

Проблеми покращення технологічної якості буряків

Н.М. Пушанко, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології цукру та підготовки води, Національний університет харчових технологій

О.І. Хоменко, кандидат технічних наук, Смілянський технікум харчової промисловості Національного університету харчових технологій

В статті проаналізовано стан та можливості покращення технологічної якості бурякової сировини за рахунок впровадження ефективних способів її очищення. На основі аналізу літературних джерел та власних досліджень, показано, що поряд з удосконаленням технології та обладнання для переробки буряків, необхідно приділяти значну увагу процесам підготовки сировини до перероблення.

Ключові слова: технологічна якість, цукровий буряк, забрудненість, відділення домішок.

В статье проанализированы состояние и возможности улучшения технологического качества сахарной свеклы за счёт внедрения эффективных способов её очистки. На основе анализа литературных источников и собственных исследований, показано, что наряду с усовершенствованием технологии и оборудования для переработки свеклы, необходимо уделять значительное внимание и процессам подготовки сырья к производству.

Ключевые слова: технологическое качество, сахарная свекла, загрязненность, отделение примесей.

In article a condition and possibilities of sugar beet technological quality improvement at the expense of introduction of effective ways of its cleaning has been analyzed. On the basis of references and own researches, it has been shown that along with improvement of technology and the equipment for beet processing, it is necessary to pay considerable attention and to processes of raw materials preparation to production.

Keywords: technological quality, sugar beet, contamination, separation of impurities

Постановка проблеми. Покращення технологічної якості буряків, які надходять на переробку, пошук ефективних технологічних рішень щодо очищення бурякосировини від домішок залишається одним з актуальних завдань, що стоять на сучасному етапі перед виробництвом та галузевою наукою.

Відповідно до вимог, наведених в [1], буряки, які надходять на переробку, вміщують у середньому 8-12% домішок (гичка, пісок, каміння, земля та ін.). Очевидно, що необхідність відділення цих домішок, полягає в тому, що потрапляючи у бурякорізки та у дифузійну установку, вони пошкоджують і затуплюють бурякорізні ножі, знижують якість бурякової стружки та дифузійного соку [2, 3]. Насправді, як показують дослідження та досвід роботи багатьох цукрових

заводів, реальна забрудненість бурякосировини часто значно перевищує вказані вище значення, а вплив залишкових забруднень буряків відчувається не лише на стадії отримання дифузійного соку, а практично по всьому верстаті цукрового заводу, значно знижуючи показники виробництва. Доведено [4, 5], що при переробці буряків з залишковими забрудненнями брак стружки може досягати 20%, а кожен відсоток зеленої маси зменшує чистоту дифузійного соку на 0,4-0,5%, збільшує вміст цукру у мелясі на 0,25-0,3%, знижуючи вихід цукрози на 0,1-0,15%.

Мета статті. На основі ретроспективного аналізу розвитку та удосконалення технологічних схем підготовки бурякової сировини до виробництва, показати важливість та необхідність цієї стадії як од-

нієї з найактуальніших та найскладніших, що впливають на техніко-економічні показники цукрового виробництва.

Виклад основного матеріалу. У розвитку цукрової галузі можна виділити щонайменше два історичні періоди, які кардинально відрізняються відношенням до проблеми очищення бурякосировини від домішок. Перший період починався з появою перших цукроварень [6], коли збирання буряків, їх доочистка, вантажно-розвантажувальні та транспортні операції виконувалися вручну, без допомоги або з мінімальною допомогою засобів механізації. У ці початкові роки бурякоцукрової галузі забрудненість коренеплодів як серйозна технологічна та технічна проблема не розглядалась взагалі.

З часом прискорилося

СИРОВИНА

збільшення виробничих потужностей бурякоцукрової галузі і, відповідно, обсягів переробки сировини. У зв'язку з цим постала проблема транспортування буряків у виробництво, яка 1880 року була вирішена інженером Рідінгером з винаходом гідравлічного транспортера, який разом з транспортною функцією одночасно виконував також функцію очищення буряків від домішок. Після його запровадження кількість робітників на подачі буряків зменшилася у 3-4 рази [6].

