



Зберігання та переробка продукції

УДК 637.5.03

© 2022

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Л.І. Войцехівська¹, С.Б. Вербицький², О.В. Франко³,
Л.П. Недорізанюк⁴, Т.В. Шелкова⁵

¹⁻³кандидати технічних наук

Інститут продовольчих ресурсів НААН

вул. Євгена Сверстюка, 4 а, м. Київ, 02002, Україна

e-mail: ^{1,3-5}meat@ipr.net.ua, ²tk140@hotmail.com

ORCID: ¹0000-0001-7595-1845, ²0000-0002-4211-3789, ³0000-0002-0060-4563,
⁴0000-0002-2190-5648, ⁵0000-0001-5168-5888

Надійшла 17.10.2022

Мета. Визначити фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники борошна конопляного, гарбузового, горохового, кмину чорного. **Методи.** Клітковину визначали згідно з ДСТУ ISO 6865:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування». Дослідження жирнокислотного, амінокислотного складу сировини рослинного походження проводили методом газової хроматографії на приладі «Купол». Значення рН визначали потенціометрично, набухання борошна — вистоюванням 1%-ї водної суспензії у мірному циліндрі впродовж доби за температури 18–20 °С. Набухання оцінювали як максимальну кількість води, яку борошно може поглинути та утримувати до настання динамічної рівноваги, зараховану до маси наважки. Рівень гідратації борошна визначали за кількістю зв'язаної води (співвідношення борошно: вода). Об'єктом досліджень були зразки: борошна конопляного, гарбузового, горохового, кмину чорного. **Результати.** Досліджено фізико-хімічні властивості борошна конопляного, гарбузового, горохового та кмину чорного. Установлено, що зразки борошна конопляного, гарбузового, горохового та кмину чорного містять білка у 2,2–4,8 рази більше, ніж зразки борошна пшеничного. Аналіз амінокислотного складу білків кожного виду борошна свідчить, що білкові фракції містять повний набір незамінних амінокислот, а їхня сума не перевищує еталонних значень. **Висновки.** Отримані результати досліджень свідчать про доцільність використання нетрадиційної сировини рослинного походження для збагачення функціональних м'ясних продуктів мікро- та макроелементами, харчовими волокнами.

Ключові слова: борошно гарбузове, горохове, кмину чорного, конопляне, хімічний склад.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202211-09>

Напружений темп життя сучасної людини став причиною порушення ритмічного надходження до організму поживних речовин, що призвело до якісної і кількісної зміни раціону харчування. Серед причин недостатнього споживання біологічно активних речовин сучасною людиною — монотонізація раціону, втрата його різноманітності, поширення фаст-фуду, продуктів швидкого приготування, що не могло не позначитися на здоров'ї нації, особливо молодого покоління [1].

Для підтримання здоров'я та працездатності людини, збільшення тривалості її життя варто дотримуватися принципів раціонального харчування, яке гарантує надходження до організму потрібної кількості есенціальних поживних речовин, зокрема макро- та мікронутрієнтів, необхідних для нормального обміну речовин, надійного забезпечення всіх життєвих функцій [2–4].

Найявний досвід переконливо свідчить, що найефективнішим, з економічного, соціального, гігієнічного та технологічного поглядів, способом кардинального розв'язання цієї проблеми є розроблення та впровадження у промислове виробництво різних видів функціональних харчових продуктів [5, 6].

Сучасні принципи створення високоякісних харчових продуктів засновані на виборі та обґрунтуванні певних видів сировини у таких співвідношеннях, які б забезпечували прогнозовану якість, споживчі та функціональні властивості, а також максимальну збалансованість харчових компонентів за хімічним складом.

Функціональні продукти мають становити частину щоденного раціону харчування людини; компоненти продукту — бути натуральними (природного походження) і, крім того, під час споживання, разом із харчовою повноцінністю самого продукту, функціональний продукт має сприяти регулюванню якоїсь-небудь функції організму.

Концепція функціональних харчових продуктів певною мірою втілена в технологіях створення м'ясорослинних продуктів. Великі

обсяги і порівняно низькі витрати на їхнє виробництво дають змогу заповнювати дефіцит білка в харчуванні людей. Завдяки короткому циклу виробництва, згідно з ресурсними, екологічними та економічними оцінками, рослини є одним із перспективних джерел білка [7].

