

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

XVII Міжнародної наукової конференції
«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА
ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

3-8 вересня 2018 р.



**ОДЕСА
2018**

Публікуються доповіді, представлені на XVII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (3 – 8 вересня 2018 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

Доктор техн. наук, професор
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо
Ю.О. Левтринська

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

| | |
|--|--|
| Єгоров <i>Богдан Вікторович</i> | – голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор |
| Бурдо <i>Олег Григорович</i> | – вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор |
| Атаманюк <i>Володимир Михайлович</i> | – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор |
| Васильєв <i>Леонард Леонідович</i> | – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор |
| Гавва <i>Олександр Миколайович</i> | – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор |
| Гумницький <i>Ярослав Михайлович</i> | – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор |
| Долинський <i>Анатолій Андрійович</i> | – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України |
| Зав’ялов <i>Владимир Леонідович</i> | – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор |
| Сукманов <i>Валерій Олександрович</i> | – Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор |
| Колтун <i>Павло Семенович</i> | – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr. |
| Корнієнко <i>Ярослав Микитович</i> | – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор |
| Малежик <i>Іван Федорович</i> | – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор |
| Михайлов <i>Валерій Михайлович</i> | – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор |
| Паламарчук <i>Ігор Павлович</i> | – Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор |
| Снежкін <i>Юрій Федорович</i> | – Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України |
| Сорока <i>Петро Гнатович</i> | – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор |
| Тасімов <i>Юрій Миколайович</i> | – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України |
| Товажнянський <i>Леонід Леонідович</i> | – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України |
| Ткаченко <i>Станіслав Йосифович</i> | – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор |
| Черевко <i>Олександр Іванович</i> | – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор |
| Шит <i>Михайл Львович</i> | – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с. |
| Сухий <i>Константин Михайлович</i> | – ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор |

СЕКЦІЯ 3.

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ**

срок окупаемости солнечной установки; упростить схему ее работы; усовершенствовать действующие солнечные установки.

Литература

1. Концепция государственной энергетической политики Украины на период до 2020 г. // Информационное приложение. – 2001. – № 10. – 8 с.
2. Даффи Дж., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1977. – 420 с.
3. Селихов Ю.А., Ведь В.Е., Бухкало С.И., Костин В.М. Конструкционные особенности увеличения эффективности работы гелиоустановок. Экотехнологии и ресурсосбережение. – Киев: Типография НАН Украины, № 3, 2004. – с. 70–75.
4. Селіхов Ю.А., Бухкало С.І. Полімерна композиція. Патент України № 72078 А, Бюл.№ 1, 2005.
5. Селіхов Ю.А. Геліоводонагрівник. Патент України № 75178, Бюл.№ 3, 2006.
6. Коцаренко В.О., Селіхов Ю.А., Горбунов К.О. Розрахунки в середовищі Excel: навч. посіб. – Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ»», 2011. – 272 с.

УДК 631.8

ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ПРОЦЕСАХ КОМПОСТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ

Г.В. Крусір, д.т.н., О.А. Сагдєєва, здобувач, О.О. Чернишова, асистент, Мадані М.М., к.т.н., доцент,
Гаркович О.Л., к.б.н., доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

STUDY OF COMPOSTING PROCESSES OF MUNICIPAL SOLID WASTES' FOOD COMPONENTS WITH THE USE OF MINERAL ADDITIVES

G.V. Krusir, Doctor of Technical Sciences, O.A. Sagdeeva, O.O. Chernyshova, Post-Graduate, Madany M.M.,
PhD in Tech. Sci., associate prof., Garkovych O.L., PhD in Bio.Sci., associate prof.
Odessa National Academy of Food Technologies

Анотація. Ефективне управління твердими муніципальними відходами є першочерговим завданням у сфері міжнародної та національної екологічної безпеки. В Україні воно фактично вирішується через зберігання сотень тисяч відходів на керованих та некерованих звалищах та полігонах. Оскільки до 40% твердих муніципальних відходів відноситься до органічних, що легко розкладаються (харчові відходи, відходи ринків, домогосподарств, міських зелених господарств, муніципальної мережі харчування), вилучення цієї частини відходів зі звалищ за рахунок компостування суттєво зменшить навантаження на фактично розміщені та потенційно заплановані звалища. Аеробне компостування є однією з найкращих найбільш доступних технологій для інтегрованої системи управління відходами за рахунок мінімізації антропогенного впливу на довкілля, відповідності новітнім вітчизняним та зарубіжним розробкам, економічності та практичної прийнятності технології.

