

ється поступовий перехід до урізноманітнення ведення діяльності. Перспективи подальших досліджень у зазначеному напрямі вбачаються у моделюванні динаміки змін і

стану кон'юнктури ринку органічної агропродовольчої продукції та формулюванні стратегії його розвитку.

### Список використаних джерел

1. *Бойко Є.О.* Розвиток підприємств органічного сектору агробізнесу в контексті викликів глобалізації та євроінтеграції [Текст] : автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / Є.О. Бойко; Міжнар. ун-т бізнесу і права. – Херсон, 2011. – 20 с.
2. Вирощування в Україні органічної сої [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-31-18-30-02>.
3. *Кобець М.І.* Органічне землеробство в контексті сталого розвитку [Електронний ресурс] / М.І. Кобець. – Режим доступу: [http://ta.swarp-rural.org.ua/files/200910051523260.P2004\\_01\\_051\\_04.pdf](http://ta.swarp-rural.org.ua/files/200910051523260.P2004_01_051_04.pdf).
4. *Мазурова А.Ю.* Географія мирового рынка биоорганических продуктов питания: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 25.00.24. / А.Ю. Мазурова. – М., 2009. – 26 с.
5. *Рудницька О.В.* Маркетингова діяльність сільськогосподарських підприємств на ринку органічної агропродовольчої продукції: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / О.В. Рудницька; – К., 2007. – 20 с.
6. Сільське господарство України. Стат. зб. / за ред. Ю.М. Остапчука. – К.: Держ. служба статистики України, 2011. – 396 с.
7. Сільське господарство України. Стат. зб. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.oseu.edu.ua/docs/StatSchorichnyk%20Ukrainy%202010.pdf>.
8. Сільське господарство України. Стат. зб. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.oseu.edu.ua/docs/StatSchorichnyk%20Ukrainy%202009.pdf>.
9. Статистичні дані Органік Стандарт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://organicstandard.com.ua/ua/clients>.
10. Global Organic Market Access (GOMA). A project of FAO, IFOAM and UNCTAD [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.goma-organic.org/about/project/>.
11. Organic Agriculture Perspectives [Electronic resource]. – Access mode: [http://www.fao.org/organicag/doc/organic\\_perspectives.htm](http://www.fao.org/organicag/doc/organic_perspectives.htm).
12. Vision for an Organic Food and Farming Research Agenda to 2025 [Electronic resource]. – Access mode: [http://www.tporganics.eu/upload/TPOrganics\\_VisionResearchAgenda.Pdf](http://www.tporganics.eu/upload/TPOrganics_VisionResearchAgenda.Pdf).
13. *Willer, Helga and Lukas Kilcher (Eds.)* (2011) The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011. FiBL-IFOAM Report. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. – P. 152.

Стаття надійшла до редакції 04.03.2013 р.

\*

УДК 631.365.22

*В.М. ГОМЗА, аспірант\**

*Вінницький національний аграрний університет*

## Новий високоекономічний метод сушіння зерна

**Постановка проблеми.** Зерно перед зберіганням потребує сушіння, оскільки вологість його, як правило, перевищує допустимі норми. При закладенні на довготермінове зберігання зернова маса, знаходячись у великих обсягах, ущільнюється. Як наслідок, температура в зоні ущільнення зростає, а зерно починає виділяти вологу, яка стає

джерелом виникнення різних небажаних процесів – проростання, прілості, зараження мікроорганізмами. Все це погіршує загальні кондиції зернової маси та може призвести до її псування. Тому перед закладенням зерна в елеватори необхідно його висушити (далі, для прикладу, ми наводимо числові дані по пшениці): довести рівень вологості до кондиційної 13-15 % [5] (як правило, рівень вологості зерна одразу після збирання знаходиться в межах 16-25 % [11]). Проте існуючі методи сушіння мають суттєві не-

\* Науковий керівник – А.Г. Мазур, доктор економічних наук, професор.  
© В.М. Гомза, 2013

доліки: вони потребують великих енергозатрат і є руйнівними, пошкоджуючи зернову масу. Так, для сушіння 1 т зерна пшениці традиційним методом необхідно затратити електроенергії в межах (35–44) кВт·год/т [4]. У зв'язку з вищезначеними обставинами суть нашої пропозиції: застосування в промисловому масштабі принципово нового – економічнішого та неруйнівного способу сушіння зерна. Цей спосіб набагато ефективніший за існуючі методи.

