

УНІВЕРСАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ РІЗНИХ ВИДІВ КРУП З ВИСОКИМИ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

A UNIVERSAL COMPLEX OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR PRODUCTION AND PROCESSING OF DIFFERENT GRAIN TYPES WITH HIGH ECOLOGICAL AND ECONOMIC INDICES



Максим ГЛАДЧЕНКО,
директор ДП «Сільпроект»,
Миколаїв

Maksym GLADCHENKO,
Director of SC "Silproect",
Mykolaiv

Ганна ТРОХИМЕНКО,
кандидат біологічних наук,
Національний університет
кораблебудування імені адмірала
Макарова, Миколаїв

Ganna TROKHIMENKO,
PhD Biology,
Admiral Makarov National University of
Shipbuilding, Mykolaiv



Одним з основних завдань, що стоять перед харчовою промисловістю й харчовим машинобудуванням, є створення високоефективного технологічного устаткування, яке на основі використання прогресивної технології значно підвищує продуктивність праці, скорочує негативний вплив на навколишнє середовище й сприяє економії вихідної сировини, паливно-енергетичних і матеріальних ресурсів.

Науково-технічний прогрес в агропромисловому комплексі (АПК) – складний динамічний процес. Важливе місце в АПК України посідає зернопромисловий комплекс, до якого належать галузі, що займаються переробкою зернових. Борошномельно-круп'яна галузь промисловості відіграє важливу роль у забезпеченні населення, галузей харчової індустрії борошном та крупами. Найважливішими факторами, які впливають на розміщення типових підприємств, є споживачі й сировинні ресурси.

Україна має достатній потенціал для заготівлі продовольчого зерна для виробництва борошна й круп. Щорічна потреба країни в продовольчому зерні, у тому числі для виробництва хліба й хлібобулочних виробів, оцінюється в межах 5,7-7 млн. тонн. Традиційно використовується широкий спектр зернових культур. Головна роль у продовольчому споживанні належить пшениці – 80%. Частка жита й гречки становить 7% і 5% відповідно. Використання рису й кукурудзи в середньому дорівнює приблизно 3%. Споживання інших зернових і зернобобових культур на виробництво борошна й круп традиційно незначне й разом становить близько 4% [1; 3; 6].

Крупи є традиційним українським продуктом, що відрізняється стабільним широким споживанням завдяки своїй високій поживності. В Україні найпоширеніші такі круп'яні культури, як гречка й просо. До них також належать сорго й чумиза. Умовно круп'яними є ячмінь, овес, пшениця, кукурудза, горох і сочевиця. Найбільше продовольче значення мають гречка, просо й рис [6].

За офіційними даними, щорічне виробництво круп становить близько 300-400 тис. тонн. Основні підприємства з виробництва круп зосереджені в зонах вирощування круп'яних культур, що до-

зволяє їм мати стабільну сировинну базу й заощаджувати на виробничо-логістичних витратах [5; 6].

Ціни на крупи залежать від урожаїв круп'яних культур. Зважаючи на те, що врожай круп'яних культур збирають в основному в осінній період, його показник впливає більшою мірою на цінову політику наступного календарного року. Внутрішні ціни на крупи регулюють вплив і активність експортних операцій. При значному зростанні цін виникають проблеми зі збутом круп і на вітчизняному ринку. Часті зміни цін більш характерні в неврожайні роки (наприклад, підвищення цін на гречку і рис восени 2010 – весною 2011 років).

Процес виробництва круп можна розділити на два етапи: підготовка зерна до переробки й безпосереднє отримання круп.

При підготовці до переробки зерно очищають від органічних і мінеральних домішок, насіння бур'янистих рослин, дефектного і дрібного насіння основної культури.

При переробці деяких культур (гречки, ячменя, кукурудзи, вівса, гороху, а іноді й рису) зерно піддають гідротермічній обробці (ГТО) – зволоженню й пропарюванню протягом 3-5 хв., а потім висушуванню до вологості

12-14%. У результаті в плівках і оболонках зерна руйнуються клейкі речовини, у периферійних шарах ендосперму відбувається часткова клейстеризація крохмалю. У вівса зникає властива йому гіркота. ГТО інактивує ферменти, у тому числі ліпазу й ліпоксигеназу, які сприяють згіркненню жиру, і тим самим запобігає появі в крупі гіркоти. Майже повністю припиняється процес дихання [9; 10].