Бурякомийні машини системи Пустинського та Добровольського, які набули широкого використання на цукрових заводах у кінці XIX століття, дозволили на протязі багатьох десятиріч вирішувати весь обсяг завдань з фінішного очищення коренеплодів ручного збирання. І на цьому етапі забрудненість бурякосировини ще не згадується як проблема, що варта уваги.

Жодне з джерел включно до 1932 року не акцентує увагу на кількісних параметрах забрудненості бурякосировини та ефективності процесів очищення її від домішок. З огляду на методи аграрного господарювання того часу можна з упевненістю стверджувати, що відсутність таких даних є відображенням тогочасних немашинних або мало механізованих технологій вирощування та збирання бурякосировини. Упродовж тривалого часу, включно до 30-х років – для США, та кінця 50-х – початку 60-х років минулого століття – для СРСР, переважно використовувалися методи ручного викопування коренеплодів. Така технологія збирання врожаю передбачала після викопування буряків проведення ручної доочистки кожного коренеплоду від забруднень зв'язаною землею, а також від гички та верхньої частини головки коренеплоду. Так, П.В.

Головін [7] описує методи обрізки вручну голівок коренеплодів та аналізує переваги тих чи інших конструкцій ножів для ручної обрізки та доочистки буряків з точки зору досягнення щонайвищих показників продуктивності праці.

Про технологічну якість бурякосировини тих часів та рівень її забрудненості можна судити лише за непрямыми даними, що наводились у тогочасній літературі. Наприклад, 1917 року А.С. Рейсер [8] дає рекомендації щодо облаштування гідротранспортерів: «На практиці ...принимают уклон 7-8 мм на погонный метр - при прямом желобе и 10-11 мм на закруглениях. Скорость течения воды в транспортере... не должна быть меньше 0,5 м/с, так как только при этой минимальной скорости ... вода уносит с собой частицы земли и песка... расход воды в гидротранспортерах принимают с некоторым запасом, всего в 650 или даже 700%».

У роботі А. Рюмплера [9], виданій у 1923 році, відзначається: «На прямых участках жолоба ему обыкновенно придают наклон 5 мм, на закруглениях – 9 мм на погонный метр». У 30-ті роки М.А. Гейштовт [10] рекомендує при розрахунках гідротранспортерів приймати швидкість руху буряководяної суміші рівною 1 м/с.

У повоєнний час – у 1948 році, П.М. Силін [11] пише: «...расход воды на транспортер может колебаться в широких пределах, от 300 до 750 кг на 100 кг свеклы. Считаем в среднем расход 600 кг». Про можливі низькі витрати води на гідротранспортування у кількості лише 400-700% згадується навіть в 1961 році [14].

Всі згадані вище джерела не дають прямих характеристик забрудненості бурякосировини, але з наведених технологічних параметрів стає очевид-

ним, що її рівень був значно нижчим, ніж сучасний, і вона не сприймалася, як серйозний чинник у технології перероблення буряків того часу. Для порівняння наведемо сучасні рекомендації до облаштування гідротранспортерів: при забрудненості буряків до 10% ухил гідротранспортера повинен складати 15-18 мм/м при витраті води 650-800% до маси буряків, при забрудненості 15% і більше витрата води повинна бути збільшена до 750-1000% до маси буряків [15], а швидкість руху буряководяної суміші – не нижче 1,2-1,5 м/с [20].

Ринкова економічна система США та країн Західної Європи уже у 20-і роки минулого століття започаткувала потужні індустріальні технології виробництва в цукровій галузі. У їх основу була покладена механізація вирощування та збирання бурякосировини, у ході якої боротьба з підвищеною забрудненістю буряків набувала все більшої актуальності. На різних етапах ця проблема вирішувалась за рахунок введення в технологічні схеми суто прикладних технічних рішень, які практично не супроводжувались відповідними науковими дослідженнями.

