверения о повышении квалификации получили 18 специалистов сахарных заводов Курской, Воронежской, Липецкой, Тульской, Пензенской областей и Республики Татарстан.





К 80-летию Вячеслава Ивановича Тужилкина

Вячеслав Иванович Тужилкин — доктор технических наук, профессор, международный преподаватель в соответствии с регистром ING-PAED IGIP, почётный работник высшего образования РФ, почётный профессор ряда отечественных и зарубежных университетов.

Вячеслав Иванович родился в 1939 г. в поселке Баятино (ныне Октябрьский) Люберецкого района Московской области, в семье рабочих. Окончил Баятинскую среднюю школу в 1956 г. и после двух лет работы на заводе контролёром по проверке узлов радиоаппаратуры в 1958 г. поступил в Московский технологический институт пищевой промышленности, (ныне — МГУПП). После окончания вуза работал инженером-технологом на Хохольском сахарном заводе, затем на протяжении 20 лет (в 1967—1987 гг.) заведовал лабораторией физико-химических процессов сахарного производства. В 1987 г. он стал проректором МГУПП, а уже через два года, в 1989-м, был избран ректором и в этой должности проработал до 2007 г.

С 2003 г. Вячеслав Иванович Тужилкин — член-корреспондент РАСХН, а с 2013 г. — член-корреспондент РАН, лауреат Премии Совета Министров СССР. Благодаря трудолюбию и стремлению к знаниям он достиг больших высот

в науке. Его имя широко известно не только в российских научных и академических кругах, но и за рубежом. С 2002 г. В.И. Тужилкин — заслуженный деятель науки РФ, а с 2007 г. — зав. кафедрой технологии субтропических и пищевых продуктов МГУПП.

Общий стаж работы Вячеслава Ивановича в Московском государственном университете пищевых производств — 60 лет! Из них 18 лет он был ректором МГУПП, пройдя со своим коллективом сложный путь восстановления российской экономики и профессионального образования. Большую часть своих научных исследований и новационных разработок он реализовал на сахарных заводах Краснодарского края и Воронежской области, а именно Тимашевском, Ленинградском, Елань-Коленовском, Рамонском и др.

Вячеслав Иванович — известный в России и за рубежом учёный в области технологии сахара, создатель нового направления — технологии полунепрерывной кристаллизации сахара. Он стал пионером математического моделирования и оптимизации технологических процессов, активным сторонником внедрения информационных систем в пищевой промышленности. Научные направления работы профессора Тужилкина нацелены на комплексный подход к постановке и решению проблем информатизации, образования, науки, промышленности. Вячеслав Иванович является действительным членом ряда других академий: Международной академии информатизации, Международной ака-

демии информационных процессов и технологий, Международной академии естествознания, Международной академии наук Высшей школы, Российской и Международной инженерных академий, с 2004 г. — действительный член Нью-Йоркской академии наук.

В.И. Тужилкин — лауреат многочисленных премий, награждён орденами и медалями Российской Федерации и зарубежных стран, в том числе Орденом Почёта Российской Федерации 3 степени. Он руководил различными инновационными научно-техническими проектами, состоял в нескольких комитетах и экспертных советах, редколлегиях журналов, рецензировал зарубежные издания. Под его руководством защищены 7 докторских, 15 кандидатских диссертаций, опубликовано 380 научных статей, получено 48 авторских свидетельств и патентов РФ, 15 свидетельств на программные продукты. Он является автором и соавтором 7 учебников и учебных пособий, нескольких монографий и обзоров. Как руководитель обладает высокими деловыми качествами. Принципиальный, требовательный к себе и людям, постоянно работает над совершенствованием своих профессиональных знаний.

Сегодня, несмотря на возраст, Вячеслав Иванович продолжает работать, консультировать аспирантов и магистров МГУПП, работников пищевой и перерабатывающей промышленности, передавая им свои знания и опыт. В течение многих лет он входит в состав редакционного совета журнала «Сахар» и других журналов.

От имени журнала «Сахар», сотрудников МГУПП, коллег по сахарным и пищевым отраслям, а также всех, кто имел честь знать Вячеслава Ивановича и работать с ним, желаем ему крепкого здоровья, долгих активных лет и успехов в решении новых интересных задач и проектов!

Кратное снижение энергопотребления систем активной вентиляции кагатов сахарной свёклы

С.М. КОЛЬЦОВ (e-mail: smkoltsov@yandex.ru)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

К.С. ВАСИЛЕВСКИЙ

С.С. ТОЛСТОШЕИН, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Р.А. МАМОНТОВ, инженер-электронщик

К.Ю. ИРЖАВЦЕВ, инженер-программист

ООО «АгроХолод»

Введение

Одним из факторов, сдерживающих внедрение вентилируемого хранения сахарной свёклы, является значительное энергопотребление системами активной вентиляции кагатов [1]. Одновременное включение нескольких сотен вентиляторов (каждый по 7,5–11 кВт) требует доступную электро мощность на уровне 2–3 МВт и более. Для обеспечения единовременной подачи на кагатное поле такой мощности заводской ТЭЦ нужно произвести дополнительное количество электроэнергии. При этом пар от дополнительного производства утилизировать зачастую некуда. Стоимость неэксплуатированного пара приходится закладывать в стоимость электроэнергии, что приводит к значительному её удорожанию – до 10–12 р. за 1 кВт/час.

Альтернативное решение – покупать электроэнергию на рынке, что тоже недёшево. Помимо стоимости киловатта приходится оплачивать подключение и платить штрафы за недобор и перебор электроэнергии.

Для единовременной подачи на кагатное поле электро мощности 2–3 МВт необходимо построить сетевую инфраструктуру: трансформаторные подстанции, кабельные линии соответствующего сечения.

Перечисленные затраты можно уменьшить, если отказаться от непрерывной вентиляции и единовременного включения всего парка вентиляторов, перейдя к режиму дискретной вентиляции, предполагающему периодическое включение вентиляторов отдельных кагатов или (для дополнительного снижения энергопотребления) участков кагатов. В этом случае вентиляторы включаются не сразу на всём кагате, а по секциям. К примеру, сначала вентилируется первая треть кагата, затем последовательно вторая и третья. Таким образом, единовременное энергопотребление кагатного поля можно снизить в 2,5–3 раза.

Помимо снижения энергопотребления дискретная схема работы имеет ряд технологических преимуществ, в основе которых лежит повышение эффективности теплообмена при охлаждении сахарной свёклы, уменьшение выноса влаги с поверхности корнеплода.

Тепломассообмен при вентиляции кагатов

Непрерывное интенсивное вентилирование способствует увеличению количества испаряемой влаги с поверхности корнеплода. Гипервентиляция влечёт за собой потерю свекломассы.

