

Інтенсифікація очищення коренеплодів буряків шляхом перерозподілу енергетичних потоків

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

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

В роботі розглянуто фізичну модель формування зв'язаних забруднень на поверхні коренеплодів цукрових буряків. На основі теоретичних досліджень запропоновано та випробувано лабораторну установку для очищення коренеплодів. Експериментальним шляхом доведено ефективність щітково-го очищення коренеплодів від зв'язаних забруднень.

Ключові слова: цукрові буряки, зв'язані забруднення, ступінь очищення.

В работе рассмотрено физическую модель формирования связанных загрязнений на поверхности корнеплодов сахарной свеклы. На основе теоретических исследований предложено и апробировано лабораторную установку для очистки корнеплодов. Экспериментальным путём доказано эффективность щётково-го очищения корнеплодов от связанных загрязнений при помощи щёток.

Ключевые слова: сахарная свекла, связанные загрязнения, очистка.

Intensification of sugar beet purification by redistribution of energetic streams

The physical model of associate impurities formation on the sugar beet surface was studied in this work. On the basis of theoretical research a laboratory plant for cleaning roots was proposed and approved. Experimentally the effectiveness of cleaning roots from related impurities using brushes was proved.

Постановка проблеми. Поняттям “забруднення об’єкту” визначають чужорідне структурне утворення на його поверхні. Вважається загально-визнаним, що утворення забруднень спричиняється силами адгезії та когезії. Як відомо, адгезія – це зчеплення поверхонь різнорідних тіл. Для опису цього вкрай складного явища існує багато теорій, котрі пояснюють його з різних позицій, а саме: механічної, адсорбційної, електричної, електронної, дифузійної і т. ін. Така різнорідність концептуальних підходів до опису одного явища свідчить про його значимість, складність і невизначеність [1].

Стосовно коренеплодів буряків актуальним видається використання, як основної, гіпотези механічної природи адгезії. З урахуванням особливостей будови коренеплоду, була запропонована

фізична модель [1], яка враховує заповнення адгезивом макро- та мікронерівностей на поверхні коренеплоду (рис.1) та армуючий вплив корневих волосків на міцність шару забруднень.

З точки зору колоїдної хімії, мінеральні забруднення сировини можуть розглядатися як періодичні колоїдні структури, які утворюються у результаті взаємодії та взаємної фіксації колоїдних часток.

Утворення забруднень ґрунтом, зв'язаним з коренеплодом, відбувається у такій послідовності: спочатку – взаємодія часток забруднення з поверхнею кореня у зоні адгезивної взаємодії (виділена на **рис.1** штрих-пунктирною лінією), потім – формування наступних шарів функціональних груп адгезиву під впливом сил когезії. Порожнини між

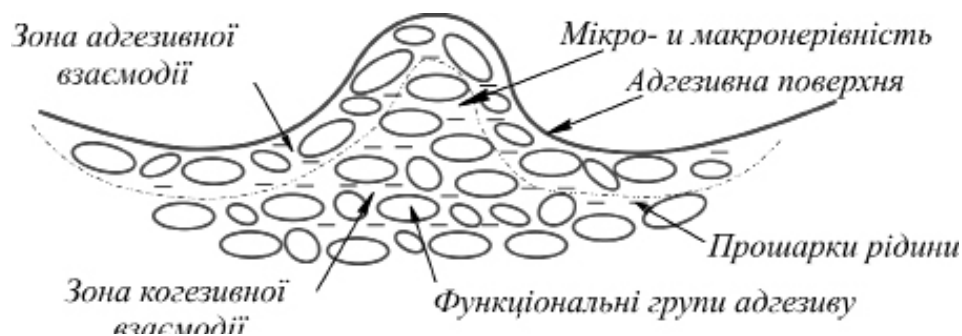


Рис.1 Фізична модель утворення забруднень

СИРОВИНА

частками заповнюються прошарками рідини за рахунок сил поверхневого натягу. Наповненість цих шарів вологою пропорційна вологовмісту ґрунту, котрий визначається поточними погодними умовами.

Сформований таким чином у ході фізіологічного росту буряків шар ґрунту під час викопування і виконання транспортно-складських та підготовчих операцій зазнає неодноразових силових впливів. У цьому шарі утворюються додаткові пори й тріщини, що після підсушування сировини призводить до послаблення або зникнення рідинних прошарків. Наслідком цього є підвищення когезивної взаємодії функціональних груп адгезиву, зростання міцності і крихкості шару забруднень. Ці механічні властивості забруднень враховуються при організації процесів сухого очищення буряків.