Метою експериментального дослідження було вивчення можливості прискорення процесу компостування харчової складової твердих муніципальних відходів за рахунок внесення мінеральних добавок для впровадження в якості природоохоронної технології на звалищах. У статті представлено результати дослідження впливу мінеральної добавки на перебіг процесів компостування харчової складової твердих муніципальних відходів з метою його прискорення в мезофільному і термофільному температурних режимах з керованими параметрами. Для підвищення ефективності процесу компостування та порівняння особливостей перебігу процесів в якості мікробіологічного інокуляту використовували ґрунт, в якості мінеральної добавки – розчини мінеральних солей.

Показано, що мінеральний комплекс прискорює процес компостування харчової складової твердих побутових відходів в 2,2 рази за термофільного режиму і в 1,4 рази за мезофільних умов проведення процесу компостування, що свідчить про ефективність його використання в процесах переробки твердих муніципальних відходів з метою підвищення загального рівня екологічної безпеки.

Abstract. Efficient management of municipal solid waste is a top priority in the field of international and national environmental safety. In Ukraine, it is actually dealt with through the storage of hundreds of thousands of waste at managed and unmanaged landfills. Since up to 40% of municipal solid waste is classified as organic (food waste, market waste, households' waste, waste of municipal food network and urban green household), removing this part of waste from landfill by composting will substantially reduce the load on the actual placed and potentially planned

Збірник наукових праць XVII міжнародної наукової конференції

«Удосконалення процесів і обладнання харчових і хімічних виробництв» 3-8 вересня 2018

landfill. Aerobic composting is one of the best available technologies for an integrated waste management system, minimizing anthropogenic environmental impact, complying with the latest domestic and foreign developments, economic and practical acceptance of technology.

The purpose of the pilot study was to study the possibility of accelerating the composting process of the municipal solid waste's food component through the using of mineral additives for the introduction as a conservation technology in landfills. The article presents the study results of the mineral additive's influence on the composting process of the solid municipal waste's food component in order to accelerate it in the mesophilic and thermophilic temperature regimes with controlled parameters. To improve the composting process and to compare the peculiarities of the processes the soil was used as microbiological inoculums and the mineral salts' solutes were used as a mineral additive.

It was shown that the mineral complex accelerates the composting process of the municipal solid waste's food component by 2.2 times for the thermophilic regime and by 1.4 times for the mesophilic conditions of composting process, that testifies to the efficiency of its use in the municipal solid waste' recycling processes in order to improve the overall level of environmental safety.

Ключові слова: компостування; відходи; суміш, що компостується; мінеральна добавка; мезофільний і термофільний режими компостування

Keywords: composting; waste; composting mixture; mineral additive; mesophilic and thermophilic modes of composting

Вступ. Оцінка впливу на довкілля та визначення екологічних аспектів звалищ твердих муніципальних відходів є актуальним завданням природоохоронної сфери в більшості країн світу. Безперечно, звалища відходів, облаштовані без сучасних інженерно-екологічних вимог, є потужними джерелами компонентів біосфери [1; 2]. Харчові та рослинні відходи в складі твердих муніципальних відходів (до 40%), які характеризуються найбільшим обсягом та здатністю до біохімічних реакцій, потребують розробки технологічних заходів щодо мінімізації їх кількості та впливу на навколишнє середовище [3]. Найбільш екологічно доцільним методом переробки такого виду відходів є компостування, яке відноситься до біотехнологічних методів утилізації, базується на природних процесах і тому є безпечним для живих організмів та довкілля [4-6].

Аналіз літературних джерел та формулювання мети досліджень. В країнах ЄС та у світі стрімко поширюється органічне виробництво як цілісна система раціонального природокористування, що стає основою застосування сучасних технологій компостування органічної сировини з отриманням якісного продукту переробки. Компостування, як природоохоронна технологія утилізації харчової складової твердих муніципальних відходів на звалищах, призводить до деструкції відходів за допомогою мікроорганізмів та отримання гігієнічно безпечної нетоксичної гумусоподібної речовини, яка з успіхом використовується, в першу чергу, як стимулятор відновлення ґрунтових екосистем, і в другу – як органічне добриво. Проте компостування характеризується відносно невисокою популярністю в порівнянні з іншими методами утилізації відходів через низку його недоліків, таких як довгий виробничий цикл та, іноді, одержання продукту нестабільної якості. Через це багато досліджень в галузі переробки твердих побутових відходів присвячено способам прискорення процесу компостування через розробку високоефективних апаратів компостування та зміну біотичних (вермикомпостування, використання спеціалізованих культур й співтовариств мікроорганізмів) або абіотичних (температура, рН, аерація, вологість тощо) параметрів перебігу процесу [7; 8].