Упродовж останнього десятиліття значно збільшився обсяг інформації щодо використання у виробництві м'ясорослинних продуктів: бобових (соевих бобів, гороху, сочевиці, нуту, люпину), зернових (кукурудзи, пшениці, ячменю, вівса, пшона), масляних культур (насіння соняшнику, рапсу, арахісу). Є відомості про використання в технології м'ясопродуктів різних видів овочів, фруктів, грибів, плодів. Додавання до складу м'ясних продуктів нетрадиційних рослинних культур (борошна кукурудзяного, гарбузового, горохового, конопляного, з насіння льону, чіа, кіноа, чорного кмину) дає змогу створювати активні в біологічному відношенні амінокислотні комплекси, що забезпечують фізіологічну повноцінність і високу засвоюваність продукту [8, 9].

Дослідженню вмісту біологічно активних речовин і технологічних властивостей борошна сої, рису та різних видів крохмалю у виробництві безглютенових харчових продуктів присвячено публікації багатьох учених [10–12].

Гарбузове борошно має унікальний склад завдяки високому вмісту мікроелементів. Білок гарбузового борошна, в якому повністю відсутній глютен, дуже добре підходить для вегетаріанців, тому що може повноцінно замінити тваринний білок. Гарбузове борошно є прийнятним для приготування різних дієтичних продуктів, яким надає ніжного вершкового смаку.

Гарбузове борошно має багатий вітамінно-мінеральний склад, є джерелом омега-3 і омега-6 жирних кислот, зокрема альфа-ліноленової кислоти. Завдяки винятковому збалансованому складу гарбузове борошно застосовують для лікування та профілактики різних захворювань [13].

Розроблення нових продуктів харчування з використанням рослинного білка із зернобобової сировини є актуальною тенденцією. Головна перевага білкових добавок з насіння гороху — невелика ціна та прийнятна харчова цінність продуктів, отримуваних з їхнім додаванням [4]. Горох (*Pisum*) — один з представників сімейства бобових. Головна корисна властивість гороху — це високий вміст білка, до якого входять цінні незамінні амінокислоти (лізин, триптофан, цистеїн, метіонін). Крім білкової складової, в гороху також є крохмаль, натуральні цукри, жири (насичені жирні кислоти), клітковина. У складі гороху міститься надзвичайно широкий і різноманітний набір мінеральних солей: калій, кальцій, магній, стронцій, олово, сірка, хлор, фосфор, йод, цинк, залізо, кремній та ін. [14, 15].

Борошно з коноплі (*Cannabis*) має широкий спектр корисних властивостей. Воно, на відміну від листя і суцвіття коноплі, не містить психотропної речовини каннібіола, яка виявляє наркотичний вплив, і може бути рекомендоване для щоденного вживання дорослим, а також включене до раціону дитячого харчування. Конопляне борошно за своїм амінокислотним складом близьке до курячого яйця і соєвого протеїну. Крім того, в ньому міститься 20 амінокислот, а 9 із них є незамінними (гістидин, фенілаланін, метіонін, ізолейцин, лейцин, лізин, треонін, триптофан, валін). Воно є джерелом водорозчинної та нерозчинної клітковини. Конопляне борошно вирізняється різноманітним складом, оскільки у насінні коноплі є каротиноїди, вітаміни E, C, D і K, вітаміни групи B (B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, B₆, B₇ (біотин), B₈, B₉ і B₁₂) [16].

Конопляне борошно містить потрібні організму макро- і мікроелементи, зокрема, магній, калій, фосфор, кальцій, залізо, марганець і цинк.

Чорний кмин (*Nigella sativa* L.), або чорнушка посівна, є перспективним сировинним компонентом у дієтичних модифікаціях, його використовують у щоденному раціоні або додають як функціональний інгредієнт у продукти [17, 18]. Насіння чорного кмину містить білок, вуглеводи, клітковину, алкалоїди, сапоніни, флавоноїди, аскорбінову кислоту. Насіння багате на мінеральні

компоненти: мідь, фосфор, цинк і залізо. Відомі технології приготування паштетів м'ясних з використанням (3%) макухи насіння чорного кмину [19].

