

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА
2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 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

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

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

Ці поверхні відгуку дають змогу візуально виявляти залежності вилучення масових часток сухих речовин та аскорбінової кислоти від різних впливових факторів процесу. Дані графіки побудовані за допомогою програмного забезпечення Statistica 10, що додатково дає можливість вивести математичну модель процесу, рівняння яких представлені на рисунках.

Висновки.

Дослідивши процес настоювання, нам вдалось отримати результати експериментів, які були оброблені за допомогою математико-статистичних методів. Визначили оптимальні режими настоювання, які можуть бути рекомендовані для застосування на виробництвах настоїв. Результати вказують, що оптимальними режимами настоювання з метою вилучення найбільшої кількості вітаміну С є наступні: температура 33° С, гідромодуль 2,5, тривалість 76 хв. Результати дослідницької роботи можуть бути використані для виробництва настоїв на рослинній основі, впровадження удосконаленої технології приготування цукрових сиропів на виробництвах безалкогольних напоїв за для розширення асортименту та надання функціонального значення продуктам.

Література.

1. Разработка технологических режимов приготовления экстрактов (настоев) пряно-ароматических растений / Ершова Т.С., Ткаченко М.Г., Удод Е.Л., Моравек Т.И. // Магарач. Виноградарство и виноделие. - 2001. - № 3. - С. 22.
2. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. Система твердое тело – жидкость. – М.: Химия, 1974. – 256 с.
3. Лекарственное растительное сырье и фитосредства :учеб. пособие / П. И. Среда, Н. П. Максютин, Е. Н. Токаменская и др.; под ред. проф. П. И. Середы. – М. : ВСИ «Медицина», 2010. – 272 с.
4. Ботиров, Э. Х. Химический состав и практическое применение ягод брусники и клюквы / Э. Х. Ботиров, М. Н. Лютикова // Химия растительного сырья. – 2015. – № 2. – С. 58 – 74.

УДК 66.047.55

КІНЕТИКА СУШІННЯ СОЇ ТА СОНЯШНИКУ СИРОВИНИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ

**Бандура В.М., к.т.н., професор
Вінницький національний аграрний університет
Маренченко О. І., Пилипенко Є. О., Катасонов О. В.
Одеська національна академія харчових технологій**

KINETICS OF SUNFLOWER SEEDS AND SOYBEANS DRYING IN ELECTROMAGNETIC FIELD

**Bandura V.M., Ph.D., Professor
Vinnitsa National Agrarian University
Marenchenko O.I., Pilipenko Ye.O., Katasonov O.V.
Odessa National Academy of Food Technologies**

Abstract: It is shown that Ukraine is the leader among the countries producing sunflower oil and the volume of its processing is growing dynamically. There is also demand for soybean oil. The key process in oil production technologies is the drying of raw materials. It is drying that largely determines the energy consumption of oilseeds and the quality of the product. In the conditions of the energy crisis, reduction of specific energy consumption in food technologies is a priority task. The expediency of finding the newest approaches to the organization of the process of drying oilseeds, the definition of conditions that will provide the necessary regime parameters with minimum specific energy costs is substantiated. The paper proposes an innovative method of drying soybeans and sunflower seeds using electromagnetic energy generators of microwave and infrared ranges, and air has the role of a diffusion medium. It has been shown

that this method can significantly increase the energy efficiency of the drying process and reduce the duration of the process of removal of moisture. It is shown that the intensification of the drying process with the combined microwave and infra-red energy is achieved through the successive action of the emitters. The microwave field facilitates the movement of moisture from the inner layers of the seed to the surface, and the infrared field is already removing moisture from the surface.

The scheme of the experimental installation and the formed tasks of experimental research are presented. The experiments used a tape drier, which has three cascades of microwave and infrared emitters. The methodology, which allowed to correctly determine the influence of regime parameters on the process of drying soybeans and sunflower seeds, is given. The influence of the type of the energy supplied, the specific power, the load on the tape, the type of product on the kinetics of drying has been determined. The drying lines, the drying rate line at various ratios of the emitter capacities and loads on the soybean and sunflower seeds straw are presented. Analysis of results is given. A comparison of different drying modes is feasible and reasonably feasible, which allows designing belt dryers with electromagnetic energy sources for soybeans and sunflower seeds.

Key words: electromagnetic energy sources, sunflower drying and soybeans, energy efficiency.