Квіткові плівки вівса, проса, ячменя, рису й плодові оболонки гречки стають більш еластичними, а ядро – більш міцним, що полегшує злущування зерна й сприяє збільшенню виходу недробленої круп. На приготування каші із круп, отриманої після ГТО зерна, затрачається менше часу.

Другий етап виробництва круп полягає в злущуванні, шліфуванні й сортуванні отриманих продуктів.

Злущування – видалення грубих квіткових плівок (для пльоккових) або плодових оболонок (для голозернистих). У результаті

У статті висвітлено особливості українського ринку круп, представлено основні етапи переробки зерна, а також універсальний комплекс технологічного обладнання УКР-2 (виробник – «Миколаївсільпроект») для переробки пшениці, гречки, проса, ячменя, кукурудзи, гороху, вівса, рису, сої на крупу і пластівці продуктивністю від 300 до 3000 кг/год.

Перевагами обладнання є його енергозберігаючі технології, універсальність і гнучкість. Оригінальний метод обробки і конструктивні особливості дозволяють виконати повний технологічний цикл (очищення й калібрування сировини, сортування за фракціями готової продукції) для кожного з 9 видів зерна, що переробляється, при мінімальних енерговитратах.

In this article the authors show features of the Ukrainian grain market, major stages of grain processing, the universal complex of technological equipment UKR-2 for processing of wheat, buckwheat, millet, barley, maize, peas, oats, rice, soya into grain and flakes with the productivity from 300 up to 3000 kg/hours. (The manufacturer of grain processing equipment is enterprise "Mykolaivsilproect").

The equipment's advantages are power-saving technologies, universality and flexibility.

The original method of processing and constructional features allows executing a full work cycle (clearing and calibration of raw material, sorting the finished commodity by fractions) for each of 9 kinds of processed grain at minimal power inputs.

зменшується кількість речовин клітковини й пентозанів, які майже не засвоюються. При виробництві крупи з ячменя, пшениці й кукурудзи додатково проводять дроблення ядра.

Шліфування – це видалення з поверхні цілого ядра плодкових, а також частково насінних оболонок і зародка. При виробленні дробленої крупи із пшениці, ячменя й кукурудзи шліфування проводять для додання крупинкам кулястої або овальної форми. При цьому віддаляється частина ендосперму. Шліфування здійснюється тертям ядер об поверхню робочих органів машин і між собою. У результаті змінюється хімічний склад, підвищується засвоюваність, поліпшуються смакові й кулінарні властивості (швидкість разварювання й збільшення обсягу при варінні крупи). У крупі зменшується вміст клітковини, жиру, білка, а кількість крохмалю збільшується. Після шліфування крупу просівають для відділення битих ядер, мучки із цілого ядра.

Вихід різних видів крупи визначається природними особливостями, якістю сировини й технологією переробки. За класичними технологіями переробки, найбільший вихід гороху шліфованого – 73%, найменший – перлової та кукурудзяної шліфованої крупи – 40%. Вихід інших круп становить 63-66% [8; 9; 11].

Основний обсяг виробництва в Україні традиційно припадає на 4 види крупи: рис, гречану, геркулес і пшоно. Якщо раніше виробництво гречаної крупи перевищувало виробництво рису, то в 2007 році – майже зрівнялося з ним.

У наш час, крім виробництва традиційних круп і пластівців, розширюється індустрія круп'яних продуктів з високою доданою вартістю, тобто збільшується виробництво круп, що швидко розварюються. Вони не вимагають попередньої обробки й швидше варяться або не вимагають варіння взагалі. Їх умовно можна розділити на такі групи:

- 1) пакетовані круп'яні гарніри – розфасовані порціонні пакети, готові до приготування, іноді з різними добавками;
- 2) пластівці й каші швидкого готування – продукти з короткими строками готування (звичайно 1-8 хв.);
- 3) моментальні каші – не вимагають варіння, заварюються окропом, можуть містити фруктові й інші наповнювачі;
- 4) особливі каші – включають добавки овочів і м'яса;
- 5) мюслі – містять вівсяні пластівці зі шматочками горіхів, сушених фруктів, насіннячок і т.п., не вимагають варіння;

Розвиток ринку продуктів з високою доданою вартістю сприяє збільшенню кількості суб'єктів, що займаються цією діяльністю. Виникає велика кількість невеликих підприємств з повним циклом виробництва або з одним або декількома ланками виробничого ланцюжка (виробництво пластівців, змішування інгредієнтів, розфасовка) [3; 8].

