

# Качество сахара и технологичность перерабатываемого сырья

*В.Н. Кухар, генеральный директор, ФИРМА «ТМА»  
А.П. Чернявский, технический директор, ФИРМА «ТМА»  
Л.И. Чернявская, заведующая отделом УкрНИИСП*

*Выполнен анализ факторов, влияющих на технологичность перерабатываемого сырья и качество получаемого сахара, даны рекомендации по его улучшению и уменьшению потерь сахара.*

*Ключевые слова: загрязненность, зеленая масса, дуплистость, увядание, корневая и кагатная гнили, подмораживание, бактериоз, качество сахара.*

Качество сахара и эффективность работы сахарного завода в значительной мере зависят от качества перерабатываемого свекловичного сырья. На свеклоприемные пункты сахарных заводов поступает сырье со значительным количеством корнеплодов, поврежденных рабочими органами уборочных машин, а также с повышенным содержанием ботвы, земли и растительных остатков, сорняков, вследствие чего снижается способность свеклы к хранению, ухудшаются показатели при переработке, увеличиваются потери сахарозы и снижается качество сахара.

Физическое состояние сырья (загрязненность землей, связанной ботвой и свободными примесями; механические повреждения корнеплодов) и химический состав свеклы (содержание сахарозы, редуцирующих, азотистых и зольных веществ, минеральных и органических кислот, веществ коллоидной дисперсности) в значительной мере влияют на условия переработки, выход и качество конечного продукта.

Технологические качества свеклы в отечественной сахарной промышленности в последние годы снизились по различным причинам, что подтверждено многочисленными исследованиями и известно из публикаций в специальной литературе. Изменение качества

свекловичного сырья проявляется в первую очередь в снижении сахаристости свеклы при приемке. По данным УкрНИИСП, при снижении сахаристости на 1% выход сахарозы уменьшается на 1,9%, расход сырья на получение 1 тонны сахарозы при этом возрастает на 12-20% [11, 27].

Особенно увеличились механические повреждения корнеплодов свеклы в связи с переходом на механизированные способы выращивания, уборки, погрузки, транспортировки, разгрузки, очистки от примесей и укладки свеклы на хранение. В связи с изменениями качества свеклы усложнились условия ее хранения и переработки, снизился выход сахарозы с единицы сырья.

Хозяйства, выращивающие свеклу, для посева массово используют гибриды зарубежных селекций, однако достичь рекламируемых производителем семян (на основании разработок селекционеров) результатов не удается. В последние годы участились случаи обнаружения на полях корнеплодов гнилей. По требованиям ДСТУ4723:2013 [8] загнившие корнеплоды к приемке не допускаются, однако отсортировать их в поле не всегда получается. Попадая в кагат полевого или заводского хранения, они становятся очагами загнивания, увеличивая потери массы, саха-

ра и обуславливают снижение технологических показателей при переработке и качество белого сахара.

В этой связи представляется важным рассмотреть влияние отдельных факторов на снижение технологических качеств свеклы при выращивании, уборке, хранении, транспортировании, а также на результаты переработки и выпуск готовой продукции.

## **Аномалии развития растений**

**Дуплистость.** Дуплистость подразделяется на **дуплистость головок** и **центральную дуплистость**. Дуплистость головок появляется чаще всего при бурном росте свеклы в годы с обильным выпадением осадков или если влажный период наступает после засушливого периода [1, 13, 18, 19]. Образование дуплистости головок объясняется разрывом паренхимы в области головок, происходящим вследствие энергичного роста. На месте разрыва оболочка клеток пробковеет и образуется слой пробки толщиной до 1 мм. Если разрыв головки выходит наружу, то в него попадает дождевая вода, пыль и начинается процесс гниения, от которого не предохраняет слой пробки. При анализировании срезов загнивающей ткани ученые обнаруживают в клетках паренхимы присутствие мицелия [13, 18]. Центральная ду-

плистость корнеплодов связывается, в основном, по мнению В.П. Муравьева с почернением центрального сосудистого пучка. Исследования В.Т. Панасенко подтвердили, что около 50% центральной дуплистости корнеплодов обусловлено именно этой причиной. Анализируя микрофлору центральной дуплистости, в лаборатории микробиологии ВНИИСП было установлено, что *Fusarium betae* составляют 30%, бактерии – 20%, *Phoma betae* – 17,5%, *Mucor* – 16%, *Penicillium* – 8%, *Glilocladium* – 4,5%, *Aspergillus orizae* – 1,5%, также встречаются актиномицеты и дрожжи. Уже после двухнедельного хранения начинается гниение здоровой ткани свеклы от полости дупла, а через 30-45 суток хранения почти вся свекла с центральной дуплистостью оказывается загнившей и гнилой [13, 18]. Таким образом, центральная дуплистость может быть началом очага кагатной гнили.

