



VI – твердая озимая,  
VII – неклассифицируемая.

Однако, начиная с введения в действие стандарта ДСТУ 3768-2009, типовое разделение пшеницы из стандарта исключили и в соответствии с современной классификацией зерна пшеницы в Украине ее разделяют только на 2 вида – мягкую и твердую, а в зависимости от природы, содержания белка, стекловидности, засоренности, числа падения и содержания клейковины выделяют 6 классов мягкой и 5 классов твердой пшеницы. В свою очередь классы мягкой пшеницы разделяют на 2 группы: группа А (1-3 классы) – для продовольственных потребностей (преимущественно в мукомольной и хлебопекарной отраслях) и экспорта, группа Б (4-5 классы) – для продовольственных и непродовольственных потребностей и экспорта.

#### Выводы.

1. Разнообразие выращиваемых видов, типов и сортов пшеницы, различные климатические условия и традиции в питании населения обуславливают отсутствие единой всемирной классификации пшеницы.

2. Отсутствует единая система оценки качества зерна. В каждой стране в стандартах на зерно предусмотрены не только различные показатели, оценивающие качество зерна, но и различные нормы качества, постоянно изменяющиеся в соответствии с текущим состоянием промышленности той или иной страны.

3. По принципам товарной классификации пшеницы можно выделить 2 группы стран: первая

группа стран предусматривает разделение зерна на типы и классы, вторая группа – только на классы.

4. Для оценки состояния белково-протеиназного комплекса, важнейшего с точки зрения хлебопекарных свойств, наряду с содержанием белка применяют такие показатели как: количество и качество клейковины, сила муки (W) и седиментация. Состояние углеводно-амилазного комплекса оценивают числом падения.

5. Общим для всех ведущих стран-производителей пшеницы является четкое разделение зерна по сортам, ежегодный контроль чистоты сорта и показателей качества сортов с определением дальнейшего целевого использования. Практически во всех странах существуют отдельные типы (мягкая мягкозерная) или классы пшеницы, предназначенные для кондитерских целей: производства печенья, бисквитов, тортов, пирожных и т.п. Данные сорта отличаются низкой твердостью зерна, низким содержанием белка, слабыми хлебопекарными свойствами.

6. Анализ всех существовавших и действующих отечественных товарных классификаций пшеницы показывает, что они все ориентированы на хлебопекарное (мягкая) и макаронное (твердая) использование пшеницы. Более того, в силу агроклиматических условий в Украине практически вся селекционируемая, выращиваемая и перерабатываемая пшеница относится к пшенице II типа (по ДСТУ 3768-2004) – мягкая красная озимая твердозерная. Из этой пшеницы производят муку, которую используют для производства всех видов хлебобулочной, кондитерской, макаронной продукции, что отрицательно сказывается на ее качестве.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. – М.: Наука. – 1986. – 520с.
2. Pizzuti D. Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. / D. Pizzuti, A. Buda, A. D'Odorico et al. // *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. – 2006. – v. 41, № 11. – P.1305-1311.
3. Дорофеев В.Д. Пшеницы мира / В.Д. Дорофеев, Р.А.Удачин, Л.В.Семенова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 254с.
4. Рибалка О.І. Немає кращого борошна для кондитерських виробів, ніж з суперм'якої пшениці. / О.І. Рибалка, Д.В. Аксельруд, О.П. Боделан // *Зерно і хліб*. – 2008. – №4. – С.47.

Поступила 09.2011

Адрес для переписки:  
ул. Канатная, 112, г. Одеса, 65039



УДК 631.563.2 : 631.15

Г.М. СТАНКЕВИЧ, д-р техн. наук, професор  
Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса

## ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ СУШІННЯ ЗЕРНА У ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Наведено характеристику різних типів та конструкцій зерносушарок. Показані їх особливості, переваги та недоліки. Надані рекомендації до вибору зерносушарок.