Пошук оптимального співвідношення біотичних та абіотичних параметрів залишається першочерговою задачею в технології компостування.

Серед сучасних дослідників процесу компостування як раціонального способу управління відходами інноваційними є праці М. В. Гаценка [9], М. К. Лінника [10], О. О. Ляшенка [11], В. В. Шацького [12], в яких багато уваги приділено питанням технології компостування, механізації приготування субстрату, оптимізації керованих параметрів перебігу процесу, оформленню буртів, складу субстрату та співвідношенню основних поживних речовин в ньому. Проте, поряд з питаннями прискорення процесу компостування як заходу зменшення органічних відходів, актуальним залишається утворення конкурентно-спроможного органічного добрива, яке за еколого-економічними показниками здатне задовольняти потреби агропромислового комплексу країни.

Метою даного дослідження було вивчення можливості прискорення процесу компостування рослинних відходів за рахунок внесення мінеральних добавок. Передбачалося, що їх додавання до складу сировинного матеріалу приведе до активації мікробної активності на початкових стадіях процесу.

В ході даного досліджування повинно було виконати наступні завдання:

1) дослідити вплив мінеральних добавок на процеси, що відбуваються при компостуванні органічних відходів у мезофільному та термофільному режимах;

2) дослідити умови перебігу процесів компостування за основними абіотичними і біотичними показниками – за зміною температури, рН та чисельності мікроорганізмів в суміші, що компостується, витраті Карбону (емісії CO₂) із реактора;

3) визначити зрілість компосту за індексом пророщування і співвідношення вмісту загального Карбону і Нітрогену в суміші, яка компостувалась.

Матеріали та методи досліджень. В якості сировини для компостування використовували суміш харчових (очистки картоплі, кабачків та моркви, листя капусти), сільськогосподарських (бур'ян) і садово-паркових (листяний опад) відходів у ваговому співвідношенні 1:1:1. Листяний опад використовували в якості наповнювача. Сировину подрібнювали до розмірів 10-15 мм, підсушували на повітрі протягом 2 годин і загрузали в реактор. В якості добавок для підвищення ефективності процесу компостування та порівняння особливостей перебігу процесів використовували розчини мінеральних солей (нітрат кальцію, дигідрофосфат калію і сульфат магнію). Варто зазначити, що за результатами досліджень [13] структура мікробних комплексів є невід'ємною складовою детальної характеристики ґрунтів, тому доцільно використовувати мікробні комплекси ґрунту в якості мікробіологічної добавки для компостування в природних умовах.

Експеримент проводили в трьох стаціонарних реакторах об'ємом 3 дм³ з примусовою аерацією протягом 6 тижнів. Умови проведення експерименту наведені в таблиці 1.

Табл. 1. Умови проведення експерименту

| Номер реактора | Інокулят | Добавка | Температура навколишнього середовища, °С |
|----------------|----------|------------|--|
| 1 | ґрунт | – | 18–20 |
| 2 | ґрунт | мінеральна | 18–20 |
| 3 | ґрунт | мінеральна | 55 |

В кожний реактор вносили суміш, яка компостується (КС), в кількості 1,2 кг (2/3 об'єму) з вологістю біля 75 %, яка перемішувалась зі 100 г ґрунту (типовий для регіону чорнозем південний малогумусний) в якості інокуляту. В реактори 2 і 3 додатково вносили розчини мінеральних солей в кількості 150 г/кг сухої КС за вагового співвідношення $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} : \text{KH}_2\text{PO}_4 : \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 4:2:1$

Реактори 1 і 2 були ізольовані від дії температури навколишнього середовища. Реактор 3 помістили в термостат зі встановленою температурою 55 °С з метою термофільного компостування.

Компостування продовжувалось протягом 6 тижнів, при цьому суміш, яка компостувалась, кожного дня перемішували та зволожували для підтримання вологості на рівні біля 70–75 %. Кожного тижня проводили відбір наважок масою біля 10 г для проведення аналізів.

Контроль параметрів процесу компостування здійснювали за зміною температури, рН та чисельності мікроорганізмів в суміші, що компостується, а також емісії CO_2 із реактора. Зрілість компосту, який отримували, визначали за індексом пророщування і співвідношенням вмісту загального Карбону і Нітрогену в суміші, яка компостувалась.