Процесс дуплообразования сопровождается уменьшением содержания сахара в корнеплодах на 1,1-1,4%, увеличением количества вредного азота в 2 раза. При переработке свеклы с 27% дуплистых корнеплодов сахаристость снижается на 0,7%, чистота диффузионного сока и сиропа – соответственно на 1,1 и 1,8%, а коэффициент завода – на 2,1% по сравнению с переработкой не дуплистой свеклой. После длительных сроков хранения дуплистые корнеплоды отличались в 2 раза более высокими показателями по содержанию гнилой массы и среднесуточным потерям сахара по сравнению с недуплистой [2]. При переработке такого сырья возникают затруднения с выпуском белого сахара первой категории [7].

**Цветушность.** Цветушность свеклы образуется в условиях продолжительной холодной весны с утренними заморозками и низкими температурами до 5°C, при которых свек-

ла проходит стадию яровизации. Кроме холодной погоды, образованию цветущей свеклы способствуют также сухая погода и чередование теплых и холодных периодов. Цветущая свекла, образовавшаяся в период первого года вегетации, так называемая «ранняя», имеет небольшой корень, характеризующийся повышенной деревянистостью и пониженной сахаристостью. Поздняя цветущая характеризуется не слишком большой потерей урожайности [1, 14, 19].

По данным ВНИИСП [14], у цветущей свеклы ухудшаются химический состав и технологические показатели корнеплодов, снижается устойчивость к фитопатогенным микроорганизмам. С увеличением количества цветущих растений от 5 до 45% на каждый 1% теряется 0,7 ц/га сахара. Для цветущей свеклы поздних и ранних сроков появления цветоносных побегов сахаристость ниже на 0,8-1,6% (абс.), а содержание в ней редуцирующих веществ, золы растворимой и лигнина выше соответственно на 6-12%; 8-22%; 23-84% (отн.) по сравнению с нормально развивающейся свеклой.

Сопrotивление резанию цветущих корнеплодов в 3-5 раз больше, чем нормально развитых. При переработке их производительность завода снижается на 20%, увеличиваются потери сахара до мелассы на 0,4%. При переработке цветущих корнеплодов содержание сахара в мелассе увеличивается на 0,05-0,07%, а выход сахара снижается на 0,85-2,27% (абс.). При приемке, хранении и переработке цветущей свеклы потери сахара увеличиваются соответственно на 0,3; 0,53 и 0,87 к массе сырья. После хранения в течение 70 суток количество гнилой массы у цветущей свеклы было в 4-7 раз, а среднесуточные потери сахара в 2-3,5 раза больше, чем у нецветущей [14].

**Поражение свекловичных растений болезнями. Корнеед.** Возбудителем корнееда свеклы является целый ряд паразитов. Растения, подвергшиеся поражению, хуже развиваются по сравнению с остальными растениями, иногда засыхают и гибнут. Так как пораженное растение полностью не выздоравливает, участки корня, подверженные вредному процессу заболевания, растут более медленно, форма корнеплода деформируется. Масса корнеплодов на 10-40% меньше, чем у здоровых растений. При различной степени поражения (25 и 50%) сахаристость снижается соответственно на 0,4 и 1,5%, потеря сбора сахара составляет 11-40,5% (отн.) в зависимости от степени поражения, чистота свекловичного сока снижается на 1,0 и 4,0%. Корни переболевших корнеедом растений, менее устойчивы к загниванию: в период вегетации они чаще поражаются паршой, а при хранении в кагатах сильнее загнивают [1, 19, 27].

**Церкоспороз.** При средней степени поражения болезнями урожайность снижается на 2,0 т/га, сахаристость – на 0,3%; при сильном поражении – соответственно, на 6,0 т/га и 1,3%. У такой свеклы за период длительного хранения общие потери сахара в 2 раза, а потери от гнили – в 3 раза выше, чем у непораженной свеклы [1, 19].

Если свекловичные растения поражены комплексом болезней, то снижение сахаристости составляет 2,5-3% (абс), чистоты очищенного сока – 3-6% (с 88 до 82%) [2, 24, 27]. Переработка сахарной свеклы с низкой доброкачественностью свекловичного сока сопровождается проблемами с качеством выпускаемого сахара.

