

**III. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

УДК: 664.723:633.34

DOI: 10.37128/2520-6168-2019-2-7

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ СУШІННЯ СОЇ

Бандура Валентина Миколаївна, к.т.н., професор
Поп'як О.Г., аспірант
Вінницький національний аграрний університет

V. Bandura – PhD, Full Professor

O. Popiak – Postgraduate

Vinnytsia National Agrarian University

Розглянуто різні технології сушіння насіння сої, розкрито їхні позитивні і негативні сторони. Проведений порівняльний аналіз способів сушіння. Установлено, що сушіння насіння сої в електромагнітному полі є одним з перспективних. Запропоновано поєднання двох способів сушіння насіння сої інфрачервоного та мікрохвильового в одному технологічному процесі. Розглянуто вимоги до якості насіння сої при зберіганні відповідно до Держстандарту, зокрема дотримання вологості, яка повинна складати не більше 12%.

Ключові слова: соя, зерно, сушіння, сушильний агент, сушарка, вологість.

Рис.1. Табл. 1. Літ.12.

1. Постановка проблеми

В даний час, у зв'язку із застосуванням потужних збиральних комбайнів і зменшенням термінів збирання, різко зросла потреба в високопродуктивних сушарках, які за рахунок значного зниження часу на сушку, дозволяють в стислі терміни і з мінімальними втратами зробити процес передачі зерна з поля на склад. На сьогодні у сільському господарстві однією з головних проблем залишається збільшення й стабілізація вирощування сої, яка є основним джерелом збалансованого за амінокислотним складом екологічно чистого білка.

У зв'язку з великим вмістом білка і жиру, а також підвищеною гігроскопічністю насіння, соя за несприятливих умов (наявність органічних домішок, підвищена вологість) швидко псується. Навіть сухе насіння сої за наявності домішок самозгрівається [1].

Соя – це унікальна рослина, чудо живої природи. Нині вона провідна культура світового землеробства, вершина довершеності та універсальності в усьому рослинному світі. Соя займає центральне місце у вирішенні проблеми білка і досить прибуткова.

Насіння сої містить 38...42% білка, 18...23 – жиру, 25...30% – вуглеводів, а також ферменти, вітаміни, мінеральні речовини. Завдяки багатому й різноманітному хімічному складу, соя не знає рівних собі за темпами росту виробництва, її здавна широко використовують як універсальну продовольчу, кормову й олійну культуру. Соя не має аналогів у арсеналі рослинних ресурсів за продуктивністю і якісним складом.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Особливістю процесу сушіння зерна сої полягає в тому, що її зернівка повільно віддає вологу (0,5...0,8%/год) і дуже легко пошкоджується від механічного впливу. Окрім того, оболонка зерна висихає швидше, ніж ядро із сім'ядолями та зародком, починає збільшуватися і під тиском ядра розривається, в результаті чого сім'ядолі розходяться [1].

Кращі результати отримують, коли сою сушать у вентильованих бункерах. Насіння сої вважають сухим, коли вологість його не перевищує 12%, середньої сухості – 12...14%, вологим – 15...16% і сирим – понад 16% [2].

Сушіння природним повітрям (не підігрітим). Використання не нагрітого повітря для просушування сої зазвичай працює ефективно, але це повільний процес (від двох до шести тижнів, залежно від початкової вологості продукту, повітряного потоку і погоди). Бункери, що використовуються для сушіння на природному повітрі, повинні мати повні перфоровану підлогу і досить великі сушильні вентилятори. Вимоги до потужності вентилятора залежать від бажаного



потоків повітря та висоти зерна. Наприклад, для подачі $0,03 \text{ м}^3/\text{хв.}$ через $5,5 \text{ м}$ висоти сої потрібно потужність близько $0,45 \text{ кВт}$, а подача $0,045 \text{ м}^3/\text{хв.}$ через $5,5 \text{ м}$ зерна сої потребує потужності приблизно $1,2 \text{ кВт}$ [3].

Управління сушарками сої з природним повітрям аналогічно управлінню сушарками кукурудзи з природним повітрям, за винятком того, що вологість сої повинна бути приблизно на два відсотки нижче, ніж рекомендується для кукурудзи.

Оскільки сушка на природному повітрі є повільним процесом, буде важко використовувати одну сушарку для сушіння сої і наприклад кукурудзи в тому ж році збору врожаю.