**Ключові слова:** зерно, зерносушарки, технологія, паливо, теплогенератори.

*The characteristics of different types of constructions and grain-dryers. Showing their features, advantages and disadvantages. Provided recommendations to the selection of grain-dryers.*

**Keywords:** grain, grain-dryers, technology, fuel, heat generators.

Нарощування виробництва зерна — одна з основних задач сільського господарства. І дуже важливо створити необхідні умови для тривалого збереження врожаю — адже зібране зерно може надходити з полюхи сухим, середньої сухості, вологим та

сирим. Особливо погано зберігається вологе і сире зерно.

Серед існуючих способів тривалого зберігання зерна найбільш розповсюдженим є його зберігання в сухому стані, що і визначає необхідність проведення

такої важливої технологічної операції як сушіння зерна, основне призначення якої — зниження вологості зерна до стану, при якому воно впадає як би в стан анабіозу. Просушене зерно досягає повної фізіологічної зрілості і може довгостроково зберігатися.

Разом з тим, сушіння зерна є і самим енергоємним та дорогим процесом у післязбиральній обробці і зберіганні зерна.

В Україні, як і за кордоном, для сушіння зерна використовують переважно конвективні сушарки шахтного, а останнім часом і колонкового типу, з гравітаційно рухомих шаром зерна. Колонкові сушарки модульного типу різних закордонних виробників з'явилися в Україні в роки її незалежності, і їхня кількість на підприємствах різних форм власності стрімко зростає. Однак найбільш розповсюдженими все-таки залишаються шахтні зерносушарки. Детальну характеристику різних типів зерносушарок можна знайти в спеціальній літературі [1].

За досвідом закордонних фермерських господарств сушіння зерна в невеликих господарствах України проводять у металевих силосах місткістю 30...250 т і більше. Сушильний агент нагнітається вентилятором у підпілля, а на підлозі встановлюють повітророзподільні канали, або силос обладнують днищем із сита. Для підвищення ефективності сушіння в силосах розміщують пристрої, які перемішують зерно, наприклад, вертикально підвишений один чи два шнеки — вертикальний і горизонтальний. Останній, крім перемішування зерна, здійснює також розвантаження силосу по всій площі його підлоги.

У малих господарствах використовують також бункерні (порційні) зерносушарки циркуляційного типу (рис. 1), прикладом яких можуть бути зерносушарки моделі SC компанії «Джевич», «MECMAR», XL компанії «GT Mfg.», SP фірми АРАЙ, AGREX «Серія PRT», «АСТРА-ИНГУЛ-М», RIELA, Agrimec та інші.

Так, сушарки моделі SC компанії «Джевич» мають місткість 12...1,7 м<sup>3</sup>. Ці сушарки зручно транспортуються, у їхню комплектацію входять також ситовий очисник зерна та приймальний бункер. Поверхневі сита корпусу сушарки і камери згоряння виконані в оцинкованому варіанті і покриті шаром термоактивного поліефіру. Газові пальники оснащені

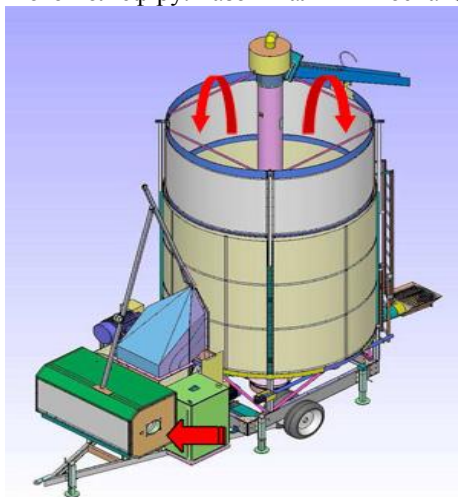


Рис. 1. Циркуляційна зерносушарка

випарниками газу. Це дозволяє застосовувати зріджений пропан-бутан і експлуатувати сушарки при низьких значеннях температури, що особливо важливо при сушінні насінневого зерна. Сушарки можуть бути оснащені теплогенераторами, які працюють на грубному чи дизельному паливі з тепловою потужністю від 75 до 760 кВт, та подають чисте підігрите повітря (без домішок продуктів спалювання палива). Усереднена продуктивність таких сушарок (за шпелі з урахуванням повного циклу сушіння (завантаження сушарки, сушіння, охолодження і розвантаження сухого зерна) і зниження вологості зерна з 18% до 14 % складає 102...168 т/добу.