Для виробництва таких продуктів застосовують різні технології:

- використання додаткової гідротермічної обробки в комбінації з плющенням;
- використання процесів мікронізації;
- використання екструзійних процесів [12].

Процес мікронізації полягає в тепловій обробці зерна або крупи інфрачервоними променями, довжина хвилі яких – 0,8-1,1 мкм, а потужність випромінювання забезпечує нагрівання продукту до 90-95°C за 50-90 с. Під дією інфрачервоного випромінювання в зерні (крупі) закипає внутрішньоклітинна вода й виникаючий внутрішній тиск розриває молекули крохмалю. У цілому технологія мікронізації включає: очищення зерна, злущення, зволоження й відволоження (залежно від культури), пропарювання, мікронізацію й охолодження. При виробленні пластівців мікронізований продукт піддають плющенню.

Екструзія – це процес обробки різних видів сировини в шнекових пресах з метою отримання виробів заданої форми, з новими фізико-хімічними властивостями. Екструзію харчових продуктів можна поділити на холодну, гарячу низького тиску, гарячу високого тиску. Для вироблення круп використовують останній вид екструзії. У спеціальних апаратах – екструдерах створюються висока температура й тиск. На виході з екструдера в результаті різкого перепаду тиску й температури відбуваються миттєвий випар вологи, глибокі зміни фізико-хімічних властивостей сировини, утворення пористої структури й збільшення обсягу продукту [5].

Розглянемо докладніше такий вид переробки, як круп'яне виробництво.

Отже, стан ринку продовольчих товарів свідчить про високий споживчий попит на різні види круп, тому є попит на крупорушки й крупозаводи малої й середньої продуктивності. Дане устаткування ще вчора було актуальним тільки для господарств, що займаються оптовою закупівлею й переробкою зерна, а сьогодні стає необхідним і для господарств, що спеціалізуються на вирощуванні зернових, тому що два напрями бізнесу – сировина й продукція переробки – завжди надійніше. І для них стає більш цікавим устаткування, що дозволяє одержати великий асортимент крупу з максимальним відсотком виходу й мінімальними витратами на придбання й експлуатацію.

При проектуванні круп'яних заводів слід передбачати:

- впровадження новітніх досягнень науки, техніки й передового досвіду в сфері технологій виробництва й застосовуваного устаткування;
- зниження вартості й скорочення строків окупності виробництва;
- високу якість продукції, що виробляється;
- комплексну механізацію й автоматизацію виробничих процесів;
- високі техніко-економічні показники виробництва продукції;
- суворе дотримання санітарно-гігієнічних вимог, а також вимог, що сприяють безпечним умовам праці;
- раціональне використання природних ресурсів і охорону оточуючого середовища [3].

У радянські часи крупи випускали на млинах як супутній продукт при виробництві борошна. Тому устаткування використовувалося в основному мірошницьке, наприклад вальцеві верстати або зернозлущувачі типу ЗЗН. Однак мірошницьке устаткування споконвічно проектували з використанням твердого режиму обробки: зерно один раз проходить через робочий орган, а потім розсівається на фракції, внаслідок цього був високий відсоток відходів (мучки, січки).

Миколаївським підприємством «Сільпроект» розроблено комплексу УКР-2 для отримання крупи з урахуванням:

- максимального переліку оброблюваних культур (універсальність);
- максимального відсотка виходу готової продукції (щадний режим).

Особливістю устаткування УКР-2 є його універсальність, гнучкість і енергозберігаючі технології.

Універсальність крупощеху формується за рахунок тих функціональних якостей, які конструкторам вдалося поєднати в одній машині, а саме: очищення, калібрування, лущення або дроблення з автоматичним поверненням на робочий орган неготової крупи, самосортування, аспірація й транспортна розв'язка сировини й крупи, а також можливість якісної переробки багатьох видів зернових.

Даний комплекс дозволяє переробити такі культури, як пшениця, гречка, просо, ячмінь, кукурудза, горох, рис, овес, соя, а також одержати ціле ядро соняшника. Перелік досить суттєвий і незвичайний, тому потрібно дати пояснення, яким чином ці можливості реалізуються.