Низькотемпературне сушіння. На початку осені, особливо в роки з теплою, сухою погодою, можна сушити сою до менш ніж 13% вологості без додаткового нагрівання. Проте в кінці осені, або в роки з прохолодною, вологою погодою, соя може не висохнути до 13% , і може бути потрібно додати невелику кількість додаткового тепла в повітря в сушарках на природному повітрі. Не нагрівати повітря більш ніж на 3 до 5°C від температури повітря, бо соя буде пересихати і може потріскати оболонка. Дослідження показали, що обдування сої повітрям відносної вологості менше 40% може призвести до надмірного пересихання. На кожні 20 градусів нагрітого повітря, зменшується його відносна вологість приблизно в два рази, тому для отримання відносної вологості не меншої 40% не потрібно багато тепла [4].

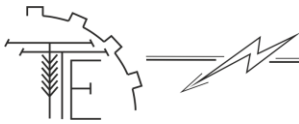
Деякі альтернативи додаткового тепла в сушарки для природного повітря:

- виключати вентилятор, коли восени холодно, зберігати сою прохолодно взимку і відновлювати сушку, коли середні температури піднімаються вище нуля навесні.
- встановлення більших вентиляторів, щоб можна було закінчити висихання раніше, коли погода буде кращою.
- використання ручного або автоматичного керування для вимкнення вентилятора під час високої вологості повітря. Управління вентилятором збільшить час, необхідний для сушіння, але це дозволить більш ефективно висушити зерно.

Високотемпературне сушіння. Соеві боби можуть бути висушені в високотемпературній сушарці, але температура нагріву повинна бути обмежена, щоб мінімізувати пошкодження бобів. Багато видів газових сушарок для кукурудзи можна використовувати для сушіння сої, але потрібно звертати увагу на максимальну температуру сушіння конкретної сушарки. Як правило максимальна температура сушіння для нехарчової сої становить близько 55°C . Навіть при цій температурі деякі оболонки можуть тріснути. Соя легко тріскає, якщо висушуються занадто швидко. Потрібна температура сушильного агента повинна бути нижчою, ніж для кукурудзи, і не можна використовувати сушарки, які рециркулюють культуру під час сушіння, тому що при такій дії буде великий відсоток механічно пошкодженого зерна. Сушарки колонного типу часто можуть працювати при температурі від 50 до 60°C , не викликаючи надмірного пошкодження сої. При цьому потрібно контролювати якість сої, що виходить з сушарки і коригувати температуру, якщо на виході занадто багато розколів. Якщо соєві боби потрібно для насіння, температура агента повинна бути нижче 45°C , щоб уникнути загибелі ембріона [5].



Рис. 1. Газова сушарка для кукурудзи



Після сушіння в газових сушарках, сою потрібно охолоджувати протягом доби або близько того, щоб видалити тепло сушіння. Це можна зробити в сушарці або в бункерах для зберігання. Висушені зерна слід знову провітрити пізніше восени, щоб охолодити їх до $-5...-1^{\circ}\text{C}$ для зимового зберігання.

Інфрачервоне сушіння. Спосіб сушіння інфрачервоним випромінюванням вважається одним з багатообіцяючих фізичних методів обробки харчових продуктів, знаходить все більше використання в різноманітних секторах економіки харчової індустрії: кондитерської, консервної та ін. Інфрачервоне випромінювання використовується в цих технологічних процесах, як нагрів, сушка, термічна обробка зернової сировини, випічка, обсмажування, бланшування. Відзначається рентабельність використання даного методу в харчовій індустрії, позитивний вплив інфрачервоне обробки на харчові продукти [6].

3. Мета дослідження

Метою досліджень є розгляд та аналіз існуючих технологій сушіння насіння сої, визначення їх переваг та недоліків, а також удосконалення процесу сушіння.

Для вирішення вказаної мети були поставлені завдання:

- провести аналіз існуючих технологій сушіння та зберігання насіння сої;
- визначити перспективні, енергоощадні технології сушіння;
- обґрунтувати перспективність сушіння насіння сої в електромагнітному полі;
- запропонувати комбінований спосіб сушіння насіння сої з використанням інфрачервоного та мікрохвильового випромінювання в одному технологічному процесі;
- розглянути якісні показники насіння сої.

