

## EXTRUDATE QUALITY OF SOFT WHEAT GRAIN DEPENDING ON VARIETY AND LINE

V. Liubych, V. Zheliezna, O. Yeremeeva  
*Uman National University of Horticulture*

### Key words:

*Culinary quality*  
*Extrudate,*  
*Soft wheat*  
*Variety*  
*Protein*

### Article history:

Received 21.04.2020  
Received in revised form  
19.05.2020  
Accepted 01.06.2020

### Corresponding author:

V. Zheliezna  
**E-mail:**  
valieria.voziiian07  
@gmail.com

### ABSTRACT

The pace of modern life causes many people to be in a constant shortage of time. Fast food products that have become a traditional form of food and are widely used by the population of many countries can help. New developments of such products completely retain the useful properties of the raw materials, do not require special storage conditions and, most importantly, they do not need heat treatment.

Extrusion is one of the most promising and highly efficient technologies for producing healthy food with predefined properties.

The article presents the research results of soft wheat extrudate quality, depending on variety and line. It was found that the odor and taste of unhulled extrudate were strongly expressed (9 points) and did not change depending on variety and line. However, the color of this product changed from brown to light cream with a yellow tint. The highest culinary assessment was got by the extrudate obtained from the unhulled grain of wheat lines obtained by *Triticum aestivum/Triticum spelta* hybridization. This indicator was 8.2–8.7 points. Wheat varieties had lower culinary assessment by 15–20%.

It was found that the highest boiling coefficient was obtained from unhulled grain extrudate — 4.8–6.6 rather than from hulled one — 4.6–6.3. This grain extrudate indicator of the lines obtained by *Triticum aestivum/Triticum spelta* hybridization was the highest — 6.0–6.3 of hulled grain and 6.3–6.6 of unhulled one or more by 15–18% compared to Vdala standard variety (4.7–4.9).

Fractional protein composition also varied in a wide range, depending on variety and line. Thus, the fraction of gliadin+glutenin ranged from 43 to 81%, and leucosin+globulin — from 19 to 32%. Soft wheat varieties of Vdala, Victoria Odessa, Myrkhad and LPP 1314 lines contained the most gluten-forming proteins — 75–86%. The content of gliadin + glutenin fraction of other varieties and lines was below control — 68–75%. Therefore, for the production of high-quality extrudate it is necessary to use grain and grits of soft wheat No. 1 of varieties Vdala, Lupus and lines received by hybridization of *Triticum aestivum/Triticum spelta*.

## ЯКІСТЬ ЕКСТРУДАТУ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЛІНІЇ

В. В. Любич, В. В. Желєзна, О. А. Єрємеєва

Уманський національний університет садівництва

*Темп сучасного життя змушує багатьох людей перебувати в умовах постійного дефіциту часу. Допомогти при цьому можуть продукти швидкого приготування, які стали однією з традиційних форм харчування й широко використовуються населенням багатьох країн. Нові розробки таких продуктів повністю зберігають корисні властивості вихідної сировини, не вимагають спеціальних умов зберігання і, що найголовніше, їм не потрібне теплове оброблення.*

*Екструзія — одна з найбільш перспективних і високоефективних технологій отримання продуктів оздоровчого харчування з попередньо заданими властивостями.*

*У статті наведено результати досліджень якості екструдату із зерна пшениці м'якої залежно від сорту та лінії. Встановлено, що запах і смак екструдату з нелущеного зерна був сильно вираженим (9 балів) і не змінювався залежно від сорту та лінії. Проте колір цього продукту змінювався від коричневого до світло-кремового з жовтим відтінком. Найвищу кулінарну оцінку мав екструдат, отриманий з нелущеного зерна гібридизованих ліній пшениці *Triticum aestivum/Triticum spelta*. Цей показник становив 8,2—8,7 бала. У сортів пшениці кулінарна оцінка була нижчою на 15—20%.*

*Встановлено, що найвищий коефіцієнт розварювання отримано з екструдату нелущеного зерна — 4,8—6,6 проти 4,6—6,3 в екструдату з лущеного зерна. Цей показник екструдату зерна лінії, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, був найвищим — 6,0—6,3 з лущеного і 6,3—6,6 з нелущеного зерна. Це на 15—18% більше порівняно із сортом-стандартом Вдала (4,7—4,9).*