Оригінальний метод обробки й конструктивні особливості дозволяють виконувати повний технологічний цикл (очищення й калібрування сировини, сортування по фракціях готової продукції) для кожного з 9 видів зерна, що переробляється, при мінімальних енерговитратах.

Універсальність досягається за рахунок використання двох різних методів обробки:

- 1-й метод з металевими валками – розрізання зерна з мінімальним тертям;
- 2-й метод з гумовими валками – лущення зерна з максимальним строго дозованим використанням тертя.

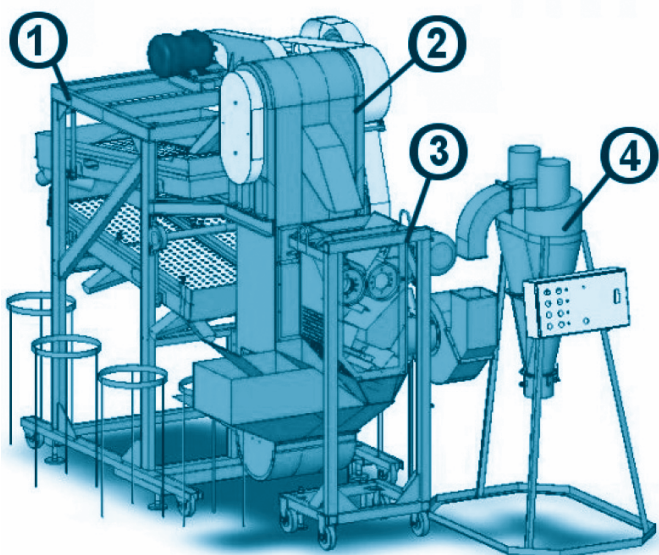
Можливі варіанти комплектації представлені у **таблиці 1**.

Базою для всіх варіантів є основний модуль – крупощех (**рис. 1**), додаткові модулі це: установка термічної обробки – пропарювання, машина шліфувальна тощо. Комплектність поставки устаткування визначається залежно від видів сировини, що переробляється, і продуктивності – від 300 до 3000 кг/годину.

Крупощех для переробки 9 видів зернових (пшениця, гречка, просо, ячмінь, кукурудза, горох, рис, овес, соя) складається з таких основних вузлів: ситовийної машини (1), трьохпоточної норії (2), лущильного агрегату (3), системи аспірації (4).

Таблиця. Варіанти комплектації* за продуктивністю

№ варіанта Найменування круп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Продуктивність, кг/год за сировиною										
Пшенична	-	300	300	700	700	1500	1000	2000	3000	1300	2000
Ячна	-	200	200	500	500	1100	700	1400	2200	900	1400
Перлова	300	-	-	300	300	600	300	600	1200	300	600
Кукурудзяна	-	300	300	700	700	1500	1000	2000	3000	1300	2000
Гречана пропарена	-	-	150	150	-	-	300	-	-	600	1000
Гречана непропарена	-	100	100	100	100	150	200	400	400	400	600
Пшоно	150	150	150	450	450	1000	500	1000	2000	600	1000
Горох половинок	300	300	300	700	700	1500	1000	2000	2000	1300	2000
Рис шліфований	-	-	-	150	150	450	450	900	900	600	1000
Рис нешліфований	-	150	150	150	150	450	450	900	900	600	1000
Рис шліфований пропарений	-	-	-	150	-	-	450	-	-	600	1000
Соя	-	300	300	700	700	1500	1000	2000	3000	1300	2000
Овес	-	-	50	50	-	-	100	-	-	200	300
Технічні характеристики кожного варіанта											
Споживана потужність, кВт	12	5,6	7,1	20	19	32,9	20,3	37,4	59	27,5	44,4
Площа компоновки, м ²	3	11	36	40	24	48	45	51	66	77	155
Необхідна к-ть персоналу, люд.	1	1	2	3	2	3	3	4	5	5	6
Висота обладнання, м	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,7	2,7
Загальна маса, кг	420	1600	2500	3100	2200	3500	3800	5150	6200	7100	9950
*Комплектацію можна виконати під конкретний перелік культур та їхню продуктивність (варіант №12), обладнання для виробництва пластівців можна додати до будь-якого з варіантів											

Рис. 1. Крупоцех універсальний

В установці використані певні технічні розв'язки:

- зерно обробляється за допомогою металевих або гумових валків (3);
- продукти лушення відбираються системою аспірації (4) відразу після лушення й на сита не потрапляють;
- очищення сит проводиться щітками в автоматичному режимі;

Рис. 2. Устаткування для термічної обробки (пропарювання)


□ ділянка калібрування зерна й сортування круп після лушення виконано одним агрегатом (1);

□ наявність коліс і упорів дозволяє переміщати устаткування й установлювати його на будь-якій поверхні без фундаментів.