Анотація: Показано, що Україна є лідером серед країн – виробників соняшникової олії і обсяги її переробки динамічно зростають. Поширюється попит і на олію із сої. Ключовим процесом в технологіях олійного виробництва є сушіння сировини. Саме сушіння в значній мірі визначає витрати енергії олійних технологій та якість продукту. В умовах енергетичної кризи скорочення витрат питомої енергії в харчових технологіях є першочерговим завданням. Обґрунтована доцільність пошуку новітніх підходів до організації процесу сушіння олійної сировини, визначення умов, які забезпечать необхідні режимні параметри при мінімальних питомих витратах енергії. В роботі пропонується інноваційний метод сушіння сої та насіння соняшника за допомогою електромагнітних генераторів енергії мікрохвильового та інфрачервоного діапазонів, а повітря має роль дифузійного середовища. Показано, що такий метод дозволяє значно підвищити енергетичну ефективність процесу сушіння та скоротити тривалість процесу видалення вологи. Наведено, що інтенсифікація процесу сушіння при комбінованому мікрохвильовому та інфрачервоному підведенні енергії досягається за рахунок послідовної дії випромінювачів. Мікрохвильове поле сприяє руху вологи із внутрішніх шарів насіння до поверхні, а інфрачервоне поле вже відводить вологу з поверхні.

Представлено схему експериментальної установки та сформовані завдання експериментальних досліджень. В дослідях використано стрічкову сушарку, що має три каскади мікрохвильових та інфрачервоних випромінювачів. Наведено методику, яка дозволила коректно визначити вплив режимних параметрів на процес сушіння сої та насіння соняшнику. Визначено вплив виду підведеної енергії, питомої потужності, навантаження на стрічку, виду продукту на кінетику сушіння. Представлено лінії сушіння, лінії швидкості сушіння при різних співвідношеннях потужностей випромінювачів та навантажень на стрічку для сої та насіння соняшника. Дано аналіз результатів. Проведено порівняння різних режимів сушіння та обґрунтовано доцільні, що дозволяє проектувати стрічкові сушарки з електромагнітними джерелами енергії для сої та насіння соняшника.

Ключові слова: електромагнітні джерела енергії, сушіння соняшнику та сої, енергоефективність.

Вступ. Енергетика є основою усього світового господарства. Приблизно чверть усіх споживаних енергоресурсів витрачається у електроенергетиці. Інші три чверті – це промислове і побутове тепло, транспорт, металургійні і хімічні та харчові процеси. Підприємства харчової галузі вважаються лідерами по об'єму споживанню енергетичних ресурсів. Серед харчових технологій потужним споживачем енергетичних ресурсів є олійно-жирові підприємства. Останні роки характеризуються динамічним підвищенням продуктивності цих виробництв, бо попит на рослинні олії в світі постійно зростає. Це призводить до збільшення посівів рослин з великим вмістом олій. На виробництво харчових олій на долю соняшника випадає 77% усього світового виробництва, Україна ж виробляє 54% соняшникової олії. Темпи виробництва зростають щорічно. Провідне місце на ринку харчових олій займає і соєва олія. Із використанням соєвої олії виробляють величезну кількість харчових продуктів, включаючи салати, маргарин, хліб, майонез, немолочні вершки для кави та ін. Крім того, в сої великий вміст лецитину, який відокремлюють з насіння сої разом із олією для використання в кондитерській та фармацевтичній промисловості [1].

Важливою є задача тривалого зберігання олійної сировини. Насіння соняшнику та сої зберігається при вологості 6-7% та 8-9% відповідно, та температурі 10-15 °С [2]. Для надійності зберігання, а також для організації ефективного вилучення олії із сировини, невід'ємною, а також найважливішою, складовою є процес сушіння.

Актуальність. Насіння олійних культур завдяки щільній оболонці витримує високі температури при нагріванні. Використовують для його сушіння шахтні сушарки, застосовуючи приблизно такі самі режими, як і для зернових. Насіння з високою вологістю сушать за кілька пропусків з проміжним (6-7 год) відлежуванням, під час якого підсохла оболонка поглинає вологу ядра, а при черговому пропуску легко видаляється (у насіння соняшнику, оскільки високі температури призводять до розтріскування оболонок)

Кращою для сушіння насіння соняшнику є швидка подача повітря з високою температурою, ніж тривала з низькою [3]. При зменшенні часу та температури сушіння підвищиться продуктивність та обсяг виготовленої продукції, крім того – збільшиться енергоефективність використання сушильної техніки.