Згідно з запропонованою фізичною моделлю у ході мокрого очищення відбувається ряд перехідних процесів при контакті коренеплодів з водою. Вони починаються з набухання ґрунтової маси, що на молекулярному рівні пояснюється розклинюючою дією рідинних прошарків, товщина яких збільшується. У свою чергу, набухання є наслідком іншого важливого процесу – просочування, яке відбувається за рахунок молекулярної взаємодії та сил поверхневого натягу у капілярах забруднення. Особливості процесів просочування і набухання залежать від властивостей конкретних ґрунтів та впливають на тривалість технологічних процесів очищення. Набухання шару забруднень ослаблює когезивну взаємодію між функціональними групами адгезиву та їх адгезивну взаємодію з поверхнею коренеплоду. Наслідком цього стає поступове роз'єднання функціональних адгезивних груп, що призводить до розшарування забруднень з наступним масоперенесенням у оточуючий потік.

Виконаними дослідженнями [1] було доведено що ефективне видалення забруднень при відмиванні відбуваються щонайбільше протягом 12...14 хвилин, при цьому кількість залишкових забруднень у заглибинах коренеплодів знаходиться у межах 1,5...2%. Видалення таких забруднень шляхом збільшення тривалості традиційного процесу відмивання без застосування зовнішніх впливів не забезпечує достатнього ефекту, одночасно призводячи до збільшення втрат цукрози

у транспортерній воді.

Серед різних способів зовнішнього впливу найбільше поширення набув гідромеханічний, який забезпечує струминну обробку поверхонь буряків з оновленням їх частин шляхом повертання коренеплодів навкруг своїх осей. Найбільший ефект очищення досягається при використанні струминних мийок на базі водовідділювачів і барабанних бурякомийок [2,3]. В таких машинах надходження мийочної рідини в заглиблення на поверхні коренеплодів відбувається періодично, зі змінними кутами під дією динамічного напору. Природна звивистість на поверхні коренеплодів знижує можливість проникнення в них рідини і зменшує ефективність процесу очищення таким способом.

Мета статті. Дослідити спосіб інтенсифікації масоперенесення при очищенні потоків буряків у режимі перехідних процесів з перерозподілом енергетичних потоків для руйнування адгезивної та когезивної складових утримання забруднень. Одним з шляхів такої інтенсифікації є генерація точкових пульсаційних механічних впливів на поверхневі забруднення.

Виклад основного матеріалу. Було розглянуто можливість використання еластичних щіткових пристроїв, для виготовлення яких було вибра-

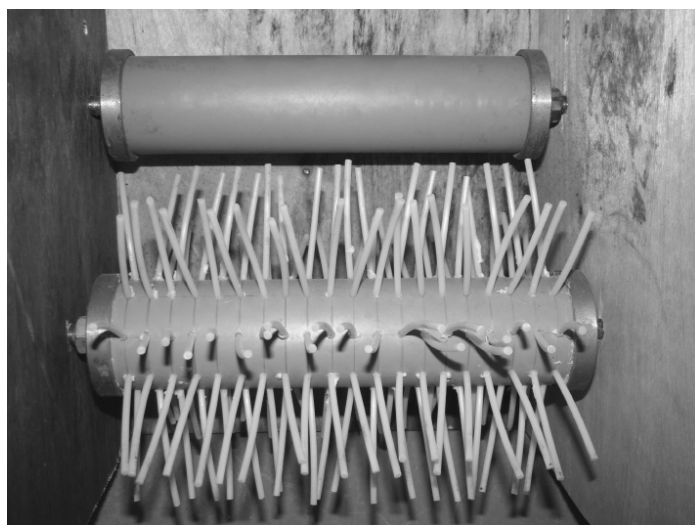


Рис. 2. Лабораторна установка з щітковим валком

но синтетичні нити діаметром 3...5 мм, аналогічні широко використовуваним у спеціальній техніці для прибирання, в побутових пристроях тощо.

Для вивчення принципової можливості вико-

Таблиця 1

Залежність ефекту очищення бурякової сировини від колової швидкості обертання очищувачів та тривалості оброблення

Колова швидкість, м/с	Ефект очищення, % при тривалості оброблення, с							
	6	8	10	12	14	16	18	20
2,5	52	68	82	94	-	-	-	-
1,8	-	53	62	69	76	82	84	85
1,5	-	47	57	63	71	77	79	82

ристання таких пристроїв було виготовлено двовалкову лабораторну установку, обладнану приводом з регульованою частотою обертання. Робочий валок цієї установки набрано нитями з робочою довжиною 70 мм, яка забезпечує утримання коренеплодів без зминання під їх масою. Фрагмент лабораторної установки показано на **рис. 2**.

Робоча частина установки складається з корпусу, на вертикальних бічних сторонах якого у вальниках встановлено щітковий вал з приводом та гладкий підтримуючий вал. Коренеплід укладався у заглиблення між валами, опираючись на поверхню гладкого барабана та кінці пружних ниток щіткового вала. При обертанні щіткового вала коренеплід також починав обертатись навколо своєї подовжньої вісі, при цьому колова швидкість його обертання була значно нижчою, ніж швидкість кінців ниток, завдяки чому у місцях ударної взаємодії кінців ниток з коренем відбувалося відокремлення фрагментів від масивів забруднень, у тому числі – із заглиблень.