Процесс переноса влаги от свёклы в окружающую среду путём испарения описывается уравнением Дальтона:

$$V = \varepsilon_F \cdot k \cdot \frac{E_s - e}{p} f(v), \quad (1)$$

где V – скорость испарения, мм; k – коэффициент пропорциональности; E_s – максимальная упругость водяного пара при температуре испаряющей поверхности; e – фактическая упругость водяного пара; p – атмосферное давление; $f(v)$ – функция воздушного потока. Коэффициент ε_F отражает способность корнеплода удерживать влагу и защитные свойства покрывных структур. Значения коэффициента массообменной характеристики приводятся в [2, 3].

В процессе вентилирования температура в корнеплоде распределяется неравномерно: в его центре она выше, чем у наружного слоя [4]. Избыточную теплоту воздух забирает только от внешнего слоя свёклы. Передача теплоты от центра к внешнему слою корнеплода занимает некоторое время. На рис. 1 изображены графики, которые описывают суть процесса.

На рисунке применены следующие обозначения:

$\frac{\lambda_T \cdot \tau}{\delta}$ – параметр, характеризующий процесс охлаждения; δ – толщина, мм; λ_T – температуропроводность;

τ — время, сек; T_c — температура корнеплода, °C; $T_{окр}$ — температура окружающей среды, °C.

Поскольку изменение температуры внутри корнеплода запаздывает по сравнению с её поверхностью, то во время вентилирования разница между температурой наружного слоя сырья и окружающей средой уменьшается [5].

Эффективность процесса охлаждения зависит от разности между температурой наружного слоя сырья и окружающей средой $\Delta T = T_{окр} - T_c$. Из уравнения (2) следует, что чем больше разность ΔT , тем большее количество теплоты воздух может принять от свёклы [5]. Количество теплоты, отдаваемое корнеплодами воздуху, в процессе вентилирования снижается из-за охлаждения наружного слоя:

$$Q = c \cdot m \cdot (T_{окр} - T_c'). \quad (2)$$

Отсюда следует, что если вентиляторы эксплуатировать в непрерывном режиме, то воздух как рабочий агент будет расходоваться неэффективно. Разница температур между рабочим агентом и наружным слоем корнеплода будет невелика, и это приведёт к снижению ожидаемого положительного эффекта охлаждения сырья. В то же время вынос влаги из корнеплода увеличится.

Если рассматривать воздух как агент, с помощью которого выполняется работа по снижению температуры насыпи сахарной свёклы, то дискретный режим вентилирования более эффективен, чем непрерывный. При дискретном вентилировании уменьшается наработка часов электродвигателей вентилятора и снижается потребление электроэнергии. Воздух как рабочий агент системы вентиляции имеет стоимость. Он бесплатен до тех пор, пока на него не потрачены моторесурс вентиляторов и электроэнергия. После совершения вентилятором работы воздух переходит

в категорию материальных ресурсов, которые подлежат экономии.

В качестве оптимального принят режим работы вентиляции «1 час непрерывной вентиляции / 40 минут простоя». Часа непрерывной работы вентиляции достаточно, чтобы удалить избыток теплоты, поменять воздух в межкорневом пространстве, насыщенный углекислым газом. 40 минут простоя требуется для выравнивания температуры между воздухом в межкорневом пространстве, центральным и наружным слоями свёклы.

Программно-аппаратный комплекс

В целях реализации дискретного режима авторы статьи (при поддержке компании «АгроХолод») разработали программно-аппаратный комплекс для автоматизированного управления системой активной вентиляции кагата, в состав которого входят:

- силовой шкаф 200А на 8 вентиляторов, совмещённый со шкафом автоматики;
- система беспроводной термометрии, позволяющая контролировать значение температуры сырья из расчёта одна термоштанга на каждые 250–500 т сырья. Расстояние передачи радиосигнала составляет более 2 км [6];
- программное обеспечение, объединяющее вентиляторы, силовые шкафы и беспроводную термометрию в единую систему автоматизированного управления активной вентиляцией кагата с дистанционным управлением через сеть Интернет.

Электрические шкафы разработаны в системе автоматизированного проектирования (САПР) с учётом характера протекания процесса вентилирования кагата и условий его эксплуатации.

Математическое и программное обеспечение системы управления активной вентиляцией кагата включает в себя уникальные алгоритмы управления процессом, защит и блокировок, которые обеспечивают надёжность и безопасность эксплуатации системы. Данные обеспечения реализованы в пакете прикладных программ DEP и среде разработки SCADA-система «КРУГ-2000».

В зависимости от решений начальника сырьевой службы завода управление системой осуществляется в следующих режимах:

- местный режим: оператор включает вентиляторы вручную;
- автоматический режим: вентиляторы включаются автоматически, без участия оператора, а управление системой происходит с помощью алгоритма, при этом оператор по своему выбору определяет уставки и контролирует работу системы;
- ручной дистанционный режим: оператор включает вентиляторы удалённо с автоматизированного рабочего места (АРМ);

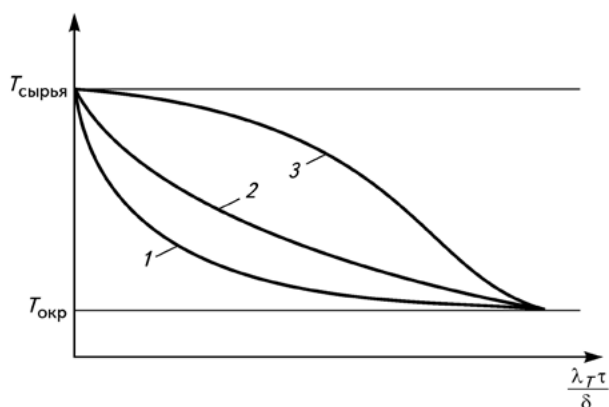


Рис. 1. Температура слоёв в корнеплоде: 1 — наружного, 2 — промежуточного, 3 — центрального

– импульсный режим является модификацией ручного дистанционного режима. В данном режиме осуществляется кратковременное включение (10 минут в работе, 1 час в простое). Он применяется в случае, когда $T_{\text{окр}} > T_c$, °С, и охлаждение сырья невозможно. В этом режиме выполняется «проветривание» межкорневого пространства с целью замены в кагате воздушной среды, обогащённой CO_2 , на воздух из окружающей среды с достаточным количеством кислорода.

Автоматический режим работает на основе уставок, которые задаются оператором системы. Основными из них являются:

– максимально разрешённое время непрерывной работы вентилятора, $\tau_{\max}$, мин;

— минимально разрешённое время простоя вентилятора, $\tau_{\min}$, МИН;

– значение разницы температур ΔT , °C, между $T_{\text{окр}}$ и T_c , при которой вентилятор получает разрешение на включение. Для включения вентилятора необходимо, чтобы температура воздуха была ниже температуры сырья: $\Delta T \geq T_c - T_{\text{окр}}$.