У джерелах 30-х років минулого століття з'явилися описи прогресивного для того часу обладнання для уловлювання важких і легких домішок – каменевловлювачі, побудовані на тих же фізичних принципах, що й сучасні ротаційні, грабельні соломовловлювачі конструкції Кілбі – прототип сучасних двохвальних соломовловлювачів типу СБГ. На фоні зростання потужностей цукрових заводів різнобічні інженерні розробки поступово почали формувати класичну в сучасному розумінні схему підготовки бурякосировини до переробки.

Аналіз показників їх роботи на окремих заводах США

[16] показав: при середній виробничій потужності цукрових заводів 1300 т/добу кількість видалених каменевловлювачами важких домішок складала 0,1-0,3 т/добу, а кількість видалених соломовловлювачами легких домішок – 7,7 т/добу, що становить відповідно 0,008-0,024% та 0,5% від маси буряків.

Для порівняння проведемо нескладний розрахунок. За даними [17] загальна кількість гички та трав'янистих домішок на сьогодні коливається в межах 3,5-11,7%. Згідно [18], ефективність грабельних соломогичковловлювачів коливається у межах 11-18%. Отже, кількість відділених легких домішок повинна складати $(3,5 \div 11,7) \times (11 \div 18) / 100\% = 0,39 \div 2,1\%$ при середньому значенні 1,25% до маси буряків. Таким чином, можна зробити висновок, що показник сучасної забрудненості легкими домішками щонайменше в 2,5 рази перевищує показники 30-х років минулого століття [16].

Другий період розвитку технологій і техніки очищення бурякосировини від домішок чітко пов'язується з запровадженням машинного способу викопування коренеплодів. У США цей період розпочався у тридцяті-сорокові роки минулого століття [21]. У цей час було розроблено перший розвантажувально-укладальний комплекс для буряків – машину Сільвера, оснащену потужним землевідділювальним пристроєм, який складається з розташованих один за одним зірчастих грохотів шириною робочого полотна близько 2 метри та довжиною 3 метри. У подальшому цей агрегат став прототипом вітчизняних бурякоукладальних машин з очисними системами, першою з яких був випущений у 1958 році бурякоукладальник ГОНТО-У1.

Характерною щодо стану проблеми підготовки буряко-

сировини до виробництва у вітчизняній цукровій промисловості є опублікована у 1960 році робота [22], у якій ще відсутні кількісні характеристики забрудненості бурякосировини, проте вже вказано на наявність проблеми її зменшення навіть при ручному виконанні багатьох операцій. Незадовільна технологічна якість буряків як актуальна проблема остаточно постала у 60-ті роки минулого століття і у публікаціях з'явилися кількісні характеристики забрудненості бурякосировини. Так, у 1967 році П.М. Сілін [23] наводить дані: при збиранні буряків вручну в них залишається 1÷3% землі; при механізованому збиранні поточним методом кількість землі у потоці буряків досягає 10÷12%. З урахуванням набутого досвіду у експлуатації бурякозбиральних машин та бурякоукладальників М.З. Хелемський [24] наводить результати порівняльних випробувань 9 конструкцій бурякокомбайнів, у т.ч. 4 зарубіжних. Вони забезпечували отримання сировини з загальною забрудненістю землею від 4,2 до 25,6%, кількістю незрізаної гички від 0,1 до 3,2%, загальною кількістю домішок від 5,2 до 32,2% до м.б. Таким чином, зменшення забрудненості коренеплодів, що за відносно короткий період зросла щонайменше у вісім разів, стало однією з ключових проблем.

Зусиллями науковців та інженерів були розроблені бурякоукладальні машини, призначені для комплексної механізації робіт з розвантаження, очищення та укладання буряків у кагати. Починаючи з 1965 року досить широкого застосування на вітчизняних цукрових заводах набули бурякоукладальники БУМ-У4. У роботі [25] наводяться такі дані: бурякоукладальна машина БУМ-У4М відділяє близько 29% землі, що є на коренях, і 83% вільної землі. У цілому з 10% землі маши-

на відділяє тільки 5,6%. Вільна гичка відділялася на 53%, а зв'язана на корені зовсім не відділялася. У результаті навіть за сухої погоди загальний ефект доочистки буряків не перевищує 37%. У той же час навіть при явно недостатньому ефекті доочистки додаткове пошкодження коренів складає приблизно 10÷12%. Сказане означає, що бурякосировина укладалась в кагати з загальною забрудненістю від 3 до 20%.