4. Основні результати дослідження

Однією з проблем конвективних способів сушіння є в тому, що тепло, необхідне для випаровування рідини, передається волозі матеріалу через декілька агентів – посередників: спочатку тепло генерується спалюванням палива, далі тепло передається сушильному агенту, потім сушильний агент нагріває вологий матеріал і лише внаслідок нагріву матеріалу тепло передається волозі, яка при достатньому нагріванні видаляється випарюванням [7]. На кожному з етапів цієї послідовності передачі тепла є непродуктивні втрати, а в кінці ланцюга перетворень до вологого матеріалу (суха частка якого складає чималий відсоток) слід підвести скільки тепла, щоб нагріти увесь матеріал до такої температури при якій буде проходити інтенсивне випарювання вологи.

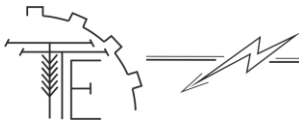
Використовуючи в якості нагрівача мікрохвильове електромагнітне поле можна вирішити цю проблему, а саме – забезпечити не опосередковану передачу тепла у внутрішні шари частинок нагріванням їх поверхні, а використавши особливості взаємодії електромагнітного поля та дипольних молекул води – забезпечити адресний енергопідвід, тобто піддавати нагріванню саме вологу, що міститься в матеріалі частинок матеріалу [8].

Ще не набувши широкого використання технологія електромагнітного сушіння все частіше знаходить своє місце в процесах комбінованого сушіння та термічної обробки матеріалів, зокрема у поєднанні з конвективним нагрівом гарячим повітрям, інфрачервоним випромінюванням та вакуумом [9].

Одними з найбільш ефективних сушильних апаратів на основі мікрохвильових технологій вологовидалення вважаються стрічкові установки модульної конструкції. До переваг таких рішень слід віднести високу продуктивність, високу швидкість сушіння, широкий спектр режимів роботи, легке масштабування продуктивності конструкції, можливість комбінування мікрохвильового впливу з іншими видами енергопідводу: інфрачервоним випромінюванням та конвективним нагріванням.

Конструкція установки дозволяє здійснювати контрольований та дозований вплив електромагнітним випромінюванням на матеріали, що транспортуються стрічковим конвеєром через три сушильні модулі, кожен з індивідуальним керуванням потужності. Експозиція сушіння визначається швидкістю стрічки [10].

Саме стрічкові сушарки є одною з найбільш перспективних конструкцій для сушильних апаратів з адресним електромагнітним енергопідведенням. Найбільш доцільною для таких апаратів є модульна конструкція сушильних зон з десятком і більше сушильних модулів. За рахунок лінійного збільшення кількості сушильних камер подібні установки дозволять відносно просто масштабувати їх продуктивність. Важливим є те, що при збільшенні кількості зон сушіння пропорційно зростатиме



експозиція сушіння, а при умові достатньо високої швидкості транспортування сировини зменшується ризик локальних перегрівів, що можуть виникати в матеріалі внаслідок нерівномірності впливу електромагнітного поля. Фізичні особливості взаємодії мікрохвильове поле з вологою, що міститься в частинках сировини, дозволяють використовувати такі режими обробки, при яких поле нагріває шари матеріалу пропорційно їх вологості. Такий спосіб обробки рослинної сировини виглядає перспективним для нагрівання, сушіння, досушування та стерилізації сировини, матеріалів і продуктів саме у харчовій промисловості. Дуже перспективною виглядає можливість створення комбінованих способів вологовидалення, а одним з найцікавіших варіантів є поєднання мікрохвильового способу сушіння з інфрачервоною сушкою. Обидва способи дозволяють створити інтенсивний потік вологи в межах вологої частинки, різниця полягає у глибині шарів на які здійснюється вплив. Якщо мікрохвильове випромінювання дозволяє створити інтенсивний потік вологи з глибоких шарів частинки, то інфрачервоне випромінювання дозволяє інтенсифікувати рух вологи у приповерхневих шарах. Такий комбінований вплив на процес перерозподілу (транспортування) вологи всередині частинок вологої сировини, може бути рекордно енергоефективним при збереженні високої продуктивності сушіння. Одна з проблем проведеної частини дослідження стосувалась моделювання роботи багатозонної сушарки на базі установки з декількома (трьома) модулями. Для експериментального моделювання роботи багатозонної установки, вологий матеріал дозувався в контейнери, а контейнери, після проходження ними трьох зон сушіння переміщались з вихідного шлюзу сушарки до вхідного. Проводилось декілька таких перенесень, при кожному з них фіксувалась маса контейнера, а за її зміною визначалась кількість видаленої вологи [11].