Вказані вище зерносушарки відносяться до так званих мобільних (пересувних) зерносушарок, які широко використовуються за кордоном для сушіння зерна у невеликих фермерських господарствах. З'явився до них інтерес і в Україні з боку агрофермерських господарств, комерційних фірм і пересувних механізованих загонів, які прагнуть збільшити період використання зернозбиральних комбайнів, переміщуючи їх з півдня на північ. Адже на первинну обробку і зберігання зібраного зерна приходиться більше 25 % від загальних витрат на його виробництво. Ці витрати відчутно зростають, якщо виробник зерна передає виконання даної роботи іншим організаціям-підрядчикам. Тому використання порівняно недорогих пересувних зерносушарок, здатних працювати в будь-якому місці за будь-яких погодних умов — це реальний шлях підвищення ефективності виробництва зернових, бобових і олійних культур.

Універсальні мобільні зерносушарки Universal фірми STELA (рис. 2) призначені для рівномірного сушіння продовольчого і фуражного зерна — пшениці, жита, вівса, ячменю, рису, кукурудзи, насіння соняшника та інших. Сушарки серії Universal за своїм типом є шахтними сушарками, які працюють за принципом усмоктування.

Пересувні зерносушарки Universal добре підходять для господарств, які мають не одне, а кілька сховищ зерна на деякій відстані одне від одного. Мобільність даної сушарки дозволяє максимально ефективно проводити сушіння в будь-якому місці. Введення в експлуатацію після переїзду на нове місце навіть самих потужних і габаритних моделей Universal 30 чи Universal 35 складає всього кілька днів.



Рис. 2. Універсальна мобільна зерносушарка STELA



Мобільні сушарки STELA оснащені сучасними приладами для контролю і регулювання температури і тривалості сушіння, що дозволяє вибрати оптимальний режим в залежності від культури та призначення зерна.

Особливістю зерносушарок STELA є те, що теплота, яка збереглася в процесі сушіння зерна, не викидається в атмосферу, а направляється назад і змішується зі свіжим повітрям (рекуперация теплоти). У сушінні із системою рекуперации енергії можлива економія теплоти до 20 %. Це досягається за рахунок використання додаткових вентиляторів циркуляції повітря, які збільшують обсяги повітря та теплоти. Ця технологія використовується у всіх сушильних установках фірми STELA, як мобільних, так і стаціонарних.

Підкреслимо, що мобільні зерносушарки мають ряд переваг перед стаціонарними — займають мало місця, не вимагають будівельних, монтажних і пусконаладжувальних робіт, при необхідності легко переміщуються в інше місце, і швидко вводяться в експлуатацію, мають великий термін служби. Після застосування зерносушарки за призначенням, можна використовувати її тепловий модуль для інших цілей: опалення теплиць, складів, виробничих приміщень і т.п.

Нині ринок пропонує велику різноманітність пересувних (мобільних) зерносушарок різних фірм [2], що мають ряд загальних характеристик.

Сушарки працюють, як правило, у періодичному (циркуляційному) режимі, мають різні габарити та місткість, використовують різне паливо та живлення (електричне чи за допомогою трактора). Продуктивність сушарок можна збільшити приблизно на 30 %, якщо охолодження зерна проводити в зернохочищі з активним вентиляванням після його вивантаження із сушарки.

Як паливо для форсунок використовується дизпаливо, природний газ (метан) або зріджений газ. Сушильний агент — суміш топкових газів і повітря (98 % сушарок працюють за цим принципом) або підігріте атмосферне повітря (у цьому випадку витрати палива зростають на 20...30 %). Привід механізмів — електричний (один чи три електродвигуна) або за допомогою вала добору потужності трактора. Для завантаження сушарок зерном та забезпечення



*Рис. 3. Мобільна конвеєрна двохпотокова зерносушарка.*

його циркуляції різні моделі сушарок оснащуються норіями або вертикальними шнеками, розташованими зовні або всередині бункера. Деякі моделі сушарок оснащуються пневматичним транспортом.