Переналадження крупоцеху на різні види круп полягає в заміні сит і валків. Так, для пшениці, кукурудзи, ячменю, сої необхідні металеві валки, які завдяки спеціальній нарізці й швидкості обертання розрізають зерно, а не стирають його, що дозволяє одержати максимальний вихід готової продукції (пшенична – 90%, кукурудзяна – 75%, ячна – 70%, соя – 70%). Для гречки, рису, вівса й проса застосовуються валки з гумовим покриттям, які злегка обтискають зерно й різко зрушують між двома поверхнями, в результаті чого лушпайка руйнується (вихід продукції: рис – 65%, пшоно – 70%, гречка – ядриця – 65%, овес – 50%). Металевий і гумовий валки застосовуються для одержання половинок гороху (вихід – 80%).

Установлена потужність чотирьох електродвигунів становить 8,5 кВт (споживана – 5,6 кВт).

Для одержання гречаної й вівсяної круп швидкого приготування застосовується **установка термічної обробки**, паливом для якої є лушпиння гречки, що підвищує рівень екологічності пропонованого устаткування (рис. 2).

Вихідна сировина засипається в приймальний патрубок шнека, куди також подається вода з розрахунку 150-200 кг на тону. Шнек, перемішуючи зерно з водою, подає його в бункер, де воно витримується деякий час.

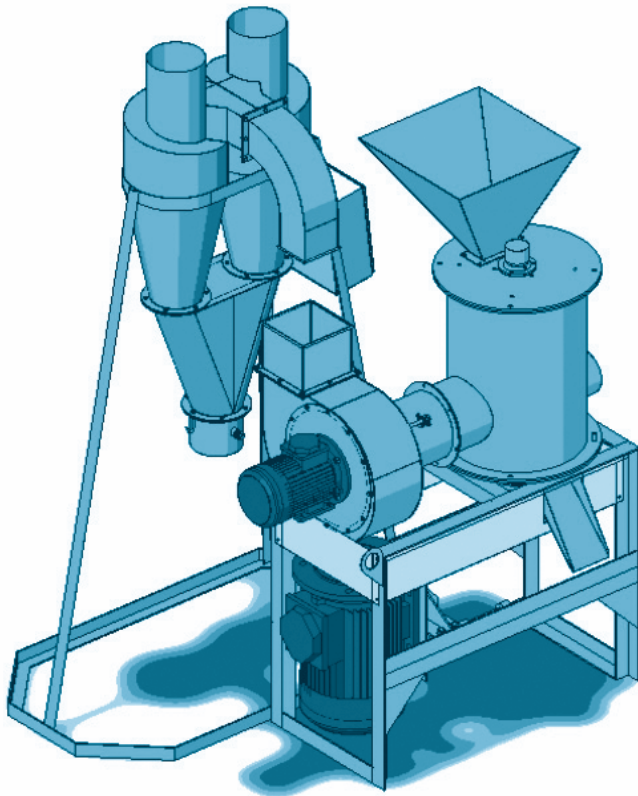
Із бункера зволожене зерно надходить до розігрітої термопечі, де воно пропарюється при атмосферному тиску та температурі 95°C. Пропарювання зерна відбувається за енергозберігаючою та екологічною технологією (не вимагає додаткового пару й електроенергії): відбувається в результаті випару внутрішньої вологи, що усуває утворення меланоїдинів і затхлого запаху.

Енерговитрати становлять 1кВт на 100 кг оброблюваного продукту. Для порівняння: при використанні устаткування аналогічної продуктивності, що працює за стандартною технологією, ці витрати становлять 65 кВт на 100 кг оброблюваного продукту.

Після термообробки й остигання зерно готове для лушення (додаткове сушіння не потрібне). У результаті біохімічних процесів лушпайка стає тендітною, а ядро більш міцним, тому в процесі лушення вихід сички – всього 3-5% від загальної маси зерна.

