

НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЖУРНАЛ

ISSN 2313-478X (print)
ISSN 2411-3921 (online)
ISO: 26324-2012

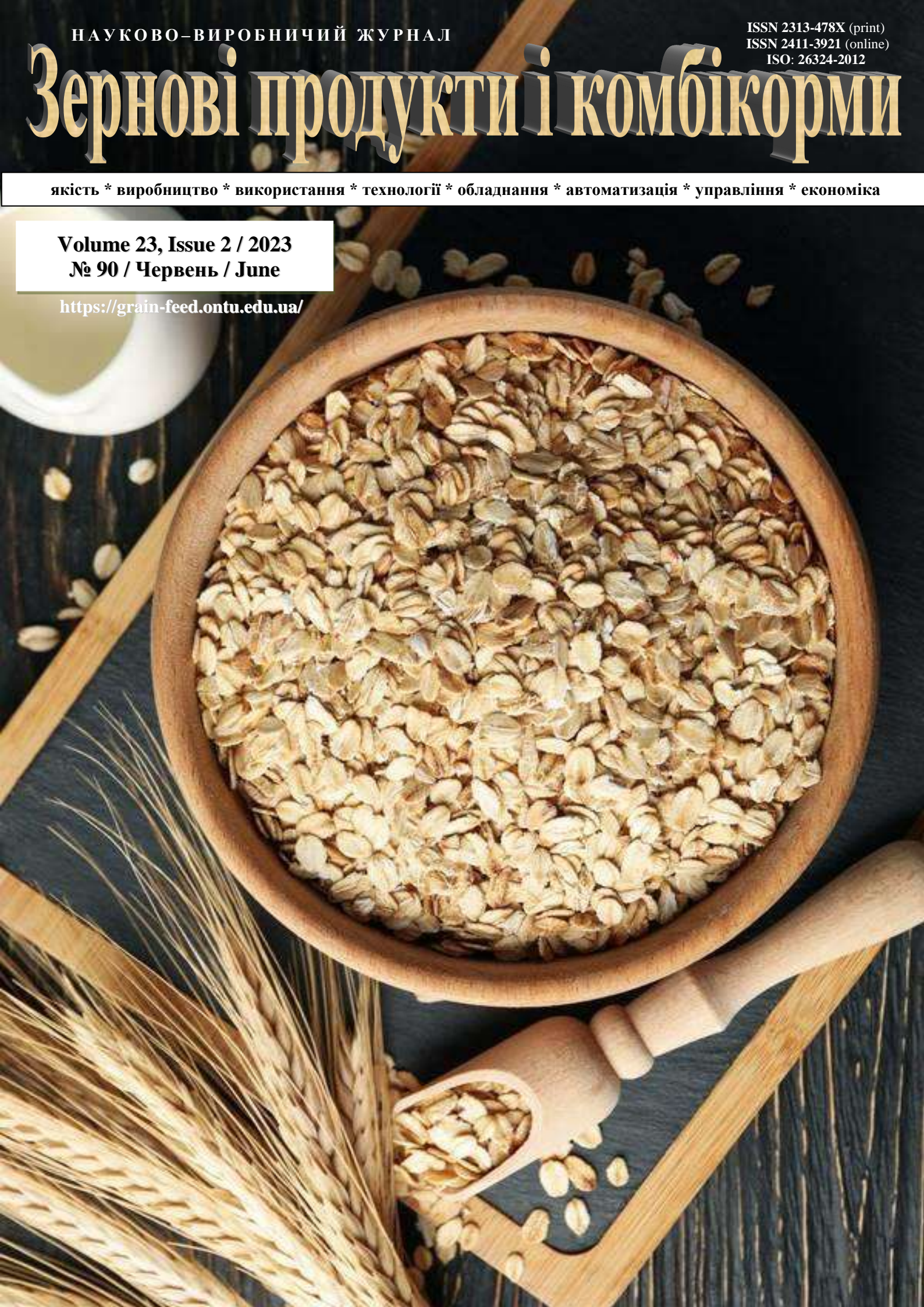
Зернові продукти і комбікорми

якість * виробництво * використання * технології * обладнання * автоматизація * управління * економіка

Volume 23, Issue 2 / 2023

№ 90 / Червень / June

<https://grain-feed.ontu.edu.ua/>



ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



кращі інженерні традиції
з **1902 року**



10 факультетів та
4 коледжі



більше **100** докторів наук
більше **400** кандидатів технічних наук



підготовчі курси до **ЗНО**



ярмарки **вакансій**



практика і працевлаштування
в Україні та за кордоном



спорткомплекс з басейном та
фітнес-залом



2 табори відпочинку на узбережжі
Чорного моря та на Південному Бузі



ONTU.EDU.UA



(048) 712-40-88

Щоквартальний науково-виробничий журнал
Одеського національного
технологічного університету

Рік заснування – 2000

Зареєстровано Міністерством юстиції України
16.05.2007 р.Свідоцтво: Серія КВ № 25374-15314ПР
від 26.12.2022**Головний редактор****Єгоров Богдан Вікторович**, д.техн.н., проф., член-кор. НААН України, академік НАНУ, ректор Одеського національного технологічного університету (ОНТУ), Одеса (Україна),
E-mail: bogdanegoroff58@gmail.com**Заступники головного редактора:****Peter Surai**, д.біол.н., проф. каф. Біохімії харчування сільськогосподарського університету Годолло (Угорщина), проф. каф. еволюційної біології та екології університету Глазго (Великобританія);**Макаринська Алла Василівна**, д.техн.н., доцент, зав. кафедри Технології зерна і комбікормів, ОНТУ, Одеса (Україна), Тел. 048 7124113.
E-mail: allavm2015@gmail.com**Відповідальний редактор, дизайн:****Турпурова Тетяна Михайлівна**, к.техн.н., доцент, ОНТУ, Одеса (Україна)**Технічний редактор:****Пюндик Олександр Григорович**, к.техн.н., доцент ОНТУ, Одеса (Україна)**Члени редколегії:****Auyelbek Iztayev**, професор, академік NASc RK, Алматинський Технологічний Університет (Алмати, Казахстан);**Jovanka levic**, д.н., дослідницький центр «Feed-to-Food Research Centre», Інститут харчових технологій Університету Нови Сад (Сербія)**Koljo Tenev Dinkov**, д.техн.н., проф., ректор університету харчових технологій, Пловдив (Болгарія)**Mariana Petkova**, д.н., проф., керівник дослідницького центру «Head of Department of Animal Nutrition & Feed Technology Institute of Animal Science» (Сербія)**Olivera Djuragic**, д.н., директор Інституту харчових технологій, Університет в м. Нови Сад (Сербія)**Palov I.**, Русенський університет «Ангел Кънчев», проф., Русе (Болгарія)**Гапонюк О.І.**, д.т.н., професор, зав. каф. технологічного обладнання зернових виробництв, ОНТУ (Одеса, Україна);**Дробот В.І.**, д.т.н., професор каф. технології хлібопекарських і кондитерських виробів, член-кор. НААН, лауреат державної премії в галузі науки і техніки, Національний університет харчових технологій (НУХТ) (Київ, Україна);**Жигунов Д.О.**, д.т.н., професор, зав. кафедри технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів, ОНТУ (Одеса, Україна);**Іоргачева К.Г.**, д.т.н., професор, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (Одеса, Україна);**Ковбаса В.М.**, д.т.н., професор, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, зав. каф. технології хлібопекарських та кондитерських виробів, НУХТ (Київ, Україна);**Левський А.П.**, д.б.н., професор каф. технології зерна і комбікормів, заслужений діяч науки і техніки України, член-кореспондент НААН України, ОНТУ (Одеса, Україна);**Макарова О.В.**, к.т.н., доцент каф. технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів, ОНТУ (Одеса, Україна);**Марченков Ф.С.**, к.б.н., заст. директора з наукової роботи ТОВ «Кронос Агро» (Київ, Україна);**Станкевич Г.М.**, д.т.н., професор каф. технології зерна і комбікормів, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, ОНТУ (Одеса, Україна).**Адреса редакції:**

А-132, Одеський національний технологічний університет, 112, вул. Канатна, м. Одеса, 65039. Тел. 048 7124150.

За достовірність інформації відповідає автор публікації. Передрукування матеріалів журналу дозволяється тільки за погодженням з редакцією. Підписано до друку та розповсюдження в мережі Internet рішенням Вченої ради ОНТУ від 20.06.2023 р., пр. №14.1. Формат 60 x 84/8. Папір офсетний. Гарнітура TNR. Друк цифровий. Тираж 100 прим. Зам. № 80. Надруковано ФОП Попова Н.М.

Зернові продукти і комбікорми
Grain Products and Mixed Fodder's**ЯКІСТЬ * ВИРОБНИЦТВО * ВИКОРИСТАННЯ * ТЕХНОЛОГІЇ *
ОБЛАДНАННЯ * АВТОМАТИЗАЦІЯ * УПРАВЛІННЯ * ЕКОНОМІКА*****CONTENT****PROFESSIONAL NEWS**

Grain Storage Forum Elevator 2023.....	4
International School of Feed 2023.....	7

GRAIN, PROCESSING GRAIN: TECHNOLOGY AND QUALITY

Zhukov B., Makarynska A., Strahova T. <i>Substantiation of the universal adaptive technological system of complex laboratories for quality and safety assessing of grain and oil crops.....</i>	11
Kosiv R. <i>Oat gum: structure, properties, production, application in the food industry.....</i>	16

GRAIN PRODUCTS IN FOOD TECHNOLOGIES

Sereda O., Melnyk O. <i>Thermogravimetric study of moisture bond forms in semi-finished biscuit with the addition of cricket flour.....</i>	20
Sots S., Kustov I., Mashchenko O. <i>Perspectives and opportunities of groats production in Ukraine.....</i>	26

Grain Storage Forum ELEVATOR: Smart Сушіння 2024.....	31
FEED, QUALITY, TECHNOLOGY AND ANIMAL FEED	

Kananykhina O., Turpurova T. <i>Characteristics and application of biopolymers for microencapsulation of biologically active substances.....</i>	32
AGRO UKRAINE SUMMIT 2024.....	39

Vorona N., Iegorov B. <i>Fish farming is a promising branch of ensuring food security of the earth's population.....</i>	40
--	-----------

З М І С Т**ПРОФЕСІЙНІ НОВИНИ**

Grain Storage Forum Elevator 2023.....	4
Міжнародна школа кормів 2023.....	7

ЗЕРНО, ПЕРЕРОБКА ЗЕРНА: ТЕХНОЛОГІЯ ТА ЯКІСТЬ

Жуков Б.С., Макаринська А.В., Страхова Т.В. <i>Обґрунтування універсальної адаптивної технологічної системи комплексних лабораторій з оцінки якості та безпечності зернових та олійних культур.....</i>	11
Косів Р.Б. <i>Вівсяна камедь: будова, властивості, отримання, застосування в харчовій промисловості.....</i>	16

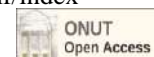
ЗЕРНОВІ ПРОДУКТИ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Середя О.Г., Мельник О.Ю. <i>Термогравіметричне дослідження форм зв'язків волого у збивному борошнівому напівфабрикаті з додаванням борошна із цвіркунів.....</i>	20
Соц С.М., Кустов І.О., Машенко О.І. <i>Перспективи та можливості круп'яного виробництва в Україні.....</i>	26

Grain Storage Forum ELEVATOR: Smart Сушіння 2024.....	31
КОРМИ, ЯКІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ ТА ТВАРИНИЦТВО	

Кананихіна О.М., Турпурова Т.М. <i>Характеристика та застосування біополімерів для мікрокапсулювання біологічно активних речовин.....</i>	32
AGRO UKRAINE SUMMIT 2024.....	39

Vorona N.B., Єгоров Б.В. <i>Рибництво - перспективна галузь забезпечення продовольчої безпеки населення землі.....</i>	40
--	-----------

Журнал „Зернові продукти і комбікорми” згідно до наказу МОН України № 1301 від 15.10.2019 (Додаток 8) входить до списку друкованих (електронних) періодичних видань, що включаються до Переліку наукових фахових видань України категорії Б, в яких можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук спеціальності 181**Підписний індекс в каталозі Укрпошти 91963**<http://journals.gsjp.eu/index.php/gpmf/index><https://grain-feed.ontu.edu.ua>

DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2605>

GRAIN STORAGE FORUM ELEVATOR 2023

Найбільший аграрний форум в Україні
ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕРОБКА, ЛОГІСТИКА, ТРЕЙДІНГ
2.06.2023

ProAgro
GROUP



Асоціація
Елеваторів України

2 червня 2023 року у Києві пройшов найбільший в Україні форум в галузі зберігання, переробки, логістики і трейдингу зерна – V Міжнародний Grain Storage Forum ELEVATOR 2023, організований компанією «ПроАгро Груп», Асоціацією елеваторів України та Спілкою «Борошномели України», який став черговою масштабною подією року на вітчизняному аграрному ринку для фахівців зерновиробництва і суміжних галузей.

Попередній форум за підсумками минулого року пройшов лише кілька місяців тому і став першим від початку розв'язаної РФ повномасштабної війни проти України. Злочинне вторгнення загострило існуючі і поставило перед вітчизняним аграрним, зокрема зерновим ринком, нові проблеми, не всі з яких і не у повному обсязі вдалося обговорити у лютому. Тож новий форум став свого роду продовженням початих дискусій, але уже у більш широкій аудиторії і з урахуванням нових реалій сьогодення.

Перш ніж оголосити про початок роботи, президент Асоціації елеваторів України Олег Клименко подякував захисникам Батьківщини і зазначив, що українські зерновики, попри всі труднощі війни, не лише гідно тримають аграрний фронт держави, а й продовжують робити свій вагомий внесок у забезпечення продовольчої безпеки світу. Разом з тим, велика кількість земель, що вийшла з обробітки, труднощі ресурсного забезпечення агропромисловості й проблеми експорту вимушують всі ланки зернового ланцюга зміщувати акценти й шукати нові можливості задля підвищення ефективності у своїх зонах діяльності.



Робота форуму почалася з виконання Державного Гімну і шанування хвилиною мовчання пам'яті воїнів-героїв і усіх українців, загиблих у війні. Відкрив форум перший заступник міністра аграрної політики і продовольства Тарас Висоцький. У своєму зверненні до учасників він зазначив, що таке широке представництво спеціалістів галузей зберігання, переробки зерна, трейдингу і логістики здатне не лише обговорити наявні проблеми й запропонувати їх рішення, а й визначити шляхи подальшого розвитку галузі.



«Забезпечивши відповідний баланс обсягів виробництва і експорту як самого зерна, так і продуктів його переробки – від борошна до крохмалю, глютену, білків – все це дасть можливість галузі гідно пройти цей складний військовий час», - підкреслив Тарас Висоцький.

Після заступника міністра слово взяв президент Української аграрної конфедерації Леонід Козаченко, який окреслив ключові виклики та перспективи, з якими стикається український агросектор.



Перша ж панель форуму, присвячена обговоренню специфіки роботи зернового ринку в умовах війни, розпочалася діалогом з власником і головою наглядової ради Групи компаній «Прометей» Рафаелем Горояном. До складу групи, яка володіє однією з найбільш розгалужених мереж елеваторів в Україні, входять різні підрозділи, які займаються як виробництвом зерна, так і його зберіганням, транспортним перевезенням та експортом. Війна завдала суттєвого удару по бізнесу групи – досі в окупації залишаються чотири елеватори компанії й частина оброблюваних земель, ще значна частина потребує розмінування і усунення наслідків бойових дій.



В цих умовах, як зазначив власник компанії, весь менеджмент вимушений діяти як кризовий, аби зберегти й забезпечити робочий колектив, і водночас продовжувати виробничу діяльність. У «Прометей», як й інших виробничих і зернотрейдингових компаній, вже є досвід роботи у перший рік війни, але кожний новий день приносить нові виклики і потребує нових рішень, які доводиться оперативно ухвалювати, виходячи з комплексу поточних реалій. Саме такий оперативний аналіз і відгук разом з необхідним плануванням на короткостроковий і більше період є запорукою виживання і розвитку підприємств галузі в цей надскладний час.

Про конкретні проблеми і виклики для зернового бізнесу йшлося в першій дискусійній сесії, модератором якої став керівник елеваторного напрямку групи SOLAGRO Сергій Щербань. Зокрема, посол з особливих доручень Міністерства закордонних справ України Ольга Трофімцева розповіла про роботу органів державної влади по збільшенню можливостей для експорту українського зерна. Заступник директора департаменту комерційної роботи АТ «Укрзалізниця» Валерій Ткачов повідомив про новачки державного перевізника для власників зернових вантажів. В обговоренні також взяли участь директор «УЗТК ТРЕЙД» Ігор Вовченко і його заступник з виробничих питань Андрій Пушкар, власник і генеральний

директор Interprojekt GmbH Іван Кунь, співвласник і директор «Агро Індустриал Компані» Олег Малиш.

Окремо також виступив Павло Головенко, керуючий партнер Convex International – одного з провідних постачальників обладнання і технологій для галузей переробки і зберігання зерна в Україні. Пан Павло наголосив на необхідності будувати нові та відбудовувати старі зернозберігальні й зернопереробні комплекси за найкращими інноваційними практиками, які надає компанія Convex. Доповнив його виступ Бенджамін Рульманн – адвокат німецької юридичної компанії AdvoCtrl, зазначивши, що німецький бізнес готовий інвестувати в українські виробничі ланцюжки навіть до завершення війни.



У другій дискусійній сесії, яку модерував голова Співки борошномелів Родіон Рибчинський, спікери говорили про реалії і можливості зернопереробки в Україні. З одного боку, збільшення виробництва продуктів переробки здатне зменшити навантаження на логістичну мережу і збільшити прибутковість зернової галузі, однак з іншого, потрібно тверезо оцінювати реалії – скорочення внутрішнього споживання і суворі вимоги до якості, а також велику конкуренцію на зовнішніх ринках. Зокрема, на цьому наголошували генеральний директор компанії «Бюлер Україна» Андрій Шаран, співвласник HD-group і GFSGROUP Борис Шостопапов.

Перед початком другої панелі форуму, присвяченої трендам інноваційного розвитку зернозберігання і зернопереробки виступив керівник групи з розвитку продуктивності та доступу до ринків Програми USAID з аграрного та сільського розвитку АГРО Владислав Карпенко. Ця Програма, заснована американським урядом, під час війни в Україні надає чималу підтримку мікро-, малим та середнім агропідприємствам шляхом виділення грантів на розвиток





чи співфінансування виробничих проектів. Програмою вже реалізовано десятки проектів з надання фермерам і господарствам в постраждалих регіонах насіння кукурудзи й соняшника, добрив для їх вирощування, модернізації елеваторів, збільшення обсягу виробництва і асортименту переробних підприємств тощо. Керівник групи розповів, що отримати донорську допомогу цілком реально і пояснив, як можна взяти участь у пропонуваніх USAID АГРО проектах.

В ході самої панелі про інноваційні продукти, технології, результати їх практичного застосування в різних напрямках зберігання і переробки зерна розповіли гендиректор компанії TORNUM Олександр Холод, директор з продажів в Україні компанії Bonfanti Володимир Косошов, директор компанії «Сожем Україна» Михайло Косошно, директор компанії Gresco Group Іван Корженко, генеральний директор компанії «Промавтоматика Вінниця» Михайло Ганчук, керуючий партнер Convex International GmbH Павло Головенко, генеральний директор TEFF Юрій Фаренюк, спеціаліст з продажу обладнання для контролю якості агропродукції компанії SocTrade Микита Машовець.

Крім того в рамках форуму виступили співвласник компанії «Активпроект» Богдан Поперечний, який продемонстрував переваги використання додаткової реальності в проектуванні і будівництві підприємств зі зберігання і переробки аграрної продукції, та консультант-методист групи компаній «АБ-Центр» Надія Лисюра, котра детально зупинилася на рішеннях для автоматизації процесів в зерновій та борошномельній галузях.

Паралельно з роботою форуму працювала виставка обладнання і технологій для зернового ринку,



у якій свої експозиції представили 42 компанії. В тому числі працювали два виставкових майданчики під відкритим небом.

Отже, в підсумку, профіль V Міжнародного Grain Storage Forum ELEVATOR 2023 виглядав так: 2 тематичні панелі, 4 дискусійних сесії, 2 практичні семінари, більше десятка презентацій і виробничих кейсів, близько 30 спікерів, понад 40 учасників виставки, численні запитання й відповіді від понад 700 відвідувачів і гостей, і звісно, тісне спілкування на полях форуму й виставки, безлічі встановлених ділових контактів і досягнутих домовленостей.

Grain Storage Forum ELEVATOR вже став традиційним і – головне – очікуваним заходом на зерновому ринку України, проведення якого не перервали ні пандемія коронавірусу, ні розв'язана країною-агресором війна. Тому нема сумнівів, що наступного року провідні компанії і спеціалісти галузі знову зустрінуться на черговому форумі і продовжать актуальні обговорення і дискусії. І будемо всі сподіватися, що наступний форум пройде вже в переможній і мирній Україні!



Наостанок організатори V Міжнародного Grain Storage Forum ELEVATOR 2023 висловлюють подяку за допомогу у його проведенні генеральному партнеру – компанії Convex International, ексклюзивним партнерам – компаніям TEFF Group й ADVANTAGE AUSTRIA, офіційним партнерам – компаніям SOJAM Ukraine, BUHLER, Greco Group, TORNUM, SocTrade, Bonfanti, «Промавтоматика Вінниця», а також понад трьома десятками спеціальних партнерів, зокрема компаніям: OLIS, Ventalab, UKRTRAIN VanAarsen, СПІЛКА АВТОМАТИЗАТОРІВ БІЗНЕСУ, APIS company, FIREWOOD, PRISMA electric, АГРОЛОГІСТИКА, FOSS, TEXHOTECT, STIF, KMZ INDUSTRIES, FRANZ RUBERG, EDS PLUS, ЗЕРНОВИЙ ДІМ, 3S company, АнтарекС, LUBNYMASH, HLR, PHG, Prisma energy group, Лайнер Бег Україна, DELTA engineering, ТОВ «МАКСІЕКОБУД», АктивПроек, ЗАВОД КОБЗАРЕНКА, FRONTIER-LOGISTIC.PL, CKS Центр Каркасного Будівництва, Farnet, MK MERCHANTS, BDW FEDMILLSYSTEM.

Окрема подяка юридичному партнеру Winner, безпековому партнеру SHERIFF та автомобільному партнеру EVO MOTORS.

До зустрічі на наступному форумі!

Контакти: +38 096 899 4272, +38 067 243 3803
proagro-inform@ukr.net, grain-forum-elevator.com



МІЖНАРОДНА ШКОЛА КОРМІВ 2023



З 3 по 9 липня 2023 року на базі Одеського національного технологічного університету за підтримки Європейської федерації виробників кормів, Європейської федерації харчової науки і технологій, Асоціації «Союз кормовиробників України» пройшла VIII-ї сесії МІЖНАРОДНОЇ ШКОЛИ КОРМІВ «Мистецтво вдосконалення технологій, безпеки та якості комбікормів». В роботі МШК були перерви, пов'язані у 2020 році із епідемією COVID та у 2022 році із-за початку повномасштабної війни. У 2023 році науковою радою ISF, не зважаючи на воєнний стан, та прохання виробників, було прийняте рішення поновлення роботи школи і протягом п'яти днів навчання розглядалися нагальні питання, було задіяно чотири дискусійні сесії, високопрофесійні учасники і спікери, чотири майстер класи та один лабораторний практикум.

Привітав учасників Міжнародної школи кормів 2023 та звернувся з вступним словом Президент Одеського національного технологічного університету д.т.н., професор Богдан Єгоров. Робота школи почалася з виконання Державного Гімну і вшанування хвилиною мовчання пам'яті воїнів-героїв ЗСУ і усіх українців, загиблих у війні.

В перший день дискусійної сесії був присвячений трендам і проблеми виробництва і реалізації комбікормів, від проектування до роботизації! Технології, проектування, автоматизоване управління та роботизація виробництв» були зроблені концептуальні виступи науковців, вітчизняних і закордонних виробників з



напрямку організації технології виробництва комбікормів.

Доповідь Богдана Єгорова, д.т.н., академіка НААН України, Заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної Премії України в галузі науки і техніки, академіка НААН України, проф. кафедри Технології зерна і комбікормів ОНТУ була присвячена сучасним трендам і проблеми розвитку виробництва і реалізації комбікормів.

Про особливості проектування підприємств зі зберігання і переробки зерна та виробництва комбікормів, реалізації проектних рішень на підприємствах та підготовки кадрів розповів генеральний директор Interprojekt GmbH (Німеччина) Іван Кунь.





Питанням автоматизації та альтернативним енергетичним забезпеченням підприємств зі зберігання і переробки зерна та виробництва комбікормів була присвячена доповідь Владислава Дячук (ТОВ «Промавтоматика Вінниця»).



Напрямуку роботизації виробництв, основним трендам, проблемам та прикладам успішних рішень у цій сфері на прикладі розробок кафедри Автоматизації технологічних процесів та робототехнічних систем ОНТУ, а також лабораторії мехатроніки і робототехніки «Mironaft» була представлена доповідь та проведено тренінг Костянтином Габуєвим (Qeedo Robotics Ltd.) з оволодіння управління справжніми роботами, застосуванням «механічної руки» в лабораторії MIRONAFT FabLab. Навчально-наукового інституту Автоматизації, комп'ютерних систем і технологій «Індустрія 4.0» ОНТУ.



В рамках другої дискусійної сесії «Ліпідний обмін та архітектура енергетичної цінності комбікормів і харчових продуктів. Сертифікація, якість та мікробіологічний контроль» учасники ознайомилися



з сучасними уявленнями про жирове харчування людини і тварини, впливу жирнокислотного складу раціонів обмінні процеси і організм в цілому, архітектурою енергетичної цінності комбікормів і харчових продуктів, про які розповів у своїй доповіді д.біол.н., професор кафедри Технології зерна і комбікормів ОНТУ Анатолій Левицький.