Принцип дії даного типу сушки ґрунтується на резонансному поглинанні біологічними системами (наприклад, зерном) енергії коливальних електромагнітного поля на певній резонансній частоті  $\omega$  [1].

Природа названого ефекту полягає в тому, що насіння зернових, зернобобових та олійних культур складається з молекул, що мають певну особливість, а саме: від'ємні й додатні електричні заряди в зернині просторово розділені навіть за відсутності зовнішнього електричного поля. Іншими словами, зернина складається з молекул, які можна умовно представляти як електричні диполі [7]. Це означає, що прикладання до зернини зовнішнього змінного електричного поля призведе до просторової переорієнтації кожної молекули зернини. В такому полі відбуватиметься поворот молекул із частотою зовнішнього електричного поля. Як результат, спостерігатиметься виділення внутрішнього тепла й нагрівання зернини. Це особливо важливо для видалення сорбційно-зв'язаної вологи, яка по мікрокапілярах з радіусом  $r \leq 10^{-5}$  см виділятиметься із зернини [1].

Технічно проблему сушіння зерна описаним методом можна розв'язати за допомогою використання електромагніту, що генерує змінний магнітний потік. Останній породжує в навколишньому просторі вихрове електричне поле, яке спроможне прискорювати електричні заряди, поляризувати неполярні молекули зернини та змінювати орієнтацію вектора поляризації  $P$  полярних молекул [7].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сушінню зерна приділяється суттєва увага як науковців, так і практиків. Основне завдання – зниження його вологості до кондиційної. Це, крім перерахованих вище фак-

торів, сприятиме унеможливленню зараження насінневого матеріалу фузаріозом, пліснявою чи бактеріальними хворобами [5].

Інноваційному розвитку аграрного виробництва, основу якого становить вирощування та якісне зберігання зерна, приділяється значна увага дослідників [3,5,6]. Слід наголосити, що якісне збереження насіння зернових і олійних культур – це нині пріоритетний напрям в АПК. Українське зерно не якісне якраз із причини неналежного зберігання. Навіть використання зерносушарок відомих фірм “Strahl”, “Riela” чи “Vesta” не розв'язує повною мірою проблему сушіння зерна [9].

**Мета статті** – розкрити сутність нового методу сушіння зерна й показати економічність такого методу. З цією метою проведені фундаментальні комплексні дослідження на перетині таких наук, як агрономія, фізика, хімія, техніка, економіка та біологія. Комплексність дослідження зумовлена складністю проблеми, що викликає необхідність застосування для її розв'язання спектра вказаних наук.

**Виклад основних результатів дослідження.** Особливо ефективно процеси сушіння зерна проходять на згаданій вище резонансній частоті  $\omega_F$  зовнішнього електромагнітного поля. При такій частоті амплітуда коливально-обертальних рухів полярних молекул-диполів зернини різко зростає: спостерігається добре відоме в техніці явище резонансу – при наближенні частоти вимушувальної сили до власної частоти коливальних системи амплітуда коливальних цієї системи різко зростає [8, с. 308]. В сукупності все сказане приводить до поглинання енергії вихрового електричного поля, створюваного спеціально сконструйованою електромагнітною системою, тобто до так званих діелектричних втрат. За рахунок таких втрат у тілі зернини виділяється тепло – вона нагрівається й починає інтенсивно виділяти сорбційно-зв'язану вологу, що утримується за рахунок електрохімічних зв'язків. При цьому відбувається інтенсивна дифузія молекул води через мікрокапіляри до поверхні зернини з наступним випаровуванням, підсиленням перемішуванням зернової маси та кон-

вектиційними потоками, створюваними повітряним обдувом. Тривалість такої сушки на порядок менша за чисто конвективну сушку, яка нині широко застосовується та є дуже неекономічною.