У комплексі з крупоцехом для полірування лушених зерен рису, вівса, пшениці, ячменю, кукурудзи використовується шліфувальна машина (рис. 3). Як окремий агрегат вона може застосовуватися для отримання круп перлової з ячменю (обробляється за один прохід, вихід – 70%), гороху шліфованого і половинок.

Рис. 3. Машина шліфувальна



До комплексу входять змінні ситові циліндри, що дозволяє підібрати для кожного виду сировини оптимальний режим обробки.

Загальний вигляд технологічного комплексу обладнання представлено на **рис. 4**.

Додавання до базового крупощеху устаткування для плющення й сушки дає змогу створити лінію для виробництва пластівців з будь-яких видів круп.

Таким чином, представлений метод обробки зерна дозволяє:

- одержати великий асортимент видів круп;
- виконувати повний технологічний цикл для кожного з 9 видів зерна, що переробляється;
- з меншими енерговитратами мати більш високий процентний вихід крупки порівняно з виходом круп на крупощехах старого зразка;
- компонувати устаткування різної продуктивності від 300 до 3000 кг/годину, тому що модулі, що входять до складу УКР-2, багатифункціональні.

Рис. 4. Універсальний комплекс технологічного устаткування УКР-2 для переробки різних видів круп



Окупність комплексу з урахуванням усіх витрат становить від 5 до 9 місяців при роботі у дві зміни.

ВИСНОВКИ

1. Оригінальний метод обробки (валковий) і конструктивні особливості дозволяють виконувати повний технологічний цикл для кожного з 9 видів зерна, що переробляється (пшениця, гречка, просо, рис, горох, ячмінь, кукурудза, овес, соя), за мінімальних енерговитрат.
2. Щадна обробка кожної культури збільшує відсоток виходу круп на 5-30% вище, ніж показники виходу круп аналогічного устаткування.
3. Спеціальна технологія пропарювання гречки знижує енерговитрати у 20 разів.
4. Багатифункціональність і компактність дають змогу розміщати устаткування на площах у 2-4 рази менших, ніж потребує аналогічне.
5. Цінова характеристика, враховуючи універсальність, менша у 2-5 разів від інших виробництв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрусак В.М. Шляхи підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна круп'яних культур // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції в 3-х томах / За ред. В.М.Ткаченко. – Луганськ: «Елтон», 2002. – №14 (26). – С. 194-196.
2. Анисимова Л.В. Влияние гидротермической обработки зерна на зольность и белизну крупы и муки / Л.В.Анисимова, С.В.Якушев // Пищевые технологии. – 2004. – № 4. – С. 33-35.
3. Бутковский В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А.Бутковский, А.И.Мерко, Е.М.Мельников. – М.: Интерграф сервис, 1999. – 472 с.
4. Зверев С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки / С.В.Зверев, Н.С.Зверева. – М.: Изд-во ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
5. Ильичёв, Г.Н. Использование пара при шелушении гречихи / Г.Н.Ильичёв, С.Б.Есин, Л.Е.Мелешин // Хлебопродукты. – 1999. – № 2. – С. 26.
6. Камінська А.І. Проблеми формування та розвитку ринку круп'яних культур в Україні / А.І.Камінська // Економіка АПК. – 2011. – № 8. – С. 42-47.
7. Козьмина Е.П. Технологические свойства крупяных и зернобобовых культур / Е.П.Козьмина. М.: Изд-во ЦНИНТИ Госком ЗАГА, 1963. – 294 с.
8. Мясникова А.В. Товароведение зерна и продуктов его переработки / А.В.Мясникова, Ю.С.Ралль, Л.А.Трисвятский, И.С.Щатилов. – М.: Колос, 1978. – 496 с.
9. *Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential* edited by P.Belton and J.Taylor 2002. Springer-Verlag N.Y., 2002, 250 pp.
10. Skrabanja, V., Laerke, H.N., and Kreft, I. (1998). Effects of hydrothermal processing of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moech) groats on starch enzymatic availability in vitro and in vivo in rats. *J.Cereal. Sci.* 28: 209-214.
11. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21 (2008).
12. Wei Y.-M. Buckwheat production in China // VI International Symposium on Buckwheat. Nagano (Japan). – 1995. – P. 7-10.
13. Zheng, G., Sosulski, F., and Tyler, R. (1988); Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. *Food Res. Int.* 30: 493-502.