Аналіз літературних джерел. Температура сушіння на порційних зерносушарках повинна становити 60°C. Температура сушіння на поточних зерносушарках може досягати 65°C. При сушінні зерна соняшника призначеного для посіву температура сушіння не повинна перевищувати 43°C [4, 5].

В останні роки росте цікавість до технологій зневоднення в електромагнітному полі. Одним із способів такої технології є сушка в мікрохвильовому полі. Тривалість процесу сушіння з підводом мікрохвильової енергії на 40...90 % менше тривалості сушіння традиційними способами [4, 5]. Встановлено, що обробка продуктів в МХ-полі суттєво знижує їх мікробіологічне забруднення [6]. В той ж час виділяють ряд обмежень мікрохвильового сушіння: нерівномірність електромагнітного поля усередині мікрохвильової камери, що приводить до нерівномірності нагріву продукту, обмежена глибина проникнення мікрохвильового поля в продукт, дуже висока швидкість масоперенесення, яка може визвати небажані зміни в структурі продукту [6].

Метод ІЧ-опромінювання є одним із перспективних фізичних методів обробки харчових продуктів. За умови застосування ІЧ-випромінювання значно скорочується тривалість термічної обробки, що обумовлено відсутністю термічного опору пограничного шару продукту променистому потоку, енергія якого безпосередньо поглинається поверхнею частинок сировини. При цьому ІЧ-випромінювання активно поглинається водою, яка міститься у продукті, але не поглинається тканиною продукту котрий висушується або термообробляється. Тому видалення вологи можливе за невисоких температур (4...60°C), що дає можливість максимально зберігати вітаміни, біологічно активні речовини, природний (натуральний) колір, смак і аромат продуктів, які підлягають сушінню або термічній обробці [1].

Мета досліджень. За ціль було поставлено оцінити ефективність процесу сушіння в стрічковій сушарці з використанням електромагнітних джерел енергії. Визначити вплив потужності НВЧ та ІЧ випромінювання, виду продукту та завантаження стрічки на інтенсивність сушіння. Зробити порівняльний аналіз і визначити кращі режими процесу сушіння. **Об'єкт сушіння** – насіння соняшника та сої.

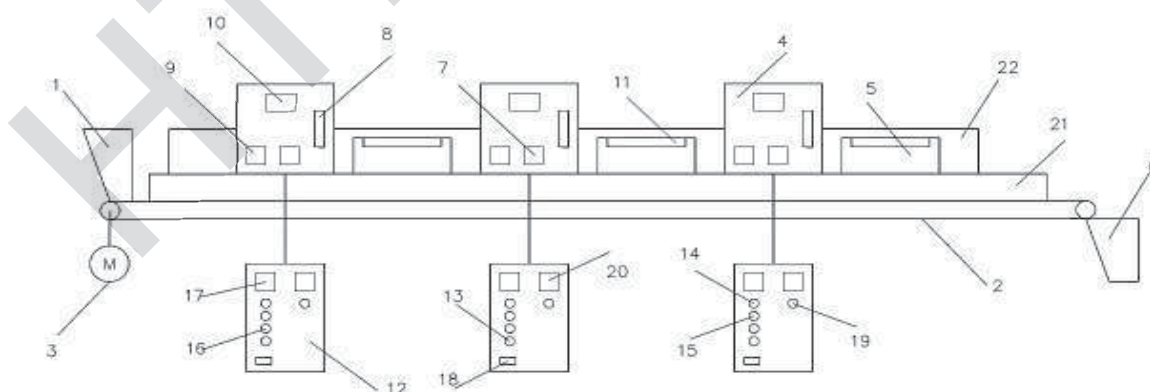


Рис.1. Схема НВЧ і ІЧ експериментальної сушарки.

Результати експериментальних досліджень сушіння насіння соняшника й сої та їх обговорення.

НВЧ і ІЧ сушарка (рис.1) складається із бункера завантаження - 1, через який сирий продукт надходить на стрічковий конвеєр - 2, що приводиться в рух приводом – 3. Далі продукт просувається до модуля НВЧ - 4 і модуля ІЧ – 5. На технологічній лінії розміщено по три таких модуля. Далі висушений продукт вивантажується в бункер - 6. НВЧ модуль складається з магнетрона - 7, вентилятора - 8, високовольного трансформатора - 9 і витяжний вентилятор - 10. ІЧ модуль складається з ІЧ випромінювача - 11. За допомогою панелі керування - 12 відбувається настройка потужності НВЧ випромінювання – 13. Час роботи НВЧ модуля встановлюється за допомогою кнопок - 14, 15, 16. Дані налаштувань потужності і часу виводяться на аналоговий датчик - 17, модуль приводиться в дію кнопкою «пуск / стоп» - 18. На механічному датчику - 19 відображається потужність ІЧ випромінювання регульована за допомогою перемикача потужності - 20. Корпус установки - 21 покритий ізоляцією - 22.