Результати дослідження та їхнє обговорення. У літературі досить повно представлена інформація про біохімічні, мікробіологічні і інші аспекти процесу компостування органічних відходів, що утворюються в сільському і комунальному господарстві, харчовій промисловості та ін. Тому в подальшому необхідно було оцінити, чи впливає інокуляція компостних сумішей мінеральними добавками на процес компостування органічних відходів. В цілому, завершеність процесу компостування характеризується двома поняттями – «стабільність» і «зрілість» компосту, які, незважаючи на свої концептуальні відмінності, одночасно використовуються для визначення ступеню розкладання органічних речовин (ОР) під час процесу компостування. Були обрані параметри, що дозволяють оцінити як інтенсивність розкладання ОР (температура, вміст ОР, розчинного органічного Карбону (РОК) і амонійного азоту), так і його стабільність (респіраторна активність і целюлозолітична активність, чисельність бактерій і мікроміцетів) і зрілість (рН, фітотоксичність).

Результати досліджень зміни рН суміші, яка компостується, представлено на рис.1, зміни емісії CO_2 із реакторів – на рис. 2

Початкове значення рН сировини було слабкокислим, близьким до нейтрального (6,3). У реакторах з мінеральною добавкою в термофільних умовах значення рН середовища спочатку змінювалось в слабкокислому інтервалі рН, потім середовище стало близьким до нейтрального, а в мезофільних – рН спочатку злегка підвищувалось до 7,6 од. рН, потім знижувалось до 5,4 і далі рН середовища змінювалось на нейтральне. Кінцеве значення рН у всіх компостах було приблизно однаковим (6,9-7,6), що свідчить про завершення процесу дозрівання компостної суміші. Значення рН середовища контрольного зразка на 6-й тиждень компостування складало 5,9 од. рН, що вказує на перебіг біохімічних процесів в ньому.

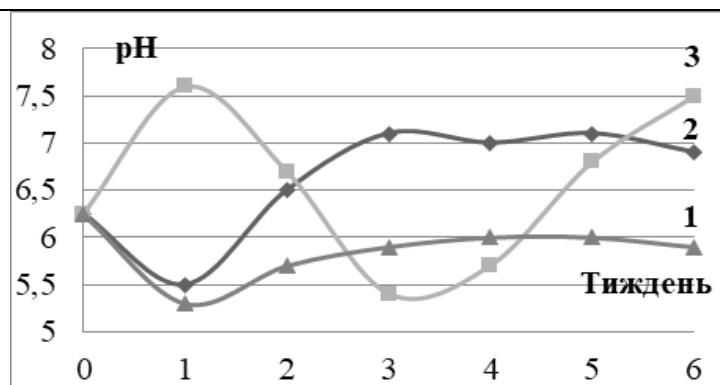


Рис. 1. Зміна pH суміші, яка компостується, в реакторах з мінеральною добавкою в мезофільному (2) та термофільному режимах (3) в порівнянні з контрольним зразком (1)

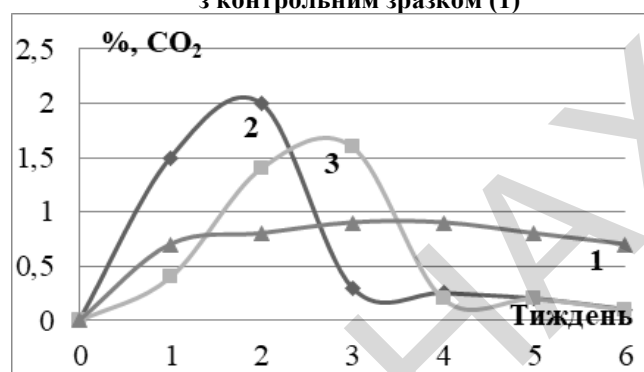


Рис. 2. Зміна емісії CO₂ із реакторів протягом процесу компостування суміші з мінеральною добавкою в мезофільному (2) та термофільному режимах (3) в порівнянні з контрольним зразком (1), % CO₂

Про активність мікроорганізмів можна судити за інтенсивністю їх дихання (споживання кисню або виділення вуглекислого газу). Представлені на рис. 2 залежності зміни концентрації CO₂ в просторі реактора від тривалості процесу біодеструкції показово демонструють зміни активності колоній мікроорганізмів при компостуванні. Активність мікроорганізмів значно вища в реакторі, що знаходиться в термофільних умовах. В реакторах 2 і 3 найбільше значення активності припадає на період з другого по третій тиждень, що свідчить про те, що введення мінеральних добавок стимулює підвищення активності співтовариства мікроорганізмів на початкових стадіях компостування.