В системе применяется также ряд других — вспомогательных — уставок.

Управление системой выполняется с помощью панели оператора, представляющей собой мнемосхему на мониторе АРМ оператора. Общий вид мнемосхемы представлен на рис. 2. АРМ оператора удалено от объекта управления (кагатного поля). В связи с этим управление может осуществляться как по сети Интранет, так и по сети Интернет [7, 8].

Каждому вентилятору на кагатном поле присвоен индивидуальный номер (см. рис. 2), по которому можно определить его текущий статус. Контроль температуры сегмента кагата, находящегося над вентиляционной ветвью, осуществляет термоштанга, которая также имеет индивидуальный номер. В программе устанавливается связь между вентилятором и термо-

штангой, расположенными в одной секции кагата. Измеряемые термоштангой значения температуры передаются на АРМ оператора.

Сравнение инвестиционных затрат на строительство электрических сетей

Ниже в расчёте приведено сравнение инвестиционных затрат на трансформаторные подстанции и кабель для подключения к высоковольтной линии электропередач и затрат на прокладку кабеля в грунте.

Экономический эффект от отказа в привлечении сторонней электроэнергии или производстве дополнительной энергии на заводской ТЭЦ не учитывался.

Рассматривается хранение 100 тыс. т сахарной свёклы в 4 кагатах по 25 тыс. т (рис. 3). Ширина нижнего основания кагата составляет 35 м, длина – 270 м, высота – 7 м, расстояние между вентиляторами – 6 м.

Исходные данные для экономического расчёта:

— объём хранимого сырья: 100 тыс. т;

— количество вентиляторов: 192 шт.;

– мощность электродвигателя вентилятора: 11 кВт;

— расстояние от трансформаторной подстанции до силового шкафа: 1 км;

– трансформаторная подстанция (ТП) киоскового типа.

Линия электропередач (ЛЭП) расположена вблизи кагатного поля (рис. 3). Подвод электроэнергии с высоковольтной линии электропередач к полю осуществляется через трансформаторные подстанции киоскового типа, которые следует располагать вблизи источников потребления для снижения электрических потерь на низкой стороне [9]. От трансформаторных подстанций электроэнергия подаётся на распределительные шкафы, а от них – на силовые шкафы управления вентиляторами [10]. Один шкаф управляет восемью вентиляторами.

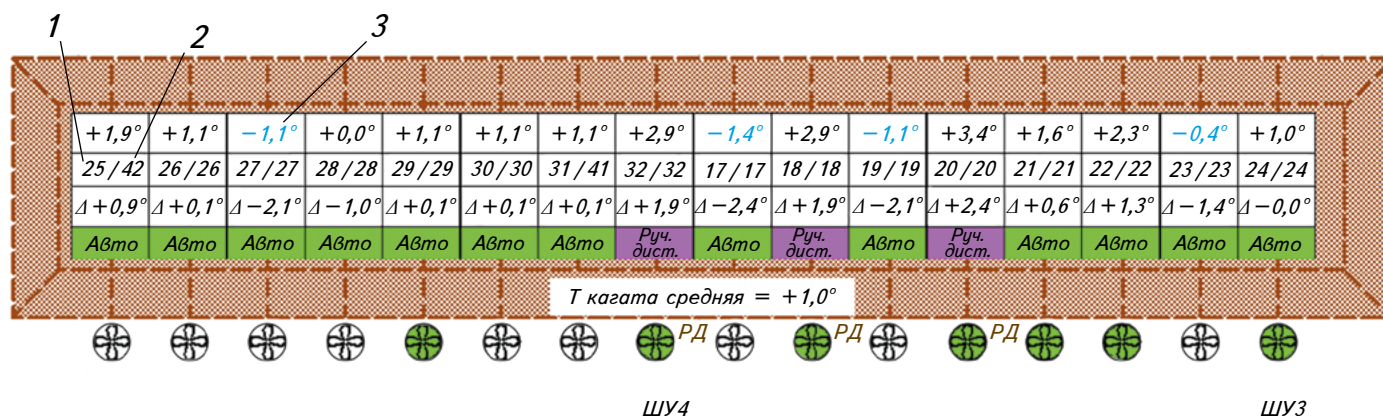


Рис. 2. Панель управления системой вентиляции кагата: 1 – номер вентилятора; 2 – номер термоштанги; 3 – температура свёклы, измеряемая термоштангой; авто – автоматический режим управления; руч. дист., РД – ручное дистанционное управление; ШУ4 – шкаф управления 4; ШУ3 – шкаф управления 3;

Электропитание силового шкафа 90 кВт, 200 А. Для кагата массой 25 тыс. т принято 48 вентиляционных ветвей. В этом случае суммарная нагрузка на один кагат будет составлять 528 кВт и 1200 А.

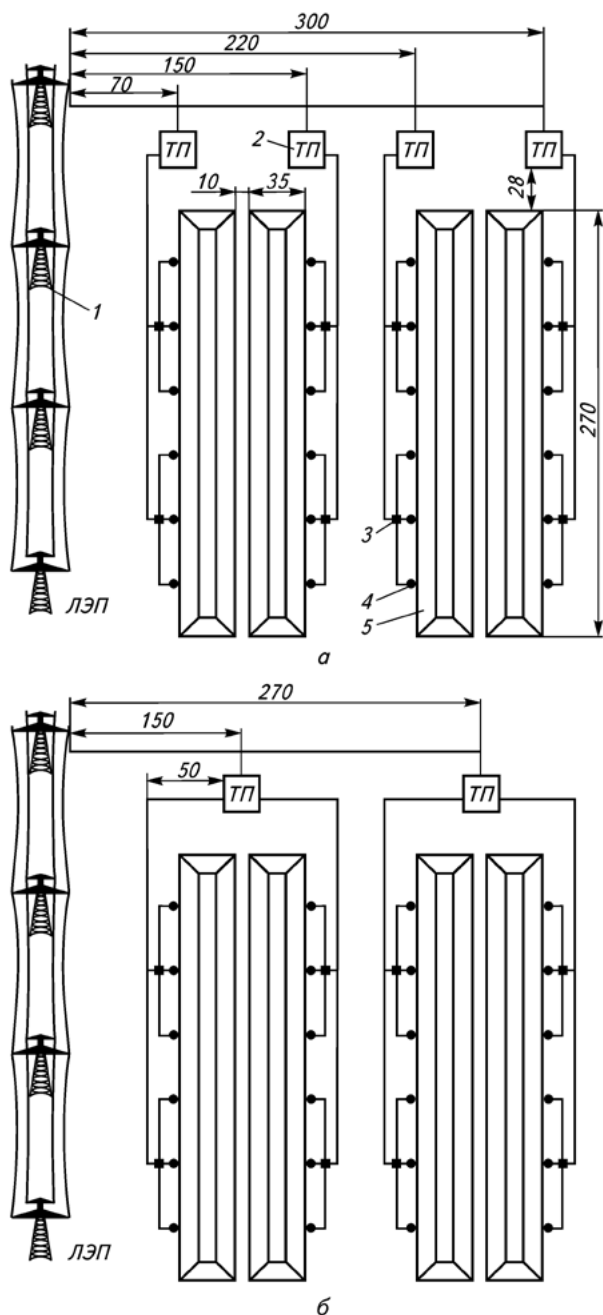


Рис. 3. Принципиальная схема электроснабжения кагатного поля: а) для непрерывного режима, б) для дискретного режима; 1 — линия электропередач, 2 — трансформаторная подстанция, 3 — распределительный шкаф, 4 — силовой шкаф, 5 — кагат