Дослідження інноваційного методу сушіння проведено в широкому діапазоні експериментальних даних (табл. 1).

Таблиця 1. Діапазон експериментальних досліджень.

Вид сировини	Питома потужність НВЧ випромінювання $N_{НВЧ}$, кВт/м ²	Питома потужність ІЧ випромінювання $N_{ІЧ}$, кВт/м ²	Завантаження стрічки g, кг/м ²	Тривалість процесу сушіння τ , хв	Температура сушіння T, °C
Соняшник	7,5...15	7,33...11	3,96...7,92	30...45	34...39
Соя	7,5...15	7,33...11	4,8...9,6	40...70	35...41

На стрічці розміщувалось 8 касет із насінням. Маса порожніх касет та зерна визначалась електронними вагами ТВЕ-0.21-0.01. Температури продукту вимірювались дистанційно датчиками типу Dallas DS 18b20. Зміна маси зерна в касеті визначала масу вилученої вологи.

В дослідях фіксувалось тривалість процесу (τ), температура (T) та маса сировини під час обробки. Питома маса матеріалу (g) показує масу (m) продукту на одиницю поверхні обробки (F), а питома потужність електромагнітну енергію, котра витрачається на 1 м² оброблюємої поверхні.

Вивчався вплив потужності підведеної енергії на середню швидкість процесу сушіння. Досліди проводились при швидкості руху стрічки транспортера 0,025 м/с, питомого завантаження 3,96 кг/м². Кількість видаленої вологи визначали по початковій і кінцевій вологості соняшника. Швидкість сушіння розраховувалась за зміною відсотку вологості за одиницю часу (1), на протязі якого на соняшник впливало електромагнітне випромінювання (рис.2-3).

$$\omega = \frac{M_v^n - M_v^k}{M_{пр}} \cdot 100\% \quad (1)$$

де, ω – відсоток поточного стану вологи, M_v^n – маса вологи початкова, M_v^k – маса вологи кінцева,

$M_{пр}$ – маса продукту.

Зважування проводились з інтервалом у 7,5 хвилин, після чого за формулою (1) розраховувався поточний стан вологості продукту.

При сушінні соняшника (рис. 2), тип підведеної енергії значно впливає на процес сушіння, підведення потужності у 11 кВт/м² при ІЧ-випромінюванні у 2,5 рази швидше видалає вологу ніж при використанні НВЧ-випромінювання з потужністю у 11.25 кВт/м². Крім того, при тій самій потужності ІЧ-випромінювання висушує у 1.7 рази швидше ніж при потужності зменшеній у 1.5 рази.

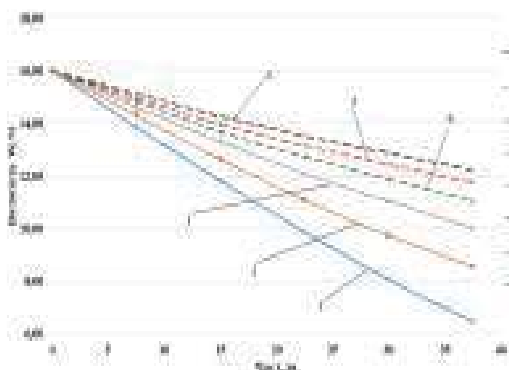


Рис. 2. Вплив питомої потужності та типу підведеної енергії на кінетику сушіння соняшника.

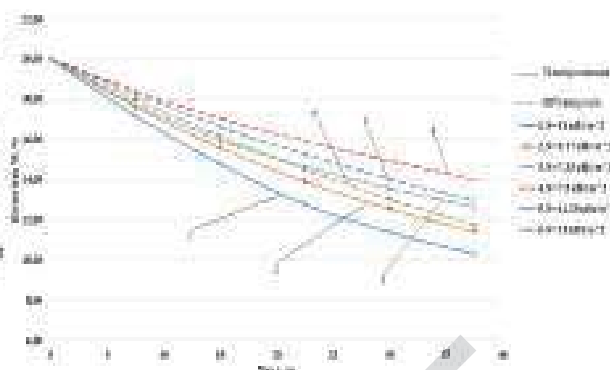


Рис. 3. Вплив типу підведеної енергії та питомої потужності на кінетику сушіння сої.