При запропонованому нами методі переміщення вологи в зернині забезпечується всіма основними силами вологопереносу: градієнтом вологи, температурою й конвекційними потоками, що створюють різницевий тиск за рахунок дії ефекту Бернуллі [7, с.187]. Повне висушування зерна здійснюється упродовж 25-30 хв. Проте розтріскування зернини абсолютно відсутнє, оскільки її нагрівання відбувається рівномірно по всьому об'єму – це означає відсутність теплових і механічних перепадів, а отже, й відсутність будь-яких механічних пошкоджень зерна. На противагу цьому при обдуві нагрітим повітрям, як це має місце при традиційній сушці, поверхня зернини сильно нагрівається, а серцевина – тільки за рахунок повільних процесів теплопереносу. Як наслідок, відбувається нерівномірний перерозподіл теплоти по об'єму зернини, що призводить до виникнення механічних напруг і, відповідно, до розтріскування зерна.

Треба зауважити також, що запропонований процес має високу ефективність тому, що вся енергія затрачається виключно на нагрів зерна. Процес значно прискорюється за рахунок резонансного поглинання енергії електромагнітного поля. Справа в тому, що, як було сказано вище, зернина складається із сукупності полярних молекул, спроможних змінювати вектор своєї поляризації  $\mathbf{P}$  на протилежний по напрямку. При певній частоті вихрового електричного поля масив полярних молекул зернини входить у резонанс із вихровим полем: спостерігається процес інтенсивного (резонансного) поглинання енергії. Аналітичний вираз, що описує резонансний процес сушки, записується у вигляді диференційного неоднорідного рівняння другого порядку [8]:

$$\ddot{\mathbf{P}} + 2\beta\dot{\mathbf{P}} + \omega_0^2\mathbf{P} = qE_0\sin\omega_p t, \quad (1)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт затухання, що характеризує зв'язок молекули зернини з ближнім оточенням,  $\omega_0$  – власна частота коливань диполя молекули,  $q$  – заряд диполя молеку-

ли,  $\omega_p$  – резонансна частота, що зв'язана із власною частотою  $\omega_0$  співвідношенням:

$$\omega_p = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}. \quad (2)$$

Отже, при такому резонансному поглинанні енергії нагрівання зернини відбувається за рахунок внутрішнього тертя молекул, що під дією поля змінюють орієнтацію свого вектора дипольного моменту  $\mathbf{P}$  в просторі.

Процес піддається високому ступеню автоматизації та контролю. Сушіння зерна при цьому можна вести в широких заданих межах, що важливо при закладенні зерна на зберігання для посіву або використовувати з метою споживання. Апарати для вказаного виду сушки виготовляють різної продуктивності й потужності – від десятків кілограмів до десятків тонн залежно від економічних потреб.

Порівняно з усіма існуючими даний метод є найбільш економічний та ефективний, тому що має вагомні переваги. Він дає повну гарантію надійного збереження врожаю, оскільки досягається оптимальний ступінь висушування, і зерно не тільки зберігає свої кондиційні властивості, але навіть поліпшує дані показники.

Метод призначений для підсушування зернових, зернобобових та олійних культур у період первинної післяврожайної обробки перед закладенням в елеватори.

Нині створено базову експериментальну модель, що показала себе при випробуваннях досить ефективно.

Розрахунок енергозатрат при сушці зерна за допомогою методу резонансного поглинання енергії полягає в наступному. Основне рівняння для визначення енергозатрат записується таким чином:

$$Q = cm(t_f - t_s), \quad (3)$$

де  $c$  – теплоємність зерна пшениці;  $m$  – маса зерна;  $t_f$  – кінцева температура нагріву зерна, що коливається в межах 40-80 °C;  $t_s$  – стартова температура зерна, що подається на сушку (прийmemo її рівною 20 °C).