Расчёт выполняется в первом случае для непрерывной вентиляции, во втором — для дискретного режима. В первом случае необходима инфраструктура, способная обеспечить потребление 2,2 МВт электроэнергии. Чтобы снизить затраты на кабельную продукцию и её прокладку, предусмотрено расположить по одной ТП вблизи каждого кагата (рис. 3а). Для обеспечения расчётной активной мощности 0,53 МВт предлагается рассмотреть КТП 630 кВА.

Во втором случае включение вентиляторов организовано по секциям. Это позволит объединить два кагата в одну электрическую сеть (рис. 3б). Максимальное количество единовременно включён-

Сравнение инвестиционных затрат на строительство электрических сетей

Режим работы системы вентиляции	Постоянный	Дискретный
Общая мощность, МВт	2,2	0,8
Расчётная мощность на одну ТП, МВт	0,53	0,71
Трансформаторная подстанция (ТП)	КТП 630 кВА	
Количество (с учётом резервных), шт.	8	4
Оптовая цена ТП, тыс. р.	360	360
Стоимость ТП, тыс. р.	2 880	1 440
Тип кабеля. Характеристика	ВВГ 3×150	
Суммарная длина, м	2 740	1 530
Цена кабеля, р/п.м.	2 595	
Стоимость кабеля, тыс. р.	7 110,3	3 970,4
Цена работ с грунтом, тыс. р/п.м.	0,45	
Суммарная длина траншеи, м	740	420
Стоимость работ с грунтом, тыс. р.	333	189
Цена работ по прокладке кабеля, тыс. р/п.м.	0,3	
Суммарная длина кабеля, м	2 740	1 530
Стоимость работ по прокладке кабеля, тыс. р.	822	459
Итого, тыс. р.	11 145,3	6 058,4

ных вентиляторов ограничено и не превышает 35 % от общего числа. Возможна ситуация, когда на одну ТП будет приходиться 64 одновременно включённых вентилятора (работающих), а на другую — ни одного. В этом случае следует принять в расчётах мощность на одну ТП 0,71 МВт и для её обеспечения потребуется более мощная трансформаторная подстанция. Однако программный комплекс позволяет ограничить количество одновременно включённых вентиляторов на одной линии электроснабжения. Тогда их количество для одной ТП можно ограничить 48 шт., а остальные 26 включать на другой ТП. Данное условие позволяет снизить расчётную мощность до 0,53 МВт и принять в расчётах КТП 630 кВА.

При определении количества трансформаторных подстанций необходимо предусмотреть резервирование на случай выхода из строя рабочей трансформаторной подстанции [11]. В расчёте не учитывается стоимость узлов для переключения между трансформаторами в случае аварии.

Подберём сечение и тип кабеля от ЛЭП до ТП с учётом необходимой мощности и длины [12]. Длины участков указаны на рис. 3 в метрах. Для непрерывного режима вентилирования участков длиной 70 и 150 м возьмём 3 кабеля ВВГ 3×150 мм², участков длиной 220 и 300 м — 4 кабеля ВВГ 3×150 мм². Для дискретного режима: участок длиной 150 м потребует 3 кабеля ВВГ 3×150 мм², участок 270 м — 4 кабеля ВВГ 3×150 мм².

В экономическом расчёте учитывается стоимость монтажных работ прокладки кабельных линий в земле. В состав таких работ входит: разработка грунта, устройство песчаной подушки для кабеля, прокладка кабеля в готовых траншеях, маркировка кабеля и концов, обратная засыпка грунта.

По одной траншее прокладывают несколько кабельных линий, поэтому необходимо разделить стоимость работ, связанных с грунтом, от стоимости работ только по прокладке кабеля. Общую стоимость работ с грунтом примем равной 450 р/п.м., а стоимость работ с кабелем — 300 р/п.м.

Результаты расчёта приведены в таблице.

Инвестиционные затраты на обеспечение кагатного поля вентилированием в непрерывном режиме превышают затраты на реализацию этого процесса в дискретном режиме на 84 %.

Заключение

По сравнению с непрерывной вентиляцией дискретный режим работы позволяет кратно уменьшить инвестиционные затраты, снизить единовременное энергопотребление кагатного поля и является более щадящим для сырья. Для случаев, когда охлаждение неосуществимо из-за высокой окружающей температуры, возможно проветривание межкорневого

пространства в импульсном режиме. Применение дискретного (импульсного) режима предполагает использование автоматизированной системы управления активной вентиляцией кагата.

Система автоматизированного управления активной вентиляцией кагатов в 2016–2018 гг. была внедрена на двух сахарных заводах — в Тамбовской и Курской областях.

Список литературы

1. Хелемский, М.З. Активное вентилирование свёклы при хранении и меры по усилению его внедрения / М.З. Хелемский // Сб. матер. Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам вентилирования свёклы. — 1968. — С. 5–9.
2. Жадан, В.З. Теоретические основы кондиционирования воздуха при хранении сочного растительного сырья / В.З. Жадан. — М. : Пищевая промышленность, 1972. — 154 с.
3. Рубин, Б.А. Физиология сельскохозяйственных растений. Т. VII. Физиология сахарной свёклы / Б.А. Рубин. — М. : Изд-во МГУ, 1968. — 426 с.
4. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. — М. : Энергия, 1977. — 336 с.
5. Волков, М.А. Тепло- и массообменные процессы при хранении пищевых продуктов / М.А. Волков. — М. : Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. — 272 с.
6. Пупков, К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 2. Статистическая динамика и идентификация САУ МГТУ им. Н.Э. Баумана / К.А. Пупков, Н.Д. Егупов. — 2004. — 640 с.
7. Елизаров, И.А. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы: Учеб. пособие / И.А. Елизаров [и др.] — Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. — 160 с.
8. Мартемьянов, Ю.Ф. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учеб. пособие / Ю.Ф. Мартемьянов [и др.] — М. : Машиностроение, 2004. — 180 с.
9. Методические рекомендации по расчёту норм расхода электрической энергии в сельскохозяйственном производстве — М. : ВНИЭСХ, 1983. — 51 с.
10. Правила устройства электроустановок: 7-е изд. / Главгосэнергонадзор России. — М. : ЗАО «Энергосервис», 2007. — 610 с.
11. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: Учебник и учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. — М. : БИБКМ, ТРАНСЛОГ, 2015. — 656 с.
12. Шеховцов, В.П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения: Методическое пособие для курсового проектирования / В.П. Шеховцов. — 2-е изд., испр. — М. : Форум; Инфра-М, 2007. — 214 с.