*Фракційний склад білка також змінювався в широкому діапазоні залежно від сорту та лінії. Так, фракція гліадин+глютенін становила від 43 до 81%, а лейкозін+глобулін — від 19 до 32%. Найбільше клейковинотворювальних білків містило зерно сортів пшениці м'якої Вдала, Вікторія одеська, Мирхад і лінії LPP 1314 — 75—86%. У решти сортів і ліній вміст фракції гліадин+глютенін був нижчим за контроль — 68—75%. Отже, для виробництва високоякісного екструдату необхідно використовувати зерно і крупу з пшениці м'якої № 1 сортів Вдала, Лукус і лінії, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*.*

**Ключові слова:** *якість, екструдат, пшениця м'яка, сорт, лінія.*

**Постановка проблеми.** Основні напрямки розвитку харчової індустрії у сфері здорового харчування України передбачають розроблення технологій нових безпечних продуктів загального та спеціального призначення [1; 2].

Такі продукти повинні сприяти збереженню та зміцненню здоров'я, запобігати захворюванням, пов'язаним з неправильним харчуванням і забрудненістю навколишнього середовища [2; 3].

Темп сучасного життя змушує багатьох людей перебувати в умовах постійного дефіциту часу. Допомогти при цьому можуть продукти швидкого приготування, які стали однією з традиційних форм харчування й широко використовуються населенням багатьох країн. Нові розробки таких продуктів повністю зберігають корисні властивості вихідної сировини, не вимагають спеціальних умов зберігання і, що найголовніше, їм не потрібне теплове оброблення [3; 4].

В Україні популярність продуктів харчування швидкого приготування зростає з кожним роком. Понад 40% населення вживають концентрати, зокрема сухі сніданки й комбіновані продукти, які виготовляють методом екструзії. Асортимент таких продуктів із корисними властивостями досі залишається обмеженим [3].

Екструзія — одна з найбільш перспективних і високоефективних технологій отримання продуктів оздоровчого харчування з попередньо заданими властивостями [5]. Екструзійна обробка приводить до зміни складу і властивостей речовин, які визначають харчову та біологічну цінність продуктів — білків, вуглеводів, жирів і вітамінів [6].

Найбільш придатною сировиною для виробництва екструдованих продуктів є зернові продукти (кукурудзяна, рисова, вівсяна, пшенична крупи). Це обумовлено тим, що зернові є крохмалемісткою сировиною, а крохмаль — основний компонент, який впливає на технологічні умови обробки й якість екструдату та важливе джерело енергії для людини [7].

Екструзійна обробка приводить до значного зростання засвоюваності готових продуктів, насамперед їхнього основного компонента — крохмалю. Пояснюється це тим, що в результаті глибокого термомеханічного впливу змінюються фізико-хімічні властивості крохмалю (знижується молекулярна маса, зростає атаквальна ферментативна здатність, що пов'язано з руйнуванням кристалічної структури крохмальних зерен). Крім того, крохмаль як основний компонент рослинної сировини в процесі екструзії набуває термопластичних властивостей, що відіграє провідну роль у здійсненні процесу екструдування, а також у структуроутворенні готового екструдату [2; 7].

Основні переваги екструзійної технології — в гнучкості технологічних схем, високій продуктивності, низькій собівартості продукції. Якість продуктів перероблення зерна також залежить від його біохімічного складу та вмісту оболонки [8], тому дослідження якості екструдованих зернових продуктів залежно від сорту пшениці є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У розвинених країнах виробництво продуктів екструзійної технології з кожним роком зростає. У США виробляється та продається продуктів типу готових сніданків на суму понад 2 млрд дол. на рік при щорічному зростанні на 3% [7; 9].

У теорії екструзійного процесу прийнято, що його базові параметри сприяють реалізації необхідного технологічного впливу на оброблюваний об'єкт.