Було проведено досліди при різних значеннях швидкості на кінцях ниток у інтервалі 1,5...2,5 м/с та тривалості обробки коренеплодів від 20 до 10 с. Отримані дані наведені у **табл. 1**.

При значеннях швидкості, близьких до 2,5 м/с, інтенсивність очищення зростала, але від самого початку процес відокремлення забруднень супроводжувався пошкодженням поверхні коренеплоду кінцями ниток та утворенням дрібної мезги. При тривалості процесу понад 15 с коренеплід разом з забрудненнями практично втрачав і поверхневий шар та вкривався суцільною сіткою подряпин.

Слід відзначити, що проведене дослідження було обмежене недостатнім вибором типів гнучких ниток різного діаметра та жорсткості, а також геометричних параметрів робочих органів. Доцільним є проведення подальших досліджень з метою встановлення найбільш ефективних параметрів процесу і визначення етапів очищення бурякосировини, на яких його застосування є найбільш доцільним.

Оскільки існує проблема залишкової забрудненості у бічних борознах відмитих коренеплодів нами було запропоновано технічне рішення щодо додаткового відокремлення таких забруднень – конструкцію дискового водовідділювача [2]. Її особливістю є те, що на валах водовідділювача перпендикулярно до їх осі з однаковим кроком встановлено набір плоских фігурних дисків, а у проміжках між дисками радіально закріплені ряди синтетичних жорстких нитей однакової довжини, яка у 1,3...2 рази перевищує висоту дисків.

При такій конструкції валів коренеплоди буряків транспортуються ними за рахунок множинних механічних впливів, які здійснюються кінцями ниток, закріплених на цих валах. У кожній точці контакту ниток з коренеплодом виникають значні механічні зусилля, які при наявності у місці контакту зв'язаних забруднень, розташованих на поверх-

ні та у заглибинах, де вони армовані кореневими волосками, призводять до інтенсивного їх руйнування, сприяючи цим їх відділенню і змиву струменями води з соплоапаратів. Використання щіткових валів також значно збільшує живий переріз зазорів між ними, що суттєво прискорює процес вивільнення буряків від води та дає можливість збільшити тривалість обробки поверхні коренеплодів струменями води з соплоапаратів.

Подальшим розвитком ідеї щіткового очищення залишкових забруднень, є запропонована конструкція водовідділювача з щітковими дисками [4].

Згідно [4], збірні диски на кожному валу виконані як щітки, що складаються з циліндричної основи з розширеною маточиною, на якій з заданим кроком радіально закріплені ряди жорстких синтетичних нитей однакової довжини, а з обох торців встановлено плоскі обмежувальні елементи. При цьому величина виходу цих елементів над поверхнею циліндричної основи складає 1/2...3/4 висоти жорстких синтетичних ниток.

При такій конструкції дисків коренеплоди буряків транспортуються дисковими валами за рахунок дії множинних механічних впливів, які здійснюються кінцями жорстких нитей цих дисків. Як і в попередній конструкції у кожній точці контакту ниток та коренеплоду розвиваються значні механічні зусилля, які призводять до інтенсивного руйнування зв'язаних забруднень.

Висновки. На основі проведених експериментів доведено ефективність щіткового очищення коренеплодів від зв'язаних забруднень. Встановлено, що інтенсивне та достатньо глибоке (з видаленням до 80% зв'язаних забруднень) очищення без помітних пошкоджень поверхні відбувається у інтервалі лінійної швидкості на зовнішньому діаметрі щіткового вала 1,5...1,8 м/с при тривалості 15...20 с. При швидкостях, близьких до 2,5 м/с, інтенсивність очищення зростала, проте при тривалості процесу понад 15 с коренеплід разом з забрудненнями практично втрачав і поверхневий шар. Для подальших експериментів доцільним є подальше вивчення процесів генерації точкових пульсаційних механічних впливів на масиви зв'язаного ґрунту.

Список використаних джерел

1. Хоменко О.І. Очищення цукрових буряків від зв'язаних забруднень /Хоменко О.І., Пушанко М.М.// Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2010. –№ 33. – С. 91-95
2. Пушанко М.М., Хоменко О.І. Патент України № 30350, 2008, Бюл.№4.
3. Пушанко М.М., Хоменко О.І. Патент України № 56282, 2011, бюл.№1.
4. Пушанко М.М., Хоменко О.І. Патент України № 33554, 2008, Бюл.№12.

Рецензент: Л.М. Хомічак, д.т.н., проф.