Компания «АгроХолод» производит полный спектр оборудования для длительного хранения сахарной свёклы:

- воздуховоды с толщиной стенки 9 мм (выдерживают удар ковшом «Амкодор»);
- вентиляционные установки повышенной производительности;
- программно-аппаратный комплекс управления активной вентиляцией кагата, в состав которого входят:
 - ◇ силовые шкафы с возможностью ручного управления;
 - ◇ шкафы автоматики, осуществляющие оперативное управление вентиляционными установками (групповое и индивидуальное);
 - ◇ комплект беспроводной термометрии, состоящий из погружных термоизмерительных приборов – термостанг и коммуникационного шкафа;
 - ◇ автоматизированное рабочее место оператора для контроля и управления процессом хранения сахарной свёклы через сеть Интернет;
 - ◇ программное обеспечение системы (разработка ООО «АгроХолод»).

Сопутствующие производственные услуги

- Монтаж оборудования на кагатном поле заказчика
- Пусконаладочные работы
- Послегарантийное сервисное обслуживание
- Эксплуатационное сопровождение в течение сезона
- Обучение персонала работе с оборудованием
- Подготовка технического задания на систему вентиляции кагатного поля (бесплатно)

Оборудование компании «АгроХолод» адаптировано для работы с буртоукладочными машинами типа «Комплекс 65М2Б3-К» на старых, неремонтированных кагатных полях, в том числе без твёрдого покрытия на грунте.

Наш сайт: agrocholod.ru
Эл. почта: agrocholod@yandex.ru
Тел.: **8 (475-2) 26-27-28**

Аннотация. Внедрение системы активной вентиляции сахарной свёклы сдерживает значительное энергопотребление кагатного поля. Применение современных технологий автоматизации позволяеткратно снизить текущее энергопотребление. Дискретный режим уменьшает вынос влаги, является более щадящим по сравнению с непрерывным вентилированием. Благодаря применению программно-аппаратного комплекса достигается двукратная экономия на инвестиционных затратах по строительству распределительных сетей электропитания кагатного поля. Данная разработка выполнена коллективом, в который входят специалисты разных профилей: инженер по промышленной вентиляции, инженеры по автоматизированным системам управления технологическими процессами, инженер-электронщик, инженер-программист.

Ключевые слова: сахарная свёкла, система вентиляции, энергосбережение, активная вентиляция.
Summary. The introduction of active ventilation of sugar beet inhibits significant energy consumption sugar beet storage field. The use of modern automation technology allows a multiple to reduce the current energy consumption. Discrete mode reduces the removal of moisture, is more gentle compared to constant ventilation. Thanks to the use of a software and hardware complex, double savings are achieved in investment costs for the construction of distribution networks for power supply of the sugar beet storage on field. This development is made by a team of specialists of different profiles: industrial ventilation engineer, engineer for automated process control systems, electronics engineer, software engineer.
Keywords: sugar beet, ventilation system, energy saving, active ventilation.

Свекловичный пектин как один из основных факторов повышения качества жизни современного человека

Л.В. ДОНЧЕНКО, директор НИИ биотехнологии
и сертификации пищевой продукции, д-р техн. наук, проф.
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина»
(e-mail: pectin@mail.ru)

Введение

Основной мотивацией развития современного общества является увеличение продолжительности активной жизни путём улучшения качества жизни. По своему содержанию качество жизни включает в себя не только благополучие общества в целом, но и отдельного человека. Известно, что, с одной стороны, это понятие определяет благополучие экономическое, с другой — благополучие социальное. Однако помимо экономических и социальных компонентов в качество жизни входит ещё один аспект — качество окружающей и производственной среды.

Повсеместное загрязнение окружающей среды практически во всех регионах мира приводит к возникновению ряда заболеваний, к сожалению, характерных для современного человеческого общества. Это — онкологические, кожные и аллергические заболевания. Так, согласно отчёту IARC (Международного Агентства по исследованию рака ВОЗ) в 2018 г. в мире зафиксировано примерно 18,1 млн новых случаев заболевания раком.

При этом, по данным GLOBOCAN 2018, IARC Россия в 2018 г. заняла 5-е место в мире по числу смертей онкологических больных.

Аллергические заболевания за последние 30 лет стали одними

из самых быстро распространяющихся в мире. По данным эпидемиологических исследований, проведённых в ГНЦ «Институт иммунологии», в различных регионах России распространённость аллергических заболеваний колеблется от 15 до 35 %. При этом в настоящее время они по своей распространённости занимают третье место после сердечно-сосудистых и онкологических, а в некоторых экологически неблагоприятных регионах — первое [5].

Основными факторами, влияющими на рост числа заболеваний, являются канцерогены — физические, химические, биологические вещества, способствующие развитию злокачественных новообразований или их возникновению. В настоящее время в биосфере известно более 500 канцерогенных веществ, большинство которых одновременно является и мутагенами.

Существенным фактором ухудшения качества жизни является также низкое качество и увеличение объёма фальсифицированных продуктов питания на потребительском рынке. Кроме того, мониторинг пищевого статуса современного человека в промышленно развитых странах показал, что его рационы питания характеризуются избыточным потреблением жиров животного происхождения и легко усваиваемых углеводов, но

дефицитны в отношении эссенциальных веществ: пищевых волокон (к этой группе относятся пектиновые вещества), витаминов, макро- и микроэлементов.

Это приводит к нутритивной недостаточности, снижению адаптационно-компенсаторных и регуляторных возможностей организма, изменению его физиологических функций, что способствует формированию и распространению в популяции хронических неинфекционных заболеваний: атеросклероза, гипертонической болезни, сахарного диабета, метаболической иммунодепрессии, алиментарного ожирения, заболеваний системы пищеварения, аутоиммунной патологии и пр. [4].

Свекловичный пектин как природный энтеросорбент

Решить данную проблему путём использования стандартных диетических рационов достаточно сложно.