Встановлено [10—12], що короткочасний високотемпературний процес не тільки зменшує втрати цінних харчових і біологічно активних речовин, але й покращує органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні властивості крахмалевмісної сировини, а також харчову і біологічну цінність. Гідротермічна і механічна обробка зернової сировини є найбільш поширеним методом зміни структури крохмалю [13]. Встановлено, що оброблена ячмінна крупа порівняно з перловою крупою має більшу біологічну цінність і кращі органолептичні якості [14]. Проте в дослідженнях не вивчалось питання формування кулінарної якості екструдату залежно від сорту культури і вмісту оболонки.

П. К. Вороніною встановлено, що екструзійна обробка білків рослинного походження підвищує їхню харчову цінність і покращує збереженість, оскільки відбувається часткова інактивація ферментів, що погіршують смак і знижують якість продукту при зберіганні [15].

Дослідники вважають включення в раціон людини продуктів, збагачених харчовими волокнами і мінеральними речовинами зернових екструдатів, найбільш доступним способом масового поліпшення забезпечення населення необхідними нутрієнтами. З огляду на це застосування екструдованих зернових продуктів (екструдати пшениці, рису, кукурудзи, жита, ячменю) вважається одним із перспективних напрямків функціонального збагачення харчових продуктів [16]. Проте в цих дослідженнях також не наведено формування кулінарної якості екструдованого продукту.

За результатами досліджень вчених можна зробити висновки про те, що вплив екструзійної обробки на зернову сировину призводить до підвищення харчової цінності, адже інактивуються антипоживні речовини, знищуються мікроорганізми, а реакція зменшення активності вітамінів мінімізується [17; 18].

Отже, в літературі висвітлено питання формування якості екструдату порівняно з сировиною, з якої його отримують. Зовсім не висвітлено питання формування якості екструдату залежно від сорту пшениці, оскільки зерно може мати різні технологічні й біохімічні властивості, що впливає на якість кінцевого продукту. Не досліджувалось питання чинників, які визначають кулінарну якість екструдату, особливо залежно від вмісту оболонки. Крім цього, у виробництві поширюються сорти пшениці, отримані гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*. Екструдовані продукти зерна цих сортів також не вивчались.

**Метою дослідження** є вивчення питання якості екструдату із лущеного та нелущеного зерна пшениці м'якої залежно від сорту та лінії.

**Матеріали і методи.** Експериментальну частину дослідження проводили в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Для досліджень взято зерно сортів пшениці м'якої Вдала (st) (UKR), Мирхад (UKR), Вікторія одеська (UKR), Щедра нива (UKR), Лупус (DEU) та ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta* LPP 2793,

LPP 1314, LPP 3118, P 7 (UKR). Сорти вирощували за однакових умов у Правобережному Лісостепу.

Екструдований продукт (продукт швидкого приготування) отримували з лущеного (індекс лущення 14—16%) та нелущеного зерна в лабораторному експандері за температури 130—150°C. Індекс лущення залежав від вмісту оболонки. Виготовлення екструдату проводили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале» (№ 118058) [19], а кулінарне оцінювання екструдованого продукту — «Спосіб кулінарної оцінки екструдату з круп'яних продуктів тритикале та пшениці» (№ 08019) [20] (табл. 1).

Коефіцієнт розварювання екструдованого продукту визначали за формулою [21]:

$$K = \frac{V_k}{V_{кр}}$$

де  $V_k$  — об'єм після приготування,  $см^3$ ;  $V_{кр}$  — об'єм сухого продукту,  $см^3$ .

Дослідження мали три аналітичні повторення. Результати аналітичних повторювань обробляли методами описової статистики за допомогою програм Microsoft Excel 2010 та STATISTICA 10. Під час проведення дисперсійного аналізу підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта « $p$ », який показував імовірність відповідної гіпотези. У випадках, коли  $p < 0,05$ , «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним. Рівень коефіцієнта варіювання визначали за таким групуванням: 0—10% — слабе варіювання, 10—20% — помірне, 20—40% — середнє, 40—60% — високе,  $\geq 60\%$  — дуже високе [22; 23]. Для оцінювання міцності зв'язку між показниками, що вивчалися, використовували шкалу R. E. Chaddock [24], яка за величини коефіцієнта кореляції 0,1—0,3 — слабка, 0,3—0,5 — помірна, 0,5—0,7 — істотна, 0,7—0,9 — висока, 0,9—0,99 — дуже висока.