Виробництво функціональних харчових продуктів на основі м'ясної сировини розвивається у напрямі розширеного видового різноманіття продукції, комбінування та оптимізації її складу для досягнення харчової та біологічної цінності. Зусилля фахівців щодо м'ясних продуктів в основному спрямовані на їхню модифікацію завдяки зміні вмісту ліпідів і жирних кислот додаванням функціональних інгредієнтів: рослинних білків, поліненасичених жирних кислот, вітамінів та ін. Використання рослинної сировини для надання м'ясним продуктам різноманітних функціональних властивостей широко практикується у світі. Водночас бажаний фізіологічний ефект від вживання функціональних м'ясних продуктів потребує точного, науково обґрунтованого підходу до підбору рослинної сировини [20].

Мета досліджень — визначити фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники нетрадиційної сировини рослинного походження: борошна конопляного, гарбузового, горохового, кмину чорного.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження фізико-хімічних показників проводили згідно з відомими методиками. Клітковину визначали згідно з ДСТУ ISO 6865:2004 «Корми для тварин. Визначення вмісту сировини клітковини методом проміжного фільтрування». Дослідження жирнокислотного, амінокислотного складу сировини рослинного походження проводили методом газової хроматографії на приладі «Купол». Величину рН визначали потенціометрично, рівень набування борошна — вистоюванням 1%-ї водної суспензії у мірному циліндрі впродовж доби за температури 18–20 °C. Рівень набування оцінювали за максимальною кількістю води, яку борошно може поглинути та утримувати до настання динамічної рівноваги, зараховану до маси наважки. Рівень гідратації борошна визначали за кількістю зв'язаної води (співвідношення борошно : вода).

Результати досліджень. Під час вивчення можливості використання визначеної за

літературними джерелам рослинної сировини для виготовлення м'ясних продуктів досліджено фізико-хімічні, функціонально-технологічні властивості, харчову цінність борошна конопляного, гарбузового, горохового, кмину чорного. Визначено хімічний склад різних видів борошна (табл. 1).

Аналіз наведених у табл. 1 результатів досліджень свідчить про те, що зразки борошна конопляного, гарбузового, горохового та кмину чорного містять білка у 2,2–4,8 рази більше, ніж зразки борошна пшеничного.

Аналіз співвідношення основних нутрієнтів борошна гарбузового, конопляного і горохового свідчить, що за їх умістом вони значно відрізняються від пшеничного. Так, співвідношення білків, жирів і засвоюваних вуглеводів для пшеничного борошна становить 1,0:0,1:7,1; гарбузового — 1,00:0,22:0,55; конопляного — 1,00:0,45:1,90; для горохового — 1,00:0,16:2,70 відповідно. Отже, при заміні пшеничного борошна на гарбузове, конопляне або горохове істотно змінюватиметься і вміст цих нутрієнтів у готових м'ясних виробках.

Клітковина (або целюлоза) складається із залишків D-глюкопіраноз, з'єднаних β-глюкозидним зв'язком, утворює структурну основу оболонки рослинних клітин, міститься в оболонках зерна і стінках клітин алейронового шару. Виходячи з того, що клітковина міститься у периферійних частинах зерна чи бобів, її досить багато у висівках рослин [21].

Клітковина не засвоюється організмом людини, оскільки у її травному тракті не виробляються ферменти для її розщеплення. Додавати клітковину можна для створення

структури продуктів [22]. Найбільше клітковини міститься у конопляному борошні — майже у 2,2 рази більше, ніж у гарбузовому, і майже в 107 разів більше, ніж у пшеничному борошні.

Уміст золи у зразках борошна (4,3–7,7%) свідчить про його багатий мінеральний склад.

Визначено амінокислотний, жирнокислотний склад і функціонально-технологічні властивості рослинної сировини (табл. 2–4).