С учётом основных постулатов рационального питания её решение возможно на основе оптимизации питания, подразумевающей использование сбалансированных по нутриентному составу пищевых рационов, включающих в себя разнообразные традиционные продукты питания, обогащённые функциональными пищевыми ингредиентами, нутрицевтиками и фармаконутриентами [4].

К этой категории относятся энтеросорбенты. Важнейшими представителями природных энтеросорбентов являются пектины, которые способны связывать тяжёлые металлы, радионуклиды и избыточный холестерин. Известно, что способность к связыванию токсичных соединений и радионуклидов в значительной мере зависит от их степени этерификации (СЭ). Различают высоко- и низкоэтерифицированные пектины. Наибольшая комплексообразующая способность характерна для низкоэтерифицированного пектина (СЭ менее 50 %). Свекловичный пектин относится к низкоэтерифицированным [1, 3].

Области применения свекловичного пектина

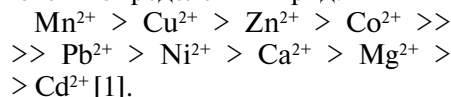
Детоксицирующие свойства пектина обуславливают целесообразность его применения для профилактики и лечения аллергических заболеваний. Такой терапевтический эффект пектиновых веществ, по мнению учёных, связан с его выраженными десенсибилизирующими свойствами. Пектин, адсорбируя в кишечнике пищевые аллергены, ускоряет процесс их элиминации [4].

Наряду с перечисленными физико-химическими свойствами, пектины обладают и другими, менее известными, но не менее важными фармакологическими свойствами.

Установлено, что основной эффект терапевтического действия свекловичного пектина связан с особенностями его химической структуры. Полимерная цепь полигалактуроновой кислоты, наличие химически активных свободных карбоксильных групп и спиртовых гидроксильных групп способствуют образованию прочных нерастворимых хелатных комплексов с поливалентными металлами и выведению последних из организма.

Исследование сорбционной способности свекловичного пек-

тина показало, что по комплексообразующей способности, или «активности», катионы располагаются в определённый ряд:



Результаты исследований показали, что низкоэтерифицированный пектин влияет также на процесс межклеточного взаимодействия, что обуславливает его способность останавливать адгезию раковых клеток [7]. Результаты экспериментов *in vitro* показали, что раковые клетки и пектин образуют прочный комплекс, что, в свою очередь, способствует предотвращению или торможению разрастания метастаз. Это связывают с тем, что раковые клетки особенно чувствительны к изменениям, которые низкоэтерифицированный пектин вносит в характеристики их клеточных мембран. После того как изменения в раковых клетках под действием пектина произведены, плавающие в кровотоке раковые клетки становятся как бы покрытыми тонкой пленкой, которая не позволяет им прикрепляться к поверхности кровеносных сосудов или других потенциальных участков, что исключает возможность создания новой метастатической опухоли.

В последнее время пектин стал рассматриваться и как нетоксичный иммуномодулятор [4, 7]. Установлено, что низкоэтерифицированный пектин, которым является свекловичный, обладает способностью усиливать активность естественных киллеров (НК) иммунной системы, которые требуются для уничтожения раковых клеток, мигрирующих в крови.

Другим фармакологическим свойством пектина является его обволакивающее и защитное действие. Являясь высокомолекулярными полисахаридами, пектиновые вещества способны образовывать гель на поверхности слизистой оболочки желудка

и кишечника, что предохраняет их от раздражающего влияния агрессивных факторов.

Одним из важных известных физиологических действий пектинов является изменение вязкости содержимого желудка и кишечника после их приёма в пищу, что приводит к замедлению транзита по желудочно-кишечному тракту. Это, в свою очередь, влияет на абсорбцию пищевых сахаров и липидов, уменьшает биодоступность микроэлементов и некоторых других компонентов химуса.

Результаты клинических наблюдений подтверждают также экспериментальные данные о способности пектинов снижать уровень холестерина и глюкозы в крови. Установлено, например, что у больных диабетом пектины снижают скорость увеличения содержания глюкозы в крови после приёма пищи, не изменяя при этом концентрацию инсулина в плазме крови. Так, в 2010 г. в EFSA Journal (официальный орган European Food Safety Authority (EFSA) — Европейская комиссия по безопасности питания) опубликованы рекомендации по применению пектинов в качестве средства для снижения уровня пищевой гликемии и регуляции уровня холестерина (Х) преимущественно за счёт снижения холестерина атерогенных липопротеидов низкой плотности (ХЛПНП) в крови. При этом Всемирной организацией здравоохранения пектин признан абсолютно безопасным с точки зрения токсикологии ингредиентов. Он не имеет ограничений по применению и признан в подавляющем большинстве стран как физиологически ценный компонент.

Пектины проявляют связывающую активность также по отношению к пестицидам, таким как метилазинфос и хлорпрофам [1]. У различных пектинов, в том числе свекловичного, было обнаружено выраженное дозозависимое

антимутагенное действие против одного из мощных мутагенов — нитропирина.

Представляют интерес данные и об антимикробной активности пектинов. Установлено, что они оказывают бактерицидное действие на грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы. Так, в условиях *in vitro* продолжительность антибактериального действия 4%-ного раствора свекловичного пектина на *Staph. epidermidis* составил 48 ч. При этом представители эндогенной микрофлоры желудочно-кишечного тракта (*Lactobacillus plantarum* и *Bifidobacterium bifidum*), а также *C. albicans* сохраняли жизнеспособность. Вероятно, антимикробное действие пектинов обусловлено кислотным повреждением поверхностных структур и белков микробной клетки и подавлением адгезии бактерий к эпителию кишечника [3, 4].

Пектинопрофилактика профессиональных заболеваний

Уникальные свойства свекловичного пектина расширяют возможности организации пектинопрофилактики не только населения России, но и работников вредных производств [4].

В целях пектинопрофилактики можно выделить группу профзаболеваний, отражённых в приказе Минздравсоцразвития России от 27 апреля 2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний», а также в приказе Минздравсоцразвития России от 16 февраля 2009 г. № 45н (ред. от 20 февраля 2014 г.). Известно, что существуют два списка перечня профессий вредного производства, на основании которых назначаются льготные пенсии. Список № 1 включает в себя перечень производств, работ, профессий, должностей и показателей на подземных работах, на работах с особо вредными и особо тяжёлыми условиями труда; спи-

сок № 2 — производства, работы, профессии, должности и показатели с вредными и тяжёлыми условиями труда.

На основании приведённых документов можно выделить перечень работников производств, которым в качестве лечебно-профилактического питания целесообразно рекомендовать пектинопрофилактику [4]. К таковым относятся трудящиеся, занятые на предприятиях горнодобывающей промышленности; металлургическом и химическом производстве; производстве кокса, генераторного газа, строительных материалов, атомной энергии; переработке нефти и газа, угля и сланца; рудоподготовке, металлообработке и др.