Характер залежності зміни кількості загального Карбону від тривалості компостування, який представлений на рис. 3, приблизно однаковий для всіх реакторів: в перші 4 тижні мінералізується більша кількість органічної речовини (близько 20%), потім Карбон споживається незначно (3–4%). Максимальні швидкості деструкції органічних речовин у всіх реакторах спостерігалися після другого тижня. Сумарні втрати загального Карбону були більш значні в реакторі 3 (22%), ніж в реакторі 2 (близько 21%). Таким чином, загальні втрати і швидкість втрат загального Карбону більш виражена при термофільному компостуванні, що свідчить про інтенсивність розкладання органічної речовини саме в цьому режимі.

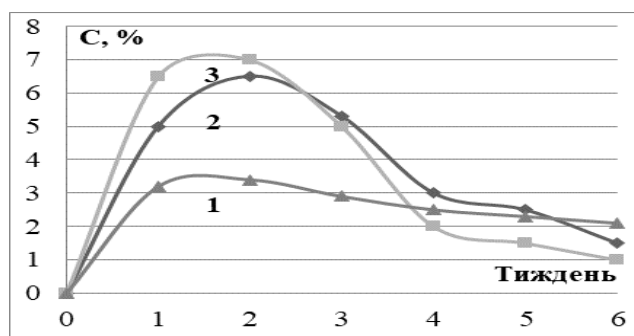


Рис. 3. Зміна швидкості втрат загального Карбону в суміші, яка компостується, в реакторах з мінеральною добавкою в мезофільному (2) та термофільному режимах (3), в порівнянні з контрольним зразком (1), % /тиждень

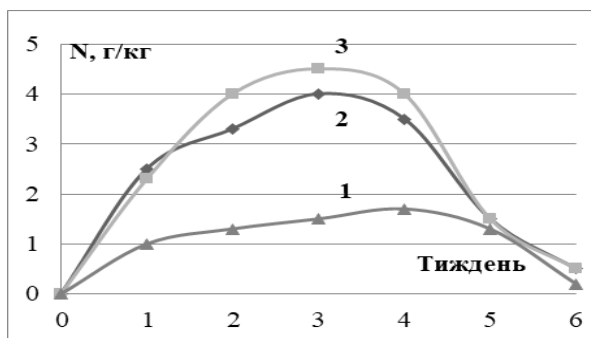


Рис. 4. Зміна швидкості втрат загального Нітрогену в суміші, яка компостується, в реакторах з мінеральною добавкою в мезофільному (2) та термофільному режимах (3) в порівнянні з контрольним зразком (1), г/кг за тиждень

Характер зміни вмісту загального Нітрогену в суміші, що компостується, практично ідентичний для всіх реакторів (рис. 4). В реактори 2 і 3 вносилися мінеральна добавка, яка містить нітрат-іони, тому вміст Нітрогену в масі, що компостується, після першого тижня вищий, ніж у вихідній сировині. Максимальні швидкості втрати Нітрогену у всіх реакторах спостерігалися після третього тижня, причому в реакторі, що функціонує за термофільних умов вона була більш значною і склала 4,5 г/кг КС за тиждень.

Сумарні втрати Нітрогену в реакторі 3 виявилися найбільшими (близько 16 г/кг сухої маси, яка компостується), що свідчить про збільшення втрат Нітрогену при термофільному компостуванні в разі внесення мінеральної добавки. Однак вміст загального Нітрогену в реакторах 2 і 3 в кінці компостування склав 31 і 29 г/кг сухої маси, яка компостується, відповідно, що на 35–40% більше, ніж в контрольному зразку.

Зрілість компосту оцінюється за масовим співвідношенням в ньому загального Карбону і загального Нітрогену (C/N). Згідно з міжнародними стандартами якісний компост повинен мати C/N нижче 25. У табл. 2 наведено залежність зміни C/N від тривалості компостування. Відношення C/N практично не залежить від температури, але помітно знижується при внесенні Нітрогену з мінеральною добавкою.