Умови зберігання сої. Основні вимоги якісного зберігання сої: вологість – 10...10,5%, відносна вологість повітря – нижче 60%, температура – 5...-5°C. Приміщення для зберігання насіння сої очищують, дезінфікують і добре провітрюють. Зберігають насіння сої в металевих бункерах, закритих складських приміщеннях, у мішках штабелями заввишки 1,5...2,5 м, а товарне – в металевих бункерах і насипом [12].

Новий, прогресивний і економічно вигідний, спосіб зберігання зерна сої – використання поліетиленових мішків, які зберігають на відкритій території (на полі чи на майданчику). Мішок складається з трьох шарів поліетилену і має довжину 60...75 м та місткість – 150...250 т. Надійне зберігання сої в них гарантує висока герметичність упакування, що не дає змоги розвиватися мікроорганізмам, грибкам і шкідникам. Переваги такого способу зберігання сої: економія затрат на 35%, порівняно зі зберіганням у складських приміщеннях чи бункерах; зберігання диференційоване за якістю; мінімізація впливу умов зовнішнього середовища на якість зерна. Найпридатніше зберігання сої в поліетиленових мішках для зерна в сухому стані і того, що використовують на продовольчі й кормові цілі. За тривалого зберігання насінневого матеріалу сої за даного способу може відбуватися зниження схожості, особливо за підвищеної початкової вологості самого насіння сої.

Протягом усього періоду зберігання постійно спостерігають за станом насіння сої (не менше ніж два-три рази за зиму), визначають його вологість, температуру, заселеність комірними шкідниками, спостерігають за зовнішнім виглядом, зміною кольору, запаху. Зміна кольору насіння і поява нових, не властивих зерну, запахів свідчить про проходження мікробіологічних процесів у насінні або про розвиток комірних шкідників. Таке насіння сої відразу ж підсушують чи охолоджують. Температура зберігання насіння сої змінюється по-різному в різних мішках, а за зберігання насипом – і на різній його глибині: на 20, 30 см від поверхні, в середині і знизу. Якщо температура повітря не змінюється, а в зерні починає підвищуватися, то це вказує на початок процесу самозігрівання. У такому разі слід вдатися до проведення відповідних заходів: швидкого охолодження активним вентиляванням, застосовуючи конвеєри і зерноочисні машини. Навесні насіння охолоджувати краще рано-вранці. Після цього його обов'язково просушують (за можливості – на сонці або ж сушарками), а потім визначають рівень вологості сої і заселеність комірними шкідниками.

Вологість насіння сої перевіряють окремо для кожної партії. Схожість систематично контролюють за кондиційними партіями не рідше одного разу в чотири місяці, а в партіях із насінням сої підвищеної вологості – не рідше одного разу в місяць. Не пізніше 10...12 днів до висіву ще раз перевіряють усе насіння сої на схожість. Постійно визначають стан насіння сої щодо ушкодження комірними шкідниками і гризунами та за потреби – вживають термінові заходи: планове чи



позапланове очищення і провітрювання насіння сої, дегазація, закладання отруйних принад для гризунів тощо. Такі заходи дозволяють зберегти зерно і отримати якісні соєві продукти з нього.

Контролювання якості насіння сої. Насіння сої, яке заготовляють та постачають на продовольчо-кормові і технічні потреби, має відповідати вимогам, установленим ДСТУ 4694:2008 (табл. 1). Окрім відповідності прийнятним нормам, насіння має бути у здоровому стані, без ознак самозігрівання і теплового ушкодження, мати форму, колір і запах, властиві нормальному (основному) насінню. Вміст і характер домішок визначають візуально, а також шляхом просіювання на ситі з вічками діаметром 3,0 мм. Вологість насіння та вміст зернової і смітцевої домішок можуть перевищувати граничні норми – але за згодою підприємства, що приймає сою на зберігання, та за можливості доведення насіннєвої маси до встановлених норм.

Таблиця 1

Вимоги до насіння сої за ДСТУ 4694:2008

Показник	Норма
Вологість, %, не більше	12,0
Масова частка білка у перерахунку на суху речовину, %, не менше	35,0
Масова частка олії в перерахунку на суху речовину, %, не менше	12,0
Смітцева й олійна домішки разом, %, не більше	10,0
Зокрема смітцева домішка, %, не більше	3,0
В олійній домішці:	
морозобійне насіння сої, %, не більше	5,0
насіння соняшнику, %, не більше	2,0
Вміст насіння рицини	Не дозволено
Зараженість шкідниками	Не дозволено, окрім кліща, не вище 1-го ступеня

Окремо визначають вміст токсичних елементів, залишкових кількостей пестицидів, мікотоксинів і радіонуклідів у партіях, що постачають для переробки підприємствам олієжирової промисловості, для продовольчих потреб та експортування. Їхній вміст не має перевищувати норм, встановлених стандартом.