Особенно это актуально для профессий, при которых в организме происходит накопление вредных соединений, что обуславливает риск перехода профзаболеваний в хроническую форму.

Для снижения негативного влияния токсичных соединений на организм человека представляется безусловно рациональным перед началом работы организовать выдачу персоналу обогащённых пектином пищевых продуктов, [4].

Однако обеспечение пектино-содержащими продуктами затрудняется ввиду отсутствия на многих предприятиях инфраструктуры, необходимой для организации лечебно-профилактического питания. Поэтому работники вредных производств должны обращать внимание на употребление в быту продуктов, обогащённых пектином. В то же время, по данным Агентства промышленной информации, в настоящее время в России нет собственного производства пектина. Вырабатывается достаточно широкий ассортимент только кондитерских изделий (пасты, мармелад, зефир), содержащих пектин зарубежного производства. При этом практически не выпускается продукция каждодневного спроса — молочные пек-

тиносодержащие и хлебобулочные изделия, напитки.

Следует заметить, что на некоторых предприятиях в качестве профилактического питания выдают соки с мякотью, предполагая теоретическое содержание в них минимальной профилактической нормы пектина (2 г). Однако в последние годы установлено, что многие соки подавляют активность системы биотрансформации и транспортёров ксенобиотиков. Так, грейпфрутовый, апельсиновый, мандариновый, гранатовый, клюквенный сок ингибируют цитохром Р-450 (СУР3А4 и СУР2С9) 1 фазы трансформации ксенобиотиков. Апельсиновый, мандариновый, грейпфрутовый сок подавляют транспортный гликопротеин Р, являющийся важнейшим участником процесса метаболизма ксенобиотиков [4, 7]. Эффективным мероприятием, на наш взгляд, является употребление пектино-содержащих фруктовых напитков на основе свекловичного жидкого пектина.

Особенности жидкого и сухого свекловичного пектина

При выборе приоритетов отечественного производства наиболее привлекательным является выпуск пектина из свекловичного жома. Свекловичный пектин имеет наилучшие комплексообразующие свойства, что является значимым при производстве продуктов лечебно-профилактического и защитного назначения. При этом актуальным является выпуск жидкого свекловичного пектина. Он должен стать напитком каждого дня, как вода, чай, кофе, соки или другие напитки. Современная экологическая ситуация, низкое качество и фальсификация продуктов питания требуют эффективной ежедневной детоксикации организма.

Потребление же сухого пектина в качестве профилактического средства может привести к локальному обезвоживанию организма

человека (из-за высокой водоудерживающей способности пектиновых веществ), что нежелательно — нарушается водный баланс, а пектиновая молекула при отсутствии достаточного количества жидкости теряет свою способность к взаимодействию с другими соединениями. Сухой пектин может рассматриваться только в качестве сырья для производства функциональных жележных продуктов питания и потому, что он, как правило, стандартизируется солями-модификаторами и сахарной пудрой.

Методология и принципы разработки пектиносодержащих продуктов

Известно, что минимальная норма потребления пектина — 4 г на человека в сутки [4]. С учётом этого при ежедневном потреблении пектиносодержащих продуктов для региона в 1 млн человек необходимо более 1,5 тыс. т пектина в год.

Специалистами НИИ биотехнологии и сертификации пищевой продукции Кубанского государственного аграрного университета разработаны новые виды и технология производства молочных пектиносодержащих продуктов на основе сгущённого молока, пахты и молочной сыворотки [2, 6]. Новые виды хлеба и хлебобулочных изделий с добавлением пектина не только имеют высокие качественные показатели, долго не черствеют, но и обладают сорбционными свойствами [8].

Нами разработаны рецептура и ассортимент пектиносодержащих напитков на соковой основе, а также техническая документация для их производства [6]. Результаты дегустационной оценки показали их высокие органолептические свойства.

Выводы

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что свекловичный пектин обладает уникальными свойствами, обу-

словливающими его эффективное терапевтическое действие.

Особенность химической структуры молекулы пектина определяет области его применения. Для России в современных условиях наиболее актуальной является пектинопрофилактика социально значимых заболеваний населения и профессиональных заболеваний работников, связанных с вредными условиями труда. Её организация возможна на основе расширения ассортимента и объёмов производства продукции ежедневного спроса — молочных пектиносодержащих и хлебобулочных изделий, напитков на основе жидкого свекловичного пектина.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований дают основание для вывода о целесообразности рассмотрения свекловичного пектина в качестве эффективного природного сорбента в целях разработки специализированных продуктов.

Список литературы

1. *Донченко, Л.В.* Пектин: основные свойства, производство и применение / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. — М.: ДеЛи принт, 2007. — 276 с.
2. *Донченко, Л.В.* Пектинсодержащие молочные продукты / Л.В. Донченко // Переработка молока. — 2006. — № 5. — С. 30–31.

3. *Донченко Л.В.* Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. — М.: ДеЛи, 2000. — 255 с.

4. *Истомин, А.В.* Гигиенические аспекты использования пектина и пектиновых веществ в лечебно-профилактическом питании: пособие для врачей / А.В. Истомин, Т.Л. Пилат. — М., 2009. — 44 с.

5. *Моисеева, О.А.* Экология и аллергические отклонения в Российской Федерации / О.А. Моисеева, В.В. Глебов // Успехи современного естествознания. — 2013. — № 8. — С. 54.

6. *Огнева, О.А.* Пектиносодержащие напитки с пробиотическими свойствами / О.А. Огнева, Л.В. Донченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2015. — № 107. — С. 333–341.

7. *Сергеев, А.В.* Использование пектинов как нетоксичных иммуномодуляторов в онкологии / А.В. Сергеев // Химия и использование экстрактивных веществ дерева: Тез. докл. III Всес. н.-т. конф. — Горький, 1990. — С. 113–114.

8. *Сокол, Н.В.* Композиция для приготовления теста для хлебобулочных изделий / Н.В. Сокол, Л.В. Донченко, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова, Л.Г. Влащик // Патент на изобретение RUS 2333648 29.03.2007.

Аннотация. Статья посвящена решению актуальной задачи — организации профилактики алиментарных и профессиональных заболеваний с помощью свекловичного пектина, являющегося эффективным природным детоксикантом и радиопротектором. Описаны фармацевтические свойства пектиновых веществ, обуславливающие возможность снижения негативного влияния окружающей и производственной среды на современного человека путём включения в рацион питания пектиносодержащих продуктов питания.

Ключевые слова: пектин, пектинопрофилактика, степень этерификации, пектиносодержащие продукты.