При сушінні сої (рис. 3), тип підведеної енергії майже не впливає на процес сушіння, підведення потужності у 11 кВт/м² при ІЧ-випромінненні у 1,5 рази швидше видаляє вологу ніж при використанні НВЧ-випроміннення з потужністю у 11.25 кВт/м². Крім того, при тій самій потужності ІЧ-випроміннення висушує у 1.2 рази швидше ніж при потужності зменшеній у 1.5 рази.

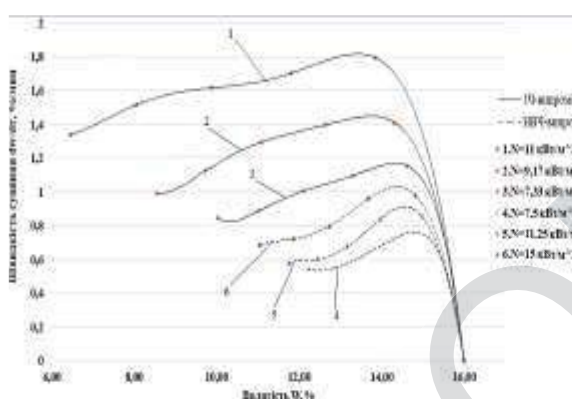


Рис. 4. Вплив типу підведеної енергії та питомої потужності на швидкість сушіння соняшника.

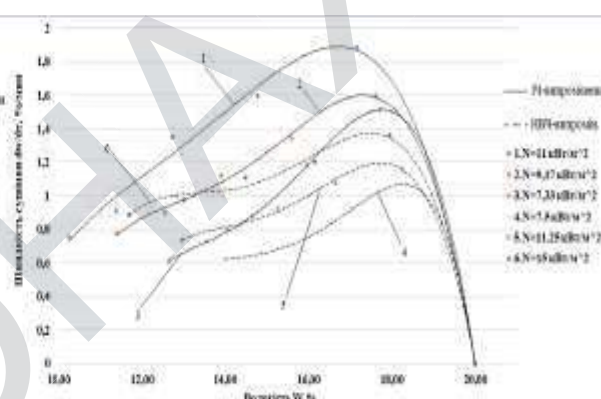


Рис. 5. Вплив типу енергії та питомої потужності на швидкість сушіння сої.

Тип підведеної енергії при сушінні соняшника (рис. 4) значною мірою вплинув на швидкість сушіння. При підводі ІЧ-випроміннення швидкість сушіння у 1.8 рази більша ніж при використанні НВЧ-випроміннення, і становить 1.35...1.8 %/хв та 0.68...1% /хв відповідно. Також, при зменшенні потужності підведеної енергії при ІЧ-випромінненні у 1.5 рази, швидкість сушіння зменшиться у 1.3. рази і становитиме 0.83...1.18 %/хв.

При сушінні сої тип підведеної енергії (рис. 5) має незначний вплив на швидкість сушіння. При підводі ІЧ-випроміннення швидкість сушіння у 1.2 рази більша на початку процесу сушіння ніж при використанні НВЧ-випроміннення, і становить 1.88 %/хв та 1.38 %/хв відповідно, а в кінці процесу швидкість сушіння майже однакова – 0.76 %/хв та 0.88 %/хв відповідно. Також, при зменшенні потужності підведеної енергії при ІЧ-випромінненні у 1.5 рази, швидкість сушіння зменшиться у 1.2. рази і становитиме 0.6...1.52 %/хв.

При збільшенні кількості модулів (рис. 6) спостерігаються незначні зміни у швидкості сушіння сої із застосуванням НВЧ-генератора енергії 0.7...1.7 %/хв, і досить суттєві зміни швидкості сушіння відбуваються із застосуванням ІЧ-випромінювачів, при підключенні другого модулю швидкість сушіння зростає у 1.7 рази 1.7...2.95 %/хв, підключення третього модулю дає результат у 2 рази кращий ніж при застосуванні одного модуля швидкість сушіння зростає із 1.1...1.7 %/хв до 1.4...3.45%/хв.