**Бактериальная гниль листьев** вызывается рядом бактерий. Болезнь распространяется от края, особенно молодых листьев. Пораженная часть бурет, чернеет, особенно в сырую

погоду, потом поражается гнилью, которая может перейти на верхнюю часть корня [1, 19, 20].

**Корневые гнили. Хвостовая гниль или гоммоз корня свеклы.** Болезнь поражает прежде всего нижнюю часть корня, затем постепенно продвигается вверх. Конец корня окрашивается сначала в темно-зеленый цвет, потом буреет, а позднее чернеет. Поверхность пораженного корня сморщивается. На разрезанной поверхности видны буреющие, затем чернеющие сосудистые пучки. В поздней стадии на срезе появляется слизевидный экссудат, ткань корня размягчается, позднее паренхимные ткани полностью распадаются. Возбудителем болезни являются несколько видов бактерий, которые поражают свеклу, ослабленную неблагоприятными погодными условиями, особенно недостатком влаги. В корень бактерии проникают через сосудистые пучки [1, 20].

**Бурая гниль** проявляется в загнивании корней и быстром усыхании листьев. Болезнь наблюдается на тяжелых и бесструктурных, заплывающих почвах, в местах с высоким уровнем подпочвенных вод, а также в долинах, в которых задерживается дождевая или поливная вода [1, 20, 21].

В случае обнаружения загнивших корнеплодов при предуборочном обследовании на плантации, свекловичное сырье с таких полей должно направляться непосредственно в переработку. Корнеплоды здоровые и загнившие должны быть рассортированы в поле.

**Загрязненность корнеплодов земель.** При поточном и поточно-перевалочном способах уборки общая загрязненность свеклы достигает 20-40%, причем связанная с корнеплодами земля составляет 75-80% от массы примесей.

По данным специальных исследований ВНИИСП ворох свеклы механизированной уборки состоит из следующих основ-

ных фракций [9, 10, 11, 15]:

– Свекла кондиционная (крупная и средняя);

– Свекла мелкая некондиционная (диаметром до 50 мм);

– Свекломасса (бой и хвостики диаметром 10-30; 30-50 мм и более);

– Примеси (земля свободная в россыпи; комья земли; земля, связанная с корнеплодами; ботва, связанная с корнеплодами, и свободная; солома, сорняки, травянистые примеси, хвостики и корешки диаметром до 10 мм).

Трудноотделимые примеси (связанная земля, комья, связанная ботва) в ворохе составляют около **80%** к массе примесей, легкоотделимые - около **20%**. На связанную с корнеплодами землю приходится примерно **60%** от общей загрязненности. Общее количество ботвы и травянистых примесей в среднем равно **3%** к массе свеклы, максимальное - **10%**. Количество свекломассы (бой, осколки и хвостики) в ворохе достигает **2%** к массе свеклы. Мелкая некондиционная свекла (диаметр до 50 мм) по своим размерам и массовым характеристикам соответствует свекловичному бою - хвостикам диаметром 50 мм и более. Количество мелкой свеклы (диаметром до 50 мм) в ворохе достигает **6%** к массе свеклы.

При влажности почвы более 23% и загрязненности свеклы более 20% ворох свеклы теряет свойства сыпучего груза и при разгрузке буртоукладочными машинами резко снижается эффект очистки от примесей. При уровне общей загрязненности до 10% серийные очистители буртоукладочных машин отделяют только 12-25% исходного количества примесей, в основном, свободную землю. Остальные примеси (около 75%) вместе со свекловичным боем поступают в кагат.

Анализируя составляющие общей загрязненности свеклы, можно отметить, что при **загрязненности 10%** трудно-

отделимые на буртоукладочных машинах примеси составляют 75%, в том числе связанная земля -45%, свободная земля -15%, связанная ботва -15%; **при загрязненности 15%** трудноотделимые примеси составляют 90,4%, в том числе связанная земля -31,3%, свободная земля -1,3%, комья земли -0,7%, связанная ботва - 58,4%; при загрязненности свеклы 18-40% трудноотделимые примеси составляют 100%; в том числе связанная земля - 42-73%, комья земли - 2,62-2,65%, связанная ботва - 54,77-24,25% к массе примесей.

Загрязненность корнеплодов приводит к нарушению нормального воздухообмена в кагатах, увеличению потерь массы и сахара, снижению эффективности действия систем активного вентилирования свеклы, обработки корнеплодов химическими препаратами [2, 17, 19]. При повышении загрязненности земель с 2 до 10% во время хранения увеличивается количество проросших корнеплодов на 35%, загнивших - на 20%, гнилой массы - на 0,5%, среднесуточные потери сахара возрастают на 0,04%. При переработке загрязненной свеклы часть компонентов почвы на корнеплодах переходит в диффузионный сок, что снижает его доброкачественность примерно на 1%, увеличивает расход извести на очистку [7].