Таблиця 1. Кулінарна оцінка екструдату зерна тритикале та пшениці

Показник	Бал				
	9	7	5	3	1
1	2	3	4	5	6
Колір	світло-кремовий, із жовтим відтінком або без нього	злегка темніший або світліший, кремовий	кремовий, із світло-коричневим відтінком	коричневий, світло сірий	темно коричневий або темно сірий
Запах	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній, злегка змінений	нетиповий, із сильно вираженим стороннім запахом

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Смак	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній	нетиповий, із сильно вираженим стороннім смаком
Консистенція капш під час розжовування	дуже ніжна, добре розжовується, без хрусту	досить ніжна, добре розжовується, без хрусту	жорсткувата, трохи грудкується, із слабким хрустом	жорстка, грудкується, із хрустом	дуже грудкується, із сильним хрустом, сильно жорстка

Оскільки дегустаційна оцінка може мати суб'єктивний характер, важливим чинником є показник компетентності комісії. Для визначення компетентності комісії використано методу Е. П. Голубкова [25] з модифікаціями. До складу комісії, що проводила кулінарне оцінювання круп'яних продуктів, було включено три експерти. Загальна компетентність комісії становила 82 бали, тому можна стверджувати, що компетентність комісії була дуже доброю.

За допомогою статистичного оброблення методами непараметричної статистики доведено, що твердження експертів збігалися, оскільки  $p(0,00) \leq 0,05$ . Крім цього, твердження були узгоджені, оскільки коефіцієнт конкордації (0,99517) був більшим за скореговане його значення (0,99514). Це зумовлює можливість проведення подальшого статистичного оброблення результатів роботи комісії.

**Викладення основних результатів дослідження.** Дослідженнями встановлено, що запах і смак екструдату з нелущеного зерна був сильно вираженим (9 балів) і не змінювався залежно від сорту та лінії (табл. 2).

Таблиця 2. Кулінарна оцінка екструдату із зерна пшениці м'якої залежно від сорту, бал

Сорт, лінія	Показник							
	Запах		Колір		Смак		Консистенція під час розжовування	
	$\bar{x} \pm S_x$	$V, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V, \%$	$\bar{x} \pm S_x$	$V, \%$
Вдала (st)	8,7±0,6	6,7	5,3 0,6	10,8	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
Мирхад	8,7±0,6	6,7	3,3±0,6	17,3	8,7±0,6	7,9	5,3±0,6	10,8
Вікторія одеська	8,7±0,6	6,7	3,3±0,6	17,3	8,7±0,6	6,7	7,3±0,6	7,9
Щедра нива	8,7±0,6	6,7	3,3±0,6	17,3	8,7±0,6	6,7	7,3±0,6	7,9
Луїс	8,7±0,6	6,7	5,3±0,6	10,8	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
LPP 2793	8,7±0,6	6,7	7,3±0,6	7,9	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
LPP 1314	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
LPP 3118	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
P 7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7

Примітка:  $p=0,003$ .

Проте колір цього продукту змінювався від коричневого (3,3 бала за  $V=17,3\%$ ) до світло-кремового з жовтим відтінком (8,7 бала за  $V=6,7\%$ ). При цьому слід відзначити, що колір екструдату із зерна ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, мав світло-кремовий відтінок — 8,7 бала за  $V=6,7\%$ . Екструдат із нелущеного зерна цих сортів і ліній мав також дуже ніжну консистенцію — 8,7 бала за  $V=6,7\%$ . Консистенція екструдату, отриманого із зерна сорту Мирхад була з відчутним хрустом, який зумовлено вищим вмістом оболонки — 5,3 бала. Цей показник у сортів Вікторія одеська та Щедра нива був на рівні 7,3 бала, проте істотно нижче порівняно зі стандартом (сорт Вдала). Слабке та помірне варіювання свідчить про високу достовірність результатів аналізування продукту членами дегустаційної комісії.