Жваве обговорення викликали представлені результати досліджень впливу раціонів з використанням різних жирів і безжирового на процеси накопичення в внутрішніх органах тварин продуктів окиснення, використання кормових і харчових добавок для нормалізації обміну жирів, шляхи удосконалення енергетичного забезпечення рецептів комбікормів.



Доктор біол. наук, професор еволюційної біології та екології університету Глазго (Великобританія) Peter SURAI у своїй доповіді ознайомив учасників з вітагенами, їх роллю у регуляції імункомпетентності та розробками практичних підходів до імунomodуляції і підвищення ефективності застосування в складі комбікормів.

Незмінним науковим і технічним партнером Міжнародної школи кормів є компанія SocTrade. директор Олександр Плеве та команда SocTrade представила обладнання для аналізу кормової сировини і комбікормів. В рамках навчання Руслана Джафарова, спеціаліст ДКЦ SocTrade, провела тренінг з використання обладнання для швидкого і надійного визначення мікотоксинів у складі кормової сировини та комбікормів, та провела комплексне визначення якості кормів та кормової сировини за допомогою ІЧ-аналізаторів Perten/PerkinElmer.





Олексій Стойко ознайомив учасників з роботою приладу і застосуванням ІЧ-Фур'є спектроскопії для скринінгового аналізу жирнокислотного складу та інших показників олій та жирів. Про особливості визначення ключових показників якості кормів та кормової сировини за допомогою обладнання OPSIS Liquidline розповів хімік-методист SocTrade Юрій Головач.



Третій день VIII -ї сесії Міжнародної школи кормів в рамках дискусійної панелі «Нові кормові препарати. Сертифікація, якість та мікробіологічний контроль» продовжився вивченням одного з найвпливовіших засобів управління ефективною продуктивністю комбікормів, а саме ферментом ліпазою, про що доповів та розглянув відеовізуалізацію механізму її дії к.б.н, заступник директора з наукової роботи ТОВ «Біоконтакт», ПП «Кронос-Агро».

Змістовну і яскраву доповідь про перспективні види білкової та жировмісної сировини з личинок комах, які скоро з'являться на українських кормових



ринках України, представив д-р біол. наук, професор, академік НААН України Сергій Мельничук (департамент наукових досліджень МХП). Було розглянуто особливості вирощування личинок комах, регулювання хімічного складу в залежності від субстрату для вирощування, особливості переробки і використання в складі комбікормів.

Огляд систем сертифікації у світі, загальні вимоги підприємств з виробництва кормів і кормових компонентів розглянув Григорій Мазур, радник генерального директора Technik BG GmbH (Німеччина (DE)).

NÜRNBERG TRAINING CENTER

Основні вимоги: Вхідний контроль

- Вхідний контроль проводиться згідно з планом вхідного контролю
- Сировина має супроводжуватися повним комплектом документів
- При прийманні сировини необхідно уважно подивитися регіон, з якого надійшла сировина.
- Мати на робочому місці виплиску, лист про зони АЧС.
- Сировину із зон АЧС не приймати.

Особливу увагу на підприємствах з виробництва комбікормів приділяють якості сировини, мікробіологічній безпеці та наявності мікотоксинів у кормовій сировині і комбікормах. Тетяна Величко, к.т.н., доцент кафедри Біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНТУ надала характеристику мікробіоти, та провела лабораторний практикум з оцінки мікробіологічної контамінації кормової сировини і комбікормів в лабораторії мікробіології навчально-наукового технологічного інституту харчової промисловості ім. К.А. Богомаза ОНТУ.





В останній день практичного навчання питання були призначені виробництву гранульованих комбікормів, технології, обладнанню та розвитку ІТ-сервісу в діяльності зернопереробних і комбікормових підприємств. Сучасним системам управління та SMART-обладнанню для комбікормових і зернопереробних підприємств була присвячена доповідь Сергія Артюшкіна (ТОВ "Основа", група компаній "Зернова столиця"), також було проведено майстер-клас в лабораторії Смарт-обладнання зернових і комбікормових виробництв ОНТУ.



Про особливості цифрових технологій управління електроприводами на новітньому обладнанні фірми «EATON» (світовий технологічний лідер у галузі рішень ефективного керування енергією) та практичному навчанню на сучасній мікропроцесорній апаратурі виробництва Siemens для інтелектуального керування електромеханічними системами та її програмного забезпечення в лабораторії S-Інжиніринг ознайомив Петро Осадчук, д.т.н, зав. кафедри Електромеханіки та мехатроніки ОНТУ.



Комплексний проект «ICK Group», «ХОРОЛЬСЬКИЙ МЗ», «ЛУБНИМАШ» та «ЕЛМАШ»



Про комплексні рішення, починаючи від ідеї до поставки комбікормового заводу розповів Дмитро Дудко, менеджер групи компаній ICK Group, GranTech™. В своїй доповіді він розглянув питання мистецтва гранулювання комбікормів і рослинної сировини, характеристику обладнання, міні-установок та автоматичних систем управління для комбікормової промисловості, які випускає ICK Group, GranTech™., спільні комплексні проекти з Хорольським МЗ, Лубнимаш, Елмаш, виробництво і застосування твердого біопалива. Було зазначено, що за 30 років роботи компанія впровадила понад 460 проектів в різних галузях в 20 країнах світу, з них понад 100 для комбікормової галузі.

Навчання для учасників завершилося майстер-класом в лабораторії сенсорного аналізу ОНТУ, де пройшла дегустація Одеських вин та вручення сертифікатів. Також приємним сюрпризом для учасників були екскурсія «Кримінальна Одеса» та відвідування вистави у Одеському академічному театрі музичної комедії ім. Михайла Водяного.



Сесія завершилася круглим столом, де були підведені підсумки роботи та прийняті резолюції для подальшої роботи ювілейної 10-ї сесії Міжнародної Школи Кормів 2024.

За дев'ять років роботи Міжнародної школи кормів пройшли навчання 215 учасників, здали екзамен і отримали сертифікати 211 спеціалістів та працівників з 74 підприємств нашої галузі Зберігання, переробки зерна та виготовлення комбікормів.

Дякуємо всім за допомогу в організації, проведенні та участі! Разом відбудуємо нашу державу, разом процвітаємо!

Б. Сгоров, д.т.н., проф., А. Макаринська, д.т.н. доц.
<http://isf.ontu.edu.ua/> 20.06.2023



UDC 633.1:633.8:631.1

DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2607>B. Zhukov, student of TGandGB department, E-mail: o.bj0rn.c@gmail.comA. Makarynska, Doctor of Technical Science, Associate Professor, E-mail: allavm2015@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1879-8455>, Researcher ID: C-5217-2016, Scopus ID: 57192819060T. Strahova, PhD, Associate Professor, E-mail: strahova911@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7852-9292>, ResearcherID: F-9886-2016

Department of Grain and Feed Technology

Odesa National University of Technology, 112, Kanatna Str., 65039, Odesa, Ukraine

SUBSTANTIATION OF THE UNIVERSAL ADAPTIVE TECHNOLOGICAL SYSTEM OF COMPLEX LABORATORIES FOR QUALITY AND SAFETY ASSESSING OF GRAIN AND OIL CROPS

Abstract

The materials of the article provide data on the export of domestic grain, oil crops and their processing products, the commodity structure of the export of domestic agricultural products and a dozen export countries during the operation of the grain corridor from March 2022 to August 2023. The main requirements for modern laboratories and their functions are listed. The components of a comprehensive analytical approach to assessing the quality and safety of grains and oilseeds according to modern international requirements are presented. It has been established that, in addition to the technical and economic component, the activities of complex laboratories are affected by a large number of technological limitations, among which an important place is occupied by the problems of quality control of test results. Today, the functioning of native laboratories that assess the quality and safety of grains and oilseeds has some shortcomings that may affect the effectiveness of testing activities. In particular, there is a lack of a unified approach to addressing systemic requirements, a large number of regulators, conflicting requirements, and limited international harmonization. The requirements of industry regulations and contract specifications pose challenges for laboratories. All of this emphasizes need to develop a universal adaptive technological system for quality control of integrated laboratories for assessing the quality and safety of grains and oilseeds. The main components of quality management of laboratories for quality assessment of grains and oilseeds are considered and analyzed. It was found that only 11% of accredited domestic laboratories can comprehensively meet the current demand for conformity assessment services for agricultural raw materials. Based on the analysis, a roadmap of quality management components of laboratories for quality assessment of grains and oilseeds was developed. The development of such guidelines will help to meet diverse requirements and systematically demonstrate competence in line with current needs. Processes such as analytical method validation, measurement uncertainty assessment, metrological traceability, and accreditation support require significant financial investments. The creation and implementation of a universal adaptive technological system will help to rationalize the use of resources, thanks to logistical advantages, efficiency, reliability of results, and vertical management system. The creation and implementation of a universal adaptive technological system will help to rationalize the use of resources, thanks to logistical advantages, efficiency, reliability of results, and vertical management system.

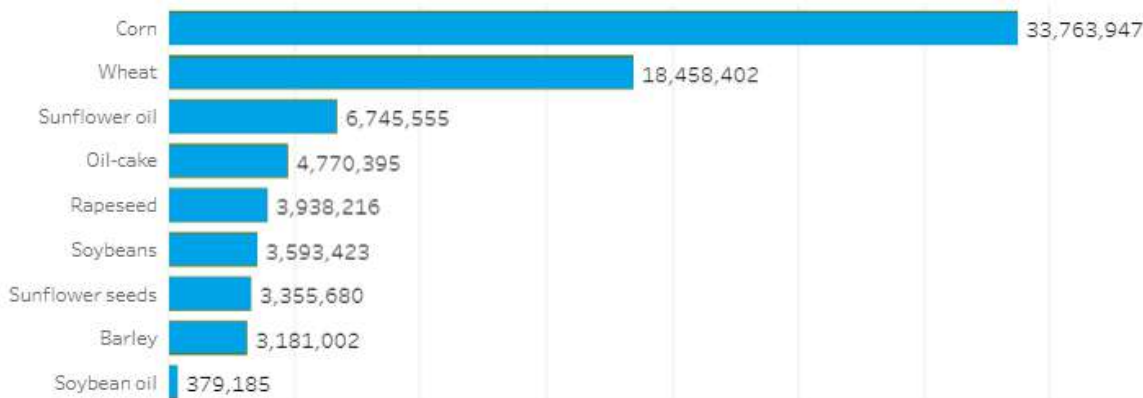
Key words: testing laboratories, quality, safety, quality management, grain and oil crops.

Introduction

Ukraine is an agrarian country with great potential for international trade engagement. According to the Ukrainian Grain Association [1], even during the war period, from March 2022 to August 2023, more than 33 million tons of corn grain, 18 million tons of wheat grain, and 3 million tons each of barley, soybean, sunflower seeds, and rapeseed were exported (Fig. 1). The commodity structure of exports of domestic agricultural products and a dozen exporting countries during the op-

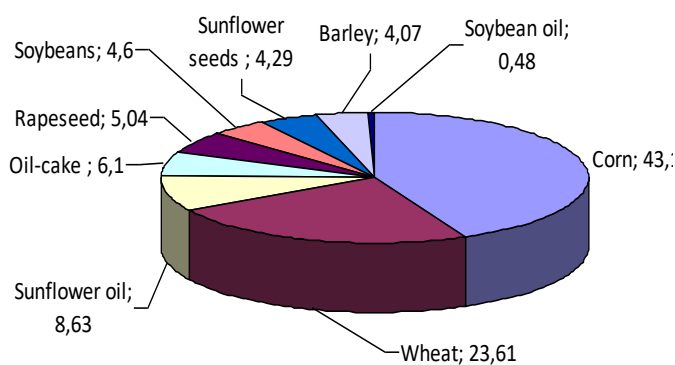
eration of the grain corridor [1] are presented in Fig. 2. Data analysis of Fig. 1 and Fig. 2 once again confirms the high quality, demand and interest of the world in our agricultural products.

However, in order to achieve the maximum level of competitiveness in the global market, a prerequisite is to ensure the appropriate level of quality and safety of exported agricultural raw materials and products, which is confirmed in production and research laboratories.

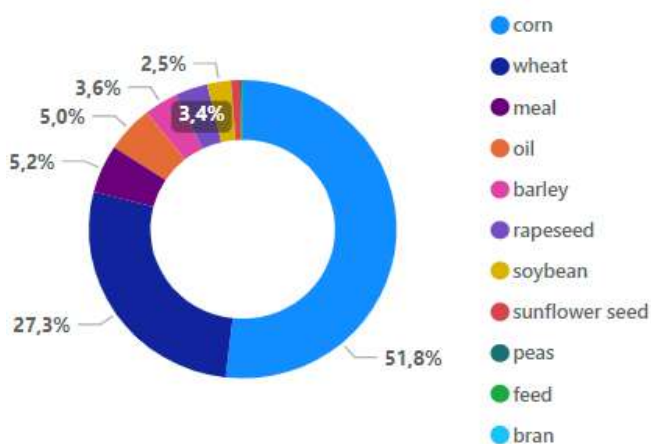


a) Export volume, million tons

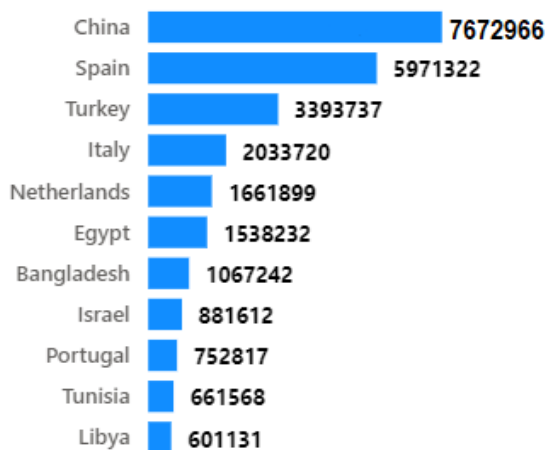
Fig. 1. The structure of exports of domestic grain, oil crops and products of their processing from March 2022 to August 2023 [1]



a) *Export share, %*



b) *Commodity structure of export, %*



c) *Export geography, tons*

Fig. 2. Export indicators of domestic agricultural products from March 2022 to August 2023 [1]

Modern laboratories at grain processing enterprises must meet the following requirements:

- confidentiality and impartiality;
- standardization;
- competence;
- controlled quality.

The main functions of modern laboratories in the grain processing industry are:

- sampling and transportation of samples;
- assessment of quality and safety indicators of grains and oilseeds;
- research and development activities.

Modern laboratory activities aimed at assessing the quality and safety of grains and oilseeds are based on a large number of national and international requirements, industry regulations, and are controlled by a wide range of regulators. This is primarily due to the fact that meeting even the minimum list of contractual requirements according to The Grain and Feed Trade Association (GAFTA) [2] and The Federation of Oils, Seeds and Fats Associations (FOSFA) [3] requires a systematic, interdisciplinary approach and significant resource potential (Fig. 3).

Consistency of approaches to data analysis and interpretation is a guarantee of confidence in the results of laboratory tests. Therefore, in addition to the indicators themselves, it is important to carefully consider the methodological and technical components of their definition.

Formulation of the problem

The current activity of domestic laboratories for assessing the quality and safety of grain and oil crops has a number of shortcomings that can affect the effectiveness of testing activities [4]. In particular, there is a lack of a unified approach to solving system requirements, a large number of regulators, conflicting requirements and limited international harmonization. The situation is complicated by the requirements of industry regulations and the challenges posed by contract specification laboratories [4]. All this emphasizes the need to create a universal adaptive technological system of quality control of complex laboratories. The development of such guidelines will allow us to meet the various requirements and systematically demonstrate competence according to current needs. Processes such as validation of analytical methods, assessment of measurement uncertainty, metrological traceability and accreditation support require significant financial investment.

The goal is to substantiate the development of a universal adaptive technological system of integrated laboratories for assessing the quality and safety of grain and oil crops.

To achieve the goal, the following tasks were solved:

- to analyze the existing certified laboratories for assessing the quality and safety of grain and oilseed crops for compliance with modern international requirements for comprehensive analysis of the quality and safety of grain and oilseed crops;
- to analyze the main sources of international requirements for the activity of laboratories for assessing the quality and safety of grain and oil crops;
- to create a "road map" of the quality management components of laboratories for the assessment of the quality of grain and oil crops for the formation of directions for further research.

Objects of research - domestic laboratories that assess the quality and safety of grains and oilseeds, **subject of research** - compliance of the system of ensuring the functioning of integrated laboratories for assessing the quality and safety of grains and oilseeds with modern international requirements.

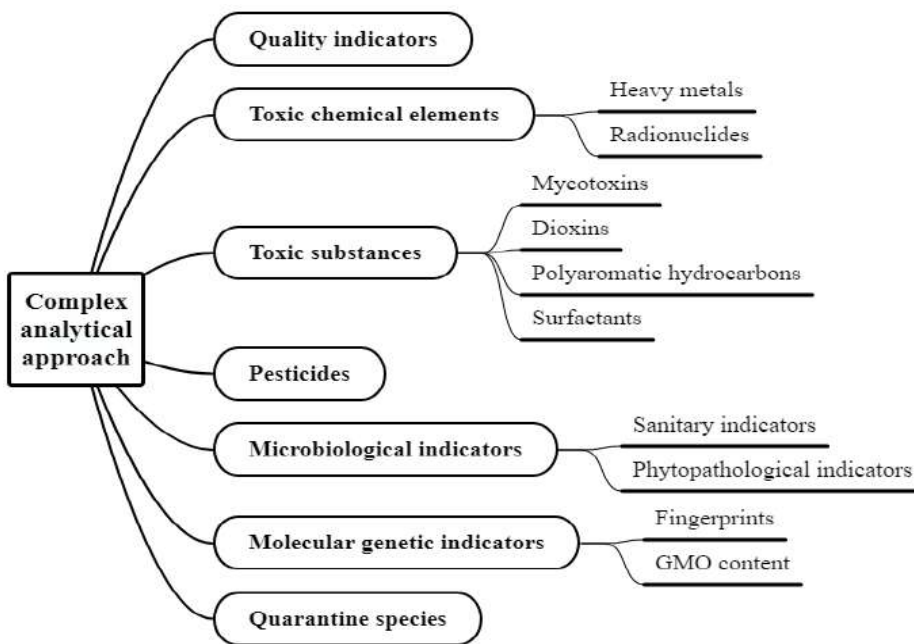


Fig. 3. Components of a comprehensive analytical approach to assessing the quality and safety of grains and oilseeds, according to modern international requirements

Research materials and methods

The research materials were:

- 313 areas of accreditation of conformity assessment organizations, according to the list of the National Accreditation Agency of Ukraine (NAAU), which carry out activities about quality and safety indicators of grains and oilseeds, for the first half of 2023;
- national and international regulatory documents governing laboratory activities to assess the quality and safety of grains and oilseeds.

Standard analytical and statistical processing methods were used to analyze regulatory and technical documentation for compliance.

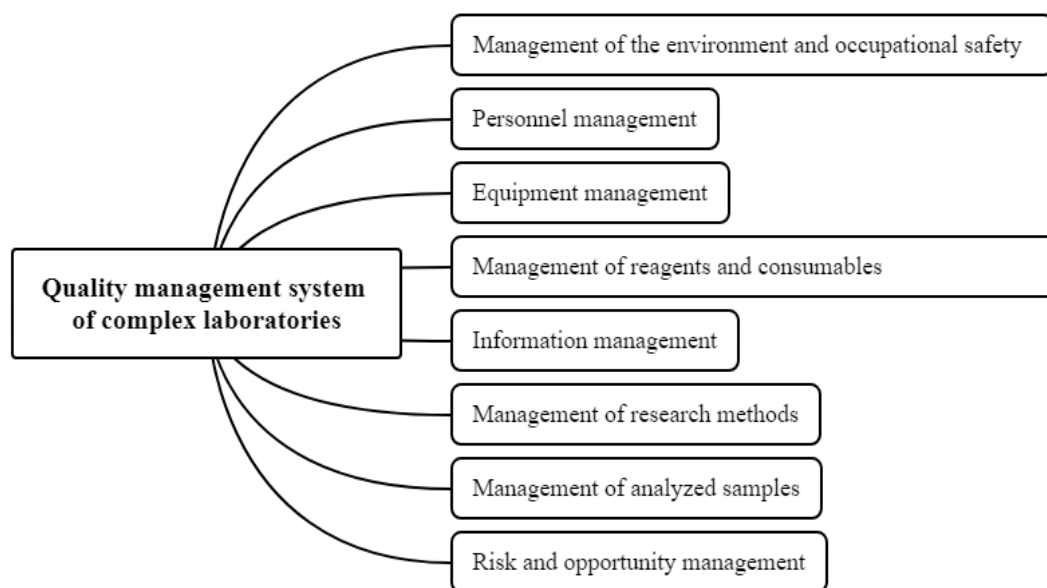


Fig. 4. Roadmap of quality management components of laboratories for quality assessment of grains and oilseeds

Research results and discussion

We analyzed 313 testing laboratories that assess the quality and safety of grains and oilseeds and are accredited by NAAU [4]. According to the results of the study of the areas of accreditation of these laboratories, only 33 offer a comprehensive approach to the assessment of these parameters, by modern international requirements.

In this regard, it is almost impossible to exhaustively satisfy the need for certification of an export product within one institution. This situation leads to the need to involve additional service providers and the long transportation of the sample, which is likely to negatively affect its performance.

While the functioning of complex laboratories is subject to comprehensive state regulation

both in terms of quality assurance and safety of their activities, the requirements for the implementation of laboratory activities are based on a wide range of international regulations aimed at building confidence in the competence of the conformity assessment body and the results it provides. Among the most important ones are ISO 9001 [5]; ISO/IEC 17025 [6], ISO 22000 [7], ISO 31000 [8], EA Regulations [9] and ILAC [10]. Additionally, there are a large number of industry-specific regulations that establish rules for the implementation of specific areas of research.

Providing comprehensive testing services poses serious challenges for laboratories. One of the fundamental problems in the provision of interdisciplinary analytical services is the sustainable functioning of the quality

management system. The implementation of laboratory activities by modern quality management models (Fig. 4) and systematic proof of the laboratory's competence at the international level that guarantees international trust and effective trade cooperation.

An appropriate quality management system is critical, as it ensures the accuracy, correct-

GRAIN, PROCESSING GRAIN: TECHNOLOGY AND QUALITY



ness, and reproducibility of test results. However, the current quality management of testing laboratories has some shortcomings. Among them, the most influential are four:

1. Lack of a single global system of standards.

Internationally, there is no single system of standards for quality management of testing laboratories. Countries and regions may have their own national standards, which require additional efforts from laboratories to meet the requirements of various regulations.

2. A large number of regulators.

Testing laboratories operating in an international context are often faced with a large number of regulations, standards and requirements from different countries. This can lead to difficulties in implementing and following all the necessary procedures and protocols, as well as require significant costs for preparing and updating laboratory equipment and infrastructure.

3. Contradictory requirements.

Different countries and industry associations may have different requirements for procedures, methodologies and documentation. This can create inconsistencies and ambiguity, especially when testing is conducted in an international environment. Such discrepancies can lead to unpredictable results and make it difficult to cooperate between different laboratories and countries.

4. Limited harmonization of international standards.

Implementing a single global system of standards for quality management in testing laboratories is challenging because different organizations and countries have different approaches and priorities. This leads to limited harmonization and insufficient interoperability between different standards, which affects the overall quality and comparability of test results.

In addition, the requirements for quality management of testing laboratories are constantly improving and changing. For example, the change of DSTU ISO/IEC 17025:2017 to DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 and the implementation of HACCP requirements at the national level.

In Ukraine, accreditation for compliance with the requirements of certain management systems, such as 17025, Good Manufacturing Practice (GMP+), and Verband Lebensmittel ohne Gentechnik (VLOG), is a voluntary procedure. However, international trade is impossible without proving the competence of the testing laboratory. Therefore, the provision of comprehensive conformity assessment services for agricultural raw materials

should be based on modern requirements, including requirements for quality systems.

Conclusions and prospects for further research

The analysis of the conformity of laboratories for assessing the quality and safety of grains and oilseeds by modern international requirements showed that only 11% of accredited domestic laboratories in Ukraine can comprehensively meet the current demand for conformity assessment services for agricultural raw materials.

Quality and safety assurance is a key element in creating value for Ukrainian agricultural raw materials for foreign consumers. Harmonization of the approaches used in the analysis and interpretation of their results helps to increase confidence in the results of laboratory tests. Due to the fact that the safety and quality indicators of grains and oilseeds have a wide range of parameters that are subject to assessment and regulation at the national and international levels, meeting all these requirements is possible only with a comprehensive analytical approach. Only comprehensive laboratories are able to perform a sufficiently wide range of analyzes and allow the consumer to receive all the necessary services in one institution. Due to their versatility, comprehensive laboratories can perform the entire range of tests and flexibly adapt to changing requirements and tasks. The creation and implementation of a universal adaptive technological system will help to rationalize the use of resources, thanks to logistical advantages, efficiency, reliability of results, and a vertical management system..

However, due to the complexity and interconnectedness of analytical procedures performed within complex laboratories, establishing an effective and functional quality management system for analytical results is a challenge. A large number of regulatory requirements and regulators, contradictory approaches and insufficient international harmonization, along with regular review and improvement of industry technologies, form the current context for laboratory activities.

Given this, it is important to work to overcome limitations and continuously improve management processes for the successful operation of integrated laboratories for quality and safety assessment of grains and oilseeds. The development of a universal technological concept for quality management of testing laboratories is of great relevance and importance for ensuring the reliability and credibility of test results at the international level.

REFERENCES

1. Ukrainian Grain Association. Electronic resource. [Veb-sayt]. URL: <https://uga.ua/statistika-zernovogo-koridoru/> (date of application: 25.06.2023)
2. GAFTA Register of Analysis Methods. Electronic resource. [Veb-sayt]. URL: <https://www.gafta.com/Register-of-Gafta-Analysis-Methods> (date of application: 25.06.2023)
3. FOSFA contractual methods. Electronic resource. [Veb-sayt]. URL: <https://www.fosfa.org/technical/member-analysts-scheme/contractual-methods-of-analysis> (date of application: 25.06.2023)
4. National Accreditation Agency of Ukraine. Electronic resource. [Veb-sayt]. URL: <https://naau.org.ua> (date of application: 14.05.2023)
5. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. [Text]. - Enter 2015-09. The publication is official International Standard Organisation, 2015. 29 p.
6. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. [Text]. - Enter 2018-03. The publication is official International Standard Organisation, 2018. 30 p.



7. ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. [Text]. - Enter 2018-11. The publication is official International Standard Organisation, 2018. 37 p.
8. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. [Text]. - Enter 2018-02. The publication is official International Standard Organisation, 2018. 16 p.
9. European Accreditation. Electronic resource. [Veb-sayt]. URL: <https://european-accreditation.org> (date of application: 02.06.2023)
10. International Laboratory Accreditation Cooperation. Electronic resource. [Veb-sayt]. URL: <https://ilac.org> (date of application: 02.06.2023)



УДК: 633.1:633.8:631.1

Б.С. Жуков, магістр, E-mail: o.bj0rn.c@gmail.com

А.В. Макарянська, д-р техн. наук, доцент, E-mail: allavm2015@gmail.com

Т.В. Страхова, канд. техн. наук, доцент, E-mail: strachova911@gmail.com

Кафедра технології зерна і комбікормів

Одеський національний технологічний університет, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ АДАПТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНИХ ЛАБОРАТОРІЙ З ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Анотація

В матеріалах статті наведено дані експорту вітчизняних зернових, олійних культур та продуктів їх переробки, товарної структури експорту вітчизняної агропродукції та десятка країн з експорту під час роботи зернового коридору з березня 2022 по серпень 2023 року. Перелічені основні вимоги до сучасних лабораторій та її функції. Представлено компоненти комплексного аналітичного підходу до оцінки якості та безпечності зернових та олійних культур, згідно з сучасними міжнародними вимогами. Встановлено, що окрім техніко-економічної складової, на діяльність комплексних лабораторій впливає велика кількість технологічних обмежень, серед яких важливе місце посідають проблеми контролю якості результатів випробувань. Сьогодні, стан функціонування вітчизняних лабораторій, які здійснюють оцінку якості та безпечності зернових та олійних культур, має ряд недоліків, що можуть вплинути на результативність випробувальної діяльності. Зокрема, можна виділити такі фактори як відсутність єдиного підходу до вирішення системних вимог, велику кількість регуляторів, суперечливість вимог та обмежена міжнародна гармонізація. Ситуацію ускладнюють вимоги галузевих нормативних документів та виклики, які ставляться перед лабораторіями через контрактні специфікації. Усе це підкреслює необхідність розробки універсальної адаптивної технологічної системи контролю якості комплексних лабораторій з оцінки якості та безпечності зернових та олійних культур. Розглянуті та проаналізовані основні складові менеджменту якості лабораторій з оцінки якості зернових та олійних культур. Встановлено, що лише 11% акредитованих вітчизняних лабораторій здатні комплексно задовільнити сучасний попит на послуги оцінки відповідності сільськогосподарської сировини. На основі проведеного аналізу розроблено дорожню карту складових менеджменту якості лабораторій з оцінки якості зернових та олійних культур. Розробка таких рекомендацій дозволить задовольнити різноманітні вимоги та систематично демонструвати компетентність з урахуванням актуальних потреб. Процеси, такі як валідація аналітичних методів, оцінка невизначеності вимірювань, забезпечення метрологічної простежуваності та підтримка акредитації, потребують значних фінансових вкладень. Створення та впровадження універсальної адаптивної технологічної системи допоможе раціонально витратити ресурси, завдяки логістичним перевагам, оперативності, надійності результатів та вертикальній системі управління.

Ключові слова: випробувальні лабораторії, якість, безпечність, менеджмент якості, зернові та олійні культури.

Received 26.05.2023

Reviewed 07.06.2023

Revised 25.06.2023

Approved 29.06.2023



Cite as Vancouver Citation Style

Zhukov B., Makarynska A., Strahova T. Substantiation of the universal adaptive technological system of complex laboratories for quality and safety assessing of grain and oil crops. Grain Products and Mixed Fodder's, 2023; 23 (2, 90): 11-15.

DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2607>

Cite as State Standard of Ukraine 8302:2015

Substantiation of the universal adaptive technological system of complex laboratories for quality and safety assessing of grain and oil crops. / Zhukov B. et al. // Grain Products and Mixed Fodder's. 2023. Vol. 23, Issue 2 (90). P. 11-15.

DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2607>





OAT GUM: STRUCTURE, PROPERTIES, PRODUCTION, APPLICATION IN THE FOOD INDUSTRY

Abstract

Oat gum (β -glucan, glycan) belongs to the group of soluble dietary fibers. Due to their important functional properties, cereal β -glucans are used to reduce the level of cholesterol in the blood, alleviate the symptoms of diabetes, lower blood pressure, and prevent cardiovascular and oncological diseases. Sources of β -glucans are yeast, mushrooms, bacteria, barley, oats. The use of secondary resources of barley and oat processing as a source of β -glucans has both economic and environmental significance. Cereal β -glucans consist of β -D-glucose monomers connected by (1,3)- and (1,4)-glycosidic bonds. β -Glucan dissolves well in cold water and is insoluble in ethyl alcohol. It is able to form very viscous solutions at low concentrations. The viscosity of solutions depends on the concentration and molecular weight of β -glucan. The rheological properties of aqueous gum solutions do not depend on the pH of the medium. The presence of NaCl in concentrations of more than 0.5% leads to a decrease in the viscosity of solutions, and the addition of sucrose in the amount of 20-45% increases the viscosity. The technological features of obtaining β -glucans are related to the method of their extraction from natural sources. Extraction of oat gum from oat bran or rolled oats involves alkaline treatment of flour at 50-70 °C and pH 8.0-10.5, removal of starch and proteins, precipitation of oat gum with alcohol and separation by centrifugation. Solubility, degree of extraction, and yield of β -glucan from oats depend on particle size, pretreatment of grain raw materials, and extraction conditions (temperature, pH, extractants). β -Glucan is isolated from the extract by dialysis, ultrafiltration or alcohol precipitation. When using dialysis, highly viscous β -glucan is obtained, but with a lower yield; ultrafiltration and alcohol precipitation allow a higher yield of β -glucan with lower viscosity. Oat gum can be introduced into a wide range of food products to provide new functional properties and improve nutritional quality, including wheat bread, bakery products, cookies, pasta, soft drinks, as a fat substitute in dairy and meat products. It performs the technological functions of a thickener, gelling agent, stabilizer or coating in food systems.

Keywords: β -glucan, glycan, functional ingredient, functional food products.

Introduction

Recently, there has been a growing interest in functional foods, which are obtained by adding physiologically functional ingredients to their composition. Such ingredients include dietary fibre, which has a positive effect on physiological and biochemical processes in the human body [1].

Oat gum (β -glucan, glycan) performs the technological functions of thickener, gelling agent, stabiliser or coating in food systems. Due to its important functional properties, cereal β -glucans are used to lower blood cholesterol levels, alleviate the symptoms of diabetes mellitus, lower blood pressure, and prevent cardiovascular and oncological diseases. [2]. According to experts, from 2023 to 2029, the global oat gum market will grow steadily, with an increase of approximately 6.5% over this period [3].

The purpose of this review is to summarize the data from the current scientific literature on the structure and physicochemical properties of oat gum, technological aspects of its production and use in food production.

Literary review

Sources

β -Glucan is present in various natural sources: cereal grains (oats, barley), yeast (in particular *Saccharomyces cerevisiae*), and some molds [4]. However, the main sources of this valuable functional ingredient are cereals. Among cereals, oats and barley have the highest β -glucan content: 2-11% in barley and 2-7.5% in oats. For wheat and rye, β -glucan is a less common component, with a

content ranging from 0.5-1% and 1.4-2.6%, respectively. Sorghum, rice and millet contain less β -glucan.

Oats are the most widely available source of cereal β -glucan. The content of β -glucan in grain is largely influenced by the genotypic characteristics of the oat variety and its growing conditions [5]. Hulled oats contain more β -glucan than filmy oats. High temperatures and excessive irrigation during grain cultivation cause a decrease in the content of β -glucan in grain.

β -Glucans predominate among the cell wall components of cereals.

Structure

β -D-Glucans are a group of structurally diverse carbohydrate polymers composed of β -D-glucopyranose residues. To date, five common natural structures of β -D-glucans are known [6]:

- cellulose or (1-4)- β -D-glucan, the most common polysaccharide in nature, which is formed in higher plants, seaweeds, some invertebrates and microorganisms;
- unbranched (1-3), (1-4)- β -D-glucans from lichens and higher plants, in which both types of bonds are distributed randomly along the chain;
- (1-3)- β -D-glucans produced by fungi and microorganisms;
- (1-6)- β -D-glucans from lichens and some fungi;
- branched (1-3), (1-6)- β -D-glucans from fungi and algae.

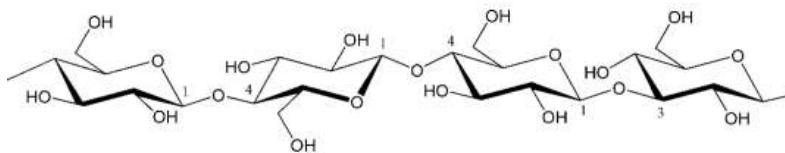


Fig. 1. Structure of cereal β -D-glucan [6]

Oats and barley contain unique metabolites - hydrocolloidal polysaccharides with mixed bonds - (1-3), (1-4)- β -D-glucans. Their primary structure is a linear chain of glucopyranose monomers linked by single β -(1-3)- and consecutive β -(1-4)-glycosidic bonds (Fig. 1). The structure of β -D-glucans determines their solubility in water.

Physical and chemical properties

β -Glucan is highly soluble in cold water and insoluble in ethyl alcohol. It is capable of forming very viscous solutions at low concentrations. The viscosity of the solutions depends on the concentration and molecular weight of β -glucan. At low concentrations (less than 0.2%), a β -glucan solution behaves as a Newtonian fluid, i.e., an increase in the shear rate does not affect the viscosity. However, at higher concentrations (more than 0.2%), β -glucan molecules with a high molecular weight form viscous and pseudoplastic solutions. The pseudoplastic behavior increases with increasing concentration and molecular weight. β -Glucans with high molecular weight form viscous and pseudoplastic solutions, while β -glucans with low molecular weight can form soft gels at higher concentrations. An increase in the concentration of the dissolved polymer usually leads to an increase in viscosity, as does an increase in the molecular weight of the dissolved substance [7].

The rheological properties of aqueous solutions of oat gum do not depend on the pH of the medium. The presence of NaCl in concentrations of more than 0.5 % leads to a decrease in the viscosity of solutions, and the addition of sucrose in the amount of 20-45 % increases the viscosity, while a higher concentration of sucrose negatively affects the rheological properties [8].

Production

Oat gum is produced from oat or other cereal grains containing β -glucan. In the process of production, the grain endosperm is subjected to extraction, followed by fermentation and purification of oat gum from raw material residues.

The extraction of oat gum from oat bran or flattened oats involves several stages: alkaline treatment of flour at a temperature of +50-70°C and pH 8.0-10.5, starch removal, isoelectric precipitation of proteins, precipitation of oat gum with alcohol and separation by centrifugation [9]. The content of oat gum varies in the range of 3.0-6.3 % for oat bran and 1.8-5.2 % for flattened oats, while the content of β -glucan in the gum varies in the range of 70-89 % and 50-68 %, respectively. Oat gum extracted at a temperature of +50-55°C and pH 9.2-10.5 is characterized by little or no starch contamination.

The solubility, degree of extraction and yield of β -glucan from oats depend on the particle size, pretreat-

ment of the grain raw material and extraction conditions (temperature, pH, extractants).

To increase the yield of β -glucan, dry fractionation methods are used, including sequential grinding using a roller and hammer mill with oat groats sieved or classified in the air. Furthermore, the yield

of β -glucan is increased by heating the oats at 12% moisture for 20 minutes. Fine grinding leads to a decrease in the yield of β -glucan, but with an increase in particle size, the degree of its extraction decreases. The distribution of β -glucan in cereals varies, and therefore the respective fractions may differ in its content.

Other cereal components may limit the extraction of β -glucan. Enzymatic processing of raw materials with subsequent inactivation of enzymes allows to obtain a product with a higher β -glucan content and solution viscosity, but its yield is reduced [10, 11].

The enzymatic conversion of oat flour starch and bran to maltooligosaccharides is carried out with the participation of thermostable α -amylase at a temperature of +95°C for 10-60 minutes. After that, α -amylase is inactivated by passing the mixture through a jet ejector at +140°C. The soluble β -glucan fibers and maltooligosaccharides are extracted by centrifugation [12].

Protein degradation under the influence of proteolytic enzymes added before heating leads to an increase in β -glucan yield, although it has been found that this reduces both the molecular weight and viscosity of barley and oat β -glucans. Trypsin, which does not have β -glucanase activity, unlike other proteases, is used as a proteolytic enzyme [13].

To enrich cereal β -glucans, acidic or alkaline conditions can be used in combination with elevated temperature, dry fractionation, enzymes and extractants. Using a slightly alkaline solution with a pH of 7.0-8.0 at +55°C, 87 % of β -glucan is extracted from barley flour with a purity of 89 %. The extraction of β -glucan is more efficient at +55°C than at +40°C, and increasing the pH has no effect. In another method, to obtain a highly concentrated β -glucan solution, milled barley is treated in 70 % ethanol, washed in 96 % ethanol or extracted with hexane, and then treated with hot water and thermostable α -amylase.

From untreated or enzyme-treated oat bran, β -glucan can be extracted with aqueous sodium carbonate at +40 °C and pH 10.0, after which β -glucan is separated from the extract by dialysis, ultrafiltration or alcohol precipitation. These methods make it possible to obtain products from oats with a β -glucan content of 60-65%, but the viscosity and molecular weight vary depending on the processing conditions. Dialysis produces a highly viscous β -glucan, but with a lower yield; ultrafiltration and alcohol precipitation allow for a higher yield of β -glucan with a lower viscosity [14].

Application in the food industry

Cereal β -glucans can be added to a wide range of food products to impart new functional properties and improve nutritional quality.

One of the most common foods enriched with β -glucan is bakery products and other wheat flour-based



products. However, β -glucan added to wheat bread in the amount of 2.5 to 5.0% significantly reduces the volume and height of the bread. β -Glucans with a high molecular weight undergo degradation during bread baking, which leads to the greatest loss of dough and bread quality. In contrast, low-molecular-weight β -glucans do not degrade during baking. Freezing and thawing bakery products reduces the solubility of oat β -glucans and weakens the hypoglycaemic effect. Adding β -glucan to biscuits increases their elasticity and water content. Oat β -glucan has been successfully added to Asian noodles, which allows reducing the use of rice flour by 50%, while maintaining the quality of the noodles, their taste and without culinary losses during cooking. The addition of β -glucans to pasta leads to an increase in the water absorption index, water solubility index, and viscosity of products [15].

Cereal β -glucans have been successfully incorporated into some dairy products. It has been found that β -glucan from oats is better than barley at supporting the viability and stability of probiotics, and increases the content of lactic and propionic acid in yoghurt. A probiotic low-fat dairy product enriched with β -glucan resembles yoghurt. Recently, there has been a growing interest in the development of dairy desserts with good nutritional and rheological properties, in particular, using carrageenan and oat gum [16].

β -Glucan is used as a fat substitute in cheeses. The resulting cheeses have a lower hardness, desirable taste and melt duration, and similar elasticity and cohesion. However, when using cereal β -glucans as fat substitutes in cheese, difficulties arise in creating a product with unchanged sensory properties.

β -Glucans are used as fat substitutes in meat products. Sausages with a fat content of 12% and 0.3% β -glucan met the requirements, but with 0.8% β -glucan in the sausages, tasters did not rate them positively. Replacing 50 to 90 % of the fat in hamburger beef with cereal β -glucans did not reduce the product yield, maintained a high moisture content, and slightly reduced the size of the product.

Soft drinks prepared with the addition of 0.3-0.7% barley β -glucan did not differ in color intensity from drinks in which pectin was added. Beverages containing 0.7 % β -glucan were more acidic than those with 0.3 % pectin. At the same time, the viscosity of the drinks increased. With an increase in the concentration of β -glucan, the beverages became lighter and flocs formed, while the organoleptic properties of beverages with pectin did not change [14]. When studying the effect of hydrocolloids - oat gum, guar gum and carboxymethyl cellulose - on the sensory perception of sweetness and aroma, it was found that the sweetness of drinks was best perceived in oat gum solutions and the weakest in guar gum solutions. The effect of thickener composition on sweetness perception was greater than that of viscosity. The reduction of sweetness by hydrocolloids was weaker for aspartame than for fructose or sucrose [17].

Oat gum is authorized for use in Ukraine and Europe. There is no daily allowable intake, although its metabolism and toxicity have not been determined. Taking into account the possible harm of oat gum, a daily intake dose has been established that should not exceed 20 mg/kg body weight.

Conclusions and prospects for further research

Oat gum (β -glucan) is a valuable physiologically functional ingredient used to lower blood cholesterol levels, alleviate the symptoms of diabetes mellitus, lower blood pressure, and prevent cardiovascular and oncological diseases. The data of modern scientific literature on the structure and physicochemical properties of oat gum, as well as the technological aspects of its production and use in food production, are summarized. Further research aimed at fortification of soft drinks with cereal β -glucans as a convenient basis for the creation of functional food products is promising. The development of products enriched with cereal β -glucan will help to provide the population with food products with a sufficient amount of dietary fiber.

REFERENCES

1. Kosiv, R. (2023). Dietary fibers: structure, properties, application in soft drink technology. Science, technology and innovation in the modern world: Scientific monograph. Riga, Latvia, Baltija Publishing (in Ukrainian).
2. Yueyue Y., Sen M., Xiao-xi W. et al. (2017). Modification and Application of Dietary Fiber in Foods. Journal of Chemistry, 10, 1-8.
3. <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-oat-gum-market/96142/>
4. Ahmad, A., Munir, B., Abrar, M., Bashir, S., Adnan, M., & Tabassum, T.M. (2012). Perspective of β -Glucan as Functional Ingredient for Food Industry. Journal of Nutrition and Food Sciences, 2, 1-9.
5. Havrlentova, M., Petrulakova, Z., Burgarova, A., Gago, F., Hlinkova, A. Šturdík, E. (2011). Cereal β -glucans and their significance for the preparation of functional foods - A review. Czech Journal of Food Sciences, 29 (1), 1-14.
6. Sushytskyi L, Synytsya A, Čopíková J, Lukáč P, Rajsiglová L, Tenti P, Vannucci LE. (2023). Perspectives in the Application of High, Medium, and Low Molecular Weight Oat β -D-Glucans in Dietary Nutrition and Food Technology – A Short Overview. Food, 12(6):1121. <https://doi.org/10.3390/foods12061121>
7. Anttila, H., Sontag-Strohm, T., & Salovaara, H. (2004). Viscosity of beta-glucan in oat products. Agricultural and Food Science, 13(1-2), 80-87. <https://doi.org/10.2137/1239099041838012>
8. Gustaw, W., Achremowicz, B., Glibowski, P., Mleko, S. (2001). Otrzymywanie i właściwości reologiczne gumy owsianej. Żywność: nauka - technologia - jakość, 8, 4(29), 46-56.
9. Dawkins, N.L., & Nnanna, I.A. (1993). Oat Gum and β -Glucan Extraction from Oat Bran and Rolled Oats: Temperature and pH Effects. Journal of Food Science, 58, 562-566.
10. Beer M.U. Arrigoni E., Amado R. (1996). Extraction of oat gum from oat bran: effects of process on yield, molecular weight distribution, viscosity and (1-3)- β -D-glucan content of the gum. Cereal Chem, 73, 58-62.
11. Gajdosova A., Petrulakova Z., Havrlentova M. et al. (2007). The content of water-soluble and waterinsoluble β -D-glucans in selected oats and barley varieties. Carbohydr Polym, 70, 46-52.



12. Polonski V.I., Sumina A.V. (2013). β -glucans content as a perspective trait in the barley breeding for foodstuff use (review). *Agricultural Biology*, 5, 30-43.
13. Stephen C.F., Bertram H.W., Nesselrode A. et al. (2008). Mixed-linkage (1-3,1-4)- β -D-glucan is a major hemicellulose of Equisetum (horsetail) cell walls. *New Phytologist*, 179, 104-115.
14. Beer M.U. Arrigoni E., Amado R. (1996). Extraction of oat gum from oat bran: effects of process on yield, molecular weight distribution, viscosity and (1-3)- β -D-glucan content of the gum. *Cereal Chem*, 73, 58-62.
15. Krawęcka A, Sobota A, Sykut-Domańska E. (2020). Physicochemical, Sensory, and Cooking Qualities of Pasta Enriched with Oat β -Glucans, Xanthan Gum, and Vital Gluten. *Foods*, 9(10), 1412. <https://doi.org/10.3390/foods9101412>
16. Zarzycki, P., Ciołkowska, A.E., Jabłońska-Ryś, E. et al. (2019). Rheological properties of milk-based desserts with the addition of oat gum and κ -carrageenan. *J Food Sci Technol*, 56, 5107-5115. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03983-4>
17. Mälkki, Y., Heiniö, R-L., & Autio, K. (1993). Influence of oat gum, guar gum and carboxymethyl cellulose on the perception of sweetness and flavour. *Food Hydrocolloids*, 6(6), 525-532. [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(09\)80076-3](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(09)80076-3)

УДК 664.6/7

Р.Б. Косів, канд. техн. наук, доцент, доцент, E-mail: ruslana.b.kosiv@lpnu.ua
Кафедра технології органічних продуктів

Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна

ВІВСЯНА КАМЕДЬ: БУДОВА, ВЛАСТИВОСТІ, ОТРИМАННЯ, ЗАСТОСУВАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація

Вівсяна камедь (β -глюкан, глікан) належить до групи розчинних харчових волокон. Завдяки важливим функціональним властивостям зернові β -глюкани застосовують для зниження рівня холестерину в крові, ослаблення симптомів цукрового діабету, зниження артеріального тиску, профілактики серцево-судинних і онкологічних захворювань. Джерелами β -глюканів є дріжджі, гриби, бактерії, ячмінь, овес. Використання вторинних ресурсів перероблення ячменю та вівса як джерела β -глюканів має як економічне, так і екологічне значення. Зернові β -глюкани складаються з мономерів β -D-глюкози, зв'язаних (1,3)- і (1,4)-глікозидними зв'язками. β -Глюкан добре розчиняється в холодній воді й не розчиняється в етиловому спирті. Він здатний утворювати дуже в'язкі розчини за низьких концентрацій. В'язкість розчинів залежить від концентрації та молекулярної маси β -глюкану. Реологічні властивості водних розчинів камеді не залежать від рН середовища. Наявність NaCl у концентраціях більш як 0,5 % призводить до зниження в'язкості розчинів, а додавання сахарози в кількості 20-45 % підвищує в'язкість. Технологічні особливості отримання β -глюканів пов'язані зі способом їх добування з природних джерел. Екстрагування вівсяної камеді з вівсяних висівок або плющеного вівса включає лужне оброблення борошна за температури +50-70 °C та рН 8,0-10,5, видалення крохмалю й білків, осадження вівсяної камеді спиртом і відокремлення центрифугуванням. Розчинність, ступінь екстрагування та вихід з вівса β -глюкану залежать від розміру частинок, попереднього оброблення зернової сировини й умов екстрагування (температури, рН, екстрагентів). β -Глюкан виділяють з екстракту діалізом, ультрафільтрацією або спиртовим осадженням. При застосуванні діалізу отримують високов'язкий β -глюкан, проте з нижчим виходом; ультрафільтрація й осадження спиртом дають змогу отримати вищий вихід β -глюкану з нижчою в'язкістю. Вівсяна камедь може бути введена в широкий спектр харчових продуктів для надання нових функціональних властивостей і покращення якості харчування, зокрема в пшеничний хліб, хлібобулочні вироби, печиво, макаронні вироби, безалкогольні напої, як заміники жиру – в молочні й м'ясні продукти. Вона виконує в харчових системах технологічні функції загусника, желеутворювача, стабілізатора або покриття.

Ключові слова: β -глюкан, глікан, функціональний інгредієнт, функціональні харчові продукти

Received 26.05.2023

Reviewed 07.06.2023

Revised 25.06.2023

Approved 29.06.2023



Cite as Vancouver Citation Style

Kosiv, R. Oat gum: structure, properties, production, application in the food industry. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2023; 23 (2, 90): 16-19. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2707>

Cite as State Standard of Ukraine 8302:2015

Oat gum: structure, properties, production, application in the food industry. / Kosiv, R. // *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2023. Vol. 23, Issue 2 (90). P. 16-19. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2707>





UDC 664.681

DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2708>O. Sereda, Graduate Student, E-mail: seaol@ukr.netORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2614-725X>O. Melnyk, PhD of Technical Sciences, Ass. Professor of the Technologies of Nutrition Department, E-mail: oxana7@i.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9201-7955> ResearcherID: AHE-3206-2022

Technologies of Nutrition Department, tel. +380997145294

Sumy National Agrarian University, Gerasima Kondratieva str., 160, Sumy, 40021, Ukraine

THERMOGRAVIMETRIC STUDY OF MOISTURE BOND FORMS IN SEMI-FINISHED BISCUIT WITH THE ADDITION OF CRICKET FLOUR

Abstract

Thermal analysis methods, primarily thermogravimetric analysis (TGA), play an important role in the study of phase transitions and degradation of active food components and auxiliary substances during heating or cooling. The most important areas of application of TGA in the food industry include the analysis of patterns of changes in the mass of the studied system during its heating or cooling due to the presence of phase transitions of the first kind and chemical reactions. In this work, a study of the change in mass of biscuit products during heating was carried out. The effect of replacing wheat flour with cricket flour in the amount of 5.0% on the structure of the resulting biscuit product compared to the control was determined. This study showed a change in the distribution of forms of connection of system water with dry substances of the system and, as a result, an expansion of the range of temperatures at which water evaporation from this sample took place. However, with a further increase in the amount of cricket flour in the recipe, which has an increased protein content, an increase in the part of the system water associated with the proteins of this raw material was observed. As a result, the range of temperatures at which water evaporation occurred from biscuit products with cricket flour in the amount of 10.0% and 15.0% decreased. It was noted in the work that the most acceptable functional and technological property of biscuit products is a wider range of forms of connection of system water with dry substances of such food products, since the presence of different forms of connection of water significantly determines the organoleptic indicators of finished products, terms and conditions its storage. The results obtained by the method of thermogravimetric analysis showed that, from the point of view of expanding the spectrum of forms of connection of system water with dry substances of the studied samples, the sample with the replacement of wheat flour with flour from crickets in the amount of 5.0% should be considered more acceptable.