**Механические повреждения корнеплодов.** В связи с неодинаковыми размерами и массой корнеплодов в рядках свекловичных посевов, а также с различным расположением их головок относительно поверхности почвы наблюдается большое количество сильно механически поврежденных корнеплодов, много оторванных кусков свеклы, хвостиков и боя. При транспортировке к мойке такой свеклы резко увеличиваются потери сахарозы в транспортно-моечной воде, значительно возрастают потери с отходами не-

## ТЕХНІКА &amp; ТЕХНОЛОГІЇ

товарной свекломассы [3, 5, 6, 10-11, 15, 25, 28, 30].

Повышение на каждый 1% механически сильно поврежденных корнеплодов приводит при хранении к росту среднесуточных потерь сахара на 0,001%, увеличению гнилой массы на 0,3%. Потери сахара при хранении свеклы, убранной механизированным способом, выше на 40%, чем убранной традиционным способом. Наибольшее количество сильно поврежденных корнеплодов (20-30%) поступает на сахарные заводы при перевалочном способе уборки с применением отечественной корнеуборочной машины КС-6 и погрузчика-очистителя СПС 4,2. При хранении такой свеклы в заводских кагатах среднесуточные потери массы превышали нормативные на 70%, сахара – на 65% [3, 5].

При хранении свеклы с содержанием сильно поврежденных корнеплодов 17,0-21,0% в производственных кагатах сахарного завода среднесуточные потери сахара были выше нормативных, рассчитанных для свеклы с 12% сильно механически поврежденных корнеплодов, при краткосрочном хранении – в 3,3 раза, при средних сроках хранения – в 1,8 раза, при длительном – в 1,4 раза [3].

Переработка корнеплодов свеклы с сильными механическими повреждениями, с наличием обломков свекломассы, а также свеклы с большим количеством сорняков сопровождается значительным снижением качества свекловичной стружки, количество брака в ней составляет 18-20% и больше, что приводит к пробкованию на диффузии, снижению производительности и повышенным потерям сахара [12].

Корнеплоды с механическими повреждениями при хранении в кагатах быстрее загнивают. Еще академик Опарин А.И. указывал: «В местах поранения, даже если они микроскопически малы, очень быстро начинается развитие грибка. В дальнейшем

грибок выделяет ядовитые вещества, которыми он легко убивает клетки, и проникает глубоко в ткань корня» [13].

Повышение на каждый процент количества сильно механически поврежденных корнеплодов при хранении свеклы вызывает увеличение количества гнилой массы на 0,3%. При переработке свеклы перевалочного способа уборки чистота диффузионного сока и сиропа были на 1,0...1,3% ниже, чем для свеклы поточного способа уборки [3, 5, 28, 30].

С целью снижения потерь массы на кагатном поле надо следить за тем, чтобы корнеплоды не рассыпались и не раздавливались, своевременно подбирать их из-под кагатоукладочных машин, осуществлять просеивание земли после кагатоукладочных машин через установку Ш1-ПУХ, отделенную свекловичную массу направлять непосредственно в переработку. Количество отделенной от земли из-под кагатоукладчика и возвращенной в переработку свеклы за сезон составляет 0,6-0,7% к массе свеклы. Если обломки корнеплодов и хвостики попадают в кагат, то при хранении они мумифицируются или разлагаются под действием микроорганизмов, образуя гнилую ткань, которая инфицирует технологические продукты, особенно в отделении сокодобывания [3, 9-13, 15, 17, 25, 29].

**Зеленая масса.** При допустимом (в соответствии с ДСТУ 4327:2013) содержании до 3% зеленой массы в отдельных партиях количество сорняков и ботвы составляет 8-10%, что приводит к ухудшению хранения свеклы в кагатах в результате образования очагов самосогревания, а также снижению чистоты продуктов переработки. При хранении свеклы с содержанием 4% ботвы количество проросших корнеплодов возрастает на 25%, среднесуточные потери увеличиваются на 0,012%. При увеличении количества зеленой массы

с 1,9 до 5,5% чистота диффузионного сока снижается на 4,2%, сока 2 сатурации – на 3,9%, эффект очистки сока – с 36,2 до 30%. Для очистки такого диффузионного сока требуется повышенный расход извести. На каждые 3% зеленой массы выход сахара снижается на 0,3% [16].