Отже, для виробництва екструдату з нелущеного зерна необхідно використовувати зерно сортів пшениці озимої Вдала, Лупус і ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*.

Застосування лущення зерна пшениці сприяло покращенню консистенції під час розжовування екструдату сортів Мирхад, Вікторія одеська та Лупус — до 8,7 бала за  $V=6,7\%$  (табл. 3).

*Таблиця 3. Кулінарна оцінка екструдату із крупи № 1 пшениці м'якої залежно від сорту, бал*

Сорт, лінія	Показник							
	Запах		Колір		Смак		Консистенція під час розжовування	
	$x \pm S_x$	$V, \%$	$x \pm S_x$	$V, \%$	$x \pm S_x$	$V, \%$	$x \pm S_x$	$V, \%$
Вдала (st)	8,7±0,6	6,7	5,7±0,6	12,4	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
Мирхад	7,3±0,6	7,9	4,7±0,6	12,4	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
Вікторія одеська	8,7±0,6	6,7	4,7±0,6	12,4	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
Щедра нива	8,7±0,6	6,7	4,7±0,6	12,4	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
Лупус	8,7±0,6	6,7	6,7±0,6	12,4	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
LPP 2793	8,7±0,6	6,7	8,0±0,6	8,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
LPP 1314	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
LPP 3118	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7
P 7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7	8,7±0,6	6,7

**Примітка:**  $p=0,003$ .

Колір екструдату сортів Вдала, Вікторія одеська, Мирхад, Лупус, Щедра нива і лінії LPP 2793 підвищувався до 4,7—8,0 балів за  $V=8,7—12,4\%$ . Запах екструдату сорту Мирхад після лущення зерна був на 16% нижчим порівняно з нелущеним. Очевидно, що лущення зерна цього сорту сприяло видаленню ароматичних сполук з оболонками. У результаті запах екструдату був слабо вираженим. Запах і смак решти досліджених сортів і ліній не змінювався порівняно з нелущеним зерном. Цей показник був високим — 8,7 бала за  $V=8,7—6,7\%$ .

Результати досліджень свідчать, що найвищу кулінарну оцінку мав екструдат, отриманий з нелущеного зерна ліній пшениці, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta* (рис. 1). Цей показник становив 8,2—8,7 бала. У сортів пшениці кулінарна оцінка була нижчою на 15—20%.

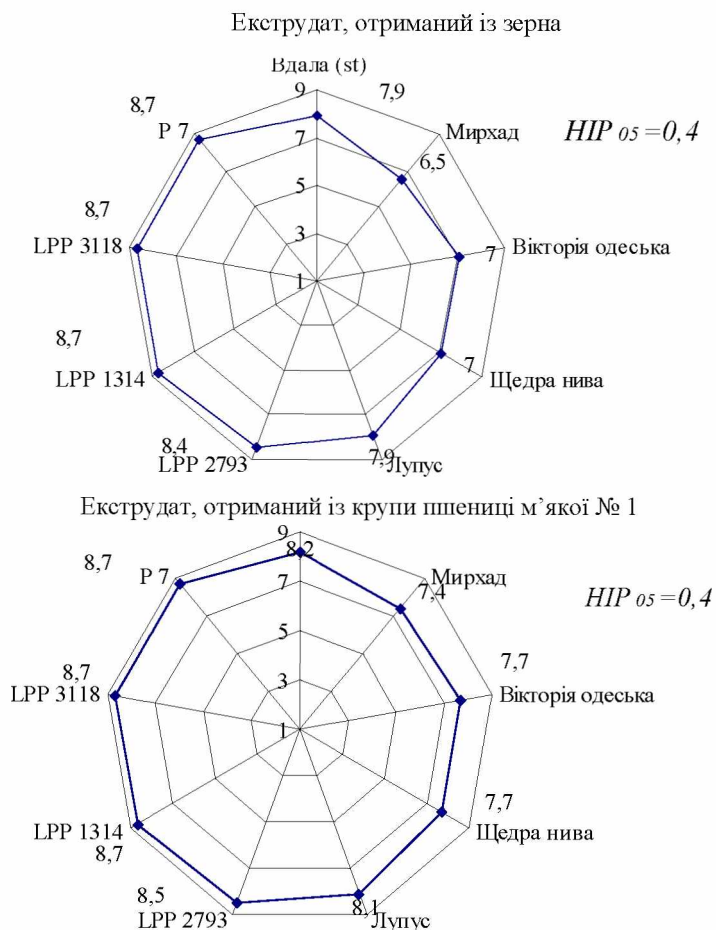


Рис. 1. Загальна кулінарна оцінка екструдату із пшениці м'якої залежно від сорту, бал