Треба звернути увагу на те, що витрати палива на сушіння зерна в технічних характеристиках зерносушарок останнім часом наводять на 1 т·%, тобто в розрахунку на видалення 1 % вологості з 1 тонни зрілого, не забрудненого зерна продовольчої пшениці з натурою 750 г/л і температурою 15°C. Це не зовсім правильно, оскільки при цьому не враховується початкова і кінцева вологість зерна, які впливають на витрати теплоти на випаровування вологості. Більш коректним є наведення питомих витрат палива на планову тонну, як це передбачено у діючій «Інструкції по сушінню зерна...».

Принципово відрізняються від розглянутих вище мобільні конвеєрні двохпотоківі зерносушарки (рис. 3). Вони мають велику експлуатаційну гнучкість, оскільки різні культури різної якості можуть рухатись одна за одною, не змішуючись та не перериваючи технологічний процес сушіння (без операцій повного вивантаження/завантаження). Зерносушарки DF10500 – DF2500 мобільного ряду мають продуктивність від 11 до 28 т/год при сушінні пшениці з 20 % до 15 % вологості.

Внаслідок того, що сушарка невисока, попередньо спроектована і зібрана, вона досить недорога і проста в монтажі. Ніякі спеціальні фундаменти не вимагаються. Очищення сушарки просте, жалюзійна ґратчаста рама є самоочисною, і кожна частина сушарки легкодоступна. Повне повернення теплоти з охолоджувальної секції забезпечує економію палива. Досить висока швидкість сушильного агента (у порівнянні із сушарками інших типів) дозволяє досягати гарних результатів сушіння навіть при невисоких температурах.

Конвеєрний принцип роботи гарантує, що все зерно висушується дуже рівномірно протягом рівного проміжку часу. Сушарки мають також рідкісну здатність — сушити зерно без попереднього очищення, навіть з дуже високим рівнем вологості і засміченості (відомо, що вологе зерно дуже складно очищати).

Інша переваги конвеєрного принципу роботи сушарки полягає в тому, що можна регулювати товщину шару зерна, що висушується, у залежності від його вологості — тобто чим більше вологість зерна, тим менше товщина шару, що висушується.

Сушарка малошумна з пиловидаленням. Термін служби може досягати 30 і більше років.

Мобільний комплект сушарки включає також пересувне сільгоспшасі із зовнішніми коліями (максимальна швидкість 10 км/год).

У деяких джерелах останнім часом з'явилися повідомлення про виробництво мікрохвильових зерносушарок (НВЧ-зерносушарок) продуктивністю до 5 т/рік, які мають ряд переваг перед традиційними конвективними сушарками. Мікрохвильові зерносушарки не мають звичного для конвективних сушарок теплогенератора, що працює на різних видах палива. Енергія від НВЧ-магнетрона підводиться відразу до всього об'єму зерна. Як приклад, можна вказати на

НВЧ-зерносушилку російського виробництва АСТ-3 продуктивністю 3,7...5,5т/ч. Однак НВЧ-зерносушарки ще не пройшли досить широку апробацію у виробничих умовах і робити якісь висновки про них ще передчасно.

У середніх господарствах використовують переважно вітчизняні шахтні зерносушарки ДСП-10 і ДСП-20 Карлівського машинобудівного заводу. Витрати дизельного палива в таких сушарках на 1 тону просушеного зерна при зниженні його вологості на 1% складають 1,22 кг/год (що відповідає 7,32 кг/пл.т) чи природного газу 1,5 м<sup>3</sup>/год (9 м<sup>3</sup>/пл.т); питомі витрати електроенергії — 2,8 кВт·год/пл.т.



Рис. 4. Зерносушарка на біомасі.