Аналіз амінокислотного складу білків борошна свідчить, що білкові фракції містять повний набір незамінних амінокислот, і їхня сума перевищує еталонне значення. Лімітуючими амінокислотами борошна гарбузового є валін, ізолейцин, метіонін, цистин; борошна горохового — метіонін і цистин. Триптофан є лімітуючою амінокислотою для всіх видів борошна, що є характерним для рослинної сировини. Майже всі види досліджуваного борошна практично щодо всіх незамінних амінокислот перевищували рівень, рекомендований ФАО/ВООЗ, що дає змогу зробити висновок про підвищення біологічної цінності м'ясних функціональних продуктів за їхнього використання.

Дані табл. 3, свідчать, що борошно гарбузове має високий вміст поліненасичених жирних кислот, це зумовлює доцільність додавання його до м'ясних виробів для надання їм профілактичних властивостей. Оскільки конопляне борошно містить в оптимальному співвідношенні (1:3) поліненасичені жирні кислоти омега-3 і омега-6, які мають виражений протизапальний, антистресовий вплив, поліпшують функціональний стан нервової, серцево-судинної, травної, ендокринної та репродуктивної

1. Хімічний склад зразків борошна, %

Борошно	Волога	Білок	Жир	Вуглеводи	Клітковина	Зола
Пшеничне в/с*	14,0	10,3	1,1	74,1	0,2	0,5
Конопляне	6,1	26,2	11,9	49,5	21,5	6,3
Гарбузове	6,0	49,1	10,7	27,1	10,0	7,7
Горохове	9,1	22,3	3,5	60,8	1,3	4,3
Кмину чорного	8,8	28,4	19,4	38,1	4,7	5,3
*Довідкові дані.						

2. Амінокислотний склад борошна, г/100 г білка

Амінокислота	Борошно				Еталон FAO/WHO3
	конопляне	гарбузове	горохове	кмину чорного	
<i>Незамінні амінокислоти</i>					
Валін	5,3	4,9	5,5	4,8	5,0
Ізолейцин	4,8	3,7	5,8	4,9	4,0
Лейцин	7,6	7,9	8,4	7,3	7,0
Лізин	5,9	6,1	6,9	5,1	5,5
Метіонін + цистин	5,8	2,7	2,2	2,5	3,5
Фенілаланін + тирозин	10,3	6,7	8,6	6,8	6,0
Треонін	4,8	7,5	4,9	4,1	4,0
Триптофан	0,9	0,8	0,9	0,9	1,0
Разом	45,4	40,3	43,2	36,4	36,0

3. Жирнокислотний склад борошна, г/100 г

Жирна кислота	Борошно			
	конопляне	гарбузове	горохове	кмину чорного
Насичені:				
пальмітинова (C _{16:0})	0,79	11,31	0,2	0,4
стеаринова (C _{18:0})	0,06	6,06	0,04	0,11
ейкозанова (C _{20:0})	0,02	0,44	0,01	0,01
Мононенасичені:				
олеїнова (C _{18:1}) ω ₉	0,89	41,46	0,36	7,04
Поліненасичені:				
лінолева (C _{18:2}) ω ₆	4,04	40,49	0,91	3,12
ліноленова (C _{18:3}) ω ₃	1,34	0,24	0,12	0,15
ω ₆ : ω ₃	3:1	169:1	7,5:1,0	20:1

4. Функціонально-технологічні властивості зразків борошна

Борошно	pH 1%-го розчину	Набухання, см ³ /г	Рівень гідратації	ВУЗ, %	ЖУЗ, %
Конопляне	6,02	3,2	1:2	210,0	152,5
Гарбузове	6,21	5,0	1:3	232,5	205,0
Горохове	6,38	2,0	1:6	117,5	192,5
Кмину чорного	5,65	7,6	1:4	317,5	190,0

систем, воно сприяє зміцненню імунітету, підвищує ліпідний обмін, сприяє очищенню організму.

За результатами досліджень встановлено, що pH конопляного, гарбузового і горохового борошна становить 6,02, 6,21, 6,38 відповідно, тобто в межах pH борошна пшеничного (pH=6,4), pH борошна кмину

чорного становить 5,65 од., що на 0,75 од. менше, ніж для борошна пшеничного. Отже, додавання цих рослинних інгредієнтів не має змінити показник pH м'ясних продуктів. Рівень набухання кращий у борошна кмину чорного, гарбузового та конопляного, що свідчить про високу вологозв'язувальну властивість цих інгредієнтів. Водод-

жироутримувальна здатність (ВУЗ, ЖУЗ) висока в усіх зразків досліджуваних видів борошна, що, ймовірно, пов'язано з високим вмістом білка у цих рослинних продуктах.