Табл. 2. Зміни відношення загального Карбону до загального Нітрогену, C/N

| Реактор | Час, тижні | | | | | | |
|---------|------------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 36,0 | 35,5 | 35,0 | 34,5 | 33,0 | 32,2 | 29,5 |
| 2 | 36,0 | 33,0 | 31,5 | 30,4 | 28,5 | 26,3 | 22,3 |
| 3 | 36,0 | 32,2 | 30,7 | 29,8 | 26,7 | 23,3 | 21,5 |

Кінцеве співвідношення C/N у всіх одержаних компостах менше, ніж 25, що свідчить про скорочення дозрівання компосту при внесенні мінеральної добавки приблизно вдвічі, враховуючи швидкість його зміни.

Результати дослідження свідчать про те, що індекс пророщування насіння редису поступово знижується зі збільшенням тривалості компостування (рис. 5). Компост з індексом пророщування менше, ніж 80 %, вважається фітотоксичним, більше, ніж 80 %, – зрілим.

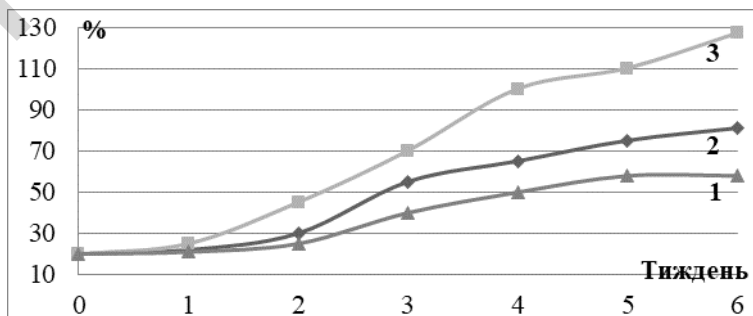


Рис. 5. Зміни індексу пророщування в процесі компостування в КС в реакторах з мінеральною добавкою в мезофільному (2) та термофільному режимах (3) в порівнянні з контрольним зразком (1), %

Після 6 тижнів компостування компости в реакторах 2 і 3 характеризуються індексом пророщування більше, ніж 100 %, що свідчить про те, що компости не тільки не містять фітотоксинів, але і проявляють стимулюючу дію на процес пророщування. Експериментальні дані дослідження дозволяють зробити висновок, що дозрівання компосту в термофільних умовах завершується швидше, ніж в мезофільних, а тривалість дозрівання компосту при внесенні мінеральної добавки прискорюється в 2,2 рази за термофільних умов та в 1,4 рази – за мезофільних.

Висновки. Таким чином, результати проведених досліджень дозволяють зробити висновок про доцільність компостування рослинних відходів з мінеральною добавкою як у випадку термофільного, так і у випадку мезофільного компостування.

Період дозрівання компосту при використанні мінеральної добавки становить 6 тижнів. Показано, що мінеральний комплекс прискорює процес компостування органічної складової твердих побутових відходів приблизно вдвічі як за термофільного режиму, так і за мезофільних умов проведення процесу компостування, що свідчить про ефективність його використання в процесах переробки твердих побутових відходів з метою підвищення загального рівня екологічної безпеки.