**Разрыв между копкой и вывозкой свеклы с полей.** Длительное нахождение выкопанных корнеплодов в малых кучах и валках приводит к потерям урожая за трое суток – 4,4%; за пять суток – 6,1%; за десять суток – 11,5%, 15 суток – 17,9%; снижение сахаристости за 9-15 суток хранения происходит на 1,8-2,1% [9].

**Увядание.** Увядание корнеплодов отрицательно влияет на протекание процессов их жизнедеятельности, физиологическое состояние, химический состав, технологические показатели и устойчивость к поражению микроорганизмами. По исследованиям УкрНИИСП [24, 26], при потерях массы в процессе увядания на 10% снижение содержания сахара в сухих веществах составляет 1,1% (абс), а на 20% – 3,0%, количество редуцирующих веществ возросло соответственно на 10 и 25% (отн.) по сравнению с первоначальным их содержанием. При увядании, сопровождающемся потерей корнеплодами 10% массы, увеличивается содержание сахара в мелассе на 0,06%, снижается на 0,04% к массе свеклы выход сахара и на 1,2-2,0% чистота очищенного сока. При 20% увядания эти показатели составляют соответственно 0,26 и 1,7% и 2,8-4,5%. Увядание на каждые 5% обуславливает снижение коэффициента диффузии сахарозы на 10% и вызывает дополнительные потери сахара в жоме на 0,1% к массе свеклы [8]. Свекла, увядшая на 13-17%, теряет сахара при хранении в 5 раз больше, чем тургорная, а количество корнеплодов, пораженных кагатной гнилью, достигает 60% [20]. Свекловичные корне-

плоды, длительно находившиеся в полевых кагатах, хранению в заводских кагатах не подлежат, а должны направляться сразу в переработку.

Увядание корней и потеря ими влаги вызывают усиление дыхания, увеличение потерь сахара и ослабление устойчивости. В увядшей ткани плесневые грибы не испытывают недостатка в кислороде, а продвижение гиф облегчается. Такие корнеплоды поражаются кагатной гнилью в 3-4 раза сильнее, чем с нормальным тургором [19].

**Подмораживание.** Подмораживание корнеплодов может происходить на корню при запаздывании уборки свеклы и наступлении ранних заморозков, во время хранения свеклы в полевых кучах, а также в кагатах. Фитопатологическое обследование хранящихся кагатов показывает, что верхний слой кагата содержит 18,8% корнеплодов, пораженных слизистым бактериозом за счет подмораживания их при хранении. Внутри кагата находится 3,1% корнеплодов, пораженных слизистым бактериозом, вследствие подмораживания их в поле во время осенних заморозков при нахождении их в неукрытых полевых кучах и кагатах [4, 9, 22]. Ткани, пораженные морозом, при оттаивании заселяются бактериями и разлагаются ими в результате их жизнедеятельности. В свекле, при поражении ее слизистым бактериозом, на четвертый день увеличивается в 50 раз количество редуцирующих веществ, теряется 50% сахарозы, содержащейся в ней; на шесть единиц снижается чистота свекловичного сока. На десятый день потери сахарозы составляют 75% от исходной, в 50 раз увеличивается содержание редуцирующих веществ, чистота свекловичного сока снижается до 42%; сырье становится непригодным для переработки с целью получения сахара [22].

При хранении корнеплодов, пораженных слизистым бак-

териозом, при  $t = 3^{\circ}\text{C}$  величина рН клеточного сока снижается медленно и через 5 суток составляет 5,8; при  $t = 8^{\circ}\text{C}$  рН снижается быстро и через 3 суток уже равно 4,5; через 5 суток – 4. При  $3^{\circ}\text{C}$  количество микроорганизмов в пораженной ткани в 10 раз больше, чем в здоровой; при  $8^{\circ}\text{C}$  ткань содержит 200 млн микроорганизмов, при  $13^{\circ}\text{C}$  – 300 млн. В частности, бактерии *Leuconostok mesenteroides* размножаются в следующей кратности: за 4 часа – 5-6, за 8 часов – 50-53; за 12 часов – 287-467; за 16 часов – 475-967; за 20 часов – 550-1200; за 24 часа – 562-1267 [4, 22]. Поэтому подмороженная свекла не должна храниться, ее следует перерабатывать немедленно [4, 22].

При переработке подмороженной и оттаявшей свеклы, в зависимости от степени ее поражения бактериозом, белый сахар может быть получен из клеровки желтого сахара II продукта, который уваривают из сиропа.