Вважається, що загальна кулінарна оцінка з показником 8,0—9,0 балів — дуже висока, 6,6—8,0 — висока, 5,4—6,6 — середня, 4,0—5,4 — низька, <4,0 балів — дуже низька [25].

Отже, екструдат із нелущеного зерна ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, має дуже високу оцінку. Екструдат сортів пшениці озимої — високу. Загальна кулінарна оцінка екструдату, отриманого з крупи № 1 вища на 4—13% у сортів пшениці озимої. Цей показник у ліній пшениці був на рівні нелущеного зерна — 8,4—8,7 бала. Дуже високу оцінку мав екструдат сортів пшениці озимої Вдала та Лупус і ліній, отриманих гібридизацією.

Отже, для виробництва екструдату необхідно використовувати крупу з пшениці м'якої № 1 сортів Вдала, Лупус і ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, оскільки вони мають найвищу його якість.

Важливим показником, який характеризує якість екструдату, є коефіцієнт розварювання (табл. 4).

*Таблиця 4. Коефіцієнт розварювання екструдату з лущеного та нелущеного зерна пшениці залежно від сорту*

Сорт, лінія	Коефіцієнт розварювання екструдату з			
	лущеного зерна		нелущеного зерна	
		до st, ±		до st, ±
Вдала (st)	4,7	-0,5	4,9	-0,7
Мирхад	4,6	-0,6	4,8	-0,8
Вікторія одеська	5,1	-0,1	5,5	-0,1
Щедра нива	5,3	0,1	5,5	-0,1
Лупус	5,6	0,4	5,8	0,2
Р 7	6,0	0,8	6,3	0,7
LPP 1314	6,1	0,9	6,5	0,9
LPP 2793	6,2	1,0	6,6	1,0
LPP 3118	6,3	1,1	6,6	1,0
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,3	—	0,4	—

**Примітка:**  $p=0,003$ .

Достатнє бубнявіння такого продукту сприяє формування доброї консистенції під час приготування. Встановлено, що найвищий коефіцієнт розварювання отримано з екструдату нелущеного зерна — 4,8—6,6 проти 4,6—6,3 в екструдату з лущеного зерна. Цей показник екструдату зерна ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, був найвищим — 6,0—6,3 з лущеного і 6,3—6,6 з нелущеного зерна або більше на 15—18% порівняно із сортом-стандартом Вдала (4,7—4,9).

Попередніми дослідженнями встановлено, що, зазвичай, гліадин і глютенін білка пшениці визначають якість готового продукту. Якість глютеніну впливає на властивості крупи під час варіння й покращує кулінарну оцінку готового продукту. Проте цей зв'язок існує не завжди, оскільки фракційний склад білка сортів пшениць різний [26; 27].

Фракційний склад білка також змінювався в широкому діапазоні залежно від сорту та лінії (табл. 5).

*Таблиця 5. Вміст фракцій білка в зерні різних сортів і ліній пшениці, %*

Сорт, лінія	Вміст фракцій			
	гліадин+глютенін	± до st	лейкозін+глобулін	± до st
Вдала (st)	77	6	23	-6
Щедра нива	70	-1	30	1
Лупус	71	0	29	0
Вікторія одеська	78	7	22	-7
Мирхад	81	10	19	-10
Р 7	68	-3	32	3
LPP 2793	70	-1	30	1
LPP 3118	71	0	29	0
LPP 1314	75	4	25	-4
<i>HIP<sub>05</sub></i>	4	—	2	—

Так, фракція гліадин+глютенін становила від 43 до 81%, а лейкозин+глобулін — від 19 до 32%. Найбільше клейковиноутворювальних білків містило зерно сортів пшениці м'якої Вдала, Вікторія одеська, Мирхад і лінії LPP 1314 — 75—86%. У решти сортів і ліній вміст фракції гліадин+глютенін був нижчим за контроль — 68—75%.