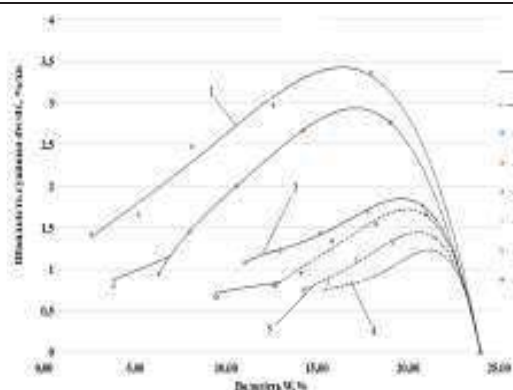


Рис. 6. Вплив типу підведеної енергії та кількості джерел енергії на швидкість сушіння сої.

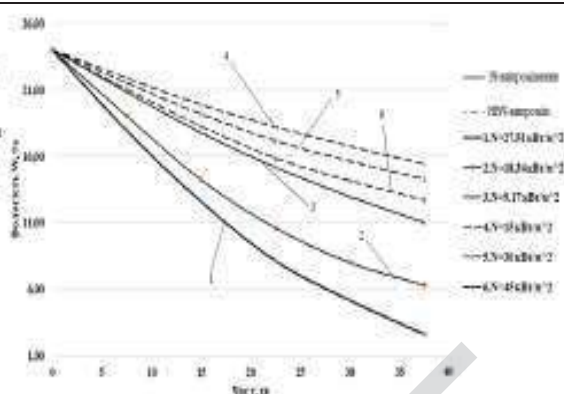


Рис. 7. Вплив типу підведеної енергії та кількості джерел енергії на лінію сушіння сої.

На лінії сушіння (рис. 7) чітко спостерігається вплив типу підведеної енергії та питомої потужності на процес зневоднення. Використання трьох ПЧ-випромінювачів у двічі швидше висушує сою до необхідного рівня вологості 9% і час сушіння триває при трьох модулях 20 хвилин, а при одному модулі – близько 40 хвилин. НВЧ-генератори енергії при різній кількості модулів сприяють видаленню вологи майже однаково і для висушування сої до 9% знадобиться близько 60-70 хвилин, що у тричі більше ніж кращі показники при використанні ПЧ-генераторів енергії.

Вплив використання типу підведеної енергії та кількості модулів на швидкість сушіння соняшника (рис. 8) досить суттєвий. ПЧ-випромінювач енергії при збільшенні їх кількості значною мірою вплинули на швидкість сушіння при одному модулі швидкість сушіння 1.2...1.51 %/хв, а використання трьох модулів покращує результат у 2 рази і швидкість сушіння зростає – 1.3...3.2 %/хв. Збільшення модулів НВЧ-генераторів енергії вплинуло на швидкість сушіння у 1.3 рази, швидкість при використанні одного модуля коливалася в межах 0.6...1.95 %/хв, а при трьох модулях – 0.65...2.7 %/хв.

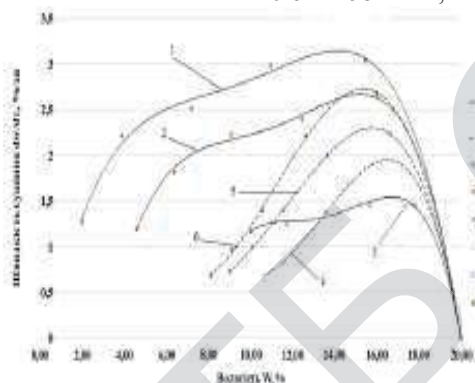


Рис. 8. Вплив типу підведеної енергії та кількості джерел енергії на швидкість сушіння соняшника.

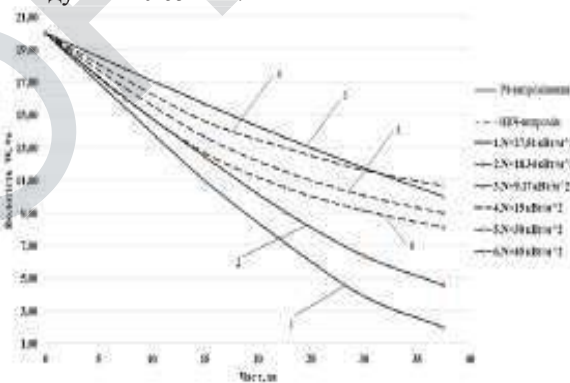


Рис. 9. Вплив типу підведеної енергії та кількості джерел енергії на лінію сушіння соняшника.