Насіння сої контролюють також на наявність ГМО (генетично модифікованих організмів).

Сою, що формують для експорту, контролюють за станом, запахом, кольором, рівнем ураження шкідниками. Інші показники встановлюють відповідно до договору (контракту) між постачальником та іноземною стороною.

5. Висновки

1. Розглянуто різні технології сушіння насіння сої, розкрито їхні позитивні і негативні сторони. Проведений порівняльний аналіз способів сушіння.

2. Визначено, що сушіння насіння сої в електромагнітному полі є одним з перспективних. Запропоновано поєднання двох способів сушіння насіння сої інфрачервоного та мікрохвильового в одному технологічному процесі.

3. Розглянуто вимоги до якості насіння сої при зберіганні, зокрема вологість повинна складати не більше 12% відповідно до Держстандарту.

Список використаної літератури

1. Баум А. Е. Сушка зерна / А. Е. Баум, В. А. Резчиков. - М. : Колос, 1983. – 223 с.
2. Цуркан О. В. Результати теоретичних та експериментальних досліджень динаміки руху вібраційної сушарки / О. В. Цуркан, О. О. Герасимов, Л. Д. Величко, В. П. Янович // Вібрації в техніці та технологіях, 2010. - №4. – С. 149 - 156.
3. Бурдо О. Г. Энергетический мониторинг пищевых производств / О. Г. Бурдо. – Одесса: Полиграф, 2008. – 244с.
4. Гержой А. П. Зерносушение и зерносушилки / А. П. Гержой, В. Самочётов. - М. : Колос, 1967. – 412 с.



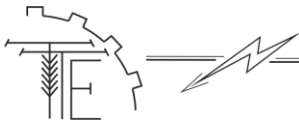
5. Жидко В. И. Эффективность режимов сушки зерна продовольственно-фуражной кукурузы / В. И. Жидко, А. С. Корчак // Известия вузов. Пищевые технологии, 1965. – № 4. – С. 44 – 45.
6. Ящук А. А. Моделювання процесу сушіння насіння льону олійного / А. А. Ящук, Р. В. Кірчук // Збірник наукових праць ВНАУ, 2012. - Т. 1 (65). - випуск № 11. – С. 307 – 311.
7. Атаназевич В. И. Сушка зерна / В. И. Атаназевич. - М: Издательство Дели принт, 2007. – 480 с.
8. Снежкин Ю. Ф. Энергосберегающие теплотехнологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых ресурсов: монография / Ю. Ф. Снежкин, Л. А. Буряк, А. А. Хавин. – Киев: Наукова думка, 2004.– 227 с.
9. Бурдо О. Г. Эволюция сушильных установок / О. Г. Бурдо. - Одесса: Полиграф, 2010. – 368 с.
10. Бандура В. М. Кінетика сушіння олійної сировини в електромагнітному полі / В. М. Бандура, О. І. Маренченко, Є. О. Пилипенко, О. В. Катасонов // Наукові праці ОНАХТ, 2017. - Т. 81. - випуск 1. – С. 94 – 99.
11. Бандура В. М. Апарати для сушіння рослинної сировини електромагнітним полем / В. М. Бандура, І. І. Яровий, О. І. Маренченко, Є. О. Пилипенко // Наукові праці ОНАХТ, 2018. - Т. 82. - випуск 2. – С. 123 - 129.
12. ДСТУ 4694:2008 Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови.