Використання кожного виду борошна чи їх суміші дасть змогу скоригувати амінокислотний та жирнокислотний склад, функціональних м'ясних продуктів.

Висновки

Рослинній сировині належить вирішальна роль у збагаченні функціональних м'ясних продуктів мікро- та макроелементами, харчовими волокнами, тому що склад м'ясної сировини не може повністю забезпечити організм людини цими нутрієнтами у рекомендованому співвідношенні.

Дослідження фізико-хімічних показників борошна конопляного, гарбузового, горохового, кмину чорного свідчать про доцільність використання цього виду сировини для збагачення функціональних м'ясних продуктів білком, мікро- та макроелементами, вітамінами, харчовими волокнами та ін.

Voitsekhiivska L.¹, Verbytskyi S.², Franko O.³, Nedorizaniuk L.⁴, Shelkova T.⁵

Institute of Food Resources of NAAS, 4a Evhen Sverstiuk Str., Kyiv, 02002, Ukraine; e-mail: ^{1,3-5}meat@jpr.net.ua, ²tk140@hotmail.com; ORCID: ¹0000-0001-7595-1845, ²0000-0002-4211-3789, ³0000-0002-0060-4563, ⁴0000-0002-2190-5648, ⁵0000-0001-5168-5888

Research of non-traditional raw materials of vegetable origin for functional meat products

Goal. To determine the physicochemical and functional technological indicators of hemp, pumpkin, pea, and black omum plant flour. **Methods.** The fiber was determined according to DSTU ISO 6865:2004 "Feed for animals. Determination of the content of crude fiber by the method of intermediate filtration". The study of the fatty acid and amino acid composition of raw materials of plant origin was carried out by the method of gas chromatography on the "Kupol" device. The pH value was determined potentiometrically, and the swelling of flour was determined by standing a 1% aqueous suspension in a measuring cylinder during the day at a temperature of 18–20°C. The swelling was estimated as the

maximum amount of water that the flour can absorb and hold until the dynamic equilibrium is reached, counted in the weight of the sample. The level of flour hydration was determined by the amount of bound water (flour : water ratio). The objects of research were samples: hemp flour, pumpkin flour, pea flour, and black omum plant flour. Results. The physicochemical properties of hemp, pumpkin, pea, and black omum plant flour were studied. It was established that hemp, pumpkin, pea, and black omum plant flour samples contained 2.2–4.8 times more protein than wheat flour samples. The analysis of the amino acid composition of the proteins of each type of flour showed that the protein fractions contained a complete set of essential amino acids, and their sum did not exceed the reference values. **Conclusions.** The obtained results of the research indicate the expediency of using non-traditional raw materials of plant origin for the enrichment of functional meat products with micro and macro elements, and dietary fibers.

Key words: *pumpkin flour, pea flour, black omum plant flour, hemp flour, chemical composition.*
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202211-09>

Бібліографія

1. Баштова Н.К. Конструювання м'ясних виробів із застосуванням рослинних інгредієнтів. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Сер. Тваринництво. 2015. Вип. 6 (28). С. 87–90.
2. Чуйко А.М., Буточкіна Є.К. Проблема здорового харчування в туристичній галузі. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. 2018. № 7. С. 150–155.
3. Москаленко В.Ф., Грузєва Т.С., Галієнко Л.І. Особливості харчування населення України та їх

вплив на здоров'я. *Соціальна медицина*. 2015. № 3. С. 64–73.

4. Рудава С.І. Економічні проблеми раціонального харчування та його роль у покращенні здоров'я населення України. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2013. № 2. С. 475–481.

5. Шемета О.О., Дожук К.М. Функціональне харчування — новий підхід до здорового способу життя. *Ліки України*. 2015. № 1 (186). С. 24–27.

6. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концеп-

ція функціональних харчових продуктів. Стан і перспективи харчової науки та промисловості: матеріали IV Міжнар. наук.-техн. конф., 11–12 жовтня 2017 р. Тернопіль: ТНТУ, 2017. С. 114–115.

7. Штонда О.А., Жолудь А.Г. Застосування комплексної добавки на основі горохового борошна у технології варених ковбас. *Научные труды SWORLD*. 2015. Вип. 2(39). Т. 3. С. 37–41.

8. Манжос О.Ф., Олійник Л.Б. Оцінка технологічних властивостей різних видів борошна в м'ясних системах. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2018. № 1(85). С. 72–77.

9. Борсолук Л.М., Вербицький С.Б., Войцехівська Л.І. Дослідження жирнокислотного складу м'ясних паштетів та їх стійкості до окиснення. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 8. С. 67–72. doi: 10.31073/agrovistyuk201908-11

10. Sancher H.D., Oletta C.A., Torre A.M. Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. *Food Sci*. 2002. V. 67. № 1. P. 416–419.

11. Kelly A.L., Moore M.M., Arendt E.K. New product development: the case of gluten-free food products. *Gluten-free cereal products and beverages*; ed. E.K. Arendt, F. Dal Bello. London: Academic Press, 2008. P. 413–431.

12. Sun P.L., Jiang L.Z., Sun Y.C. The experimental study about the influence of extrusion system parameters on textured degree of high moisture content fibriform imitated meat. *Advanced Materials Research*. 2011. V. 188. P. 250–253.

13. Sharma P., Kaur G., Kehinde B.A. et al. Pharmacological and biomedical uses of extracts of pumpkin and its relatives and applications in the food industry: a review. *International J. of Vegetable Science*. 2020. V. 26. P. 79–95.

14. Broucke K., Van Poucke C., Duquennea B. et al. Ability of (extruded) pea protein products to partially replace pork meat in emulsified cooked sausages. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2022. V. 78. P. 102992. doi: 10.1016/j.ifset.2022.102992

15. Trisha L. Pownall, Chibuikwe C. Udenigwe, Rotimi E. Aluko. Amino Acid Composition and Antioxidant Properties of Pea Seed (*Pisum sativum* L.) Enzymatic Protein Hydrolysate Fractions. *J. Agric. Food Chem*. 2010. V. 58. № 8. P. 4712–4718.

16. Тищенко В.І., Божко Н.В., Малишевський В.В. Вивчення функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем із додаванням борошна насіння конопли. Програма та тези матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології та перспективи розвитку м'ясопереробної галузі», 24 листопада 2020 р. м. Київ. Київ: НУХТ, 2020. С. 126–128.

17. Alhazmi M.I., Hasan T.N., Shafi G. et al. Roles of p53 and caspases in induction of apoptosis in MCF-7 breast cancer cells treated with a methanolic extract of *Nigella sativa* seeds. *Asian Pacific J. of Cancer Prevention*. 2014. V. 15. P. 9655–9660. doi: 10.7314/apjcp.2014.15.22.9655

18. Baharetha H.M., Nassar Z.D., Aisha A.F. et al. Proapoptotic and antimetastatic properties of supercritical CO2 extract of *Nigella sativa* Linn. against breast cancer cells. *Med. Food*. 2013. № 16. P. 1121–1130. doi: 10.1089/jmf.2012.2624

19. Наумова Н.Л., Лукин А.А., Мигуля І.Ю. О возможности использования жмыха семени черного тмина в приготовлении печеночного паштета. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2018. № 1(45). С. 67–74.

20. Борсолук Л.М., Вербицький С.Б., Лизова В.Ю. Дослідження фізико-хімічних і технологічних властивостей рослинної сировини у складі функціональних паштетних продуктів. *Продовольчі ресурси: зб. наук. праць ІГП НААН України*. 2017. № 9. С. 126–136.

21. Дробот В.І., Степаненко Т.О. Технологія галузі хлібопекарське виробництво. Курс лекцій. Київ: НУХТ, 2006. 267 с.

22. Котляр Є.О., Топчій О.А., Кишенько І.І., Крижова Ю.П. Перспективи використання клітковини у виробництві м'ясних продуктів. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. № 4 (64). С. 60–65.