Крім того, вплив на лінію сушіння соняшника (рис.9) типу підведеної енергії досить великий.

НВЧ-генератори енергії дали кращий результат лише порівняно з використанням одного модуля з ПЧ-випромінювачем енергії. Проте, чітко видно, що при використанні трьох модулів із ПЧ-випромінювачем енергії сушить до 6% за 25 хвилин, у той час коли трьома модулями із НВЧ-генераторами енергії знадобиться близько 60-70 хвилин.

Висновок: В ході експериментальних досліджень впливу НВЧ-генераторів енергії та ПЧ-випромінювачів на процес сушіння насіння соняшнику та сої було отримано лінії швидкості та лінії сушіння, які наведені з порівнянням виду підведеної енергії та впливу питомої потужності на кожний з досліджених продуктів. Крім того було помічено, що насіння соняшнику, при ПЧ-випромінювачах енергії, проходило більш активно ніж при НВЧ-генераторах енергії при будь-якій підведеній потужності, що свідчить про те, що при сушінні насінні соняшнику краще використовувати ПЧ-випромінювачі енергії. На процес сушіння сої, тип підводу енергії суттєвого впливу не оказує, тому, можливо,

використовувати комбінований метод сушіння використовуючи НВЧ-генератори енергії та ІЧ-випромінювачі.

Література:

1. Друкований М.Ф. Удосконалення теплотехнологій при виробництві олії та біодизельного пального. Монографія / М.Ф. Друкований, В.М. Бандура, Л.М. Колянковська, В.І Паламарчук. – Вінниця, РВВ ВНАУ, 2014. – 254 с.
2. «Зберігання і переробка продукції рослинництва»/ «2.4.5. Особливості сушіння зерна окремих культур»/ <http://buklib.net/books/21971/>
3. «Гідрофільні властивості соняшникового насіння»/ Манк В.В., Ковалевська Є.І., Мельник О.П., Максимова І.М./ Національний університет харчових технологій, Могилів-Подільський технологічний технікум ВДАУ/ Україна 2008р 2-3с.
4. Бурдо О.Г. Еволюція сушильних установок – Одеса: Полиграф, 2010 – 368с.
5. Бурдо О.Г., Пищевые нанотехнологии – Херсон, 2013 – 294с.
6. Рогов И.А., Некрутман С.В., Лысов Г.В. Техника сверхвысокочастотного нагрева пищевых продуктов. М., 1981. – 200 с.

УДК 621.9.048.6

СУШАРКИ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ

Яровий І.І.¹, к.т.н., Катасонов О.В.², аспірант

DRYERS NEXT GENERATION

Yarovy I.I.¹, Ph.D. Katasonov O.V.²

Abstract: The next generation dryers should use in their work not convective but a new, innovative way of supplying heat energy. The most promising is the use of ultrahigh-frequency radiation.

Using as an energy source MW field one can solve one of the main problems of modern convection drying technology. The problem is that heat is transferred to the moisture of the material through several agents - intermediaries. At each of the stages of this sequence there are unproductive losses, and the amount of heat should be brought to the moist material to heat up all material to a temperature at which intense evaporation of moisture will take place. In a detailed analysis, such a drying scheme looks far from optimal.

Drying using the MW field in the convection background looks like an almost perfect alternative. This method of drying allows you to generate heat by acting directly on the moisture contained in the material, without intermediaries, minimally heating the material itself.

The rate of heating and damp removal in the MW drying chamber is much higher than that of a convection heating dryer. Each of the drying chambers provides removal of moisture from the stream of moist material. The drying chambers themselves can be combined in sequential and parallel groups, and the intelligent control of the operation mode of each of the cameras will ensure the implementation of flexible drying scenarios.

Equipment using MW heating can be easily integrated into modern designs of current dryers and other process equipment. Of particular interest is the possibility of creating a drying MW module with a vertical arrangement of working areas.

The study of the dynamics of material heating by the MW field, in the volume of the sample at different distances (depth) relative to the source of radiation was carried out. In most experiments, there was a linear dependence of the temperature of the layer on the radiation power and depth of the layer. Experiments have shown a high dynamics of the heat of the moisture in the material. So with 80% of the magnetron power (0.6 kW) at a depth of about 0.1 m, the temperature increased by 25 grams. With just 250 s. It is such a "fast" heating that provides high performance of MW devices.