Вміст суми лейкозину та глобуліну змінювався обернено пропорційно клейковиноутворювальним білкам. Так, найвищий їхній вміст мало зерно сортів пшениці м'якої Щедра нива, Лупус і ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*.

Встановлено, що на коефіцієнт розварювання впливає вміст білка та фракція гліадин+глютенін. Між коефіцієнтом розварювання екструдату та вмістом білка встановлено істотний кореляційний зв'язок —  $r = 0,66 \pm 0,01$ , а з фракцією білка гліадин+глютенін — високий зв'язок ( $r = 0,76 \pm 0,01$ ). Ця залежність описується таким рівнянням регресії:  $y = 0,1975x + 3,4166$ , де  $y$  — коефіцієнт розварювання екструдату;  $x$  — вміст фракції білка гліадин+глютенін, % (рис. 2).

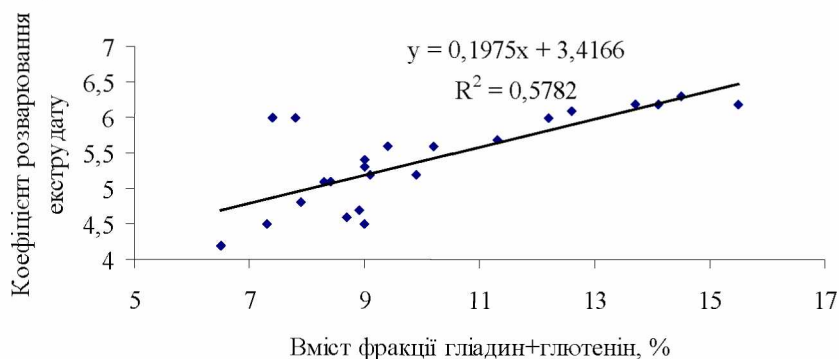


Рис. 2. Кореляційна залежність між вмістом фракції білка гліадин+глютенін і коефіцієнтом розварювання екструдату

Отже, досліджено формування кулінарної якості екструдату зерна нових сортів і ліній пшениці. Доведено достовірний вплив чинника «сорт» на якість екструдованого продукту. Вміст фракції білка гліадин+глютенін також змінювався залежно від сорту пшениці, що вплинуло на коефіцієнт розварювання. Встановлено, що лушення зерна пшениці впливає на колір і консистенцію під час розжовування. Доцільність проведення лушення залежить від вмісту оболонок у зерні пшениці. Високий вміст білка та нижчий вміст оболонок у зерні сортів Вдала, Лупус і ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, надає можливість використовувати його для виробництва екструдату без лушення.

Для виробництва високоякісного екструдату необхідно використовувати зерно і крупу з пшениці м'якої № 1 сортів Вдала, Лупус і ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*.

## Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено, що якість екструдату достовірно змінюється залежно від сорту пшениці. Формування вищої якості такого продукту сприяє підвищення вмісту білка в зерні. Лушення зерна най-

більше впливає на колір і консистенцію під час розжовування. Колір і смак або не змінюються, або змінюються неістотно. За кулінарною якістю та коефіцієнтом розварювання зерно та крупу з пшениці м'якої № 1 сортів Вдала, Лупус і ліній, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum/Triticum spelta*, найкраще використовувати для виробництва екструдату.