В Україні розпочали випуск зерносушарок і деякі інші вітчизняні машинобудівні заводи — шахтних на заводі «Комсомолец» (м. Лубни), колонкових — на машинобудівних заводах у м.Хорол і м.Харків. Пересувні шахтні зерносушарки К4-УС2-А до недавнього часу випускав завод «Продмаш» (м.Одеса), які добре підходили для умов фермерських господарств та мали хороше співвідношення «ціна – продуктивність». Має чималий досвід випуску удосконалених секцій шахтних зерносушарок типу ДСП Завод елеваторного обладнання (м.Одеса), що, разом з розробленою ним системою автоматизації, дозволяє суттєво покращити техніко-економічні показники значного парку шахтних зерносушарок. Важливо, що при цьому на діючих підприємствах відпадає необхідність змінювати комунікації ліній сушіння зерна.

Вітчизняними виробниками сушильного обладнання (фірма «Бриг», м.Первомайськ) налагоджено випуск зерносушарок продуктивністю 1, 2,5 та 8 т/ч, які працюють на альтернативних джерелах палива — на спресованій в тюки соломі, тирсі, лушпинні, кукурудзяних стрижнях, тощо (рис. 4). Зерносушарки шахтного типу ЗШ і теплогенератор ТГС поставляються готовими секціями, що дозволяє виконати монтажні і пусконаладжувальні роботи в короткий термін (7...10 днів).



Рис. 5. Зерносушарка Vesta 10.

Із сушарок російського виробництва пропонуються універсальні шахтні прямооточні зерносушарки серії Vesta («Мельинвест», м. Нижній Новгород), які можна використовувати в умовах малих, середніх та потужних фермерських господарств для сушіння зерна різних культур і призначення. Завдяки різному компонуванню стандартних модулів ці сушарки мають широкий діапазон продуктивності — від 5 до 60т/ч. Витрати палива на тонно% у цих сушарках за паспортними даними складають 1,2 м<sup>3</sup> природного газу або 1 кг дизельного палива. Сушарки Vesta виготовляють з антикорозійних матеріалів — алюмінію, оцинкованої чи нержавіючої сталі. Вони цілком автоматизовані, дозволяють підтримувати температурний режим з точністю до 1°С, мають систему запобігання загоряння зерна.

На відміну від ДСП-10, сушарки серії Vesta мають одну шахту з коробами (рис. 5). Таку ж одношахтну конструкцію, але з трохи іншим компонуван-



Рис. 6. Зерносушарка «Україна».



ням, мають зерносушарки багатьох іноземних фірм — ЛАВ, Шмидт-Зеєгер АГ, Петкус і ін. У таких зерносушарках використовуються спадні режими сушіння, які забезпечують кращу якість просушеного зерна. Сушарки можуть працювати з утилізацією теплоти відпрацьованого при охолодженні зерна повітря. Передбачена можливість оснащення сушарок системами пилоловлювання, що дозволить значно підвищити екологічну чистоту навколишнього середовища, однак це і значно здорожує сушарку. За відгуками підприємств України добрі рекомендації мають шахтні зерносушарки фірми «Шмидт-Зеєгер АГ».

Аналіз різних джерел показав, що останнім часом в Україні, як і за кордоном, на великих фермах і елеваторах в основному використовують безперервно діючі прямотечійні сушарки, серед яких найбільш розповсюдженими є шахтні з повітророзподільними коробами, а також з перфорованими стінками (колонкові). Як сушильний агент переважно застосовують суміш продуктів згоряння рідкого чи газоподібного палива з повітрям. Розповсюдженими є сушарки з рециркуляцією відпрацьованого сушильного агента і повітря з охолоджувальної камери, що дозволяє знизити витрати теплоти на сушіння зерна.

Багато закордонних фірм віддають перевагу конструкціям шахтних зерносушарок у вигляді колонок з перфорованими стінками (решетами). Ці зерносушарки на відміну від шахтних, не маючи ні підвідних, ні відвідних коробів, характеризуються простою конструкцією і низкою металоємністю. Вентилятори розміщують безпосередньо біля сушильних камер або навіть монтують у них. У цих колонкових сушарках, на відміну від вітчизняної практики, широко використовується модульний принцип компонування, коли з уніфікованих вузлів чи цілих модулів створюються зерносушарки різної продуктивності, що спрощує їх виготовлення та монтаж і зменшує їхню вартість. Кожен модуль являє собою самостійну сушарку з одним-двома тепловентиляторними агрегатами. При необхідності нарощування продуктивності сушарки, додають один чи кілька модулів, установлюючи їх один над іншим за допомогою автокрана.