**Кагатная гниль корнеплодов.** Образование гнили на корнеплодах сахарной свеклы зависит от их природной устойчивости, физического состояния самих корнеплодов, особенно увядания и подмораживания, условий и длительности хранения. Природная устойчивость к поражению микроорганизма зависит от условий выращивания и наследственных генетически обусловленных факторов. Физическое состояние корнеплодов зависит от способа и качества уборки, количества перевалок, перегрузок, наносящих повреждения корнеплодам, а также потеря корнеплодами влаги (увядание) и обводнение тканей (подмораживание). Вредоносность гниения корнеплодов в кагатах заключается в том, что кроме прямых потерь массы, гнилая ткань, являющаяся продуктом жизнедеятельности микроорганизмов, не содержит сахарозы, и в ней есть вещества, которые осложняют технологический процесс [23, 26, 27]. Загнившие

корнеплоды содержат в 17 раз больше редуцирующих веществ, а в подмороженной и оттаявшей свекле их в 3 раза больше, чем в неподмороженной [4, 23].

При переработке свеклы с загнившими корнеплодами, а также с подмороженными и оттаявшими наблюдается на диффузии усиление активности ферментов соответственно в 9 и 14 раз, чем при работе на здоровой свекле [22, 24].

По нашими данным, каждый процент гнилой ткани вызывает снижение чистоты очищенного сока на 0,7%, выхода сахарозы в среднем на 0,3% (с колебаниями от 0,14 до 0,5%), повышения содержания сахарозы в мелассе на 0,1% к массе свеклы. Расход сырья на единицу готовой продукции увеличивается на 2-3%, при значительном содержании гнилой массы (больше 16%) в пробе этот показатель повышается на 5-6% [23].

При переработке загнившей свеклы затрудняется резка корнеплодов, нарушаются процессы диффузии, усиливается пенообразование, замедляется кристаллизация [25, 26, 28]. В гнилой ткани пораженного корнеплода сахарозы не обнаружено, содержание редуцирующих веществ и растворимой кондуктометрической золы соответственно в 17 и 2 раза больше, чем в здоровой свекле.

Каждый процент гнили при переработке вызывает: снижение сахаристости на 0,2%, повышение содержания редуцирующих веществ на 0,04-0,97%, увеличение общего содержания кислот в диффузионном соке на 0,07 ммоль /100 г сока, снижение натуральной щелочности на 0,017% СаО, чистоты очищенного сока на 1,0%, нарастание цветности на 15,8 ед. ICUMSA; выхода сахара – на 0,27-0,3%; повышение содержания сахара в мелассе – на 0,08-1,1%, увеличение расхода сырья на получение одной тонны сахара на 0,35%. Для свеклы с содержанием гнилой массы 10% скорость кри-

сталлизации сахарозы снижается в 4 раза; цветность сахара не удовлетворяет требованиям ДСТУ 4623:2006; а при содержании 20% гнилой массы скорость кристаллизации сахарозы снижается в 27 раз и уже не представляется практически возможным извлечь сахарозу, имеющуюся в растворе [23].

Поэтому такая свекла должна перерабатываться только с добавлением свежего сырья, чтобы обеспечить нормальное протекание процессов экстрагирования, очистки, фильтрации и кристаллизации сахарозы.

**Гидротранспортирование свеклы.** Исследователями Рейнского университета установлено [31, 32, 33], что при гидротранспортировании (в течение 18 минут) неповрежденной свеклы и корнеплодов с незначительными повреждениями потери сахарозы составляют 0,08%, корнеплоды со средними повреждениями теряли сахарозы за это же время 0,12%, битая свекла - 0,25% к массе свеклы. Если при разгрузке хранившейся свеклы высота падения корнеплодов увеличивается с одного до шести метров с последующим гидротранспортированием в течение 18 минут, потери сахарозы в транспортно-моечной воде возрастают с 0,029 до 0,269%, т.е. в 2,3 раза.

При транспортировании хранившейся свеклы, поданной в гидротранспортер при помощи погрузчика и экскаватора, потери сахарозы возрастают в 2-3 раза по сравнению с потерями слабоповрежденной и неповрежденной свеклы.

Исследования этих же авторов показали [31, 33], что если свежая свекла теряет при гидротранспортировании 0,08% сахарозы к массе свеклы, то после двухсуточного хранения потери снижаются в 2,7 раза и составляют 0,03% к массе свеклы, однако снижение общих потерь в этом случае не происходит, так как среднесуточные потери сахарозы при хранении в первые

сутки после уборки составляют 0,05% к массе свеклы. Ими также было установлено, что вымытая в процессе гидротранспортирования свеклы сахароза разлагается на составные части с образованием молочной кислоты, летучих и нелетучих кислот в соотношении приблизительно 1:0,84:2,88, что свидетельствует о трудности контроля потерь сахарозы на этом участке.