Список літератури

1. Gworek B., Dmuchowski W., Koda E., Marecka M., Baczewska A., Brągoszewska P., Sieczka A., Osiński P. Impact of the Municipal Solid Waste Łubna Landfill on Environmental Pollution by Heavy Metals. // Water. 2016. Т. 8 (10). 470. DOI: 10.3390/w8100470
2. Дзяд О. В., Цвєтаєва К. В. Ресайклінг муніципальних відходів у промислово розвинених країнах світу: порівняльний аспект // Вісник Дніпропетровського університету. 2015. № 7. С. 3-12 DOI: 10.15421/181501
3. Шмарин С. Л., Алексеев І. Л., Филозоф Р. С., Ремез Н. С., Денафас Г. Содержание биоразлагаемых компонентов в составе твердых бытовых отходов в Украине // Экология и промышленность № 1. 2014. № 1. С. 79-83
4. Adani F., Tambone F., Gotti A. Biostabilization of municipal solid waste // Waste Management. 2004. Т. 24, № 8. С. 775-783. DOI: 10.1016/j.wasman.2004.03.007
5. Jouraiphy A. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformation composting of sewage sludge and green plant waste // International biodeterioration and biodegradation. 2005. № 56. С. 101-108. DOI: 10.1016/j.ibiod.2005.06.002
6. Yong Xiao, Guang-Ming Zeng, Zhao-Hui Yang. Continuous thermophilic composting (CTC) for rapid biodegradation and maturation of organic municipal solid waste // Bioresource Technology. 2009. Т. 100, № 20. С. 4807-4813. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.05.013
7. Пат. на корисну модель №100991 Україна. C02F 7/00 Спосіб компостування органічних відходів / Шацький В.В., Поволоцький А.А.; власник Запорізький НДЦ з механізації тваринництва ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" НААН України. – у 2014 13758; Заявл. 22.12.2014; опубл. 25.08.2015. Бюл. № 16.
8. Kulcu R.,Yaldiz O. Determination of aeration rate and kinetics of composting some agricultural wastes // Bioresource Technology. 2004. Vol. 93. P. 49-57. doi: 10.1016/j.biortech.2003.10.007.
9. Гаценко М. В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти // Сільськогосподарська мікробіологія. 2014. № 19(1). С. 11-20. http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2014_19_3.
10. Лінник М. Г., Семчук М. М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив. Ніжин, 2012. 244 с.
11. Ляшенко О. О., Мовсєсов Г. Є. Технологія та устаткування прискореного компостування органічних відходів // Сотрудничество для решения проблемы отходов: материалы III Міжнар. конф., 7-8 лют. 2006 р. С. 88-89. <https://www.waste.com.ua/cooperation/2006/theses/lyashenko.html>.
12. Шацький В. В., Поволоцький А. А. Основні вимоги до процесу та біотехнічної системи компостування органічної сировини // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. № 157. С. 140-146. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2015_157_26.
13. Fierer N., Jackson R.B. The diversity and biogeography of soil bacterial communities // PNAS. 2006. Т. 103, № 3. С. 626-631. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16407148>

УДК 664.8.022.1

ПРО ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЗАОЩАДЖЕННЯ РЕСУРСІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТОМАТІВ

Гаврилов О.В.б к.т.н., доцент

Академія біоресурсів і природокористування ФДАОЗ ВО «КФУ ім. В.І. Вернадського»

ABOUT THE PRESERVATION OF FOOD VALUE AND REDUCTION OF RESOURCES IN THE TOMATO PROCESSING

Gavrilov A., Ph.D. in Tech.Sci., associate professor

Academy of Bioresources and Nature Management of FDAO "KFU them. V.I. Vernadsky"

Анотація. Обґрунтований перспективний напрямок перероблення томат-продуктів, який дозволяє зберігати харчову цінність сировини, заощадити харчові, матеріальні та енергетичні ресурси, що витрачаються на шляху від овочу до напівфабрикату на столі споживача.

Ключові слова: харчова цінність, малогабаритне обладнання, холодне протирання, подрібнення, переробка.

Abstract. Reasonably promising line of processing tomato products, which allows you to save the nutritional value of raw materials, reduce the food, material and energy resources, which are used in the way of vegetables on the table for semi finished consumer..

Keywords: nutritional value, small-sized equipment, cold rubbing, grinding, processing.

Постановка проблеми та мета роботи. На Півдні Причорномор'я щорічно переробляється до 1 млн. т томатів, які використовують для виробництва соків з м'якушем, соусів, кетчупів, приготування приправ до перших та других страв. Відзначимо, що плоди томатів швидко псуються і піддаються промисловій обробці у період відносно короткочасного сезону. Між тим томат-продукти споживаються людиною круглий рік.

У цивілізованих країнах виникають певні технології, які дозволяють переробити томати у сезон збору, зберегти напівфабрикати або готові продукти і доставити до стола кінцевого споживача. На шляху від збору врожаю до кінцевого споживача приймають участь численні організації, які займаються транспортуванням, переробленням сировини та реалізацією готової продукції.

Чисельні дослідження свідчать, що харчова цінність томатного напівфабрикату, що споживається кінцевим споживачем, набагато нижча, ніж цінність сировини. У процесі промислової переробки сировина піддається глибоким перетворенням, які призводять до втрати вітамінів, кольору, смакових якостей. У деяких випадках додаються консервуючі речовини, які можуть справляти небезпечний вплив на здоров'я людини [1].

Добре відомо, що на шляху від збирання томатів до споживача губиться значна кількість сільськогосподарської сировини. Відомі технології для досягнення своєї кінцевої мети змушені затрачувати значні матеріальні ресурси. Серед них можна виділити ресурси, які використовуються багато разів (технологічне, транспортне та торгівельне обладнання), та ресурси разового використання – тара та пакувальні матеріали.