Теплоємність зерна пшениці визначається як сума теплоємностей абсолютно сухого зерна і води в зерні, тобто

$$c = (1 - \delta)c_c + \delta c_w, \quad (4)$$

де  $c_c = 1150 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$  – величина теплоємності сухого зерна пшениці [10],  $c_w = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$  – теп-

лоємність води [2, с.604],  $\delta$  – величина відносної вологості зерна. Ця величина коливається в межах 0,07 – 0,17. Підставимо (4)→(3):

$$Q = ((1 - \delta)c_c + \delta c_w)m(t_f - t_s) \quad (5)$$

### Величини рівноважної вологості деяких культур

| Культура     | Відносна вологість повітря, % |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|              | 75                            |      |      |      | 80   |      |      |      |
|              | Температура повітря, °С       |      |      |      |      |      |      |      |
|              | 0                             | 10   | 20   | 30   | 0    | 10   | 20   | 30   |
| Пшениця      | 15,8                          | 15,5 | 15,1 | 14,8 | 16,7 | 16,3 | 16,0 | 15,7 |
| Жито, ячмінь | 17,0                          | 16,7 | 16,3 | 15,4 | 18,3 | 17,9 | 17,4 | 16,5 |
| Овес         | 16,6                          | 16,1 | 15,6 | 15,0 | 17,9 | 17,3 | 16,8 | 16,2 |
| Рис          | 15,5                          | 15,0 | 14,5 | 13,9 | 16,6 | 15,9 | 15,2 | 14,7 |
| Кукурудза    | 16,6                          | 16,3 | 15,9 | 14,9 | 17,6 | 17,3 | 16,9 | 15,9 |
| Просо        | 16,1                          | 15,6 | 15,1 | 14,4 | 17,1 | 16,6 | 15,9 | 15,3 |
| Горох        | 16,8                          | 16,5 | 16,1 | 15,8 | 17,7 | 17,3 | 17,0 | 16,7 |
| Соя          | 14,0                          | 13,6 | 13,1 | 12,5 | 16,2 | 15,7 | 15,3 | 14,5 |
| Соняшник     | 8,9                           | 8,5  | 8,2  | 7,6  | 9,5  | 9,3  | 9,1  | 8,5  |

Джерело: [11].

Проведемо розрахунки за формулою (5). Нехай маса зерна  $m=1 \text{ т}$ , відносну вологість  $\delta = 0,1575$  виберемо як середню рівноважну вологість для пшениці, тобто середню величину між найменшою та найвищою вологістю (в табл. представлені величини рівноважної вологості для різних культур).

Тоді матимемо:

$$Q = (1 - 0,1575) \cdot 1150 + 0,1575 \cdot 4190 \cdot 1000 \cdot (60 - 20) = 1629 \cdot 1000 \cdot 40 = 65\,157 \text{ кДж} = 18,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість 1 кВт·год становить 0,36 грн. Таким чином для нагрівання від 20 до 60°С та висушування 1т зерна пшениці треба затратити 18,1 кВт·год електроенергії, або в грошовому еквіваленті це становитиме 6,5 грн.

Традиційні високоефективні методи сушки (зокрема зерносушарки компанії Vesta) для сушіння 1т зерна витрачають від 35,0 кВт·год/1т до 44,0 кВт·год/1т. Отже, пропонувані нами метод орієнтовно вдвічі економічніший за традиційні.

**Висновки.** Показано, що пропонувані метод – високоекономічний, а тому перспе-

ктивний, крім того, не руйнівний, на відміну від традиційних. Справа в тому, що прогрівання як усієї маси зерна, так і окремої зернини – абсолютно рівномірне. Це означає повну відсутність градієнта температур і, особливо, механічних напруг. Як результат, у принципі неможливими будуть процеси розтріскування зерна (як це має місце при традиційних методах сушки). Тобто, метод гарантує 100 % схожість зерна (якщо мова йде про насінневе зерно) та високоякісну харчову продукцію (коли маємо на увазі зерно для харчування). Крім того, даний метод виключає можливість неоднорідного висушування, пересушування чи недосушування зерна. В перспективі планується продовжити дослідження в даному напрямі, а саме: встановити резонансні частоти для сорбційно-зв'язаної вологи, що більше наблизить розв'язання проблеми сушіння зерна пропонувані методом. Отже, даний метод може бути ефективно використаний у промисловому масштабі – в АПК України.

### Список використаних джерел

1. Барышев М.Г. Взаимодействие низкочастотного магнитного поля с растительными объектами: автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра биол. наук: спец. 3.00.16 "Экология" / М.Г. Барышев. – М., 2003. – 32 с.
2. Горонковский И.Т. Краткий справочник по химии / И.Т. Горонковский, Ю.П. Назаренко, Е.Ф. Некряч. – К.: Наук. думка, 1987. – 830 с.
3. Гусятинський М.В. Державне регулювання розвитку інноваційної діяльності в Україні / М.В. Гусятинський, М.М. Ігнатенко // Економіка АПК. – 2012. – № 9. – С.89 – 93.