Высокая степень загрязненности свеклы почвой, связанной и свободной ботвой, растительными примесями, большое количество сильно поврежденных корнеплодов и боя свеклы, появление плавающих корнеплодов требуют особого внимания к участку транспортирования свеклы и ее мойки, чтобы обеспечить получение чистых корнеплодов при максимальном удалении земли и примесей. Это позволит уменьшить количество балласта, поступающего со свеклой на свеклорезки, улучшить качество получаемой стружки, уменьшить количество в ней брака.

Внедрение **усовершенствованных моечных комплексов** позволит уловить всю товарную свекломассу и вернуть ее в производство. Удаление зеленой массы и растительных примесей даст возможность повысить чистоту диффузионного сока, уменьшить расход извести на очистку, снизить содержание сахара в мелассе и повысить выход и качество готовой продукции [28].

Учитывая те обстоятельства, что на участке гидротранспортирования, подачи и мойки свеклы в отдельные периоды теряется от 2 до 6% массы и 1-1,5% сахара, нам представляется важным рассматривать при реконструкции предприятий с повышением их производительности современную концепцию технического перевооружения этого участка. Для снижения потерь сахара и массы на участке гидротранспортирования и мойки свеклы целесоо-

бразным является внедрение в производственные технологические схемы разных вариантов так называемой «сухой» подачи свеклы, на которые перешли многие сахарные заводы Западной Европы. Особенности работы таких схем является исключение подачи свекловодной смеси свекловичными насосами. Это позволит значительно снизить повреждение корнеплодов, уменьшить количество боя свеклы и потери сахара в транспортно-моечной воде. Окупаемость таких комплексов 1-1,5 сезона.

Резюмируя все вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Для снижения повреждения корнеплодов сахарной свеклы в процессе вегетации корневыми гнилями, строго выдерживать севообороты, а также осуществлять обработку кислых почв с помощью фильтрационного осадка, выводимого из производства.

2. Для посевов использовать семена гибридов отечественной и совместной селекций, которые более устойчивы к поражению фитопатогенными микроорганизмами.

3. Осуществлять предуборочное обследование свекловичных посевов, чтобы распределить поля по срокам уборки, хранения и переработки корнеплодов в зависимости от степени их технологической спелости.

4. С целью снижения подвяливания корнеплодов, не допускать длительного нахождения свеклы в небольших валках и кучах в поле.

5. Подмороженные корнеплоды перерабатывать сразу без хранения.

6. С целью снижения потерь массы и сахара на тракте подачи внедрять в производство «сухую» подачу корнеплодов на переработку, без использования свеклонасоса, уделять внимание схеме очистки сахарной свеклы от примесей и возврату в производство товарной свекломассы.