Key words. derivatives, whipped flour semi-finished product, thermogravimetric analysis, biscuit product, crickets flour.

Statement of the problem in a general form.

The quality of ZBN in the storage process is ensured by the quantitative ratio of free and binding moisture, as well as the distribution of binding water between the biopolymers of the semi-finished product. In the process of storage, proteins and starch, which make up the basis of biopolymeric compounds in ZBN, undergo certain physico-chemical, biochemical and colloidal changes, as they lose a certain amount of moisture, as a result of which there is a loss of taste and aromatic indicators, and also the elasticity of the soft ZBN decreases.

One of the indicators of the quality of whipped flour semi-finished products is freshness, the preservation of which depends on the speed of the aging process. On the one hand, staleness is caused by the loss of water during storage, and on the other hand, it is the result of complex physicochemical, colloidal, and biochemical processes associated with changes in the properties of the main biopolymers of flour (starch and protein), which form the structure of the product [4].

It is known [6] that physical, chemical, and structural-mechanical changes occur in the product during storage, which change the structure of the pulp of the product due to retrogradation of starch and crystallization of sugar. Starch grains of flour swell during the kneading of the dough, in the process of baking, the starch is pasteurized, absorbing water. During the storage of products, starch grains begin to retrograde, restoring hydrogen bonds between chains of oligosaccharide residues. Starch

becomes denser, loses previously bound water, pulp begins to crumble and the product becomes stale. The longer the moisture is retained in the product, the longer it remains soft.

Thus, the products undergo significant changes during storage, which leads to deterioration of quality, spoilage and staleness. Therefore, when adding new, innovative ingredients to ZBN, especially those with a high protein content, an important task is the effect of a certain concentration on the quality of the finished product.

Analysis of recent research and publications.

In view of previous studies on determining the optimal amount of flour from crickets in the recipe of a semi-finished biscuit, it is proposed to introduce an innovative product into the biscuit to improve its quality and increase its nutritional and biological value [1].

As far as we know, only a few authors have investigated the effect of replacing wheat flour with cricket flour on dough rheology and functional-technological properties of products [5, 6, 7]. It is believed that the properties of wheat flour are of great importance for determining technological indicators and are useful tools for predicting process efficiency and product quality [8]. The rheological properties of the dough can be evaluated using a wide range of approaches. The study of rheological properties allows you to establish the duration of kneading, determine the amount of water that should be



added to the flour in order to obtain the dough of the desired consistency. Others simulate rounding and shaping in the baking process and make it possible to determine the tensile strength of the dough, its strength, that is, the indicators necessary to predict the quality of a certain group of products [9].

Having analyzed the literary sources, we note that a small number of authors investigated the thermogravimetric study of moisture forms in biscuit semi-finished products. For example, the author T.O. Lisovska and co-authors [12] in their works determined the influence of corn flour in the process on the quality of semi-finished biscuit using the thermogravimetric method. From the analysis of the data specified in this work, it was determined that the loss of moisture in the control sample was 16.0%, while the amount of moisture in the test samples decreased by 10.0%.

The method of thermogravimetry was used to determine the traditional and new model cupcakes, which included innovative natural ingredients (powder of linden flowers, powder of flower pollen, pumpkin oil). According to the results of research, it was noted that due to the content of hydrophilic compounds and moisture-retaining substances in the composition of natural ingredients, the content of firmly binding moisture increased by 15.9-17.4% and this caused a slowdown in its loss in cakes [4].

Forming the goals of the article

The purpose of the work was to study the processes, thermogravimetric research of the forms of moisture bonds in the whipped flour semi-finished product with the addition of cricket flour

The object of the research was biscuit products with the addition of flour from crickets.

Thermogravimetric studies of the forms of moisture binding in ZBN during intermittent heating were carried out using a thermal analyzer "DerivatographQ-1500" (Hungary). This device is able to accurately measure all quantitative changes in the sample, which are associated with a decrease or increase in the mass of the product due to the redistribution of moisture during thermal exposure [10].

In the experimental samples, changes in temperature (T), mass changes (TG), rate of mass change (DTG), and heat of combustion (DTA) were simultaneously recorded as a function of time using a four-channel recording device. Derivatograms were used to determine the mass loss of the sample at the corresponding temperature Δm .

Thermogravimetric measurements were performed in a ceramic crucible under a quartz cap on a Q-1500D derivatograph in dynamic mode with a sample weight of 2 g. Al2O3 fired to 1500°C was used as a standard. The sample was heated to 500°C at a heating rate of 2.5°C/min. Determination of the form of binding of water at all stages of introducing the component into the formulation was carried out on the basis of the analysis of temperature (T-curve), change in mass (TG) and its derivatives (DTG-curve) and enthalpy (DTA-curve). We studied moisture bonds after baking the semi-finished product.

Presentation of the main research material

Biscuit products were made according to the analogue of the round biscuit recipe [3], which included the following components: high-grade wheat flour, granulated sugar, egg yolks, egg whites, citric acid. Cricket flour was added by replacing wheat flour with cricket flour. Accordingly: model sample №1 contains 5.0% cricket flour, sample №2 contains 10.0% cricket flour, sample №3 contains 15.0% cricket flour.

After the manufacture of biscuit semi-finished products with the addition of flour from crickets, the experimental data obtained at the same time were studied by the methods of differential thermal and thermogravimetric analysis.

Measurements by the specified methods were carried out simultaneously on each of the studied samples, i.e., the temperature and mass of the studied sample were simultaneously recorded over time, as well as the difference in temperature and mass between the reference sample and the studied one. For clarity, the experimental data obtained by the methods of differential thermal (a) and thermogravimetric (b) analysis are shown on separate graphs.

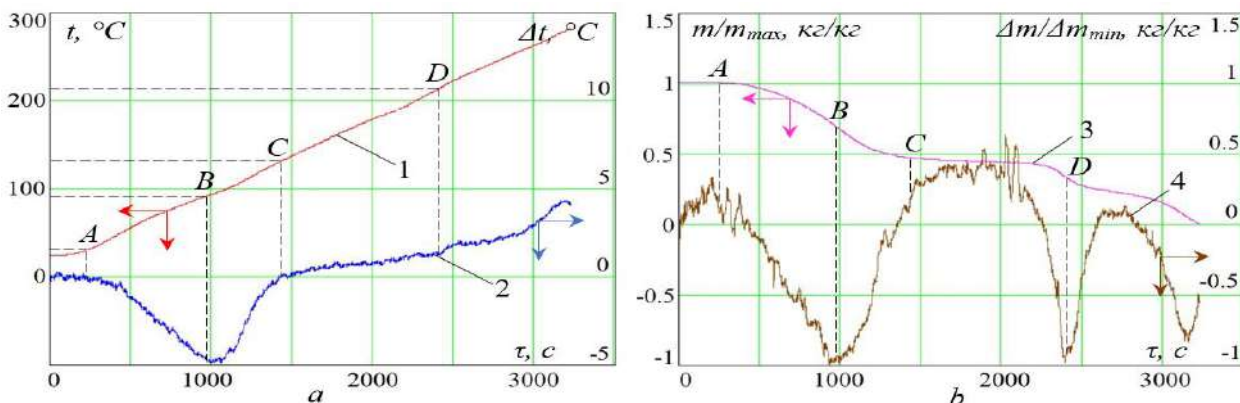


Fig. 1. Results obtained by the methods of differential thermal (a) and thermogravimetric (b) analysis for the control biscuit sample: kinetics of temperature (1) and mass (3) of the sample, kinetics of the difference in temperature (2) and mass (4) between the standard and the sample

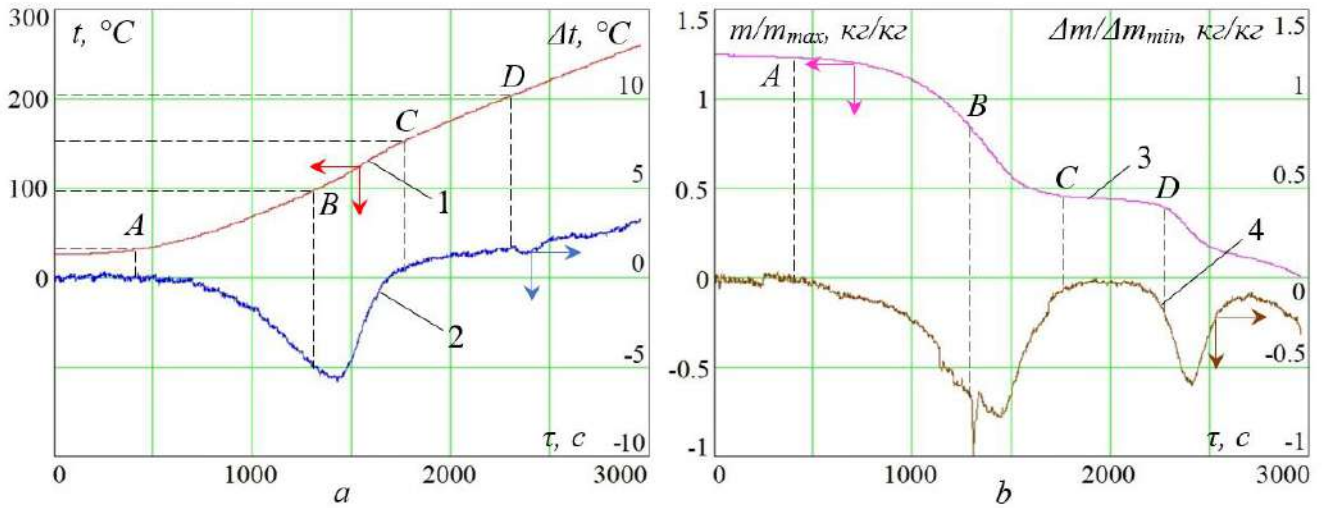


Fig. 2. Results obtained by differential thermal (a) and thermogravimetric (b) analysis methods for a biscuit product with a 5% concentration of cricket flour in wheat flour: temperature (1) and mass (3) kinetics of the sample, temperature difference kinetics (2) and masses (4) between the standard and the sample

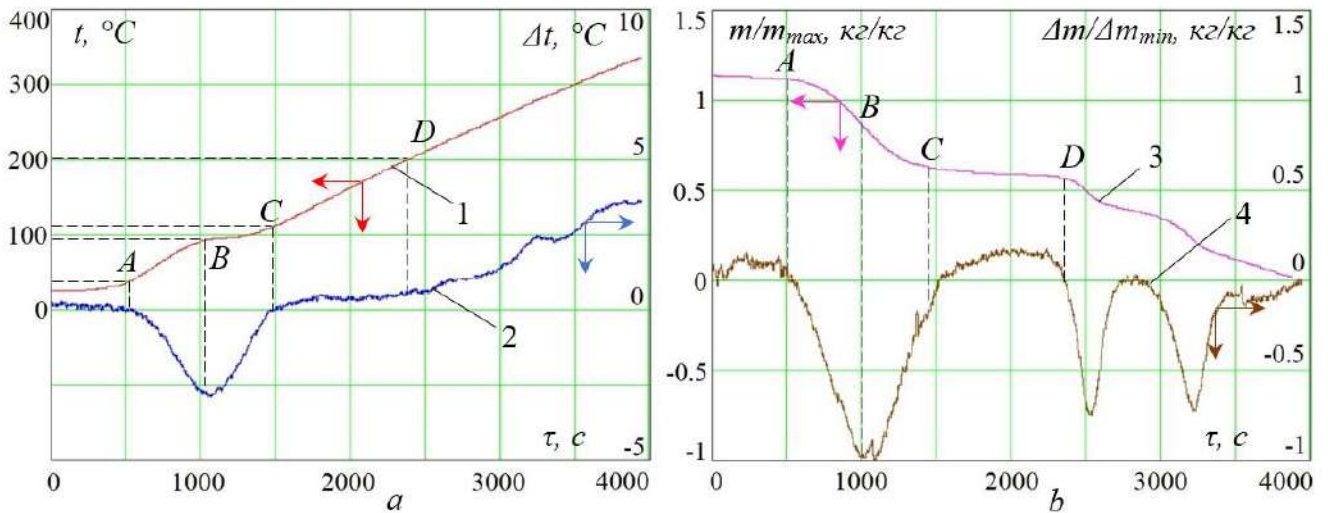


Fig. 3. Results obtained by differential thermal (a) and thermogravimetric (b) analysis methods for a biscuit product with a 10% concentration of cricket flour in wheat flour: temperature (1) and mass (3) kinetics of the sample, temperature difference kinetics (2) and masses (4) between the standard and the sample

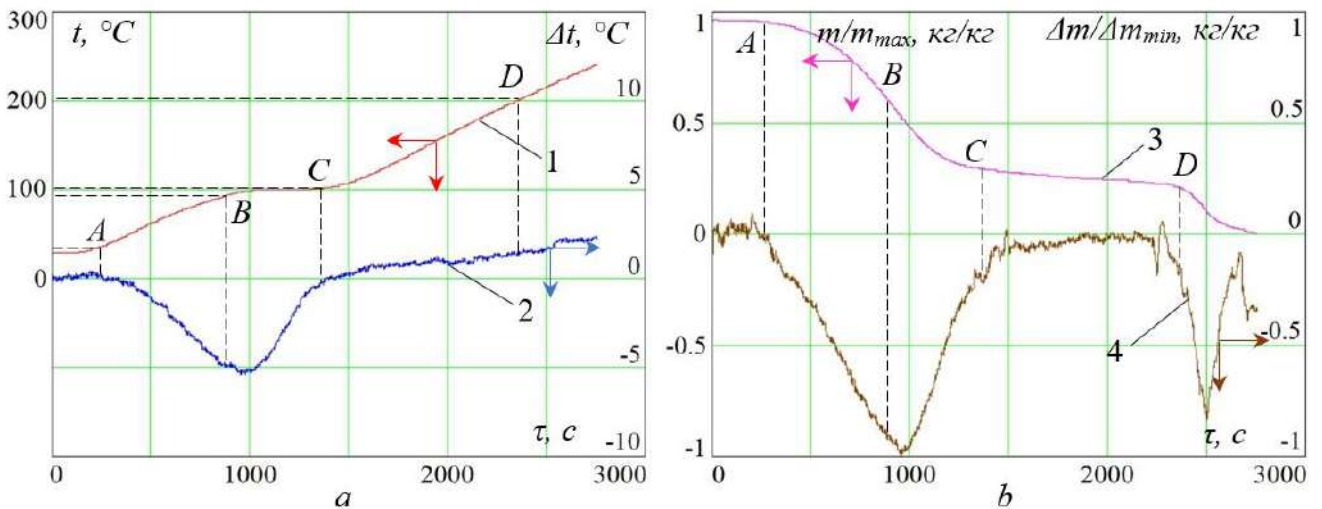


Fig. 4. Results obtained by differential thermal (a) and thermogravimetric (b) analysis methods for a biscuit product with a 15% concentration of cricket flour in wheat flour: temperature (1) and mass (3) kinetics of the sample, temperature difference kinetics (2) and masses (4) between the standard and the sample



The kinetics of temperature and mass, as well as the kinetics of the difference in temperature and mass between the reference and the tested samples have the same character (Figs. 1–4).

The entire process of heating with a constant flow of heat to the test sample and the standard can be divided into areas separated in Fig. 1–4 by points marked with the letters A, B, C, and D. The positions of the selected points on the dependences reflecting the results obtained by the methods of differential of thermal (a) and thermogravimetric (b) analysis, synchronized according to the determined values of moments of heating duration.

The section from the beginning of heating with a constant flow of heat supplied to the reference and test samples to point A corresponds to the heating of the dry substances of the test sample and the system water it contains (line 1 in fig. 1a, 2a, 3a, 4a). At the same time, there is practically no loss of mass, which is proved by the horizontal section on the kinetics of the mass of the sample (line 3 in Fig. 1b, 2b, 3b, 4b) from the beginning of the measurements to point A. By system water here is meant the water of the system, which is connected with its dry substances in various forms of connection: physico-chemical and chemically bound water [2].

Starting from point A, significant evaporation of the system water of the tested sample begins, which is accompanied by an increase in the temperature difference (line 2 in Fig. 1a, 2a, 3a, 4a) between the sample and the standard. This is evidenced, firstly, by the presence of an inflection point in the kinetics of the sample mass (namely point B on line 3), and secondly, by the presence of a minimum in the kinetics of the mass difference between the tested sample and the standard (line 4 in Fig. 1b, 2b, 3b, 4b). Thirdly, intense evaporation of system water is accompanied by heat absorption, which is evidenced by an increase in the temperature difference between the tested sample and the standard (line 2), with a slight increase in temperature (around point B on line 1).

In the section from point B to point C, the intensity of evaporation of the system water of the studied sample decreases. The kinetics of the temperature difference between the sample and the standard approaches zero (line 2). The angle of inclination of mass kinetics (line 3) to the abscissa axis decreases, while the kinetics of the mass difference between the studied sample approaches zero.

Starting from point C to point D, the sample is heated. The loss of mass in this area does not exceed 3...4%.

When point D is reached, the position of which corresponds to the temperature of the tested samples +200...220°C, the destruction of the components (including polysaccharides) begins.

The differences between the results shown in Fig. 1–4, obtained for different samples, lie in the position of selected points A, B, C, and D relative to temperature. It should be noted that for such products as biscuit products, more information is provided by temperatures lower than the destruction temperature of the components of this product, i.e. temperatures lower than +200°C. It is in the temperature range from +40...50°C to +140...150°C that the main information about the system water of such systems is found.

Based on this, it should be noted that the beginning of significant evaporation (point A) in the control sample and in samples in which a part of wheat flour was replaced by flour from crickets corresponds to a temperature of +40°C (point A on line 1 of Fig. 1a, 2a, 3a, 4a). As for the maximum intensity of evaporation (point B), for the control sample of the biscuit product, the position of this point corresponds to +93°C (point B on line 1 of Fig. 1a). For a biscuit product with a concentration of cricket flour of 5.0% in wheat flour, the position of point B corresponds to a temperature of +98°C (point B on line 1 of Fig. 2a), and for a biscuit product with a concentration of cricket flour of 10.0% and 15.0% – 91°C (points B on line 1 from Fig. 3a, 4a).

The temperature at which the end point of intensive evaporation of system water (point C) is reached for different samples also differs in value. Thus, for the control biscuit product, significant evaporation of system water ends at a sample temperature of +130°C (point C on line 1 of Fig. 1a). For a biscuit product with a concentration of cricket flour of 5.0% in wheat flour, the position of point C corresponds to a temperature of +148°C (point C on line 1 of Fig. 2a). For a biscuit product with a concentration of cricket flour of 10.0%, significant evaporation of system water ends at a temperature of +112°C (point C on line 1 of Fig. 3a, 4a), and for a product with a concentration of cricket flour of 15.0% – +102°C (point C on line 1 of Fig. 4a).

It should be assumed that for the reference sample, relative to which the temperature difference and the mass difference for the tested samples were found during the measurement, there are no phase transitions of the 1st kind, which is the initial condition of the applied research methods. Based on this, it is obvious that the area under the kinetics of the temperature difference and the kinetics of the mass difference between the standard and the sample under study in the range between points A and C is proportional to the amount of system water for which the I-type transition takes place in the temperature range corresponding to these points.

The area under the specified sections of the kinetics of temperature difference and mass difference between the reference sample and the studied samples was calculated according to the data shown in Fig. 5. The value of the mass difference between the standard and the test sample is normalized to the initial total mass of the test sample.

Calculation of the area under the kinetics of the temperature difference ($S_{\Delta t}$) and the area under the kinetics of the mass difference ($S_{\Delta m}$) between the standard and the tested samples, in the range between points A and C, was carried out, respectively, according to the expressions:

$$S_{\Delta t} = \sum_{i=n_1}^{n_2-1} (\tau_{i+1} - \tau_i) \cdot \frac{(\Delta t_{i+1} + \Delta t_i)}{2}, \quad (1)$$

$$S_{\Delta m} = \sum_{i=n_1}^{n_2-1} (\tau_{i+1} - \tau_i) \cdot \frac{(\Delta m_{i+1} + \Delta m_i)}{2}, \quad (2)$$

where n_1 and n_2 are the time coordinates of points A and C.

The calculation results are given for each of the studied samples in Table 1.

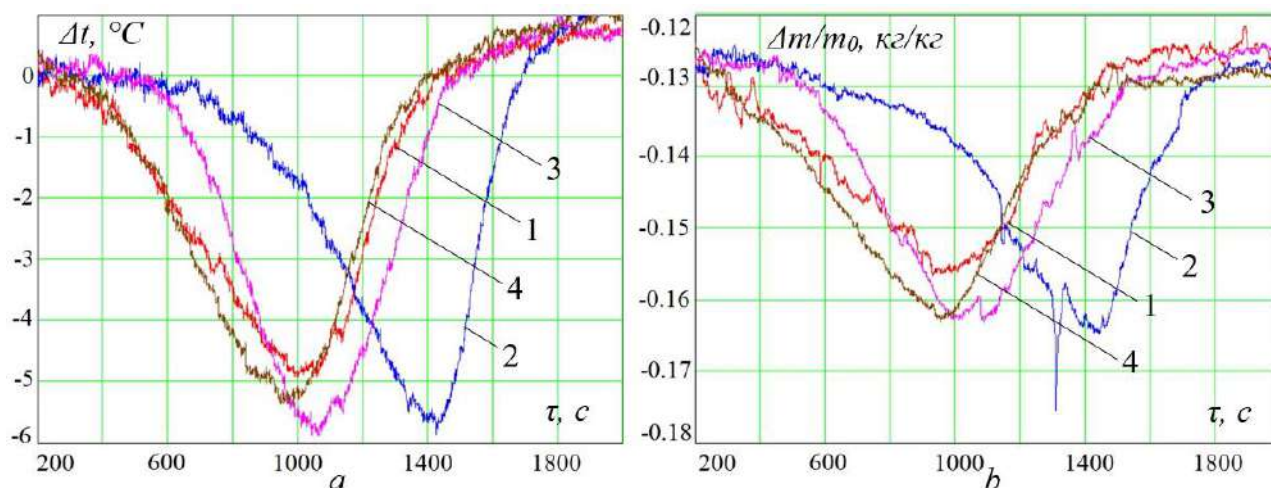


Fig. 5. The kinetics of the temperature difference and the kinetics of the mass difference between the standard and the tested samples of biscuit products: 1 – control; 2 – a sample with a concentration of flour from crickets of 5.0%; 3 – a sample with a concentration of flour from crickets of 10.0%; 4 – a sample with a concentration of cricket flour of 15.0%

Table 1 - Area under the kinetics of the temperature difference ($S_{\Delta t}$) and area under the kinetics of the mass difference ($S_{\Delta m}$) between the standard and the tested samples

Sample	$S_{\Delta t} \cdot 10^{-3}$, $^{\circ}\text{C} \times \text{c}$	$S_{\Delta m} \cdot 10^4$, $(\text{kg}/\text{kg}) \times \text{c}$
Control	2.709	1.276
With a concentration of cricket flour 5%	2.619	1.246
With a concentration of cricket flour 10%	2.762	1.256
With a concentration of cricket flour 15%	2.811	1.320

From the given calculation results, it can be seen that the areas under the kinetics of the temperature difference ($S_{\Delta t}$) and the areas under the kinetics of the mass difference ($S_{\Delta m}$) between the standard and the tested samples differ by no more than 5...8%. Obviously, such a deviation can be neglected, since these calculated areas ($S_{\Delta t}$ and $S_{\Delta m}$) are proportional to the amount of water retained by the tested samples, so the samples have the same moisture content. That is, the amount of systemic moisture retained by the studied samples is the same.

Given the fact that the amount of water in the studied samples is the same, the differences within the ranges of increase and decrease in the intensity of evaporation of system water are explained by redistribution according to the forms of its connection with dry substances of these systems.

Thus, replacing 5.0% of wheat flour in the recipe of the control biscuit product with flour from crickets helps to shift the maximum intensity of evaporation from +93°C to +98°C. At the same time, the end of significant evaporation of system water is completed for such a sample at a temperature of +148°C, while for the reference product this point occurs at a temperature of +130°C.

With a further increase in the amount of introduced flour from crickets in the amount of 10.0 and

15.0%, the point corresponding to the maximum intensity of the system water shifts to a lower temperature and is equal to +91°C. At the same time, the end of significant evaporation of system water for samples with a concentration of cricket flour of 10.0 and 15.0% also occurs at lower temperatures compared to the control sample, the values of which are equal to +102°C and +112°C, respectively.

Conclusion

Obviously, it was established that the replacement of wheat flour with flour from crickets in the amount of 5.0% helps to change the interaction of the components of the resulting biscuit product compared to the control. This entails a change in the distribution of forms of connection of system water with dry substances of such a system and, as a result, an expansion of the range of temperatures at which evaporation of water from this sample occurs. However, obviously, with the further increase in the amount of cricket flour, which is a protein-rich raw material, the amount of part of the system water connected with the proteins of this raw material increases. As a result, the range of temperatures at which water evaporates from biscuit products with cricket flour in the amount of 10.0 and 15.0% is reduced.

It should be noted that a wider range of forms of connection of system water with dry substances of such food products [11] is considered a more acceptable functional and technological property of products containing wheat flour, since the presence of different forms of water connection significantly determines organoleptic indicators of finished products, terms and conditions of their storage.