У кінці 60-х років були розроблені також бурякоукладальні машини «Комплекс-3» та «Комплекс-5», на основі яких пізніше була створена наймасовіша бурякоукладальна машина «Комплекс-65». У кількох модифікаціях вона і нині широко використовується на цукрових заводах. За даними [21], ефект очистки буряків такими машинами складає близько 35%, що за якістю очищення фактично порівнює їх до показників попередника – БУМ-У4М.

Тенденція подальшого підвищення забрудненості бурякосировини зберігалася і, в 1986 році при повністю механізованому збиранні, загальна забрудненість коренеплодів складала 8÷14%, а іноді доходила до 20% [26]. Науковцями галузі, зокрема – колективом НДІЦП під керівництвом І.А. Марочко, проводилася робота з подальшого удосконалення конструкцій бурякоукладальників, що привело до створення бурякоукладальної машини Ш1-ПКФ, яка забезпечувала ефект очищення буряків в окремих випадках до 50% [21].

Проте повністю вирішити проблему зменшення забрудненості коренеплодів сухим способом лише на стадії приймання бурякосировини виявилось неможливим. Видалення решти важких і легких домішок нині ведеться мокрим способом на тракті гідравлічної подачі буряків та у мийно-

му відділенні. Для цього удосконалено грабельні соломогичковловлювачі, ефективність роботи яких доведено до 18%. Надзвичайно ефективними у нових умовах виявились каменепісковловлювачі ротаційного типу, які здатні відокремлювати 93÷98% важких домішок [2]. Разом з тим, як і для будь-яких технічних систем, робота цих машин могла бути надійною лише при виконанні ряду умов, які полягали в удосконаленні компоновки тракту подачі, оснащенні його додатковими пристроями та відпрацюванні режимів його роботи.

Для підвищення ефекту очищення було запроваджено двокаскадну схему тракту подачі з дублюванням обладнання для очищення, що зумовило збільшення висоти підйому до 30 метрів [27]. У зв'язку з цим більшість цукрових заводів були обладнані станціями підйому з використанням відцентрових буряконасосів різних типів, які при підйомі буряководяної суміші виконують функцію регуляторів потоку та досить ефективно відмивають зв'язані забруднення.

Результатом багаторічної роботи вітчизняних науковців, зокрема, Н.А. Ємельянова, М.М. Даценка, М.Д. Хоменка та інженерних фахівців галузі стала сучасна схема подачі буряків на завод і очищення їх від домішок, яка, виконуючи транспортну, технологічну та регулюючу функції, забезпечує рівномірний за швидкістю, об'ємом і оптимальному співвідношенню «буряк-вода» потік по всій довжині гідротранспортера та достатньо високий ступінь очищення коренеплодів від домішок [27].

Одночасно з удосконаленням тракту подачі велися роботи зі створення більш ефективних бурякомийних комплексів. Були впроваджені різні типи комбінованих бурякомийок [27, 29-34]. Вони могли

послідовно реалізовувати процеси відокремлення зв'язаних забруднень шляхом механічної взаємодії коренеплодів та процеси ополіскування буряків з одночасним відділенням важких та легких домішок. За даними [27], ефективність відмивання буряків у сучасних мийних комплексах підвищилась до 80% проти 48%, при цьому вловлювання плаваючих домішок досягає 92%.

У зв'язку зі значним забур'яненням полів останніми роками значно підвищилась забрудненість бурякосировини рослинними домішками. Існуючі схеми та обладнання для підготовки буряків до переробки не спроможні забезпечити повного їх очищення, зокрема, від зв'язаних забруднень. Відомо, що забрудненість коренеплодів таким важковідокремлюваним компонентом як зв'язана земля може досягати 6÷20 % [17]. У бічних борознах коренеплодів може знаходитися понад 59% від загальної забрудненості коренеплода зв'язаною землею [35]. Враховуючи можливе збільшене вимивання цукру з пошкоджених коренеплодів, подальше удосконалення технології очищення бурякосировини від домішок шляхом ускладнення схеми гідравлічного транспортування практично вичерпало себе з огляду неможливості перевищення оптимальної тривалості перебування коренеплодів у потоці транспортерної води та у обладнанні мийних комплексів.