### Список использованных источников

1. *Атлас болезней и вредителей свеклы* / Я. Бенада, Й. Шедивы, Я. Шпачек // Прага. - Государственное издательство с-х литературы. - 1985. - 264 с.
2. *Влияние агротехнических факторов на изменение технологических качеств свеклы при хранении* / В.А. Князев, С.Н. Калина, Л.И. Чернявская и др. // М. : ЦНИИТЭИПП. - 1983. - Вып. 6. - 24 с.
3. *Влияние механических повреждений корнеплодов сахарной свеклы на ее сохраняемость и показатели при переработке* / С.Я. Филиппин, А.Л. Шойхет, Л.И. Чернявская и др. // Сахарная промышленность, 1986 г., №6, С. 45-47.
4. *Влияние слизистого бактериоза на технологические качества сахарной свеклы и ее переработку* / Ю.Д. Головняк, В.А. Князев, Л.Г. Белостоцкий и др. // Сахарная промышленность. - 1986. - №11. - С. 37-42.
5. *Влияние способов уборки и различных типов уборочных машин на качество и сохраняемость сахарной свеклы* / В.А. Князев, С.Н. Калина, Е.Г. Томиленко и др. // Сахарная промышленность, 1983 г., №1, С. 54-57.
6. *Горбунов Н.Н.* Основы хранения сахарной свеклы // М. : ЦНИИТЭИПП. - 1974. - 25 с.
7. *ДСТУ 4623:2006.* Цукор білий. Технічні умови. - 2006.
8. *ДСТУ 4327:2013.* Коренеплоди цукрових буряків для промислової переробки. Технічні умови. - 2013.
9. *Князев В.А.* Прогрессивная технология приемки и хранения свеклы // М. : Пищевая промышленность. - 1989. - 319 с.
10. *Кузнецова Л.А.* Способ очистки свеклы активизированными грохотами // Сахарная промышленность, 1980, №6, С. 31-39.
11. *Кузнецова Л.А., Марочко И.А.* Фракционный состав сахарной свеклы // Сахарная промышленность. - 1973. - №7. - С. 51-54.
12. *Источники и величины потерь сахара при хранении и переработке свеклы* / А.Л. Шойхет, Л.И. Чернявская, А.П. Пустоход и др. // Сахарная свекла: производство и переработка, 1989 г., №1, С. 40-41.
13. *Опарин А.И.* Физиологическое исследование кагатных микроорганизмов / А.И. Опарин, О.И. Купленская // Хранение сахарной свеклы. К. : УНИС. - 1931. - С. 17-41.
14. *Опыт уборки, хранения и переработки свеклы с повышенным содержанием цветущих корней* / Л.Г. Белостоцкий и др. // К. : ВНИИСП. - 1974. - 36 с.
15. *Опыт эксплуатации новых буртоукладочных машин и оборудования для очистки свеклы* - М. : ЦНИИТЭИПищепром; 1989, выпуск 8. - 56 с.
16. *Панферова Е.В.* Влияние состояния земли и зеленой массы на качество свеклы при хранении // Сахарная промышленность. - 1968. - №2. - С. 46-49.
17. *Повышение эффективности сахарного производства за счет снижения потерь сахара* / Л.И. Чернявская, А.П. Пустоход, М.П. Городник и др. // М. : АгроНИИТЭИПП. - 1992. - Вып. 3. - 45 с.
18. *Роїк М.В.* Хвороби коренеплодів цукрових буряків / М.В. Роїк, А.К. Нурмухаммедов, А.С. Корнієнко // К. : ТОВ Поліграфконсалтінг. - 2004. - 224 с.
19. *Рубин Б.А.* Хранение сахарной свеклы // М. : Пищепромиздат. - 1946. - С. 61.
20. *Саблук В.Т.* Шкідники сходів цукрових буряків / К. : Світ. - 2002. - 184 с.
21. *Свекловодство* / Под редакцией В.Ф. Зубенко // К. : НПП ООО «Альфа-стевия» ЛТД». - 2005. - 400 с.
22. *Слизистый бактериоз сахарной свеклы.* / В.А. Князев, М.Л. Пельц, И.Р. Сапожникова // М. : ЦНИИТЭИПищепром - 1982. - Вып. 3. - 20 с.
23. *Снижение технологического качества сахарной свеклы, пораженной в различной степени кагатной гнилью* / В.А. Князев, С.Н. Калина, Л.И. Чернявская // Сахарная промышленность. - 1983. - №2. - С. 40-43.
24. *Технологические качества увядшей свеклы* / В.А. Князев, С.Н. Калина, Е.Г. Томиленко, Л.Н. Вербицкая // Сахарная свекла: производство и переработка. - 1990. - №2. - С. 48-51.
25. *Технологічна якість цукрових буряків та підвищення ефективності виробництва цукру* / В.М. Мількевич, Ю.С. Іоніцой, Л.І. Чернявська та ін. // К. : Укрсоціоцентр. - 2000. - 132 с.
26. *Хелемский М.З.* Технологические качества сахарной свеклы. / М. : Пищевая промышленность. - 1973, ч. 2. - 251 с.
27. *Хелемский М.З.* Хранение сахарной свеклы. - М. : Пищевая промышленность. - 1964. - с. 112.
28. *Чернявская Л.И.* Сахарная свекла. Проблемы повышения технологических качеств и эффективности переработки / Л.И. Чернявская, Ю.С. Ионичой, В.Н. Кухар, В.О. Штангеев и др. // К. : Укрфитосоциоцентр. - 2003. - 308 с.
29. *Шнаар Д.* Сахарная свекла // М. : АМА-ПРЕСС. - 2012. - 314 с.
30. *Malec J.* Wplyw mechanizacja zbioru burakow cukrowych na jakosc surowca I jego przydatnosc do przechowywania // Gazeta Cukrov., 1980 г, N2, с. 43...44.
31. *Selection de la betterave sucriere pour une reduction des pertes en sucre pendant la periode de stockage* .- Scientific Agrisculture. - Rennes. - 1983. - N 3. - pp. 1-7.
32. *Walerianchuk F.* Niektore Czynniki obnizajace wydajnosc cukru z burakow/ Gazeta Cukrovniza, 1979 г, N5, С. 104-106.
33. *Uhlenbrok Y.W.* Zuckerferluste Schwemmwasser und ihre analytische erfassung // Zucker.-1972. - N2. - s. 771-773.