Постачання томат-продуктів населенню пов'язано також із значними витратами енергетичних ресурсів. Серед них можна виділити витрати на транспортування, зберігання, перероблення сировини і готової продукції.

Таким чином, проблема безперервного забезпечення населення продукцією перероблення томатів заслуговує спеціального розгляду. Ми виходимо з припущення, що вирішення цієї проблеми можливе на шляху створення раціональної технології перероблення томатів, яка добре вписується у існуючі технології поставлення харчових продуктів населенню.

Мета цієї роботи – обґрунтувати перспективний напрямок перероблення томат-продуктів, який дозволяє зберігати харчову цінність сировини, заощадити харчові, матеріальні та енергетичні ресурси, що витрачаються на шляху від овочу до напівфабрикату на столі споживача.

I. Постачання томат-продуктами споживачів

Відповідно до об'ємів перероблюваної сировини та ареалу реалізації готової продукції підприємства, які приймають участь у постачанні населенню країни, можна розділити на наступні групи:

- великі консервні заводи для перероблення десятків і сотень тон сировини за добу, які забезпечують потреби області;
- закордонні поставники;

| | |
|--|----|
| МОДЕЛЮВАННЯ РЕАКТОРА НАСИЧЕННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКАТІВ | |
| Гузьова І.О., Атаманюк В.М. | 78 |
| УНИФИЦІРОВАННИЙ ПОДХОД К МОДЕЛІРОВАНИЮ КАВІТАЦІОННИХ РЕАКТОРОВ | |
| Иваницкий Г.К., Недбайло А.Е., Коник А.В., Целень Б.Я., Гоженко Л.П. | 84 |
| МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У АПАРАТІ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ | |
| Данилюк О. М., Атаманюк В.М., Гумницький Я.М. | 89 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УВАРЮВАННЯ СОКУ ТА ЙОГО ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ | |
| Маяк О.А., Сардаров А.М., Костенко С.М., Гриценко О.Ю., Шершньов Г.Г. | 94 |
| МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ И ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ БИОМАССЫ | |
| Сороковая Н.Н., Коринчук Д.Н. | 99 |

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ

| | |
|---|-----|
| КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ГЕЛПОУСТАНОВОК | |
| Беляновська О.А., Пустовой Г. М., Суха І.В., Губинський М.В., Литовченко Р.Д., Сухий К.М. | 106 |
| ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИ ВИЛУЧЕННІ БІЛКІВ ЗІ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ | |
| Сабадаш В.В., Гумницький Я.М. | 111 |
| ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ІЗ ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ | |
| Пазюк В.М. | 116 |
| ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ | |
| Селихов Ю.А., Коцаренко В.А. | 120 |
| ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВОК У ПРОЦЕСАХ КОМПОСТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СКЛАДОВОЇ ТВЕРДИХ МУНІЦИПАЛЬНИХ ВІДХОДІВ | |
| Крусір Г.В., Сагдєєва О.А., Чернишова О.О., Мадані М.М., Гаркович О.Л. | 125 |
| ПРО ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЗАОЩАДЖЕННЯ РЕСУРСІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТОМАТІВ | |
| Гаврилов О.В. | 131 |
| ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РЕЖИМИ РОБОТИ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИЦІЙНОГО БІОПАЛИВА | |
| Коринчук Д. М., Снєжкін Ю.Ф., Бунецький В. О. | 134 |
| ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ УТИЛІЗАЦІЇ-МОДИФІКАЦІЇ ПОЛІМЕРНОЇ ТАРИ ТА ПАКУВАННЯ | |
| Бухкало С.І. | 140 |
| ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ РІЗНОГО ТИПУ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ | |
| Ощипок І.М. | 143 |

ІННОВАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ, ФАРМАЦЕВТИЧНИХ, ХІМІЧНИХ ТА ПАРФУМЕРНИХ ВИРОБНИЦТВ

| | |
|--|-----|
| АНАЛІЗ СИРОВИНИ, ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ | |
| Потапов В.О., Євлаш В.В., Педорич І.П. | 149 |
| ІНФРАЧЕРВОНЕ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВІБРОХВИЛЬОВИМ КОНВЕЄРОМ. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ | |
| Паламарчук І.П., Кюрчев С.В., Верхованцева В.О. | 153 |
| РАЦІОНАЛЬНЕ КОМПОНУВАННЯ ФАЗНИХ РОЗДІЛЮВАЧІВ З МОДУЛЬНИМИ СЕПАРАЦІЙНИМИ ПРИСТРОЯМИ | |