### **Література**

1. Осокіна Н. М., Осокіна Н. М., Любич В. В., Возіян В. В. Газоутримувальна здатність борошна із зерна спельти залежно від сорту. *Наукові праці національного університету харчових технологій*. 2015. № 5(21). С. 185—190.
2. Васильєва Т. В. Экструзионные продукты. *Пищевая промышленность*. 2003. № 12. С. 6—9.
3. Рудавська Г., Анненкова Н., Інновації у виробництві та асортименті екструдованих продуктів. *Товари і ринки*. 2008. № 1. С. 24—29.
4. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В. та ін. Якість крупи швидкого приготування із зерна пшениці спельти залежно від температури екструдування. *Вісник Уманського НУС*. № 1. 2018. С. 111—117.
5. Єгоров Б. В., Мардар М. Р., Бордун Т. В. Формування споживних властивостей харчових продуктів нового покоління шляхом екструзії. *Хранение и переработка зерна*. 2014. Т. 182. № 5. С. 64—67.
6. Курочкин А. А., Шабурова Г. В., Фролов Д. И. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов. *Известия СГСА*. 2014. № 4. С. 70—74.
7. Остриков А. Н., Абрамов О. В., Рудометкин А. С. Экструзия в пищевой технологии. СПб.: ГИОРД, 2004. 288 с.
8. Рудась П. Г. Использование экструзии для получения продукта с заданными свойствами. *Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов*. Кемерово. 2007. Вып. 12. С. 112—114.
9. De Pilli T., Carbone B. F., Derossi A. Effects of operating conditions on oil loss and structure of almond snacks. *International Journal of Food Science and Technology*. 2008. Vol. 43. № 3. P. 430—439.
10. Карпов В. Г. Разработка технологии новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.05. М., 2000. 48 с.
11. Курочкин А. А., Шабурова Г. В., Новиков В. В. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии вливоварения. *Нива Поволжья*. 2007. № 1. С. 20—24.
12. Новиков В. В., Курочкин А. А. Анализ рабочего процесса шнекового экструдерау Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: Материалы III Международной научно-практической конф. Пенза, 2005. С. 95—96.
13. Цыбикова Г. Ц., Козлова Т. С., Сновицкая Л. В. Разработка ресурсосберегающей технологии переработки ячменя для продовольственных целей. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2003. № 8. С. 135—137.
14. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Железна В. В. Якість круп'яних продуктів із зерна пшениці спельти. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. Том 2. Випуск 2. С. 29—35.
15. Воронина П. К. Практические перспективы термопластической экструзии крахмалсодержащего зернового сырья в формировании качества продовольственных товаров. *Инновационная техника и технология*. 2015. № 3. С. 5—12.
16. Дерканосова Н., Таганова Н., Гаршина С. Исследование адсорбционных свойств зерновых экструдатов. *Хлебопродукты*. 2008. № 3. С. 41—43.
17. Магомедов Г. О., Брехов А. Ф., Черных В. Я Экструзионная технология пищевых продуктов. *Пищевая промышленность*. 2003. № 12. С. 10—16.

18. Остриков А. Н. Магомедов Г. О., Дерканосова Н. М. и др. Технология экструзионных продуктов. СПб.: Проспект науки, 2007. 202 с.
19. Спосіб отримання круп'яних продуктів швидкого приготування із зерна пшениці та тритикале: пат. 118058 Україна, МПК А 23L 7/00 / Любич В. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 13208; заявл. 23.12.2016., чинний з 25.07.2017, Бюл. № 14.
20. Спосіб кулінарної оцінки екструдату із зерна тритикале та пшениці або круп'яних продуктів: пат. 112841 Україна МПК G01N 33/02 / Любич В. В., Господаренко Г. М., Полянецька І. О., Воробйова Н. В., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник і власник УНУС. № у 2016 08014; заявл. 19.07.2016; чинний з 26.12.2016, Бюл. № 24.
21. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. За ред. Ткачик С. О. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2015. 160 с.
22. Дмитрук Є. А., Любич В. В., Новіков В.В. Фракційний склад та деякі фізичні характеристики нерухомого шару зерна тритикале. *Наукові праці НУХТ*. 2015. № 6. С. 232—236.
23. Царенко М. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Суми, 2000. 203 с.
24. Chaddock R. E. Exercises in statistical methods. Houghton, 1952. 166 p.
25. Holubkov E. Marketing research: theory, methodology and practice. Moscow, 1998. 680 p.
26. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна сортів і ліній пшениць. *Вісник Полтавської ДДА*. № 4. 2017. С. 11—18.
27. Господаренко Г. М., Мартинюк А. Т., Любич В. В., Полянецька І. О. Круп'яні властивості зерна різних сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2017. № 1. С. 12—16.