Given the ultrahigh, compared with the existing methods, the heating rate, the technology of using the energy of the microwave electromagnetic field to process the flow of plant material will undoubtedly find its place in modern technological processes.

Анотація Сушарки наступного покоління мають використовувати в роботі не конвективний а новий, інноваційний спосіб підводу теплової енергії. Найбільш перспективним виглядає використання надвисокочастотного випромінювання.

Використовуючи в якості енергопідводу МХ поле можна вирішити одну з основних проблем сучасних конвективних сушильних технологій. Проблема в тому, що тепло передається волозі матеріалу через декілька агентів – посередників. На кожному з етапів цієї послідовності є непродуктивні втрати, а до вологого матеріалу слід підвести скільки тепла, щоб нагріти увесь матеріал до температури при якій

ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВОЛОГОВИДАЛЕННЯ ПРИ ЗНЕВОДНЕННІ ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ	
Снежкін Ю.Ф., Гусарова О.В., Шапар Р.О.	182
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ФИТОЭСТРОГЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОРОШКОВ	
Петрова Ж. А., Слободянюк Е. С.	186
СВЯЗЫВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРЕБИОТИЧЕСКИМИ ПОРОШКАМИ	
Петрова Ж. О.	192
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ	
Гоженко Л. П., Коник А. В., Радченко Н. Л., Целень Б. Я., Недбайло А. Є.	195
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА МИКРОВОЛНОВОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ЭКСТРАКТОРА КОФЕ	
Левтринська Ю.О., Терзиев С.Г.	200
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕФЕКТИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ	
Авдєєва Л. Ю., Макаренко А. А.	209
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АЕРАЦІЙНО-ОКИСНЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ РОТОРНОГО ТИПУ НА ПРОЦЕС ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ	
Ободович О.М., Сидоренко В. В.	211
ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО БЛАНШУВАННЯ СИРОВИНИ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРАГУВАННЯ	
Чорний В. М., Прищепя Ю. Ю., Лапіна Н. В., Мисюра Т. Г., Попова Н. В.	215
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТОЮВАННЯ ПЛОДІВ КИЗИЛУ	
Степанчук М.С., Лапіна Н.В., Чорний В.М., Мисюра Т.Г., Попова Н.В.	219
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАСТОЮВАННЯ ПЛОДІВ ЖУРАВЛИНИ	
Бараловська О. В., Прищепя Ю. Ю., Чорний В. М., Мисюра Т. Г., Попова Н. В.	223
КІНЕТИКА СУШІННЯ НАСІННЯ СОЛЯШНИКУ ТА СОЇ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ	
Бандура В.М., Маренченко О. І., Пилипенко Є. О., Катасонов О. В.	226
СУШАРКИ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ	
Яровий І.І., Катасонов О.В.	232
ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ	
Зыков А.В., Резниченко Д.Н., Безбах И.В.	242
БАЛАНСОВІ, ЕНЕРГЕТИЧНІ, КІНЕТИЧНІ ТА ФАЗОВІ МОДЕЛІ ПРОЦЕСІВ ВИМОРОЖУВАННЯ СОКІВ	
Бурдо О.Г., Мординський В.П., Давар Ростами Пур	244
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТИВНОЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНВЕСЕРНИХ ВІБРАЦІЙНИХ СУШАРОК ПРИ ОБРОБЦІ СИПКОЇ СИРОВИНИ	
Паламарчук І. П.	250
МАСООБМІН ПРИ ЕКСТРАГУВАННІ КАВИ АКТИВОВАНИМ ЕКСТРАГЕНТОМ	
Вігенько Т.М., Городиський Н.І.	254
БАЛАНСОВІ МОДЕЛІ ТА ФАЗОВІ РІВНОВАГИ ПРИ КРІОКОНЦЕНТРУВАННІ ГРАНАТОВОГО СОКУ	
Бурдо А.К., Давар Ростами Пур, Стоянова О. М., Драгні О. І.	260
МАШИНА ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАННЯ ПЕРА ПТИЦЬ	
Всеволодов А.Н., Романов С.О.	266
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ВАКУУМНАЯ СУШИЛКА	
Бурдо О. Г., Мордынский В. П., Светличный П. И., Ананийчук Э. Ю.	270
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ОДИНИЧНИХ КРАПЕЛЬ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ ИГ-30 ЯК ОБ'ЄКТУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ	
Шаркова Н. О., Турчина Т. Я., Жукотський Е. К., Декуша Г. В., Костянець Л. О.	275
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВОГО СЫРЬЯ	279