У дослідженнях [20], показано, що збільшення тривалості процесу відмивання залишкових забруднень, що надходять у мийні комплекси у кількості 1,5÷2% без застосування додаткових зовнішніх впливів не дає відчутного ефекту, лише збільшує втрати цукрози у транспортерній і мийній воді. Також, підвищення швидкості потоку буряководяної суміші в лотках гідро транспор-

терів до 1,7÷1,9 м/с збільшує витрати води і не призводить до помітної інтенсифікації видалення зв'язаних забруднень з поверхні коренеплодів

Висновки

Таким чином, поряд з удосконаленням конструкцій та технологічних режимів існуючого обладнання тракту подачі та мийного відділення актуальним завданням для науковців і фахівців галузі залишається пошук більш ефективних методів підготовки буряків до переробки. Серед них – розробка пристроїв для більш ефективного відділення різноманітних домішок сухим способом [18] і раціональне поєднання його з можливостями гідравлічної подачі буряків.

Список використаних джерел

1. Сапронов А.Р. Общая технология сахара и сахаристых веществ / А.Р. Сапронов, А.И. Жушман, В.А. Лосева, 2-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1990. - 397 с.
2. Хоменко М.Д. Недоліки в роботі бурякопереробних цехів цукрових заводів і шляхи їх усунення /М.Д. Хоменко// Цукор України. 2002. № 2. С. 13-14.
3. Хоменко М.Д. Сучасні схеми та обладнання для переробки цукрових буряків. Транспортування, очищення, отримання стружки і дифузійного соку / М.Д. Хоменко. – К. : Видавництво «Сталь», 2006. - 240 с.
4. Якість цукрових буряків урожаю 2004 року. Шляхи забезпечення ефективної переробки цукросировини. Підвищення якості готової продукції: матеріали семінару 9-10 вересня 2004 р., збірка виступів та рекомендації. – К. : Цукор України, 2004. - 56 с.
5. Дмитренко О.У. Якість цукрових буряків і способи очистки дифузійного соку.

/О.У. Дмитренко. К. : ІПДО НУХТ, 2003. - 53 с.

6. *Иванов С.З.* Очерки по истории техники отечественного сахарного производства / С.З. Иванов, И.П. Лепешкин. М. : Пищепромиздат, 1955. - 306 с.

7. *Головин П.В.* Технология свеклосахарного производства / П.В. Головин. [3-е изд. испр. и доп.]. М. : Пищепромиздат, 1940. - 466 с.

8. *Рейсер А.С.* Проектирование свеклосахарных заводов / А.С. Рейсер. [изд. 2-е, перераб. и доп.]. Киев, 1917. - 231 с.

9. *Рюмлер А.* Сахарное производство / А. Рюмлер. Петроград : Научное химико-техническое издательство, 1923. - 856 с.

10. *Гейштовт М.А.* Механическое оборудование сахарных заводов. Ч.1 / М.А. Гейштовт. М. : Пищепромиздат, 1937. - 436 с.

11. *Силин П.М.* Технология свеклосахарного производства. Ч.2, / П.М. Силин. М. : Пищепромиздат, 1948. - 290 с.

12. *Знаменский Г.М.* Технологическое оборудование свеклосахарных заводов / Знаменский Г.М. М. : Пищепромиздат, 1949. - 399 с.

13. *Технология сахара* / [Издана объединением германской сахарной промышленности и составлена коллективом авторов]; перевод с нем. под ред. П.М. Силина. М. : Пищепромиздат, 1958. 477 с.

14. *Агеев Л.М.* Технология сахаристых веществ / Л.М. Агеев, С.З. Иванов, В.А. Смирнов; под ред. П.М. Силина. М. : Пищепромиздат, 1961. 484 с.