Thus, the studies carried out by the methods of differential thermal and thermogravimetric analysis indicate that, from the point of view of expanding the spectrum of forms of connection of system water with dry substances of the studied samples, it should be considered more acceptable to replace flour with wheat flour from crickets in the amount of 5.0%.



REFERENCES

1. Sereda O., Melnyk O. Orhanoleptychnyi analiz biskvitoz kruhloho z dodavanniam bilkovovmisnoi syrovyny. Restoranni i hotelnyi konsaltnykh. Innovatsii, 2023, 6(1): 125–139. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.6.1.2023.278476>
2. Pohozhykh M.I., Pak A.O., Chekanov M.A., Ishtvan Ye.O., Pavliuk I.M. Doslidzhennia systemnoi vodykharchovoisyrovyny termodinamichnymy ta molekuliarno-kinetychnymy metodamy // Skhidno-yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii. 2014, № 5/11(71): 42–46.
3. Pavlov O.V. Zbirnyk retseptur boroshnianykh kondyterskykh i zdobnykh bulochnykh vyrobiv: navchalno-praktychnyi posibnyk / O.V. Pavlov. – 2-he vydannia, dopovnene.K.: profknyha, 2019, 340.
4. Lozova T.M. Doslidzhennia vplyvu innovatsiinkh inhrediiientiv na zberezhnist boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv. Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu, Vyp.18, 2017: 154.
5. González, C.M.; Garzón, R.; Rosell, C.M. Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. Illucens*, *A. Domestica* and *T. Molitor* flours. *Innov. FoodSci. Emerg. Technol.*, 1951: 205–210.
6. Cappelli, A.; Oliva, N.; Bonaccorsi, G.; Lorini, C.; Cini, E. Assessment of the rheological properties and bread characteristics obtained by innovative protein sources (*Cicer Arietinum*, *Acheta Domestica*, *Tenebrio Molitor*): Novel food or potential improvers for wheat flour, *LWT2020*, 118, 108867.
7. Osimani, A.; Milanović, V.; Cardinali, F.; Roncolini, A.; Garofalo, C.; Clementi, F.; Pasquini, M.; Mozzon, M.; Foligni, R.; Raffaelli, N.; et al. Bread enriched with cricket powder (*Achetadomesticus*): A technological, microbiological and nutritional evaluation. *Innov. FoodSci. Emerg. Technol.*, 2018, 48: 150–163.
8. Cecchini, C.; Bresciani, A.; Menesatti, P.; Pagani, M.A.; Marti, A. Assessing the rheological properties of durum wheat semolina: A review. *Foods*, 2021, 10: 2947.
9. Marti, A.; Ulrici, A.; Foca, G.; Quaglia, L.; Pagani, M.A. Characterization of common wheat flours (*Triticum aestivum* L.) through multivariate analysis of conventional rheological parameters and gluten peak test indices, *LWT2015*, 64: 95–103.
10. Kasianova N.O. Vplyv stabilizatoriv struktury na pererozpodil form v'iazku vody v smetannykh desertakh/ N.O. Kasianova, T.A.Skorchenko // *Molochna prom-st.*, 2005; №2(17): 34–36.
11. Roozendaal H., Abu-hardan M., Frazier R.A. (2012). Thermogravimetric analysis of water release from wheat flour and wheat brans suspensions. *Journal of Food Engineering*, 111: 606–611. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2012.03.009
12. Lisovska T. O., Rybak O. M., Vichko O. I., Chorna N. V. Termohravimetrychnyi analiz biskvitnoho napivfabrykatu z kukurudzianym boroshnom u protsesi zberihannia. *Prodovolcha industriia APK*, 2016; №1-2: 23–28.

УДК 664.681

О.Г. Серeda, аспірант, E-mail: seaol@ukr.net

О.Ю. Мельник, канд. техн. наук, доцент, E-mail: oxana7@i.ua

Кафедра технології харчування, Тел. +380997145294

Сумський національний аграрний університет, вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, 40000, Україна

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМ ЗВ'ЯЗКІВ ВОЛОГИ У ЗБИВНОМУ БОРОШНЯНОМУ НАПІВФАБРИКАТІ З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА ІЗ ЦВІРКУНІВ

Анотація

Методи термічного аналізу, насамперед термогравіметричний аналіз (TGA), відіграє важливу роль у дослідженні фазових переходів і деградації активних харчових компонентів, допоміжних речовин при нагріванні або охолодженні. Найважливіші сфери застосування TGA у харчовій промисловості включають аналіз закономірностей зміни маси досліджуваної системи під час її нагрівання або охолодження через наявність фазових переходів I роду та хімічних реакцій. У даній роботі було проведено дослідження зміни маси бісквітних виробів під час нагрівання. Встановлено вплив заміни борошна пшеничного борошном із цвіркунів у кількості 5,0% на взаємодію складових отриманого бісквітного виробу порівняно із контролем. Дане дослідження показало, зміну у розподіленні форм зв'язку системної води із сухими речовинами системи і, як наслідок, розширення діапазону температур, за яких відбувалось випаровування води із цього зразка. Однак, при подальшому збільшенні у рецептурі кількості борошна із цвіркунів, яке має підвищений вміст білку, спостерігалось збільшення частини системної води, що пов'язана із білками цієї сировини. Як наслідок, діапазон температур, за яких відбулось випаровування води із бісквітних виробів із борошном із цвіркунів у кількості 10,0% та 15,0% – зменшувався. У роботі було відмічено, що найбільш прийнятною функціонально-технологічною властивістю виробів, які містять пшеничне борошно є широкий діапазон форм зв'язку системної води із сухими речовинами такої харчової продукції, оскільки наявність різних форм зв'язку води суттєвим чином визначає органолептичні показники готової продукції, терміни та умови її зберігання. Результати отримані методом термогравіметричного аналізу показали, що більш прийнятним, з точки зору розширення спектру форм зв'язку системної води із сухими речовинами досліджуваних зразків, слід вважати зразок із заміною борошна пшеничного борошном із цвіркунів у кількості 5,0%.

Ключові слова. деривотиграми, збивний борошняний напівфабрикат, термогравіметричний аналіз, бісквітний виріб, борошно із цвіркунів.

Received 31.05.2023

Reviewed 09.06.2023

Revised 22.06.2023

Approved 29.06.2023



Cite as Vancouver Citation Style

Sereda O., Melnyk O. Thermogravimetric study of moisture bond forms in semi-finished biscuit with the addition of cricket flour.

Grain Products and Mixed Fodder's, 2023; 23 (2, 90): 20-25. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2708>

Cite as State Standard of Ukraine 8302:2015

Thermogravimetric study of moisture bond forms in semi-finished biscuit with the addition of cricket flour. / Sereda O. et al.// Grain Products and Mixed Fodder's. 2023. Vol. 23, Issue 2 (90). P. 20-25. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2708>



UDC 658.821

DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2731>

S. Sots, PhD of Technical Science, Associate Professor, E-mail: sotsserega@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3267-2384; ResearcherID: G-9192-2019; Scopus Author ID: 57210357520

I. Kustov, PhD of Technical Science, Associate Professor, E-mail: i.kustov1988@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7632-1626>, ResearcherID: I-3249-2016

O. Mashchenko, postgraduate student, E-mail: olga1409mashchenko@gmail.com
Odesa National University of Technology, 112, Kanatna Str., Odesa, 65039, Ukraine

PERSPECTIVES AND OPPORTUNITIES OF GROATS PRODUCTION IN UKRAINE

Abstract

Since the beginning of the 21st century, there has been an increase in the share of small enterprises in the grain industry, the number of which is increasing even today. At most of such enterprises, it is impossible to apply the existing long-term full grain processing technologies, there is a reduction in the number of basic technological operations, often not sufficiently substantiated, which affects the quality of the end products, which do not always meet all the basic norms of the regulations applicable to end products. Considering the modern technological solutions offered by leading manufacturers for the production of flaked products and quick-cooking products, it is possible to note the equipment of the Buhler company, which allows to monitor production control and, accordingly, achieve greater production efficiency. To date, the Buhler company offers the batch steamer MBDA for the steaming stage, which is recommended to be combined with the BCFB flaking machine. This technological equipment in combination gives high quality and reliability of the equipment itself, allows to implement energy-saving technologies at enterprises and obtain controlled production of quality products. Today, in addition to traditional grain, such crops as lentils, chickpeas, beans, wheat-spelt, spelt, naked varieties of oats and barley are processed in part or in small batches at the enterprises of the industry. Lentil is a promising leguminous crop for the grain industry. In the world, it is widely grown as a food and fodder crop. Among leguminous crops, lentils occupy an intermediate place in terms of protein content, with a protein content of 25-36%, while the share of carbohydrates is 45-55%, fat - 3-4%. The first variety of «Linza» edible lentils was registered in 2005. After that, the following varieties were registered only in 2017-2018: «Antonina» (2017), «Darinka» (2017), «YeSMaksimum» (2017), «Blondie» (2018), «Harry» (2018), «SNIM 18» (2018), Chrysolite (2018), which indicates an understanding of the potential of this culture both for the domestic market and for increasing the export potential of our country. The last to enter the register were «Serpanok» (2020) and «RED» (2021) varieties, which indicates the continued work of breeders to expand the varietal base of this crop in Ukraine.

Key words: traditional crops, cereal products, groats industry, flakes, flaked groats, technological equipment, Buhler equipment, Shule equipment, new crops, lentils.

Introduction

In recent years, the consumption of cereal products has been increasing in Ukraine. Rice, buckwheat and oat groats and cereal products made from them are in wide demand among the population. There is an increasing demand for instant cereals and flakes, the interest in which is primarily related to the possibility of quick preparation of these products and better nutritional and taste properties compared to traditional groats. The total potential of grain enterprises operating in our country is estimated at approximately 600,000 tons of groats and groats products per year, while the actual amount of groats produced in Ukraine was 356-397,000 tons per year [1,2,3].

In the modern world, the development and implementation of new technological solutions is taking place, which replace old and less efficient, energy-intensive long technological processes, the rapid spread of which took place in the second half of the 20th century.

The existing technologies of the grain industry of Ukraine are practically unchanged from the moment of their first widespread publication and use, the varieties of grain crops that served as benchmarks during their development cannot be compared with modern ones in terms of yield and basic properties [4].

The use of a long technological process in combination with unstable physicochemical indicators of grain raw materials does not contribute to the stabilization of high quality indicators of end products.

When developing and implementing such technologies, they primarily focused on large state-owned enterprises that occupy a significant area, consist of several components (that is, they are full-fledged milling plants that include a production elevator, a flour/groat mill, a feed mill, laboratories, etc.), require the presence of significant personnel to service all processes, while the inefficiency of technologies (incomplete use of grain potential, which for most grain crops does not exceed 60%, the rest are secondary raw materials that are not part of food products) due to the presence of a wide raw material base, relatively small cost and the low cost of electricity and other energy costs were not paid much attention, which stabilized for a long time the assortment of cereal products existing on the territory of Ukraine and almost completely stopped the development of technologies in this direction [2,4].

Literary review

Since the beginning of the 21st century, there has been an increase in the share of small enterprises in the grain industry, the number of which is increasing even today. At most of such enterprises, it is impossible



to apply the existing long-term full grain processing technologies, there is a reduction in the number of basic technological operations, often not sufficiently substantiated, which affects the quality of the end products, which do not always meet all the basic norms of the regulations applicable to end products.

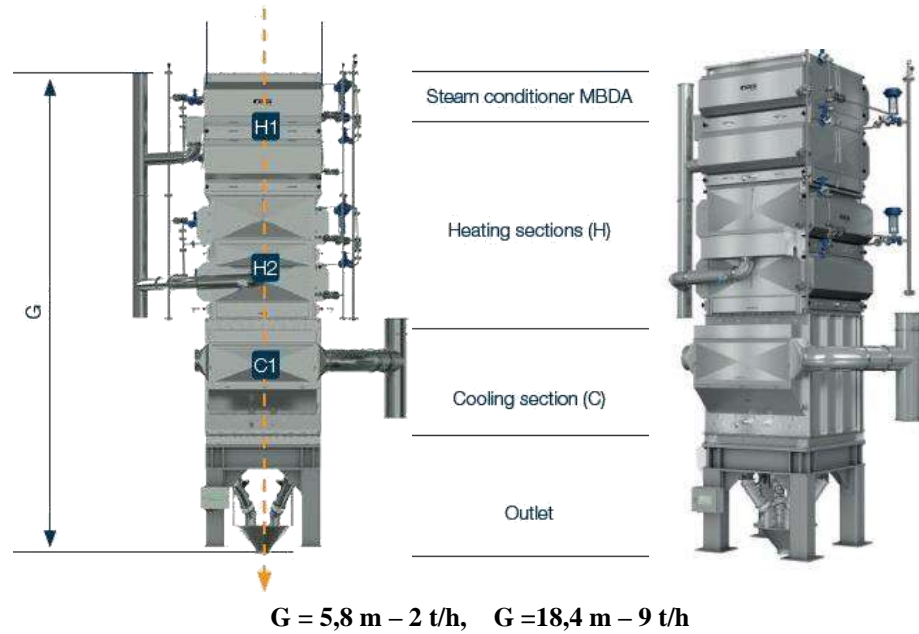
The grain factories of Ukraine use eight main crops as raw materials for the production of groat and groats products: millet, buckwheat, rice, oats, barley, peas, wheat and corn [2].

The specified eight crops are traditional for Ukrainian groats production, their processing is carried out both at large capacity and small private enterprises. Their processing technologies are widely known to all specialists in the grain processing industry, and the range of products is defined for each crop and is perceived by consumers. Usually, the main range of processing of these crops in our country is whole groats, crushed groats, flaked groats, flakes, quick-cooking groats, cereals that do not require cooking, and flour [2,5].

Formulation of the problem

Recently, there has been a trend towards increasing the production of quick-cooking products and products that do not require cooking. Such products have better taste properties and have a shorter cooking time compared to classic groats. The production of quick-cooking groats and groats that do not require cooking is provided for some traditional crops and is regulated by the Rules for conducting and organizing the technological process at groat factories (Rules), for example, the production of quick-boiling buckwheat groats [2,4].

The purpose of this stage in the processing of buckwheat is to strengthen the kernel due to heat treatment to reduce the crushing of the kernel at the stage of its dehulling and, accordingly, to increase the yield of end products, and already as a secondary effect of this stage is to reduce the cooking time of the groats and improve its taste properties for the consumer. Also, instant products can include flakes and flaked groats, the production of which is also provided for by the Rules [4]. Oats have the largest assortment of flakes and flaked products, and when processed, flaked oats, flakes "Hercules", "Pelyustkovi" and "Extra" are obtained. Instant oat products are in very high demand among consumers around the world, and thanks to this, they have become the basis for the production of more modern products such as muesli, groats with additives, multi-component groats, cereal bars. Given the high demand and good taste, today manufacturers process almost all traditional



$G = 5,8 \text{ m} - 2 \text{ t/h}$, $G = 18,4 \text{ m} - 9 \text{ t/h}$
 The steam pressure in the steamer 0.1-0.8 MPa
 Fig. 1. Water-heat treatment equipment by Buhler

crops into flakes and instant cereals and cereals that do not require cooking. One of the most popular products today is steamed rice groats, which is characterized by an amber color and, compared to classic polished groats, is characterized by a shorter cooking time and better taste properties. The production of such groats is not accidental, because rice is able to be crushed, and to increase the output of finished products, manufacturers around the world carry out heat treatment. A typical method for our country is hydrothermal treatment, which is carried out by the method of hot conditioning or by the combined structure of cold and hot conditioning. Accordingly, for the implementation of this stage, the Rules recommend the use of continuous or periodic action steamer. At the enterprises of the industry, steamers of periodic action are more widespread [2,4,10].

Considering the modern technological solutions offered by leading manufacturers for the production of flaked products and quick-cooking products, it is possible to note the equipment of the Buhler company (fig. 1), which allows to monitor production control and, accordingly, achieve greater production efficiency. When processing classic crops, the Rules regulate the production of "Extra" oat flakes, the production technology of which is built by the Buhler company [11].

At the same time, the specified assortment of flakes is produced from a cut kernel and involves the use of more stronger modes of steaming the kernel before flaking, the steam pressure in the steamer is 0.7 MPa, while the traditional flakes "Hercules" and "Pelyustkovi" are produced by steaming the oat kernel under a pressure of 0,15-0.20 MPa [2,4]. The production of flakes from cut kernels is more widespread among the countries of the European Union, and the spread of such technologies as well as modern technological equipment will make it possible to strengthen the groats industry and provide a greater competitiveness of domestic products with European ones, and taking into account the wide raw material base that exists in the territory of our country - to in-

crease the export of flaked products and products that do not require cooking to the European and world markets. To date, the Buhler company offers the batch steamer MBDA for the steaming stage, which is recommended to be combined with the BCFB flaking machine (fig. 2).



Fig. 2. Flaking machine BCFB by Buhler

This technological equipment in combination gives high quality and reliability of the equipment itself, allows to implement energy-saving technologies at enterprises and obtain controlled production of quality products [10].

Materials and methods

Given the main problems that need to be solved, grain processing enterprises are increasingly looking for new types of grain raw materials and the latest technological equipment that can solve or reduce the influence of certain factors on the efficiency of processing. Today, in addition to traditional grain, such crops as lentils, chickpeas, beans, wheat-spelt, spelt, naked varieties of oats and barley are processed in part or in small batches at the enterprises of the industry.

Lentil is a promising leguminous crop for the grain industry. In the world, it is widely grown as a food and fodder crop. This culture has been known to mankind since ancient times and was widely used by mankind as a food grain along with wheat, barley, corn, etc.

Results of the study and their discussion

Today, lentils are grown in the world in small volumes compared to traditional crops and can be classified as niche crops to a greater extent. The volume of its cultivation in the world fluctuates at the level of up to 5 million tons annually. The main countries specializing in the cultivation of lentils are Canada, Australia, Turkey, India, Nepal, the USA. In general, this culture has a fairly wide distribution throughout the world, although European countries grow it to a lesser extent, specializing in the cultivation of traditional wheat, barley, oats, rice, etc., lentils are grown in 52 countries of the world. Given that lentils belong to leguminous crops, the main characteristic advantage of which is an increased protein content, this crop has a high export potential, it is actively exported to Asian countries, where it is widely used as a raw material for the creation of a variety of food products and a substitute for animal protein in the diet of the popula-

tion of such countries like India, Pakistan, UAE, Bangladesh [12-16].

Lentils are also imported to the countries of the European Union, but in small quantities, ranging from 200 to 250,000 tons per year [16].

The main world exporter of lentils is Canada, which grows almost a third of the entire world volume of lentils. Among leguminous crops, lentils occupy an intermediate place in terms of protein content, with a protein content of 25-36%, while the share of carbohydrates is 45-55%, fat - 3-4%. According to the fractional composition of the lentil protein complex, globulins predominate, albumins, glutelins and a small amount of prolamin are also present, which is characteristic of all legumes. The amino acid composition of lentil proteins is sufficiently balanced in terms of the content of amino acids indispensable for the human body, while the absence of methionine is noted in it. Vitamins of group B, A, trace elements (calcium, iron, potassium) were found in the chemical composition of lentils. The greatest feature among all legumes is the ability of lentils not to accumulate toxic substances, which allows the production of environmentally friendly products from this grain. According to their dimensional characteristics, two types of lentils are distinguished - large-seeded and small-seeded. Large-seeded lentils from the Mediterranean have a seed diameter of more than 5.5 mm, small-seeded lentils from Southeast Asia have a seed diameter of less than 5.5 mm. As shown by studies conducted by many scientists, there are no significant differences in the chemical composition of large-seeded and small-seeded lentils. By its shape, the lentil grain stands out among other grain crops, having a rounded, flat or lenticular shape.

Small-seeded lentils are characterized by a more convex shape of the seeds. This type of lentils is the most common in the world. According to the color of the shell, the lentil grain can be green, yellow, red, brown or even black [12-19].

Lentils are not a new crop for Ukraine. At the beginning of the 20th century it was grown on the territory of our country as a niche crop in relatively small volumes, up to 100-110 thousand tons per year. But after 1940, the volume of its cultivation decreased and it gradually passed to households where it continued to be grown for its own needs. At the beginning of the 1990s, the export potential of legumes became clear, so began to return to the study and selection of such crops as soybeans, lentils, beans, etc. If consider lentils, the main breeding institution is the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine, which is part of the V. Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (NAAS) [20].

In Ukraine, lentils are grown mainly in forest-steppe and steppe zones. In recent years, the share of cultivated areas in our country has been increasing and amounts to 50-70 thousand hectares. Ten edible lentil varieties have been entered into the Register of varieties and plants suitable for distribution on the territory of Ukraine. The first variety of «Linza» edible lentils was registered in 2005. After that, the following varieties were registered only in 2017-2018: «Antonina» (2017), «Darinka» (2017), «YeSMaksimum» (2017), «Blondie»



(2018), «Harry» (2018), «SNIM 18» (2018), Chrysolite (2018), which indicates an understanding of the potential of this culture both for the domestic market and for increasing the export potential of our country. The last to enter the register were «Serpanok» (2020) and «RED» (2021) varieties, which indicates the continued work of breeders to expand the varietal base of this crop in Ukraine [21].

In our country, there is no official regulation on the processing of lentils into groats and groats products. However, lentil processing products are present in our trade networks and are in sufficient demand among consumers considering their usefulness and as a new type of product. At the same time, processing of lentil grain is carried out at enterprises taking into account world experience, but without taking into account the peculiarities of the grain itself, which is grown on the territory of our country. This leads to the incomplete use of the potential embedded in the grain, as well as a narrowed range of products, which to a greater extent are groats such as crushed peas or flour.

If consider the technology of processing lentils, several main options can be distinguished with the use of equipment traditional for the grain industry. One of the most modern options was developed by the German company Schule [22]. It consists in cleaning the lentil grain from impurities with the use of sieve-air separators, aspirators, destoners and triers. The equipment proposed for cleaning lentils can be called traditional and is installed at all groats factories. After cleaning, the lentils are hulled with the help of a conical and cylindrical peeling machine of the Schule company, which are a certain analogue of the peeling-grinding machine of the ZSHN type and can also be used for peeling barley, wheat, rye, spelt wheat and peas. For sorting dehulling products, a Schule sorting cylinder is used, which is a cylindrical sieve, that is, equipment similar to a burat, which is

widely used at enterprises in the grain processing industry. It is also recommended to use a Schule photo separator for sorting, the use of which allows you to take into account the different colors of the lentil grain and control the color of the end products.

Today, there is already a fairly wide range of such machines that have already entered the traditional technological lines for the production of rice groats, they can be used for sorting and controlling grain by color during the processing of rice, millet, etc [22].

Given that the vast majority of products produced by domestic enterprises are intended to meet the needs of the domestic market, the annual increase in the demand for lentils in the world, the processing of products from it, potentially opens up the export of products from it to the developed countries of the European Union and Asian countries, which will allow to increase income to the state budget.

Conclusions

Considering the main directions of modern grain processing technologies in cereal production, the following conclusions can be drawn:

- today enterprises need to focus on the newest raw material base, which was not considered promising 10-15 years ago and was used for fodder purposes or was not grown at all in Ukraine;
- when introducing new technologies, it is necessary to focus on the world leaders of manufacturers of technological equipment, this will allow to produce better than today's products and to introduce energy-saving technologies more effectively;
- to produce products with a focus on quality indicators and requirements of the European Union countries, which in turn will lead to the improvement of the nutrition of the domestic consumer and will allow the export of products produced in Ukraine abroad.

REFERENCES

1. Averchev, O. V., Avercheva, N. O., & Fesenko, H. O. (2020). Stan vyrobnytstva ta kon'iunktura rynku krup v Ukraini.
2. Shutenko, Ye.I. Tekhnolohiia krup'ianoho vyrobnytstva: navch. Posibnyk [Tekst] / Ye.I. Shutenko, S.M. Sots. – K.: Osvita Ukrainy, 2010. – 272 s.
3. Lisovyi, M. M., Vroniuk, Z. S., & Palchuk, M. F. (2010). Suchasnyi stan i perspektyvy vyroshchuvannia osnovnykh krup'ianykh kultur v Ukraini. Zroshuvane zemlerobstvo, (54), 103-114.
4. Pravya orhanizatsii i vedennia tekhnolohichnoho protsesu na krup'ianykh zavodakh. – K., 1998. – 164 s.
5. Shakalii, S. M. (2023). Doslidzhennia krup'ianoho vyrobnytstva v Ukraini. Prohramnyi komitet, 219.
6. Eliasson, A. C. (2006). Carbohydrates in food. CRC press.
7. Poliakova, K. M. (2013). Dosiahnennia ta perspektyvy selektsii sochevytsi. Visnyk KhNAU. Serii: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo, (9), 220-225.
8. Chelladurai, V., & Erkinbaev, C. (2020). Lentils. Pulses: Processing and product development, 129-143.
9. Reznichenko, V. P., & Iliash, O. M. (2015). SOChEVYTsIa, YaK DZhERELO VYSOKOIaKISNOHO BILKU. Materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Problemy konstruiuvannia, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniky.–Kirovohrad: KNTU, 2015.–86 s.,
10. Morhun, V. O., Sots, S. M., & Donets, A. O. (2011). Pidhotovka zerna hrechky do pererobky z vykorystanniam NVCh obrobky. Naukovi pratsi [Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii], (40 (1)), 11-15.
11. Buhler group [Elektronnij resurs]: <https://www.buhlergroup.com/global/en/locations/Ukraine-Kyiv.html>
12. Dhull, S. B., Uebersax, M. A., Kinabo, J., & Siddiq, M. (2023). Nutritional Profile, Bioactive Compounds, and Health Benefits of Lentils. Lentils: Production, Processing Technologies, Products, and Nutritional Profile, 309-338.
13. Bouhhal, O., Taghouti, M., Benbrahim, N., Benali, A., Visioni, A., & Benba, J. (2019). Wheat-lentil fortified flours: Health benefits, physicochemical, nutritional and technological properties. J. Mater. Environ. Sci, 10(11), 1098-1106.
14. Klysha, A. I., & Kulinich, O. O. (2008). Yakist nasinnia sochevytsi ta osnovni napriamky selektsii dlia yoho pokrashchennia. Seleksiia i nasynnytstvo, (96), 341-346.
15. Petkevych, Z. Z., & Melnichenko, H. V. (2016). Nut, sochevytsia–perspektyvni zernobobovi kultury dlia vyroshchuvannia na pivdni Ukrainy. Zroshuvane zemlerobstvo, (65), 104-107.
16. Ahmed, J., Siddiq, M., & Uebersax, M. A. (Eds.). (2023). Lentils: Production, Processing Technologies, Products, and Nutritional Profile. John Wiley & Sons.Sravanthi, B.