Summary. The article is devoted to the solution of the actual problem — the organization of prevention of alimentary and occupational diseases with the help of beet pectin, which is an effective natural detoxifier and radio protector. The article describes the pharmaceutical properties of pectin substances, causing the possibility of reducing the negative impact of the environment and the production environment on modern man by including pectin-containing food in the diet.

Keywords: pectin, pectin prophylaxis, degree of esterification, pectin-containing products.

САХАР

SUGAR ■ ZUCKER ■ SUCRE ■ AZUCAR

Ежемесячный журнал для специалистов
свеклосахарного комплекса АПК.
Выходит в свет с 1923 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, вопросы экономики
и управления, землепользования
и налогообложения в АПК, отечественный
и зарубежный опыт и др.

Распространяется по подписке
в России, Беларуси, Казахстане,
Киргизии, Молдове, Украине, Туркмении,
Германии, Канаде, Китае, Польше,
США, Франции, Чехии.

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



Варианты подписки на 2019 г.

1) бумажная версия:

- через агентство «Роспечать»
по каталогам: «Газеты. Журналы» (наш индекс 48567);
- через электронный каталог «Почта России»
по адресу: <https://podpiska.pochta.ru> (наш индекс П6305);
- через редакцию.

Стоимость подписки на год с учётом НДС
и доставки журнала по почте:

по России – 5400 руб., одного номера – 450 руб.;
для стран ближнего и дальнего зарубежья – 6000 руб.,
одного номера – 500 руб.

2) PDF-версия журнала:

- по России – 4320 руб., одного номера – 360 руб.;
- для стран ближнего и дальнего зарубежья – 5040 руб.,
одного номера – 420 руб.

3) бумажная версия + PDF-версия:

- по России – 8748 руб/год
- для стран ближнего и дальнего зарубежья – 9936 руб/год

Запросы на подписку присылайте на e-mail
sahar@saharmag.com



Адрес редакции: 121069, Россия, г. Москва, Скотертный пер., д. 8/1, стр. 1.
Тел/факс: +7(495) 690-15-68; +7(985)769-74-01; e-mail: sahar@saharmag.com

Бухгалтерия: +7 (495)695-45-67; e-mail: buh@saharmag.com

Официальный сайт: www.saharmag.com

Facebook: <https://www.facebook.com/sugar1923>

Пластинчатые теплообменники с пластинами free flow*

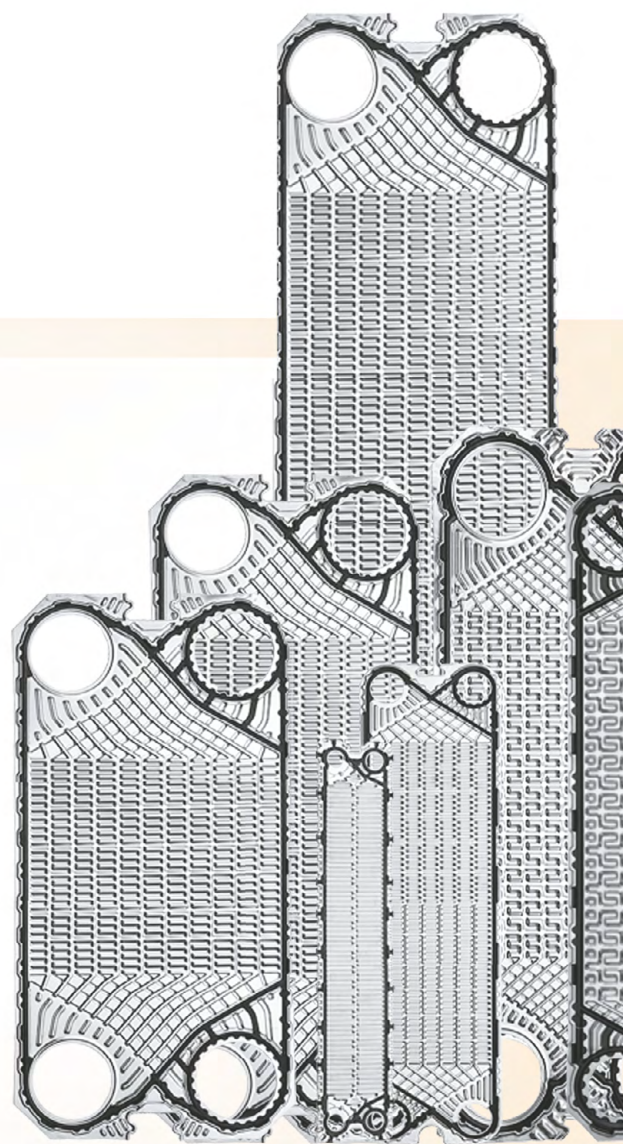
- выгодное решение для
сахарной промышленности

Преимущества:

- **стабильная работа** на неочищенных соках и вязких сиропах
- **высокая тепловая эффективность**, позволяющая работать при малых температурных перепадах и использовать низкопотенциальный пар
- **сбережение средств** Вашего предприятия

Значительный опыт «Ридан» по реализации проектов в **сахарной промышленности** гарантирует **оптимальное решение** Ваших задач.

*каналы теплообменника, образованные пластинами free flow («свободный поток»), обеспечивают свободное движение продукта благодаря тому, что пластины не имеют точек контакта между собой.



КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Операторская. Гайсинский сахарный завод (Украина)



Строительство сахарного завода La Belle (Алжир)



Пленочный выпарной аппарат.
Гайсинский сахарный завод (Украина)



Станция дефекосатурации.
Знаменский сахарный завод (Россия)



Кристаллизатор.
Курганинский сахарный завод (Россия)



Выпарная станция.
La Belle (Алжир)

Техинсервис™

Techniservice™

МЫ ПРЕДЛАГАЕМ УСЛУГИ ПО ПРИНЦИПУ
“ONE-STOP-SHOP” ИЛИ ИНЫМИ СЛОВАМИ –
“ВСЕ ИЗ ОДНИХ РУК”:

- реконструкция заводов с увеличением мощности;
- строительство заводов “под ключ” (EPC/EPCm);
- технологический и энергетический аудит;
- проработка проекта, проектирование и 3D визуализация как единичного оборудования, так и целых объектов;
- производство оборудования на собственном машиностроительном заводе (ГМЗ);
- разработка высокоинтеллектуальных систем автоматизации Techniservice Intelligence®;
- монтаж, пусконаладка и обучение персонала;
- сервисное обслуживание.



Вакуум-аппарат ТВА.
Валуикисахар (Россия)



Фильтры ТФ.
Валуикисахар (Россия)

ТЕХИНСЕРВИС – ВАШ НАДЕЖНЫЙ И УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР

+7 495 937 79 80 | www.techinservice.ru | info@techinservice.ru | +38 044 468 93 13 | www.techinservice.com.ua | net@techinservice.com.ua