4. *Калініченко Р.А.* Енергозберігаючі режими сушіння і активного вентилювання зерна при зберіганні в умовах господарств: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.16 – “електротехнології та електрообладнання в АПК”/ Р.А. Калініченко. – К., 2005. – 24 с.

5. *Марков І.* На озиму та яру пшеницю чатує безліч паразитарних хвороб / І. Марков // *Зерно і хліб.* – 2013. – № 1. – С. 58-61.

6. *Рибка В.С.* Економіко-теоретичні пріоритети виробництва зерна кукурудзи на поливних землях зони Степу / В.С. Рибка, Н.О. Ляшенко, Т.І. Лосіцька // *Економіка АПК.* – 2012. – № 10. – С. 51-56.

7. *Физическая энциклопедия.* – М.: Большая российская энциклопедия. Т. 1, 1994. – 706 с.

8. *Физическая энциклопедия.* – М.: Большая российская энциклопедия. Т. 4, 1994. – 704 с.

9. International seminar “Science and technology innovations: national experience and international cooperation” / *Information and Innovations.* – 2007, № 2. – P. 63-80.

10. Patent №WO2005055742(A1) Japan, Processed wheat product containing functional components in elevated amounts and processing method therefor/ Inventors: Ishikawa Osamu, Ito Kazutoshi, Kihara Makoto, Okada Yoshihiro; published 06.23.2005, PCT Gazette.

11. *Rivka Elbaum, Liron Zaltzman, Ingo Burgert and Peter Fratzl.* The Role of Wheat Awns in the Seed Dispersal Unit / *Science.* – 2007. - Vol. 316, № 582. – P. 884-886.

Стаття надійшла до редакції 04.03.2013 р.

\*

УДК 658.152:338.436

*В.М. КОВАЛЬ, аспірант\**

*Державний вищий навчальний заклад «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»*

## Інструменти інвестиційної діяльності аграрних підприємств

**Постановка проблеми.** Одна з основних сучасних проблем вітчизняного сільського господарства – це недостатня інвестиційна активність аграрних підприємств, через які можуть здійснюватися інвестиції в сільському господарстві за допомогою використання певних інструментів. Тому аналіз можливих інструментів інвестиційної діяльності аграрних підприємств і обґрунтування їх ефективного використання є тим чинником, який уможливить активізувати залучення інвестицій та підвищити рівень управління ними. Серед усіх інструментів інвестиційної діяльності аграрних підприємств особливе місце посідає банківське кредитування як таке, що може бути використане ними у найпершу чергу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню дослідження формування інвестиційних ресурсів у сільському госпо-

дарстві присвячені роботи ряду вітчизняних економістів. Серед них М.Я. Дем’яненко, О.Є. Гудзь, П.А. Стецюк [3], І.Ю. Дишко [4], О.О. Клокар [5], М.І. Кісіль [6], М.Ю. Коденська [7], Н.В. Левченко [10], Б.Й. Пасхавер, Л.В. Молдаван, О.В. Шубравська [13], Г.М. Підлісецький [14], Ю.М. Хвесик [15] та ін. Окремі інвестиційні інструменти підприємств розглядають С.В. Волосович [2], І.Ю. Іванович [9], М.С. Микова [11], І.М. Кобушко [7].

У зазначених дослідженнях порушуються питання формування інвестиційних ресурсів у сільському господарстві та розглядаються можливі інструменти інвестиційної діяльності на рівні підприємства. Аналізуються проблеми стратегічних напрямів інвестиційного забезпечення розвитку сільського господарства, оцінюється кредитоспроможність аграрних підприємств і такі інструменти їх інвестиційної діяльності, як фінансовий лізинг, кредитне страхування, прямі іноземні інвестиції, заходи мінімізації інвестиційних ризиків.

\* Науковий керівник – С.І. Дем’яненко, доктор економічних наук, професор.

© В.М. Коваль, 2013