17. Jayas, D. S., Alagusundaram, K., Chelladurai, V., & White, N. D. G. (2013). Effect of storage conditions on red lentils. *Journal of stored products research*, 53, 48-53.
18. Faris, M. E. A. I. E., Takruri, H. R., & Issa, A. Y. (2013). Role of lentils (*Lensculinaris L.*) in human health and nutrition: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6(1), 3-16.
19. Hall, C., Hillen, C., & Garden Robinson, J. (2017). Composition, nutritional value, and health benefits of pulses. *Cereal Chemistry*, 94(1), 11-31.
20. Orekhivskiy, V. D., Sichkar, V. I., Ovsiannykova, L. K., Mamatov, M. O., & Solomonov, R. V. (2017). SOChEVYTsIa DZhERELo ROSLYNNOHO BILKA. *Grain Products & Mixed Fodders*, 17(4).
21. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [Elektronnij resurs]: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn>
22. SCHULE Mühlenbau [Elektronnij resurs]: <https://www.schulefood.com/en/>

УДК 658.821

С.М. Соц, канд. техн. наук, доцент, E-mail: sotserega@gmail.com
І.О. Кустов, канд. техн. наук, доцент, E-mail: i.kustov1988@gmail.com
О.І. Машенко, аспірант, E-mail: olga1409mashchenko@gmail.com

Одеський національний технологічний університет, вул. Канатна, 112, Одеса, 65039, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ КРУП'ЯНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

Анотація

З початку 21 століття спостерігається зростання частки невеликих підприємств круп'яної галузі, кількість яких збільшується і сьогодні. На більшості таких підприємств неможливе застосування існуючих протяжних повних зернопереробних технологій, відбувається скорочення кількості основних технологічних операцій, частіше не достатньо обґрунтоване що позначається на якості отриманої продукції яка не завжди відповідає усім основним нормам діючого на готову продукцію регламенту. Розглядаючи сучасні технологічні рішення які пропонуються передовими виробниками для виробництва плющених продуктів та продуктів швидкого приготування можна відмітити обладнання фірми Buhler яке дозволяє проводити моніторинг контролю за виробництвом та відповідно досягати більшої ефективності виробництва. На сьогоднішній день фірма Buhler для здійснення етапу пропарювання пропонує пропарювач періодичної дії MBDA який рекомендують поєднувати з плющильним станком VCFB. Дане технологічне обладнання в поєднанні дає високу якість і надійність самого обладнання, дозволяє впроваджувати на підприємствах енергоощадні технології та отримувати контрольоване виробництво якісної продукції. На сьогоднішній день окрім традиційного зерна на підприємствах галузі частково або невеликими партіями переробляють такі культури як сочевицю, нут, квасолю, пшеницю-спельту, полбу, голозерні сорти вівса та ячменю тощо. Сочевиця є перспективною бобовою культурою для круп'яної промисловості. У світі її широко вирощують як продовольчу так і кормову культуру. Серед зернобобових культур сочевиця за вмістом білка займає проміжне місце за вмістом білка 25-36 % при цьому частка вуглеводів складає 45-55 %, жиру - 3-4 %. В Реєстр сортів і рослин придатних для поширення на території України занесено 10 сортів харчової сочевиці. Перший сорт сочевиці харчової Лінза було зареєстровано у 2005 році. Після чого наступні сорти було зареєстровано лише в період 2017-2018 років: Антоніна (2017 р.), Даринка (2017 р.), ЄС Максимум (2017 р.), Блонді (2018 р.), Гаррі (2018 р.), СНІМ 18 (2018 р.), Хризоліт (2018 р.) що свідчить про розуміння потенціалу даної культури як для внутрішнього ринку так і для нарощування експортного потенціалу для нашої країни. Останніми в реєстр потрапили сорти Серпанок (2020 р.) і РЕД (2021 р.) що свідчить про продовження роботи селекціонерів з розширення сортової бази даної культури в Україні.

Ключові слова: традиційні культури, круп'яна продукція, круп'яна промисловість, пластівці, плющена крупа, технологічне обладнання, обладнання фірми Buhler, сочевиця, обладнання фірми Shule, нові культури.

Received 26.05.2023
Reviewed 07.06.2023

Revised 25.06.2023
Approved 29.06.2023



Cite as Vancouver Citation Style

Sots S., Kustov I., Mashchenko O. Perspectives and opportunities of groats production in Ukraine. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2023; 23 (2, 90): 26-30. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2731>

Cite as State Standard of Ukraine 8302:2015

Perspectives and opportunities of groats production in Ukraine. /Sots S. et al. // *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2023. Vol. 23, Issue 2 (90). P. 26-30. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2731>





2 лютого 2024 року у Києві відбудеться Grain Storage Forum ELEVATOR: Smart Сушіння – головний спеціалізований форум в Україні для елеваторників, операторів зерносушарок та фахівців галузі.

Подія пройде в рамках AGRO UKRAINE SUMMIT, який збере лідерів аграрної спільноти України, щоб знайти відповіді на ключові виклики для агропромислового виробництва країни.

Організатори: Асоціація елеваторів України, ProAgro Group.

Місце проведення: м. Київ, вул. Оболонська набережна 20, Гольф-центр.

Ключові питання форуму:

- економічна ефективність сушарок – досвід лідерів галузі;
- ефективне впровадження інноваційних рішень в технологічний процес;
- альтернатива газу, погляд з 2024 року, досвід експертів галузі;
- з якими партнерами працювати;
- яке обладнання сприяє максимальній економічній ефективності;
- робота лабораторії – якість та ефективність.

Захід включатиме:

- Діалогові панелі
- Презентаційні семінари від компаній-лідерів ринку
- Виступи провідних фахівців галузей з кейсами ефективного ведення агробізнесу, представників влади та експертного середовища
- Виставку технологічних рішень і обладнання від провідних виробників
- Зони ділового спілкування
- Живу музику, лаунж зону
- Кава-паузи, фуршети

Виставка "Зберігання і Сушіння" буде проходити в рамках Grain Storage Forum ELEVATOR: Smart Сушіння. Зберігання і Сушіння Expo це:

- виставка та презентації інноваційних рішень в галузях зберігання і сушіння агропродукції;
- повністю брендований і змонтований під ваші потреби стенд з усіма зручностями;
- зона бізнес-спілкування та креативних рішень, де ви можете приймати своїх клієнтів протягом всього дня саміту;
- місце для пошуку партнерів та укладання угод.

Виставка діє протягом всього дня форуму. Не пропустіть можливість поспілкуватися з провідними українськими й міжнародними постачальниками послуг і обладнання для індустрії.

Детальна інформація за контактами:

+38 096 899 4272

+38 067 243 3803

E-mail: proagro-inform@ukr.net



¹**O. Kananykhina, PhD, Associate Professor, E-mail: k_elni@ukr.net,**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6291-7760>, Researcher ID: D-3386-2016

²**T. Turpurova, PhD, Associate Professor, E-mail: turpurova.tatyana@gmail.com,**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3030-7591>, Researcher ID: C-3755-2017

¹*Departments of Food Chemistry, Expertise and Biotechnology*

²*Department of Grain and Feed Technology*

Odesa National University of Technology, 112, Kanatna Str., 65039, Odesa, Ukraine

CHARACTERISTICS AND APPLICATION OF BIOPOLYMERS FOR MICROENCAPSULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Abstract

In the feeding of highly productive agricultural animals and poultry, an important role belongs to the quality and safety of compound feed products, for the production of which premixes or preparations of biologically active substances are used. Increasingly, probiotic supplements based on live microorganisms are used in the feeding of farm animals and poultry, which, among other things, provide stable immunity to infectious diseases without using antibiotics in the diet. As a result, the general condition improves and the productivity of animals and the quality of livestock products increase. Today, one of the urgent issues is the stabilization of probiotic microorganisms. Thus, the microencapsulation technology allows you to cover the particles of the probiotic supplement with an individual shell to obtain a product with a directed effect and an adjustable time of release of the constituent substance. The article deals with protein metabolism during feeding of highly productive breeds of cattle. Methods of cell stabilization and advantages of stabilized forms of probiotics are presented. Technologies and types of shell materials widely used for microencapsulation of probiotics are analyzed. The use of a specific microencapsulation technology or material depends on the properties of the specific probiotic strain. Organic and inorganic substances, synthetic materials and natural biodegradable polymers are used to stabilize the cells of microorganisms. The most popular biopolymers used for microencapsulation are considered in detail - alginates, carrageenans, chitosan, starch, gum arabic, pectin, gelatin, whey protein. The structural composition, production methods, functional characteristics, volumes of global production of the considered biopolymers are given. The use of microencapsulation of probiotic microorganisms with natural biopolymers for the purpose of stabilizing probiotics in animal feed is an innovative approach.

Key words: biopolymers, microencapsulation, probiotics, high-performance animals, biologically active substances, protein.

Introduction

Animal husbandry is important for ensuring the country's food security.

Recently, highly productive cows of Holstein, Ukrainian black-spotted and red-spotted Holstein breeds with a productivity of over 6,000 liters of milk per lactation have been bred in Ukraine. The uniqueness of high-yielding cows lies, first of all, in the high level of transformation of feed energy into milk, thanks to the diverse microbiota of the gastrointestinal tract.

Complex and interdependent processes take place in the rumen of highly productive cows, the violation of which can even lead to the death of the animal.

Part of the crude protein that is broken down in the rumen provides rumen microorganisms with ammonium and non-protein nitrogen. This contributes to the assimilation of carbohydrates and the synthesis of microbial protein (Fig. 1). The rest of the protein that is not broken down in the rumen (bypass) moves to the intestine, where it is hydrolyzed to amino acids. Detoxification of ammonia occurs in the liver, where urea is synthesized, which is excreted in the urine. Urea can also be reabsorbed in the renal tubules, return to the scar with saliva or through the mucosa, and be reused for digestion [1].

Recently, the production of feed probiotic supplements has increased, the feeding of which to large

cattle leads to an improvement in the general condition of the animals, an increase in milk productivity and quality indicators of milk.

Probiotics are live microorganisms that, when administered naturally, have positive effects on the physiological, biochemical, and immune reactions of the animal's body through the optimization and stabilization of its microbiota [2].

An urgent issue is the stabilization of probiotic microorganisms, which is the fixation of cells of microorganisms in a certain phase with the possibility of inter-phase interaction. The physico-chemical features of this technology make it possible for polyenzyme systems to function for a long time, independent of exogenous factors.

Organic and inorganic substances, synthetic materials (polyethylene, nylon, polyurethanes) and natural biodegradable polymers (pectin, alginate, chitosan, carrageenan, etc.) can be used to stabilize the cells of microorganisms [3].

Cell stabilization methods are divided into three groups: binding on a solid carrier, inclusion in the spatial structure of the carrier, and stabilization using membrane technology [3].

Advantages of stabilized forms of probiotics:

- a high concentration of bacterial cells in the sorbent makes it possible to produce stable drugs;



- adsorption of metabolic products allows to increase the survival of bacterial cultures;
- stabilization gives cells resistance to freezing and freeze-drying;
- increases the survival rate of probiotic cultures in fermented milk products;
- makes bacterial cells more resistant to the influence of negative environmental factors, as well as the influence of gastric juice and bile acids during their survival in the gastrointestinal tract;
- increases the shelf life of probiotics [3].

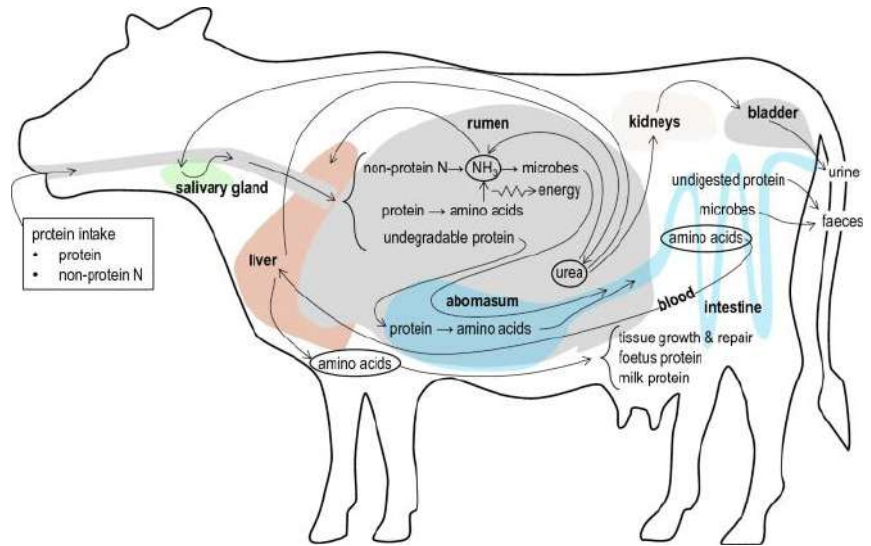


Fig. 1. Protein metabolism during cattle feeding

The purpose of the study

The purpose of the work is to analyze and generalize information about the sources, properties and prospects of using biopolymers for microencapsulation of biologically active substances.

Results and its discussion

Microencapsulation is a technological process of packaging solid particles of a substance in an individual shell, which allows you to obtain a product with a directed effect and an adjustable time of the start of the

release of the constituent substance, which is achieved by applying shells with different physicochemical properties.

Technologies and types of shell materials that are widely used for microencapsulation of probiotics are listed in table. 1. The use of a specific microencapsulation technology or material depends on the properties of a specific probiotic strain [4].

Table 1 – Microencapsulation technologies of probiotics [4]

Technology				
Spray drying	Spray cooling	Coating with air suspension	Extrusion	Simultaneous extrusion
Shell material				
Water-soluble polymers	Lipids, wax	Insoluble and water-soluble polymers, lipids, wax	Water-soluble polymers	Water-soluble polymers
Stages of microencapsulation				
introduction of cells of microorganisms into the solution	the introduction of cells of microorganisms into the melt	preparation of the coating melt (solution)	dissolution cells in the polymer solution	serving cells in the internal inlet nozzle (nozzle)
↓	↓	↓	↓	↓
spraying into an aerosol	spraying into an aerosol	fluidization of cells of microorganisms	submission of the solution into the bath-collector	feeding the polymer to the external inlet of the nozzle
↓	↓	↓	↓	↓
evaporation of the solvent	cooling $t < t_{melting}$	spraying small drops of material	cross-linking of the polymer with divalent ions	dripping cells and polymer in the bath collector
↓	↓	↓	↓	↓
department powder	coating hardening	drying	compression polymer by thermal activation	cross stitching polymer with divalent ions
		↓	↓	↓
		freezing	complex form a tion with polyelectrolytes	polymer thickening by thermal activation
		↓		
		crystallization of the coating with the base inside		



The most popular biopolymers used for microencapsulation are alginates, carrageenans, chitosan, starch, gum arabic, pectin, gelatin and whey protein.

Alginates are most often used for encapsulation of microorganisms. These are biopolymers that are extracted from the walls of brown algae (*Phaeophyceae*), *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria japonica*, *Macrocystis pyrifera* and *Laminaria digitata*, and some bacteria (*Azotobacter vinelandii*, *Pseudomonas* spp.) [3, 5].

Alginates are produced with a wide range of molecular weight, which depends on solubility, swelling time, and viscosity. The viscosity of alginate solutions decreases with increasing temperature, and depolymerization may occur at high temperatures. Gelation of alginate is explained by the association of blocks built from α -L-guluronic acid with the participation of a cation [6].

The film-forming properties of alginates are used to apply a protective coating to tablets and dragees. In recent years, alginates have been used for medicinal preparations in the form of capsules and microcapsules, for which previously gelatin was mainly used. The introduction of alginates into the gelatin mass allows creating a qualitatively new type of capsules with selective solubility in certain parts of the gastrointestinal tract.

Alginates are practically safe, are not absorbed into the blood, and are well tolerated by the body. Water-soluble alginates in solutions from 4 to 6% form practically non-toxic gels, in higher concentrations - gelatinous or pasty mixtures.

More than 25,000 tons of alginates are produced and consumed annually in the world. Sodium alginate is in the greatest demand, the main producers of which are the USA, France, China and Japan [7].

Characteristics of sodium alginate are given in Table 2.

Table 2 – Characteristics of sodium alginate [8]

Indicator	Norm
Appearance	fibrous or granular powder
Color	white or yellowish
Scent	almost odorless
Viscosity, mPa	800 - 900
pH	6,0 - 8,0
Mass loss during drying, %	not more 15
Water-insoluble substances, %	not more 2
Mass fraction of the main substance, %	90,8 - 106,0
Sulfate ash content, %	18 - 27
Formaldehyde, mg/kg	not more 50
Arsenic, mg/kg	not more 3
Lead, mg/kg	not more 5
Mercury, mg/kg	not more 1
Cadmium, mg/kg	not more 1
The total content of bacteria, CFU/g	≤ 5000
Fungi and yeast, CFU/g	≤ 500

Carrageenans are natural sulfated polysaccharides found in red seaweed *Chondrus Crispis*, *Eucheuma* Species, *Gigartina* Species, etc. By chemical nature, carrageenan is close to agaroids and is an unbranched sulfated heteroglycan, the molecules of which are built from the residues of D-galactopyranose derivatives with a strict alternation of α -(1,3)- and β -(1,4)-bonds between them [9].

Depending on the degree of polymerization and esterification, carrageenans are classified into three groups:

- κ -carrageenan (kappa-carrageenan) forms strong, hard gels;
- λ -carrageenan (lambda-carrageenan) does not have a gel-forming variety, it forms gels in a mixture with proteins, not water; used to promote viscosity in sweet dough, dairy products;
- ι -carrageenan (iota-carrageenan) is an elastic gel that is not capable of syneresis and has thixotropic properties.

Carrageenans with different amounts of sulfate groups, which combine with metal ions in different ways, are obtained from plant sources [10].

Due to their physical and chemical properties, carrageenans have a wide range of applications. About 70% of carrageenans produced in the world are used in the food industry: in the production of dairy (chocolate milk, sherbets, homemade cheese, cheese pastes, baby food), meat and fish products (canned food, sausage casings, jelly coatings), seasonings, non-alcoholic beverages, bakery products (bread dough, fruit cakes, sugar glazes) and confectionery products [11-12].

Carrageenans are used as gelling agents and emulsion stabilizers in milk and water-based systems, as well as to improve the properties of other gels due to the ability of carrageenans to form complexes with other hydrocolloids [13-14].

About 60 thousand tons of carrageenans are produced annually in the world, the main industrial production is concentrated in Indonesia, the Philippines, the USA, France, Canada and Chile.

Chitosan is a polysaccharide, dietary fiber of animal origin, which is obtained by alkaline treatment of chitin. By its nature, chitin is one of the three most common polysaccharides, after cellulose and starch, which have found wide use in the food industry. Researchers and entrepreneurs see the same potential for chitin [15].

Significant interest in the natural polymer chitosan is due, first of all, to its presence of a number of unique properties, such as biocompatibility, biodegradability, non-toxicity, high sorption capacity for metal ions [16].

Today, the volume of chitosan production in the world reaches 3500 tons per year. Unlike other polysaccharides, chitosan has a primary amino group in its composition, which makes it possible to create a wide range of derivatives on its basis under acceptable synthesis conditions, and also gives it the properties of a chelating polymer. The use of chitosan in the food industry is due to its biological activity, emulsifying, oil-retaining and fat-retaining ability, as well as the ability to improve the rheological characteristics of the food mass [17-19].



An important property of this polysaccharide is its ability to interact with proteins, form emulsions, gels, act as a stabilizer and antioxidant [20].

Starch is a polysaccharide consisting of a large number of monosaccharide glucose residues connected by glycosidic bonds. It has two types of molecules - amylose (usually 20-30%) and amylopectin (usually 70-80%). Both forms consist of polymers of α -D-glucose residues. Unlike amylopectin, amylose performs a useful function as a hydrocolloid. Chemical modifications of starches such as cross-linking, oxidation, acetylation and hydroxypropylation can provide certain beneficial changes in functionality. Resistant starch, i.e. starch that is not digested, is an ideal surface for the adhesion of probiotic microorganisms, their storage and passage through the gastrointestinal tract. Mixing starch with κ -carrageenan, alginate, xanthan, and low molecular weight sugars are often used in microencapsulation because they reduce the reactivity of starch. Starch derivatives, mainly hydrolyzed forms such as dextrans and maltodextrins, are also often used as carriers for spray and freeze drying [3].

Ukraine is one of the world's leading producers of corn starch. In recent years, there has been a tendency to increase the production of corn starch in the country. This is due to the growing demand for corn starch as a stable raw material for the food and non-food industries [21].

Gum arabic is a hydrocolloid from acacia exudate. Due to the high content of natural dietary fibers (up to 90% in terms of dry matter) and low energy value (2kcal/g), gum arabic is recommended for use in health and dietary products, performs a prebiotic and hypoglycemic function, contributes to the maintenance of human immunity by stimulating growth and development of its bifido- and lactobacilli, can be associated with other important components of nutraceuticals, in particular with polyphenols and mineral substances.

The functional and technological properties of gum arabic are due to the peculiarities of its structure. According to its chemical structure, gum arabic belongs to glycoproteins, the molecules of which contain fragments of polysaccharide and protein nature. The total protein content is about 2% (sometimes 1%), but in individual fractions the protein can be up to 25%. The polysaccharide fraction of gum arabic consists of residues of galactose (45-46%), arabinose (23-24%), rhamnose (13-14%) and glucuronic acid (14-16%) with the presence of small amounts of arabofuranose and methylglucuronic acid units. The protein component plays an important role in the functionality of gum arabic. The simultaneous presence of hydrophilic carbohydrates and hydrophobic protein gives the gum arabic molecule emulsifying and stabilizing properties [22-23].

The total production of gum arabic is estimated at 70 tons per year. Europe is the largest market for chewing gum, with France and Great Britain being the main importers. Outside of Europe, the largest market for gum arabic exists in the United States [24].

Pectin is a component of plant cell walls that protects against the invasion of microorganisms. Pectins consist of α -D-galacturonic acid, which is interrupted by rhamnose residues. A significant difference between pec-

tins is the content of methyl esters in them. Pectins with a high degree of esterification form gels due to hydrophobic interaction and the formation of hydrogen bonds between pectin molecules. Pectins with a low methoxyl content form gels in the presence of di- and polyvalent cations, which form crosslinks and neutralize the negative charge of the pectin molecule [3, 25].

The world production of pectin is concentrated in Europe (Germany, Switzerland, etc.), South America (Argentina, Brazil), South Africa, China, Iran, etc. The volume of production is about 30 thousand tons per year. CP Kelco (USA) is the world's largest producer of pectin. The largest pectin factory in the world, Kobenhagen Pektinfabrik (Denmark), plays a significant role in global production. The German company "Herbstreith & Fox KG" (Germany) occupies the second place in terms of production volume [26-27].

Natural pectins of fruits and berries are an important part of the human diet, the basis of many medicines and biologically active supplements. The use of pectin in drug technology is based on its functional characteristics and technological purpose. The use of pectin for the encapsulation of medicines ensures a gentle (gentle) mode of their absorption in the gastrointestinal tract. Due to the presence of carboxyl groups of galacturonic acid, pectins can bind heavy metal ions in the alimentary tract, followed by the removal of insoluble complexes from the body [27].

Gelatin is a high-molecular-weight polypeptide obtained from the partial hydrolysis of collagen, which forms the main component of connective tissues of animals, such as bones and skin [28-30].

Collagen hydrolytic processes can be divided into three groups: physical, chemical and enzymatic [31-34].

Functional properties of gelatin are related to chemical characteristics. Gel strength, viscosity and melting point of gelatin depend on its molecular mass distribution and amino acid composition. The amino acids proline and hydroxyproline play an important role in the renaturation of gelatin subunits during gelation. As a result, gelatin with a high amino acid content has a higher gel strength and melting point.

Table 3 shows a comparative analysis of the amino acid composition of gelatin of different origin.

Gelatin is an important hydrocolloid and is used as a stabilizer, thickener, emulsifier, foaming and wetting agent for food, pharmaceutical, medical and technical applications due to its surface-active properties, as well as for encapsulation of food additives and active substances [38-39].

Gelatin capsules protect active substances from moisture, high temperature or other extreme conditions, thus increasing their stability [40].

Whey protein is a protein obtained from whey and buttermilk [15, 41].

Whey protein is albumin, so it dissolves in water at a pH of 6.6. The hydration capacity of whey protein concentrates is 0.45–0.52 g of water/g of protein [41, 42].

The annual world production of whey proteins is about 600,000 tons [41].

**Table 3 – Amino acid composition of gelatin of different origins (number of residues/1000 total amino acid residues) [35-37]**

Amino acids	Pig skin	Cattle skin
Asx (asparagine residues and aspartic acid)	46	44
Threonine (Thr)	18	17
Serin (Ser)	36	29
Glx (glutamine residues and glutamic acid)	83	74
Glycine (Gly)	355	341
Alanine (Ala)	116	115
Valin (Val)	24	21
Methionine (Met)	5	5
Isoleucine (Ile)	12	11
Leucine (Leu)	25	25
Tyrosine (Tyr)	3	1
Phenylalanine (Phe)	14	12
Histidine (His)	5	5
Lysine (Lys)	29	26
Arginine (Arg)	53	48
Proline (Pro)	90	123
Hydroxylysine (Hyl)	-	7
Hydroxyproline (Hyp)	86	96
In total	1000	1000

Whey protein is extremely popular due to its ability to form films and is used as a protective material during spray drying, which is the final step in the preparation of water-soluble microcapsule systems [3].