References

- [1] Baum, A. E., Rezchikov, V. A. (1983) *Sushka zerna [Grain drying]*, Moscow: Kolos [in Russian].
- [2] Curkan, O.V., Gerasimov, O.O., Velichko, L.D., Yanovich, V.P. (2010) *Rezultati teoretichnih ta eksperimentalnih doslidzhen dinamiki ruhu vibracijnoyi susharki [Results of theoretical and experimental studies of motion dynamics of a vibration dryer]*, 4, 149 – 156, *Vibraciyi v tehnicji ta tehnologiyah* [in Ukrainian].
- [3] Burdo, O. G. (2010) *Energeticheskij monitoring pishevyh proizvodstv [Energy monitoring of food production]* Odessa: Poligraf [in Russian].
- [4] Gerzhoj, A.P., Samochyotov, V. (1967) *Zernosushenie i zernosushilki [Grain drying and grain dryers]* Moscow: Kolos [in Russian].
- [5] Zhidko, V. I., Korchak A. C. (1965) *Effektivnost rezhimov sushki zerna prodovolstvenno-furazhnoj kukuruzu: Izvestiya vuzov. Pischeve tehnologii [Efficiency of grain drying regimes for food and fodder corn: News of universities. Food Technologies]*, 4, 44 – 45, Krasnodar, KubSTU, [in Russian].
- [6] Yashuk, A. A., Kirchuk, R. V. (2012) *Modelyuvannya procesu sushinnya nasinnya lonu olijnogo: [Modeling of drying process of flaxseed oil seeds]*, 1 (65), 11, 307 – 311, *Zbirnik naukovih prac VNAU* [in Ukrainian].
- [7] Atanazevich, V. I. (2007) *Sushka zerna [Grain drying]* Moscow: Izdatelstvo Deli print [in Russian].
- [8] Snezhkin, Yu.F., Buryak, L.A., Havin, A.A. (2004) *Energoberegayushie teplotehnologii proizvodstva pishevyh poroshkov iz vtorichnyh syrevykh resursov [Energy-saving heat technologies for the production of food powders from secondary raw materials]* Kiev: Naukova dumka [in Ukrainian].
- [9] Burdo, O. G. (2010) *Evolyuciya sushilnyh ustanovok [Evolution of drying systems]* Odessa: Poligraf [in Russian].
- [10] Bandura, V. M., Marenchenko, O. I., Pilipenko, Ye. O., Katasonov, O. V. (2017) *Kinetika sushinnya olijnoyi sirovini v elektromagnitnomu poli: Naukovi praci ONAHT [Kinetics of oilseed drying in an electromagnetic field: Scientific works of ONAHT]*, 81, 1, 94 – 99, Odesa: ONAHT [in Ukrainian].
- [11] Bandura, V. M., Yarovij, I.I., Marenchenko, O. I., Pilipenko, Ye.O. (2018) *Aparati dlya sushinnya roslinnoyi sirovini elektromagnitnim polem [Apparatus for drying of plant raw materials by an electromagnetic field]*, 82, 2, 123 – 129, *Naukovi praci ONAHT* [in Ukrainian].
- [12] DSTU 4694:2008 *Sonyashnik. Olijna sirovina. Tehnichni umovi [Sunflower. Olive raw materials. Specifications]* [in Ukrainian].

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СУШКИ СОИ

Рассмотрены различные технологии сушки семян сои, раскрыто их положительные и отрицательные стороны. Проведенный сравнительный анализ способов сушки. Установлено, что сушка семян сои в электромагнитном поле является одним из наиболее перспективных. Предложено сочетание двух способов сушки семян сои инфракрасного и микроволнового в одном технологическом процессе. Рассмотрены требования к качеству семян сои при хранении



согласно ГОСТу, в частности соблюдение влажности, которая должна составлять не более 12%.

Ключевые слова: соя, зерно, сушки, сушильный агент, сушилка, влажность.

Рис. 1. Табл. 1. Лит. 12.

TECHNOLOGICAL PROCESSES OF SOY DRYING

Different technologies of soybean seed drying are considered, their positive and negative sides are revealed. A comparative analysis of drying methods was carried out. It is established that the drying of soybean seeds in an electromagnetic field is one of the most promising. A combination of two methods of drying infrared and microwave soybean seeds in a single technological process is proposed. The requirements for the quality of soybean seeds are considered when stored in accordance with the State Standard, in particular the observance of humidity, which should not be more than 12%.

Key words: soybeans, grain, drying, drying agent, drying, humidity.

Fig. 1. Tab. 1. Ref. 12.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Бандура Валентина Миколаївна – кандидат технічних наук, професор кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: bandura_3@ukr.net).

Поп'як Олександр Геннадійович – аспірант кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008).

Бандура Валентина Николаевна – кандидат технических наук, профессор кафедры «Агроинженерии и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: bandura_3@ukr.net).

Попяк Александр Геннадиевич – аспирант кафедры «Агроинженерии и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008).

Bandura Valentyna Mykolaiivna – PhD, Full Professor of the Department of "Agroengineering and Technical Service" of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnyschaya st., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: bandura_3@ukr.net).

Popiak Oleksandr Hennadiiovych – Postgraduate Student of the Department of "Agroengineering and Technical Service" of Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnyschaya St., Vinnytsia, Ukraine, 21008).