Така ж тенденція намітилася і на машинобудівних заводах України, які освоїли випуск колонкових зерносушарок. Так у м. Харків випускають зерносушарки «Україна», призначені для сушіння усіх видів зерна, кукурудзи, насіння олійних, бобових і інших культур насінневого, фуражного і продовольчого призначення (рис. 6). Вони застосовуються у фермерських господарствах, на хлібоприймальних підприємствах, елеваторах, крупозаводах, комбікормових і олісекстракційних заводах.

При розробці зерносушарок «Україна» використані останні досягнення вітчизняних і закордонних фірм-виробників даного обладнання. Сушарки автоматизовані й оснащені сучасними теплогенераторами, які працюють на природному газі (метані) чи зрідженому пропан-бутані. Теплогенератори мають

усі види захистів, забезпечують будь-який режим сушіння, абсолютно повне згоряння палива і високу пожежобезпечність. Сушарки вбудовуються в будь-яку існуючу в господарстві технологічну схему зберігання зерна. Використання оцинкованого металу забезпечує довговічність і надійність конструкції.

Однак, колонкові зерносушарки мають і ряд недоліків. У першу чергу можна відзначити нерівномірність нагрівання і сушіння зерна по товщині шару (через підвищену його товщину — до 350 мм). Тому для підвищення рівномірності сушіння зерна застосовують різні технічні прийоми. Сушарки не захищені ззовні від дії повітряних потоків, які можуть приводити до істотного зниження швидкості сушіння зерна з підвітряного боку. При недотриманні рекомендованих режимів сушіння олійних культур можуть «замазюватися» отвори ситових поверхонь сушарок. При тимчасовій зупинці цих сушарок, зерно в них швидко вистигає, що призводить до перевитрат палива на повторне розігрівання зерна.

Зазначимо також, що у випадку сушіння дрібнонасіневих культур, сушарки комплектуються ситами зі зменшеними розмірами отворів решіт. Тому сушіння на цих же сушарках зерна традиційних зернових культур призведе до зниження їхньої продуктивності, через підвищений аеродинамічний опір таких решіт. Таким чином, якщо господарство виробляє поряд із традиційними культурами і дрібнонасіневі, то в цьому випадку йому треба мати як мінімум дві сушарки з різними розмірами отворів у решетах — одну для традиційних культур, іншу — для дрібнонасіневих.

Однак, незважаючи на відзначені недоліки, модульні колонкові сушарки одержують велике поширення, як у малих, так і у великих у фермерських господарствах, а також у великих зернозаготівельних підприємствах. У першу чергу приваблює низька металоємність, більш низькі в порівнянні з вітчизняними шахтними зерносушарками витрати палива, простота монтажу і розумна цінова політика (надання лізингу).

Поводячи підсумки з розглянутих матеріалів, фермерським господарствам можна дати такі рекомендації:

– для малих підприємств, які лише починають свою діяльність, а також середніх і великих фермерських господарств, які щорічно нарощують виробництво зерна, можна пропонувати до використання пересувні (мобільні) зерносушарки, а також модульні колонкові зерносушарки, що мають низьку металоємність, швидко зводяться, легко добудовуються до більшої продуктивності;

– для потужних і стабільних фермерських господарств доцільніше встановити стаціонарні більш сучасні, універсальні, оснащені системами пилоловлення та утилізації теплоти відпрацьованих сушильного агента і повітря, а також повністю автоматизовані шахтні прямотечійні зерносушарки.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Станкевич, Г.М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Атаназевич. – К.: Либідь, 1997. – 320 с.
2. Станкевич, Г. Оперативне зерносушіння // *The Ukrainian Farmer*. – 2011. – № 3. – С. 18-20.

Поступила 09.2011

Адрес для переписки: ул. Канатная, 112, г. Одеса, 65039