Conclusions

Microencapsulation is a technological process of covering the outer surface of particles with film-forming

substances, which will make it possible to obtain a product with a directed effect and an adjustable duration of action.

The use of natural biopolymers in the microencapsulation technology for the stabilization of probiotic microorganisms is an innovative approach to increasing the efficiency of the use of probiotic additives in the feeding of farm animals.

REFERENCES

1. Rol` rozshcheplyuvanoho v rubtsi proteyinu v hodivli koriv // MilkUA.info: [Veb-sayt]. URL: <http://milkua.info/uk/post/rol-rozseplyuvanogo-v-rubci-proteyinu-v-godivli-koriv2> (data zvernennya: 07.09.2023).
2. Iegorov B., Kananykhina O., Turpurova T. Probiotic feed additives in fattening of agricultural animals. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2021; 21 (4, 84): 25-31. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v21i4.2250>
3. S.O. Suchasni aspekti tekhnolohiyi suchasni aspekti tekhnolohiyi immobilizovanikh probiotikiv immobilizovanikh probiotikiv. // *Biotekhnolohiya*. 2012; vip 4, T 5: 9-20.
4. Anal A. K., Singh H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery // *Trends Food Sci. Technol*, 2007; V 18: 240–251.
5. Yokoyama, F., Masada, I., Shimamura, K., Ikawa, T., & Monobe, K. (1986). Morphology and structure of highly elastic poly (vinyl alcohol) hydrogel prepared by repeated freezing-and-melting. *Colloid and Polymer Science*, 264(7): 595-601.
6. Kislota alhinova. Alhinati//Farmatsevtichna entsyklopediya: [Veb-sayt]. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3488/kislota-alginova-alginati> (data zvernennya: 14.08.2023).
7. Al`hinat natriyu // Perfect body: [Veb-sayt]. URL: <https://pfbody.in.ua/ua/p1316037681-alginat-natriya-401.html> (data zvernennya: 07.08.2023).
8. Ahmad, Z., Salman, S., Khan, S. A., Amin, A., Rahman, Z. U., Al-Ghamdi, Y. O., & Khan, S. B. (2022). Versatility of Hydrogels: From Synthetic Strategies, Classification, and Properties to Biomedical Applications. *Gels*, 8(3): 167.
9. Buldakov A. S. Pishchevye dobavki: spravochnik. DeLiPrint, 2001: 435.



10. Horal'chuk A. B., Troshchiiy T. V., Pivovarov P. P. Doslidzhennya protsesu kompleksoutvorenniya bilkiv i karahinaniv ta vpliv na n'oho kil'kisnoho ta yakisnoho ionnoho skladu // Prohresivni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovikh virobnitstv restorannoho hospodarstva i torhivli, 2012; 1(15): 10-18.
11. Osoblivosti vikoristannya karahinaniv yak kharchovikh dobavok / Kopanitsya O. M. ta in. // Visnik medichnikh i biolohichnikh doslidzhen. 2021; 2(8): 113-119. DOI 10.11603/bmbr.2706-6290.2021.2.12344
12. Buchko P. I., Marushchak M. I. Markeri lizosomal'noho ushkodzhennya za umovi kombinovanoyi diyi κ-karahinanu ta natriyu hlutamatu v eksperimenti // Medichna ta klinichna khimiya. 2021; vip 2 T 23: 48-54. DOI 10.11603/mcch.2410-681X.2021.i2.12053
13. Michon C. Structure evolution of carrageenan/ milk gels: effect of shearing, carrageenan concentration and nu fraction on rheological behavior / C. Michon // Food Hydrocolloids, 2005; Vol 19, No 3: 541-547.
14. Thaiudom S. Effect of k-carrageenan on milk protein polysaccharide mixtures / S. Thaiudom, H. D. Goff // Int. Dairy J., 2003; Vol 13, No 9: 763-771.
15. Chen, H., Wang, J., Cheng, Y., Wang, C., Liu, H., Bian, H. (2019). Application of protein-based films and coatings for food packaging: a review. *Polymers*. Vol. 11(12), 2039. DOI:10.3390/polym11122039
16. Mikrochastitsy khitozana dlya polucheniya formy al'fa-interferona prolonhirovanoho deystviya / Hubaydulina A. A. ta in. // Biotekhnolohiya, 2010; 5: 45-50.
17. Jull A. B. et al. Chitosan for overweight or obesity / Cochrane Database of Systematic Reviews, 2008; Issue 3: 6-32.
18. Sogias I.A., Williams A.C., Khutoryanskiy V.V. (2008), Why is chitosan mucoadhesive? *Biomacromolecules*, 9: 1837-1842.
19. Dyman T. Antimicrobial effect of essential oils in content of edible films (review). «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2022; 1: 124-134.
20. Casettari L., Illum L. Chitosan in nasal delivery systems for therapeutic drugs // *Journal of Controlled Release*, 2014; 190: 189-200.
21. Analiz rinku krokhmalu V ukrayini. 2023 rik // Pro-consulting: [Veb-sayt]. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-krahmala-v-ukraine-2023-god> (data zvernennya: 17.08.2023).
22. Picot A., Lacroix C. Encapsulation of bifidobacteria in whey proteinbased microcapsules and survival in simulated gastroin testinal conditions and in yoghurt // *Intern. Dairy J.*, 2004; V 14: 505-515.
23. Dror Y., Cohen Y., Yerushalmi)Rozen R. Structure of gum arabic in aqueous solution // *J. Polym. Sci. Part B - Polymer Phys*, 2006; V 44: 3265-3271.
24. Kennedy, J. F. Gum Arabic / J. F. Kennedy, G. O. Phillips, P. A. Williams. - Royal Society of Chemistry. Hardback, 2011, 372.
25. Wehr J. B., Menzies N. W., Blamey F. P. C. Alkali hydroxideinduced gelation of pectin // *Food Hydrocol*, 2004; V 18: 375-378.
26. Strizhak D. O. Rol' pektiniv yak biolohichno aktivnikh rechovin // *Materiali Mizhnarodnoyi naukovo-praktichnoyi konferentsiyi Biolohichni, medichni ta naukovo-pedahohichni aspekti zdorov'ya lyudini. / Za zahal'noyu redaktsiyeyu prof. Pilipenka S. V. Poltava: Astraya, 2020: 61-62.*
27. Saleba L. V. Pektin: struktura, vlastivosti, biolohichni funktsiyi // *VISNIK KhNTU*, 2018, 2, 143-149.
28. Kasankala L.M., Xue Y., Weilong Y., Hong S.D., He Q. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Catenopharyngodon idella*) fish skin by response surface methodology // *Bioresource Technology*, 2007; Vol 98, Is17: 3338-3343.
29. Morrison N.A., Sworn G., Clark R.C., Chen Y.L., Talashek T. Gelatin alternatives for the food industry // *Progress in Colloid and Polymer Science*, 1999; Vol 114: 127-131.
30. Hulmes D.J.S. Building Collagen Molecules, Fibrils, and Suprafibrillar Structures // *Journal of Structural Biology*, 2002; Vol 137, Is 1: 2-10.
31. de Wolf F.A. Chapter V Collagen and gelatin in Industrial Proteins in Perspective / ed. Aalbersberg W.Y. et al. Elsevier Science B.V., 2003; Vol 23: 133-218.
32. Foox M., Zilberman M. Drug delivery from gelatin-based systems // *Expert Opinion on Drug Delivery*, 2015; Vol 12, Is 9: 1547-1563.
33. Alshafiee M., Aljammal M.K., Markl D., Ward A., Walton K., Blunt L., Korde S., Pagire S.K., Kelly A.L., Paradkar A., Conway B.R., Asare-Addo K. Hot-melt extrusion process impact on polymer choice of glyburide solid dispersions: The effect of wettability and dissolution // *International Journal of Pharmaceutics*, 2019; Vol 559: 245-254.
34. Wang X., Ao Q., Tian X., Fan J., Tong H., Hou W., Bai S. Gelatin-based hydrogels for organ 3D bioprinting // *Polymers*, 2017; Vol 9, Is 9: 401.
35. Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, Tanaka M (2006) *Food Hydrocoll* 20:1216-1222. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.01.006>
36. Zhang F, Xu S, Wang Z (2011) *Food Bioprod Process* 89:185-193. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.05.003>
37. Haddar A, Sellimi S, Ghannouchi R, Alvarez OM, Nasri M, Bougatef A (2012) *Int J Biol Macromol* 51:477-483. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.06.016>
38. Lobo L. Coalescence during Emulsification: 3. Effect of Gelatin on Rupture and Coalescence // *Journal of Colloid and Interface Science*, 2002; Vol 254, Is 1: 165-174.



39. Nualkaeku I S., Cook M.T., Khutoryanskiy V. V, Charalampopoulos D. Influence of encapsulation and coating materials on the survival of *Lactobacillus plantarum* and *Bifidobacterium longum* in fruit juices // *Food Research International*, 2013; Vol 53, Is 1: 304-311.
40. Gibbs B.F., Kermasha S., Alli I., Mulligan C.N. Encapsulation in the food industry: a review // *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 1999; Vol 50, is 3: 213-224.
41. Kalinovska T. V., Obolkina V. I. Zastosuvannya kombinovanih bilkiv ta hidrokolloidiv pri stvorenni zbitvnikh tsukerkovikh mas. // *SkhidnoYevropeyskiy zhurnal peredovikh tekhnolohiy. Tekhnolohiyi ta obladdannya kharchovikh virobnitstv*, 2014; T 2, 2/12(68): 113-121.
42. Kinsella, J. E. Water sorption by proteins: milk and whey proteins / J. E. Kinsella, P. F. Fox // *CRS Crit. Rev. Food Sci Nutr*, 1986; 24: 91-139.

УДК 636.03:577.11:[579.233:579.8]

¹О.М. Кананихіна, канд. техн. наук, доцент, E-mail: k_elni@ukr.net

²Т.М. Турпурова, канд. техн. наук, доцент, E-mail: turpurova.tatyana@gmail.com

¹Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій

²Кафедра технології зерна і комбікормів

Одеський національний технологічний університет, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ ДЛЯ МІКРОКАПСУЛЮВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Анотація

В годівлі сільськогосподарських високопродуктивних тварин і птиці важлива роль належить якості та безпечності комбікормової продукції, для виробництва якої застосовують премікси або препарати біологічно активних речовин. Все частіше в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці використовують пробіотичні добавки на основі живих мікроорганізмів, які в тому числі, забезпечують стійкий імунітет до інфекційних хвороб, не використовуючи в раціоні антибіотиків. В результаті покращується загальний стан та підвищується продуктивність тварин та якість тваринницької продукції. Сьогодні одним з актуальних питань є стабілізація пробіотичних мікроорганізмів. Так, технологія мікрокапсулювання дозволяє покривати частинки пробіотичної добавки індивідуальною оболонкою для одержання продукту зі спрямованою дією та регульованим часом вивільнення складової речовини. В статті розглянуто метаболізм протеїну при годівлі високопродуктивних порід великої рогатої худоби. Наведено методи стабілізації клітин та переваги стабілізованих форм пробіотиків. Проаналізовано технології та види матеріалів оболонки, які широко використовуються для мікрокапсулювання пробіотиків. Використання конкретної технології мікрокапсулювання або матеріалу залежить від властивостей конкретного пробіотичного штаму. Для стабілізації клітин мікроорганізмів використовують речовини органічної та неорганічної природи, синтетичні матеріали та природні біодеградовані полімери. Детально розглянуто найбільш популярні біополімери, які використовують для мікрокапсулювання – альгірати, карагінани, хітозан, крохмаль, гуміарабік, пектин, желатин, сироватковий протеїн. Наведено структурний склад, способи отримання, функціональні характеристики, об'єми світового виробництва розглянутих біополімерів. Використання мікрокапсулювання пробіотичних мікроорганізмів природними біополімерами, з метою стабілізації пробіотиків в годівлі сільськогосподарських тварин, є інноваційним підходом.

Ключові слова: біополімери, мікрокапсулювання, пробіотики, високопродуктивні тварини, біологічно активні речовини, протеїн.

Received 02.06.2023

Reviewed 15.06.2023

Revised 23.06.2023

Approved 29.06.2023



Cite as Vancouver Citation Style

Kananykhina O., Turpurova T. Characteristics and application of biopolymers for microencapsulation of biologically active substances. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2023; 23 (2, 90): 32-38. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2742>

Cite as State Standard of Ukraine 8302:2015

Characteristics and application of biopolymers for microencapsulation of biologically active substances. / Kananykhina O. et al. // *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2023. Vol. 23, Issue 2 (90). P. 32-38. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2742>



DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i3.2738>

**Всеукраїнський аграрний саміт: вирощування, зберігання, переробка
AGRO UKRAINE SUMMIT – це форум про агротехнології, інновації та пошук ефективних рішень для збереження і розвитку агропромислового сектору України**

Учасники саміту це:

- компанії, що займаються вирощуванням і переробкою агропродукції;
- агрохолдинги і фермерські господарства;
- компанії, що займаються зберіганням і переробкою зерна;
- трейдери та логісти;
- постачальники технологій, техніки та інноваційних продуктів: засобів захисту рослин, насіння, добрив, агротехніки, енергоресурсів, ІТ-рішень, тощо;
- аграрні науковці, експерти, урядовці, спеціалісти ринку.

Саміт буде корисним для власників, топ-менеджерів та фахівців агробізнесу.

Організатори: ГС "Співтовариство виробників і споживачів бобових України", Асоціація елеваторів України, ProAgro Group.

Місце проведення: м. Київ, вул. Оболонська набережна 20, Гольф-центр.

Аналіз поточного стану, пошук шляхів збереження, відродження і стрімкого зростання АПК України

Завдання саміту: висвітлення головних викликів для агросектору та пошук шляхів їх подолання, напрацювання рішень для забезпечення стабільної роботи й підвищення ефективності сільського господарства у воєнний час.

Захід включатиме:

- Діалогові панелі;
- Презентаційні семінари від компаній-лідерів ринку;
- Виступи провідних фахівців галузей з кейсами ефективного ведення агробізнесу, представників влади та експертного середовища;
- Виставку технологічних рішень і обладнання від провідних виробників;
- Зони ділового спілкування.
- Живу музику, лаунж зону;
- Кава-паузи, фуршети.

Виставка AGRO UKRAINE Expo буде проходити в рамках AGRO UKRAINE SUMMIT 2024 – аграрного форуму в Україні в галузях рослинництва, зберігання, переробки, трейдингу і логістики сільгосппродукції. AGRO UKRAINE Expo це:

- виставка та презентації інноваційних рішень в галузях вирощування, зберігання, переробки, логістики і трейдингу зерна;
- повністю брендований і змонтований під ваші потреби стенд з усіма зручностями;
- зона бізнес-спілкування та креативних рішень, де ви можете приймати своїх клієнтів протягом всього дня саміту;
- місце для пошуку партнерів та укладання угод.

Виставка діє протягом всього дня саміту. Не пропустіть можливість поспілкуватися з провідними українськими й міжнародними постачальниками послуг і обладнання для індустрії.

PROAGRO GROUP: +38 096 899 4272+38 067 243 3803proagro-inform@ukr.net

Асоціація бобових України: +38 067 364 1636+38 050 347 1019welcome.pulse@gmail.com



UDC [636.085.55:639.3]:338.439.6(100)
DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2712>



N. Vorona, PhD. Sc., Associate Professor, E-mail: tarin@te.net.ua
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6903-9016>, Researcher ID: F-8020-2016, Scopus ID: 57188205800
B. Iegorov, Dr. of Technical Sciences, Professor, E-mail: bogdanegoroff58@gmail.com,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7526-0315>, Researcher ID: Q-1365-2015, Scopus Author ID: 56578802600
Department of Grain and Feed Technology
Odesa National University of Technology, 112, Kanatna Str., 65039, Odesa, Ukraine

FISH FARMING IS A PROMISING BRANCH OF ENSURING FOOD SECURITY OF THE EARTH'S POPULATION

Abstract

Based on marketing research, it has been proven that aquaculture is one of the fastest growing branches of food production in the world. The main method of increasing fish productivity in ponds is fish feeding, which is an objective reality with high intensification of fish farming. With the intensification of production processes, the role of feeding is constantly increasing, and the cost of feeding in the cost price of fish is about 40% and has an upward trend. In this connection, the problem of rational feed use becomes extremely important. It is justified that the use of high-quality feed and feed additives in the diet of fattening animals significantly increases the productivity and profitability of the operation of livestock, poultry, and fish farms. 160 factories are engaged in the compound feeds production in Ukraine, the production capacity of which is 7.5 million tons per year. The specified indicator should be realistically increased to 15 million tons of finished products per year. It is established that we will need to produce 60 percent more food by 2050 to feed the world's 9.3 billion people according to estimates compiled by the Food and Agriculture Organization (FAO). Therefore, animal protein production is expected to increase with this increase. According to IFIF estimates, the world production of compound feeds has reached more than 1 billion tons per year. Top 10 countries in world compound feed production in 2021–2022 are presented (according to Alltech Agri-Food Outlook 2023). The structure of compound feeds production by types of agricultural animals and poultry in the world in 2022 is summarized. It is proved that the production of fish compound feeds continues to grow in all the world regions. In the world (as well as in Ukraine), fishing and aquaculture play and will play a significant role in the coming centuries in ensuring the food security of the global population. It is necessary to make changes in policy, management, stimulate innovation and investment to the industry to ensure the food security of the planet through fisheries and aquaculture. It is established that the world volume of aquatic bioresources production is constantly growing and in 2022 reached the value of 176 million t/year. More than 150 million tons of aquatic biological resources were used for human consumption. In the conditions of the formation of market relations, against the background of significant costs for feed, feeding fish should be based on careful calculations, the logical conclusion of which should be economic expediency. On the basis of the marketing research of the situation on the market of feed supplements, a shortage of protein vitamin supplements and complete feeds for domestically produced fish was revealed. The restraining factors for the use of foreign supplements are their cost and interruptions in supply.

Key words: fish, complete feeds production, fish farming, industrial producers, world consumption and production, aquaculture.

Introduction

The compound feed industry of Ukraine is quite important in the agro-industrial complex of the country. It is the key to the development of animal husbandry, poultry farming, fishing and the food industry, in particular the production of meat and sausage products.

The compound feed production technology includes various types of operations that must be carried out in order to achieve the maximum realization of the potential feed value of feed components. This involves changing the ingredients of such components in order to bring their natural value to the maximum and get a return from their use [1].

Today, aquaculture is one of the fastest growing branches of food production in the world. The share of aquaculture in world fish production is growing annually. Over the past 50 years, the volume of fish farming in the world has increased by more than 50 million tons, while the growth of the volume of world fish catch stopped in the 80s of the last century.

Therefore, now the most important are the technologically complex methods of fish farming intensification. These include industrial forms of fish farming in cages, pools, closed containers, which provides a high concentration of fish per unit area, and accordingly, full

feeding [2].

The functioning of all the animal body systems is largely determined by the quantitative and qualitative characteristics of the consumed feed. All necessary elements of the fish diet for normal growth and development are obtained from the natural feed base and additional feed.

Feed should be available in terms of particle size, acceptable in taste, have the proper consistency, chemically complete structure, be easily digested and assimilated in order to ensure the energy and plastic needs of the body, high growth rates of fish under normal development.

Based on the above, the main method of increasing fish productivity in ponds is fish feeding, which is an objective reality with high intensification of fish farming. With the intensification of production processes, the role of feeding is constantly increasing, and the cost of feeding in the cost price of fish is about 40% and has an upward trend. In this connection, the problem of rational feed use becomes extremely important.

As for the form of compound feeds production, it is definitely granulated compound feeds [3]. The use of compound feeds, especially in granulated form or in the form of crumble feeds, allows to exclude the possibility



of selective consumption of individual feed products by animals, poultry and fish [4-5].

Sports fishing is an active type of recreation without harming the environment. In 1939, the International Game Fishing Association (IGFA) (International Sport Fishing Association) was founded in Denmark Beach, Florida (USA), which today is the highest authority in the world for the conditions and control of sport fishing. According to the requirements, various types of baits and mixed feeds are used in sports fishing to achieve the goal of catching fish and then releasing them. The composition of such products is strictly regulated and must not harm both the fish itself and the environment.

Most of the manufactured feed additives for sports fishing can be classified as protein vitamin supplements. They are not the main type of feed and are used only during competitions and regulate the amount of fish caught.

Protein vitamin supplements (PVS) are homogeneous mixtures of purified and ground to the required size and, if necessary, specially processed high-protein, mineral feed and biologically active substances, which are produced according to scientifically based recipes, intended for the compound feed production at feed plants with a simplified technological cycle when using local feed raw materials [6-7].

The use of high-quality feed and feed additives in the diet of fattening animals significantly increases the productivity and profitability of the operation of livestock, poultry, and fish farms.

160 factories are engaged in the compound feeds production in Ukraine, the production capacity of which is 7.5 million tons per year. The specified indicator should be realistically increased to 15 million tons of finished products per year [8].

Purpose and objectives of the analysis

The purpose of the study was to substantiate the feasibility of fish feed production, marketing research and analysis of the fish feed market.

Results and its discussion

We will need to produce 60 percent more food by 2050 to feed the world's 9.3 billion people according to estimates compiled by the Food and Agriculture Or-

ganization (FAO). Therefore, animal protein production is expected to increase with this increase. Such demand for animal proteins suggests that the extremely important role of the compound feed sector will also grow. The feed industry is the most important element in the sustainable development of livestock production, and compound feeds play an important role in the global food industry, as they provide safe and nutritious sources of animal protein. Every increase in animal protein production requires achieving a significant increase in feed production for sustainable livestock production.

According to market reports, increasing livestock population worldwide, increasing prevalence of animal diseases, and increasing population, especially in developing countries, will contribute to the growth of the compound feed market in the coming years. In addition to this, rising demand for quality dairy and meat products, rapid growth in industrialization, and focus on progress are other important factors that are expected to drive the growth of the compound feed market.

According to IFIF estimates, the world production of compound feeds has reached more than 1 billion tons per year. According to the Agri-Food Outlook 2023, the volume of compound feeds production worldwide in 2020 amounted to 1,207.9 million tons. This volume reached 1235.5 million tons with an increase of 2.3% in 2021 and 1266.35 million tons with a decrease of 0.42% in 2022 (Tab. 1). 142 countries and more than 28,000 compound feeds enterprises took part in the assessment.

The top 10 feed producing countries worldwide, representing 64% of total global feed production, produced 808.8 million tonnes of feed in 2022. Overall, feed production in these countries fell by 0.4% against a global decline of 0.42%.

China, the USA, Brazil, India, Mexico, Russia, Spain, Vietnam, Argentina and Germany are among the top 10 countries in world compound feed production in 2022 (Tab. 2). The largest increase in the world compound feed products production was shown by Vietnam, which in 2022 entered the list of TOP-10 feed-producing countries. In terms of production volumes, it overtook Argentina and Germany, and also displaced Turkey on the list, which in 2021 only entered the list of the top 10 fodder-producing countries [9].

Table 1 - Distribution of volumes of world compound feeds production by region in 2021 - 2022

Region	Sum of 2021 total feed production (MMT*)	Sum of 2022 total feed production (MMT)	Growth (MMT)	Growth (%)
Africa	44.506	42.788	-1.718	-3.86%
Asia-Pacific	467.922	465.540	-2.382	-0.51%
Europe	276.114	263.232	-12.882	-4.67%
Latin America	187.904	190.910	3.006	1.6%
Middle East	25.484	31.785	6.301	24.73%
North America	259.367	261.639	2.272	0.88%
Oceania	10.433	10.466	0.033	0.32%
Grand Total	1,271.731	1,266.350	(5.381)	-0.42%

*Million metric tons

**Latin America includes all Central American countries, including Mexico

***North America includes Canada and the U.S.



Table 2 - Top 10 countries in world compound feed production in 2021 - 2022 (according to Alltech Agri-Food Outlook 2023)

Country	Sum of 2021 total feed production (MMT*)	Sum of 2022 total feed production (MMT)	Growth (MMT)	Growth %
China	268.343	260.739	(7.604)	-2.83%
United States	237.977	240.403	2.426	1.02%
Brazil	81.239	81.948	0.709	0.87%
India	44.059	43.360	(0.700)	-1.59%
Mexico	39.684	40.138	0.454	1.14%
Russia	33.000	34.147	1.147	3.48%
Spain	35.838	31.234	(4.604)	-12.85%
Vietnam	20.920	26.720	5.800	27.72%
Argentina	26.719	25.736	(0.983)	-3.68%
Germany	24.506	24.396	(0.110)	-0.45%

The industrial production of complete feeds is a dynamic sector with slow but steady growth in the past years. This reflects the growing dependence of livestock and aquaculture farmers on effective compound feeds that meet high productivity and quality requirements.

According to the structure of compound feeds production by types of agricultural animals and poultry in the world in 2022 (Fig. 1), the first place belongs to compound feeds for broilers (28.74%), the second place - to compound feeds for pigs (25.22%), then to laying hens (12.78%), dairy cattle (10.57%), meat cattle (9.32%), fish (4.18%), domestic animals (2.79%), horses (0, 64 %) and others (5.76 %).

If we compare the volumes of the world compound feeds production in 2021 and 2022 (Tab. 3), then a general growth trend can be seen for all types, except for compound feeds for pigs, dairy and beef cattle. Feed for pets has grown the most in percentage terms.