15. *Феськов В.А.* Реконструкция и техническое перевооружение сахарных заводов / [В.А. Феськов, Н.П. Роменский, З.Н. Пантелева и др.]; под общ. ред. Н.П. Роменского. К. : Техника, 1985. - 192 с.

16. *Свеклосахарные заводы США* / [Издание правления Союзсахара СССР]. М., 1932, 315 с.

17. *Кузнецова Л.А.* Фракционный и гранулометрический состав вороха свеклы механизированной уборки, поступающей на свеклоукладчики / Л.А. Кузнецова // Сахарная промышленность. 1983. - №4. - С. 55-58.

18. *Хоменко О.І.* Эффективность очищения сировини від зв'язаних забруднень очисними системами бурякоукладачів / О.І. Хоменко, М.М. Пушанко // Цукор України. 2007. №2. С. 18-23.

19. *Зуев М.Д.* Энциклопедия свеклосахарного производства. Т.1 / М.Д. Зуев. К. : Издание сахаротреста, 1924. - 375 с.

20. *Пушанко М.М.* Особливості процесів очищення буряків від зв'язаних забруднень у ході гідравлічного транспортування / М.М. Пушанко, О.І. Хоменко. Харчова промисловість.-2008. №7. С. 46-49.

21. *Механизация трудоемких работ в сахарной промышленности* / [В.А. Бондаренко, И.А. Марочко, Н.А. Емельянов, А.С. Заец]. К. : Урожай, 1993. - 264 с.

22. *Марьянчик В.Л.* Механизация трудоемких работ на сахарных заводах / В.Л. Марьянчик, А.В. Будный, В.А. Бондаренко. - М. : Пищепромиздат, 1960. - 455 с.

23. *Силин П.М.* Технология сахара / П.М. Силин. М. : Пищевая пром-сть, 1967. - 623 с.

24. *Хелемский М.З.* Технологические качества сахарной свеклы / М.З. Хелемский. М. : Пищевая пром-сть, 1967. - 278 с.

25. *Хелемский М.З.* Технологические качества сахарной свеклы / М.З. Хелемский. М. Пищевая пром-сть, 1973. - 253 с.

26. *Сапронов А.Р.* Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. М. : Агропромиздат, 1986. - 431 с.

27. *Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства*: в 2-х ч. Ч.1 / [В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, А.Г. Белостоцкий и др.]; под ред. В.О. Штангеева. - К. : Цукор України, 2003. - 352 с.

28. *Приймак В.М.* Технология и техноконтроль сахарного производства / В.М. Приймак. - М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. - 240 с.

29. *Гребенюк С.М.* Технологическое оборудование сахарных заводов / С.М. Гребенюк. М. : Пищевая пром-сть, 1969. - 527 с.

30. *Азрилевич М.Я.* Технологическое оборудование сахарных заводов / М.Я. Азрилевич. М. : Пищевая пром-сть, 1970. - 311 с.

31. *Азрилевич М.Я.* Оборудование сахарных заводов / М.Я. Азрилевич. [3-е изд.]. М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1982. - 392 с.

32. *Справочник по технологическому оборудованию сахарных заводов* / [В.Г. Белик, С.А. Зозуля, Б.Н. Жарик и др.]. - К. : Техника, 1982. - 304 с.

33. *Корытная комбинированная свекломойка* / В.Г. Ярмилко, И.П. Вознюк, О.Н. Пивторак [и др.] // Сахарная свекла: производство и переработка. 1990. - №4. С. 44-45.

34. *Свекломойка ШПМД-3* / В.Г. Ярмилко, И.П. Вознюк, О.Н. Пивторак [и др.] // Сахарная свекла: производство и переработка. 1991. - №4. - С. 44-47.

35. *О.І. Хоменко.* Склад і структура зв'язаних забруднень коренеплодів цукрових буряків / О.І. Хоменко, Н.М. Пушанко // Наукові праці НУХТ. 2007. - №22. - С. 44-47.