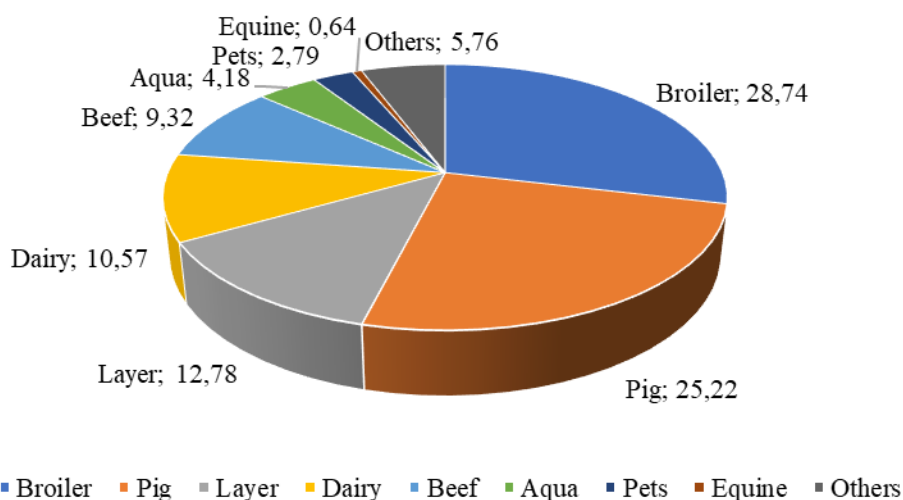


Fig. 1. The structure of compound feeds production by types of agricultural animals and poultry in the world in 2022

The production of fish compound feeds continues to grow in all the world regions. The total increase in 2022 is 2.72%. Global aquafeed production, which was 51.5 million tons in 2021, will reach 52.9 million tons in 2022 with this increase. The largest regional share in the aqua feed production belongs to the Asia-Pacific region with 38.3 million tons (Tabl. 4) [9].

Table 3 - The share of compound feeds by species in total production in 2021-2022

Sector	2021 feed tonnage (MMT*)	2022 feed tonnage (MMT)	Growth (MMT)	Growth %
Broiler	359.387	363.960	4.573	1.27%
Pig	329.185	319.383	(9.802)	-2.98%
Layer	161.356	161.849	0.493	0.31%
Dairy	135.616	133.823	(1.793)	-1.32%
Beef	118.441	118.042	(0.399)	-0.34%
Aqua	51.510	52.914	1.403	2.72%
Pets	32.884	35.270	2.430	7.25%
Equine	8.091	8.159	0.068	0.83%
Grand Totals*	1,271.731	1,266.350	(5.381)	-0.42%

**Table 4 - Distribution of world fish feeds production by region in 2021-2022**

Region	Sum of 2021 aqua feed tonnage (MMT*)	Sum of 2022 aqua feed tonnage (MMT)	Growth (MMT)	Growth %
Africa	1.484	1.449	(0.035)	-2.38%
Asia-Pacific	37.350	38.340	0.990	2.65%
Europe	4.605	4.687	0.082	1.78%
Latin America	5.652	5.922	0.271	4.79%
Middle East	0.500	0.566	0.066	13.14%
North America	1.730	1.750	0.020	1.16%
Oceania	0.190	0.200	0.010	5.26%
Grand Total	51.510	52.914	1.403	2.72%

Table 5 – The volume of world fisheries and aquaculture, (million tons/year)

Species	1990	2000	2010	2020	2022
Industrial fishing	89	90,9	91,1	90,3	86
Aquaculture	21,8	43,5	71,5	87,5	90,0
Total	110,8	134,4	162,6	177,9	176

Table 6 - TOP-10 countries of the volume of sea industrial fishing products production

Countries	1980	2000	2010	2020	2022
China	3,8	12,4	13,2	11,8	11,6
Indonesia	1,7	4,4	6,0	6,4	6,6
Peru	4,1	8,0	5,1	5,6	5,4
russia	1,5	3,2	4,3	4,8	4,6
USA	4,5	4,8	4,9	4,2	4,0
India	1,7	3,0	3,6	3,7	3,6
Vietnam	0,5	1,7	2,7	3,3	3,2
Japan	10,6	4,4	3,5	3,1	3,4
Norway	2,2	2,5	2,3	2,5	2,4
Chile	4,5	4,0	2,2	1,8	2,1
Total	35,1	48,4	47,8	47,2	46,9
The whole world	72,1	81,6	79,8	78,8	75,1

Fish farming is one of the rather promising and economically profitable areas of agribusiness development for small and medium-sized farms, and is also of considerable interest to investors. Fish farming is divided into fishing, which involves catching fish and aquatic animals, and fish farming, which has the task of preserving and improving fish stocks in natural and artificial reservoirs.

Fishing is divided into private and industrial. Sports fishing refers to private fishing and is one of the most favorite pastimes and a popular sport. The main principle of this type of sport is "catch-release", which implies careful treatment of fish [10, 11].

In the world (as well as in Ukraine), fishing and aquaculture play and will play a significant role in the coming centuries in ensuring the food security of the global population [11].

Aquaculture is the breeding, maintenance and cultivation of fish, other aquatic animals and plants, which are carried out under human control and serve to replenish industrial stocks or obtain marketable products. The use of existing global and domestic experience in the formation and development of this industry, the level of scientific development and the possibility of mastering new technologies are the starting point for the progress of aquaculture. Today, global aquaculture is one of the most dynamically developing areas of production [12].

It is necessary to make changes in policy, management, stimulate innovation and investment to the industry to ensure the food security of the planet through fisheries and aquaculture.

The world volume of aquatic bioresources production is constantly growing (Table 5) and in 2022 reached the value of 176 million t/year. Since 2000 the volume of sea industrial fishing products production has been decreasing at the same time (Table 6). This indicator varies between the leading countries, but China has been in first place for the past 20 years. In China fish consumption will increase to 38% of the total world consumption volume in 2030 according to

FAO forecasts, which is explained by the rapid growth of the country's population.

More than 150 million tons of aquatic biological resources were used for human consumption. The other 26 million tons were directed to the production of fish meal and fish oil (16 million tons). In the period from 1961 to 2022, the global consumption of food fishery products grew by an average of 3.0% per year, which is almost twice the rate of annual growth of the world population (1.6%) during the same period. Per capita consumption of fish products grew by approximately 1.4% per year - from 9 kg in 1961 to 22 kg in 2022 [11].

The volume of fish production has almost halved since 2014 according to the data of the State Statistics Service in Ukraine (Fig. 2). This is due to insufficient stocking of reservoirs; the inadequate state of stocks of the main commercial fish species in the Azov-Black Sea basin; insufficient number of fishing vessels, their



unsatisfactory technical condition, etc. The data are given without taking into account the temporarily occupied territory of the Autonomous Republic of Crimea, Sevastopol and part of the temporarily occupied territories in the Donetsk and Luhansk regions.

The average annual consumption of fish is approximately 13 kg/person in Ukraine. The consumption stock mainly consists of imports, which are adversely affected by the unstable political situation in the country since the beginning of 2014 and the full-scale war from 2022 until now. The dynamics of fish products consumption in Ukraine is positive and the population increasingly prefers fish and seafood at the same time. This is influenced by the spread of proper nutrition trends and a healthy lifestyle. However, Ukrainians have not yet reached the recommended consumption rate of the World Health Organization (20 kg).

The consumption of fish and fish products fluctuates significantly and depends on the availability of water bodies and consumer fish prices in the regions (Fig. 3).

It is necessary to support the development of domestic aquaculture of inland water bodies at the state level to ensure Ukraine's food security.

Today in Ukraine, the traditional objects of aquaculture remain carp species of fish: carp, white and variegated carp and their hybrids, and white carp. However, other species have been actively cultivated recently: rainbow trout, European catfish, pike, clary catfish, crucian carp, tench, and among sturgeons the most common are sterlet, Russian sturgeon, sevruga, beluga, bester, paddlefish, etc. [14-16].

The presence of internal water bodies allows the breeding of carp species throughout the territory of Ukraine. There is an infrastructure for growing carp, crucian carp or white carp in almost every region.

The same applies to the cultivation of crucian carp, pike, European catfish and native fish species. This is also explained by the presence of artificial water bodies that can be used for aquaculture throughout the territory of Ukraine (Fig. 4).

A significant number of people around the world participate in recreational fishing - an average of 6.7% of the population according to FAO. Recreational fishing is called amateur and sport fishing in Ukraine. There are about 10 million amateur fishermen in Ukraine according to various estimates [13].

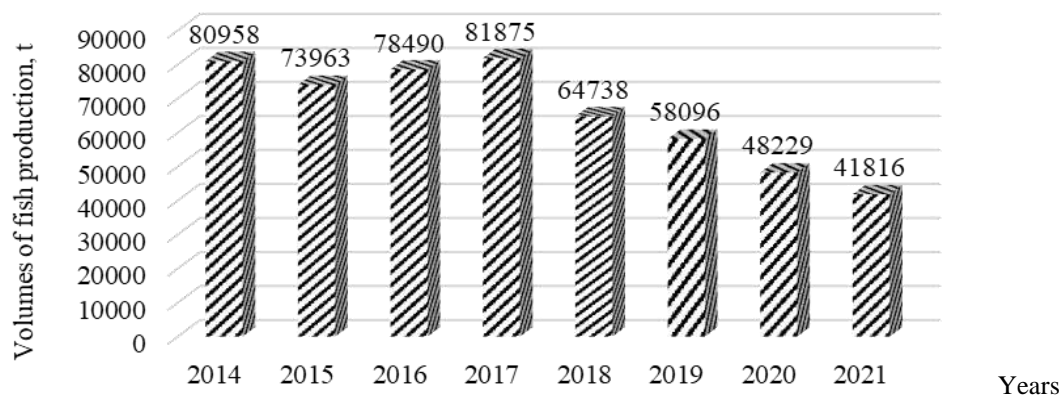


Fig. 2. Dynamics of changes in the fish production volume in Ukraine

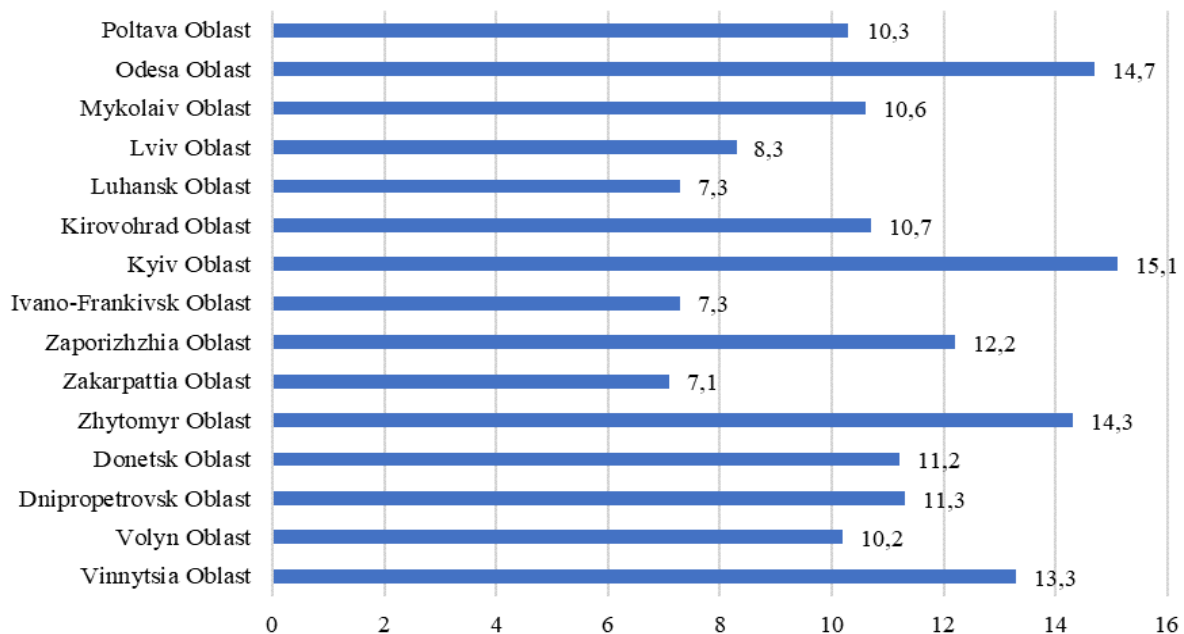


Fig. 3. Average annual level of fish and fish products consumption in the Ukraine regions (kg/person) (data of the State Statistics Service in Ukraine) [13]

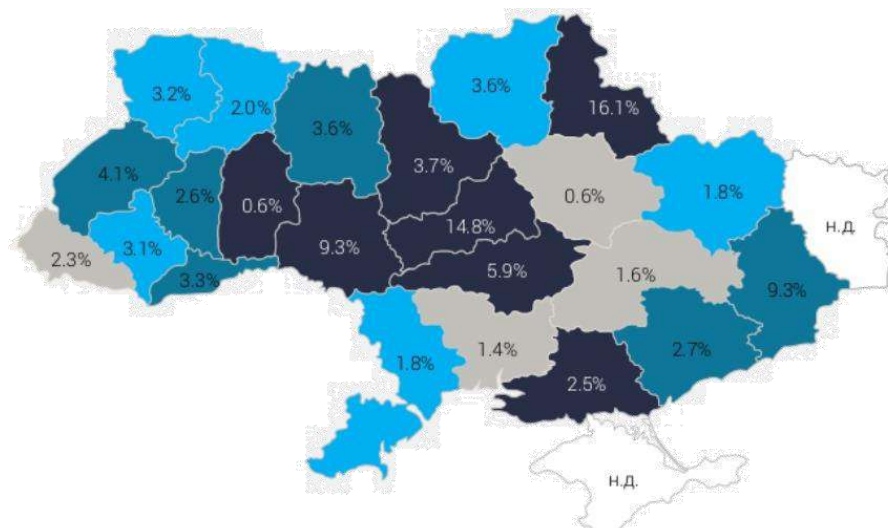


Fig. 4. Regional structure of the fishing industry of Ukraine, %

Breeding fish in conditions where it does not consume natural feed puts it in direct dependence on the balance and quality of compound feed fed to it by the keeper. Providing fish with complete nutrition makes it possible to realize the genetically laid potential with minimal feed consumption and preservation of young.

A significant share of the fish feed market in Ukraine is imported due to the lack of investment in feed production. In addition, a large amount of fodder is in the shadow segment, as producers of fish products, in order to save money, produce their own fodder for their own use [17].

Conclusions

In the conditions of the formation of market relations, against the background of significant costs for feed, feeding fish should be based on careful calculations, the logical conclusion of which should be economic expediency.

On the basis of the marketing research of the situation on the market of feed supplements, a shortage of protein vitamin supplements and complete feeds for domestically produced fish was revealed. The restraining factors for the use of foreign supplements are their cost and interruptions in supply.

REFERENCES

1. Kombikormova promislovist: tradiciyi ta innovaciyi. Vitchiznyanij ta svitovij dosvid [Elektronnij resurs]: naukovodopomizhnij bibliografichnij pokazhchik dvoma movami 1970-2020 rr. / uporyad. T. P. Fesun; Nauk.-tehn. b-ka; Nac. un-t harch. tehnologij. – Kiyiv, 2020. – 230 s.
2. Konspekt lekcij z disciplini "Godivlja rib" / V.M. Kondratyuk, M.Ya. Krivenok, I.I. Ilchuk // Vidavnichij centr: «Ukrayinskij fitosociologichnij centr» Kiyiv, 46 s.
3. Harkivskij ribohoronnij patrol. Godivlja rib: [Veb-sajt]. Odesa, 2023. URL: http://khr.darg.gov.ua/_godivlja_rib_0_0_0_1023_1.html (data zvernennya: 11.03.2023).
4. Kulakovska T.A. Oglyad rinku kombikormovoyi promislovosti Ukrayini / T.A. Kulakovska, E.V. Kolesnik // Ekonomika harchovoyi promislovosti. – 2015. – № 2(26). – S. 10-16.
5. Analiz ukrayinskogo rinku kombikormiv [Elektronij resurs] / Mihajlenko V. - Rezhim dostupu: http://www.apnua.com/demo/archive/2010-_an115_korm_demo.pdf.
6. Metodichni vkazivki do vikonnannya laboratornih robot z kursu «Tehnologiya kombikormovogo virobniictva», rozdil «Kombikormova sirovina» dlya studentiv specialnosti 2701/uklad.: O. M. Nikitin, V. O. Shaposhnik. – Odesa: OTIHP, 1992 – 88 s.
7. Yegorov B. V. Tehnologiya virobniictva kombikormiv. - Odesa: Drukarskij dim, 2011. – 448 s.
8. Suchasnij stan ta problemi funkcionuvannya pidpriyemstv kombikormovoyi promislovosti [Elektronij resurs] / Kudrenko N.V. - Rezhim dostupu: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/21403/1/18.pdf>.
9. International magazine for animal feed & additives industry. World Compound Feed Market [Veb-sajt]. URL: <https://www.feedandadditive.com/world-compound-feed-market/>.
10. Vikipediya. Ribalstvo. [Veb-sajt]. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE>.
11. Zagalnij oglyad svitovogo ribalstva ta akvakulturi (po materialah FAO 2022 r.) // Megalodon. Informacijno-analitichna platforma rozvitku ribnogo gospodarstva: [Veb-sajt]. Odesa, 2023. URL: https://fishindustry.com.ua/oglyad_Ark_KRB.TZIK.1.479-03.1.7_svitovogo-ribalstva-ta-akvakulturi-po-materialax-fao-2022-r/ (data zvernennya: 12.04.2023).
12. I.I. Porotikova. Diplomna robota na zdobuttya osvithnoho stupenya «Magistr». Udoskonalennya tehnologiyi vi-roshuvannya koropa u privatnomu akcionernomu tovaristvi «Petrikivskij ribgosp» Petrikivskij rajon Dnipropetrovska oblast». - Dnipro, 2021 – 62 s.
13. Zelena kniga / Bashnyak G. ta in. // Analiz ribnoyi galuzi Ukrayini. Odesa, 2023. URL: https://uifsa.ua/files/global/regulation.gov.ua_GB-fish-industry.pdf (data zvernennya: 18.05.2023).
14. Rozvitok akvakulturi v Ukrayini. [Elektronnij resurs]. Rezhim dostupu: https://www.slideshare.net/Easy_Business/ss-83657232/



15. Oglyad ribnogo rinku Ukraini za 2019 rik. [Elektronij resurs]. Rezhim dostupu: <http://uifsa.ua/uk/news/news-of-ukraine/overview-of-the-fish-market-of-ukraine-in-2019>.
16. Chemerus, V., Dushka, V., Maksym, V. (2016). State and perspectives of development the aquaculture in Ukraine. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj, 18, 2(69), 169–175.
17. Analiz rinku kombikormiv dlya rib v ukraini. 2021 rik [Elektronij resurs] / <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-kombikormov-dlya-ryb-v-ukraine-2021-god>.

УДК [636.085.55:639.3]:338.439.6(100)

Н.В. Ворона, канд. техн. наук, доцент, E-mail: tarnin@te.net.uaБ.В. Єгоров, д-р техн. наук, професор, E-mail: bogdanegoroff58@gmail.com

Кафедра технології зерна і комбікормів

Одеський національний технологічний університет, вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна

РИБНИЦТВО - ПЕРСПЕКТИВНА ГАЛУЗЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ ЗЕМЛІ

Анотація

На підставі маркетингових досліджень доведено, що аквакультура є однією з найбільш швидкозростаючих галузей виробництва продуктів харчування в світі. Основним методом підвищення рибопродуктивності в ставках є годівля риби, що є об'єктивною реальністю при високій інтенсифікації рибництва. З інтенсифікацією виробничих процесів роль годівлі постійно зростає, а собівартість годівлі в собівартості риби становить близько 40% і має тенденцію до зростання. У зв'язку з цим надзвичайно актуальною стає проблема раціонального використання кормів. Обґрунтовано, що використання високоякісних кормів і кормових добавок у раціоні тварин на відгодівлі значно підвищує продуктивність і рентабельність роботи тваринницьких, птахівничих і рибних ферм. Виробництвом комбікормів в Україні займаються 160 заводів, виробнича потужність яких становить 7,5 млн тонн на рік. Зазначений показник має бути реально збільшений до 15 млн тонн готової продукції на рік. Встановлено, що до 2050 року нам потрібно буде виробляти на 60 відсотків більше продовольства, щоб прогодувати 9,3 мільярда людей у світі, згідно з оцінками, зібраними Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (ФАО). Тому очікується, що виробництво тваринного білка збільшиться з цим збільшенням. За оцінками IFIF, світове виробництво комбікормів досягло понад 1 млрд тонн на рік. Представлено топ-10 країн зі світового виробництва комбікормів у 2021 – 2022 роках (за даними Alltech Agri-Food Outlook 2023). Узагальнено структуру виробництва комбікормів за видами сільськогосподарських тварин та птиці у світі у 2022 році. Доведено, що виробництво рибних комбікормів продовжує зростати у всіх регіонах світу. У світі (як і в Україні) рибальство та аквакультура відіграють і відіграватимуть у найближчі століття значну роль у забезпеченні продовольчої безпеки населення планети. Необхідно вносити зміни в політику, управління, стимулювати інновації та інвестиції в галузь забезпечення продовольчої безпеки планети за рахунок рибальства та аквакультури. Встановлено, що світовий обсяг виробництва водних біоресурсів постійно зростає і у 2022 році досяг значення 176 млн т/рік. Для споживання людиною було використано понад 150 млн тонн водних біоресурсів. В умовах становлення ринкових відносин, на тлі значних витрат на корми, годівля риби має ґрунтуватися на ретельних розрахунках, логічним завершенням яких повинна бути економічна доцільність. На основі маркетингового дослідження ситуації на ринку кормових добавок виявлено дефіцит білково-вітамінних добавок і повнораціонних комбікормів для риби вітчизняного виробництва. Стримуючими факторами використання зарубіжних добавок є їх вартість і перебої з постачанням.

Ключові слова: риба, виробництво повнораціонних комбікормів, рибне господарство, промислові виробники, світове споживання та виробництво, аквакультура.

Received 20.05.2023

Reviewed 31.05.2023

Revised 08.06.2023

Approved 29.06.2023



Cite as Vancouver Citation Style

Vorona N., Iegorov B. Fish farming is a promising branch of ensuring food security of the earth's population. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2023; 23 (2, 90): 40-46. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2712>

Cite as State Standard of Ukraine 8302:2015

Fish farming is a promising branch of ensuring food security of the earth's population. / Vorona N. et. al. // *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2023. Vol. 23, Issue 2 (90). P. 40-46. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v23i2.2712>



ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕРНА І ЗЕРНОВОГО БІЗНЕСУ

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Освітні програми:

- Технології та управління зерновим бізнесом;
- Технологія зберігання зерна та елеваторний бізнес;
- Технології та управління кормовим бізнесом;
- Технології та управління хлібопекарним і кондитерським бізнесом.

ПІДПРИЄМНИЦТВО, ТОРГІВЛЯ ТА БІРЖОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Освітня програма:

- Міжнародна торгівля зерном;

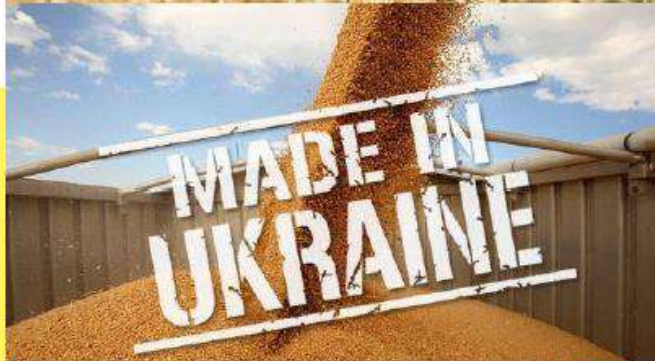
ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Освітня програма:

- ІТ конструювання та обслуговування обладнання (Зернопереробної галузі).

Працевлаштування:

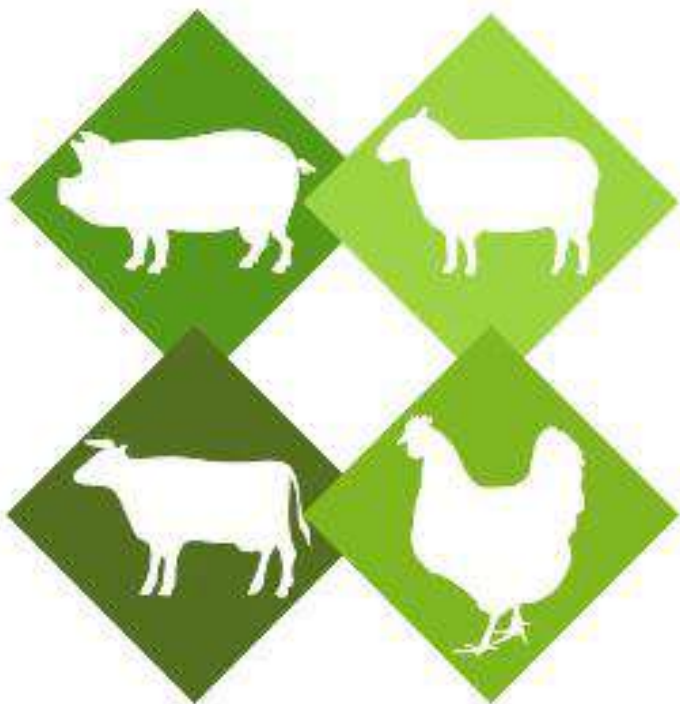
- Керівниками харчових та зернових підприємств (елеваторів, борошномельних, круп'яних, комбікормових заводів, кондитерських фабрик, хлібо заводів);
- Керівниками агропромислових підприємств;
- Керівниками машинобудівних заводів, комерційних структур технічного сервісу;
- Керівниками торговельних, зерноторгівельних компаній та їх підрозділів;
- Керівниками підприємств малого бізнесу;
- Керівниками біржових структур та їх підрозділів;
- Фахівцями-аналітиками з дослідження товарних ринків і бірж;
- Технологами, головними інженерами, завідуючими лабораторіями, менеджерами з якості;
- Брокерами на товарних біржах;
- Фахівцями з логістики;
- Експертами з зовнішньоекономічних питань;
- Експертами з оцінки та прогнозування діяльності зерноторгівельних підприємств та ін.



THIKV.ONTU.EDU.UA



(048) 712-41-86
+380979394651



UKRAINIAN LIVESTOCK SUMMIT 2023

ProAgro
GROUP



- Обладнання і технології
- Кормовиробництво
- Ветеринарія

13 жовтня 2023 р.

м. Київ, вул. Оболонська набережна 20, Гольф-центр

ProAgro
GROUP

+38(096) 899-42-72

+38(067) 243-38-03

proagro-inform@ukr.net
grain-forum-elevator.com
proagro.com.ua