

КРУП'ЯНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОДНОЗЕРНЯНКИ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва
О. В. ТВЕРДОХЛІБ, кандидат біологічних наук
Харківський національний педагогічний
університет ім. Г. С. Сковороди

У статті наведено результати вивчення круп'яних властивостей зерна пшениці однозернянки. Встановлено, що зерно пшениці однозернянки і *Triticum sinskaiae* A. Filat et Kurk. має високі круп'яні властивості. Загальна кулінарна оцінка достовірно дуже висока – 8,3 бала. Тривалість варіння становить 11,0–11,5 хв, коефіцієнт розварювання – 6,1–6,4.

Ключові слова: пшениця однозернянка, пшениця Синської, крупа, кулінарна якість, зерно

Вступ. Основною метою селекціонерів є кількісна оцінка взаємодії генотипів із навколишнім середовищем та розробка більш продуктивних, стійких до шкідників (хвороб) і менш ресурсоємних сортів для землеробства [1, 2]. Крім цього, важливе значення має якість вирощеного зерна та готового продукту [3].

Пшениця є однією з найпоширеніших культур у світі [4]. Нині, крім пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*), все більш важливу роль у селекції для сталого сільського господарства відіграє пшениця однозернянка (*Triticum monosocum* L. ssp. *monosocum*). Дикі предки і старі місцеві сорти є недовикористаним генетичним ресурсом у сучасних програмах селекції пшениці [5, 6]. Незважаючи на нижчу врожайність цього виду пшениці, вони забезпечують прийнятну врожайність за менших витрат [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однозернянки – перші окультурені диплоїдні пшениці ($2n = 14 A^bA^b$) підроду *Boeoticum*. Нині представлені дикими формами *Triticum boeoticum* Boiss., плівчасті з ламким колосом (після досягання розсипається на колоски), культурними – *Triticum monosocum* L., плівчасті з міцним колосовим стрижнем (під час досягання не розсипається) та мутантною формою *Triticum sinskajae* A. Filat. et Kurk. з легким вимолотом зернівки і міцним колосовим стрижнем [8].

Залучення до селекційного процесу диплоїдних видів пшениць і диких співродичів пов'язано з високою поживною якістю зерна, меншою вимогливістю до умов вирощування, високою стійкістю до шкідників і хвороб [9], що відкриває перспективи використання для органічного землеробства. Окультурення пшениці однозернянки (Einkorn) пов'язано з сільськогосподарською революцією, яка відбулася 10000 років тому, коли

людина перейшла до осілого способу життя. Вважається, що це відбулося на території Плодючого півмісяця, яка розташована на Близькому Сході і охоплює регіон, що простягається від Йорданії, Ізраїлю, Лівану та Сирії до південно-східної Туреччини і вздовж річок Тигр та Євфрат через Ірак і захід Ірану [10].

Завдяки екологічній адаптації пшениця однозернянка толерантна до біотичного та абіотичного стресу, стійка до хвороб і шкідників, має хорошу поживну цінність зерна [11, 12] з вмістом білка від 13,2 % до 28,5 % [13]. Відновленню його вирощування сприяло органічне землеробство, оскільки пшениця однозернянка здатна формувати урожай на бідних ґрунтах [14, 15]. Крім цього, відповідно до нових досліджень [16, 17], гліадин пшениці однозернянки менш токсичний для людей з непереносимістю глютену, хоча дослідження не є остаточними щодо того чи перевершує стародавня пшениця всі сучасні сорти у зменшенні хронічних захворювань [18, 19]. Нині досліджено обмежену кількість генотипів, тому механізми, за допомогою яких стародавня пшениця може виявитися здоровішою та поживнішою, ніж пшениця м'яка, ще не встановлено [20].

Методика досліджень. У дослідженнях використано зерно сортів пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) вітчизняного походження Ужинок і Кохана, пшениці Синської (*Triticum sinskaiae* A. Filat. et Kurk.), місцеві форми пшениці однозернянки (*Triticum monococtum* L.): Азербайджанська (UA0300221), Албанська (UA0300223), Болгарська (UA0300104), Вірменська (UA0300254), Грузинська 1 (UA0300222), Грузинська 2 (UA0300310), Сирійська 1 (UA0300112), Сирійська 2 (UA0300113), Сирійська 3 (UA0300115), Сирійська 4 (UA0300116), Сирійська 5 (UA0300117), Угорська (UA0300439), Чеська (UA0300440), вирощені в умовах Правобережного Лісостепу. Кулінарне оцінювання крупи проводили у лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва.

Технологічна схема отримання круп'яних продуктів у лабораторних умовах була сформована відповідно вимог правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах [21]. Крупу плющену отримували із крупи цілої за індексу лущення 10 %. Цілу крупу (початкова вологість 12,1 %) пропарювали упродовж 10 хв за сталого тиску насиченої пари $0,15 \pm 0,01$ МПа у лабораторному пропарнику періодичної дії (ППД-1), спроектованого та виготовленого на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС (рис. 1).

Пропарник ППД-1 складається з нагрівального елемента (8), на якому нерухомо встановлено корпус апарата (4). У нижній частині корпусу розміщено шар рідини (7). Для запобігання втрат тиску пари, у механізмі регулювання подачі пари (6), передбачено манжетне ущільнення (5). Досліджуваний зразок (3) розміщують у нижній частині сита (2), що герметизується кришкою (1).

Принцип роботи пропарника періодичної дії полягає в тому, що нижня частина робочої зони апарату заповнюється водою до мітки максимального рівня. Ручка механізму контролю подачі пари встановлюється в горизонтальне положення, що поділяє робочу зону на дві частини.

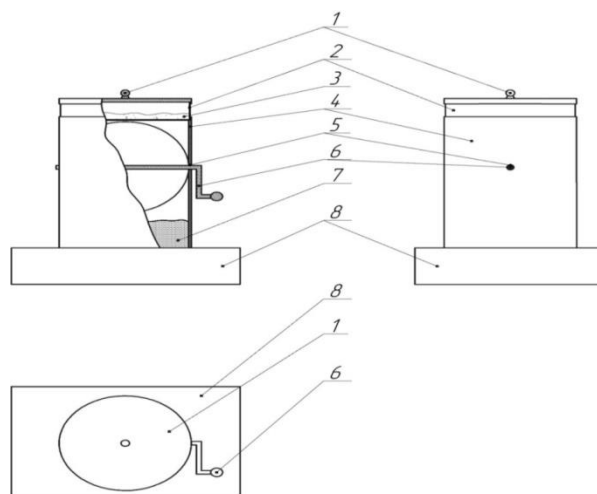


Рис. 1 Лабораторний пропарник періодичної дії (ШПД-1):

1 – герметична кришка; 2 – сито; 3 – шар зерна; 4 – корпус пропарювача; 5 – манжетне ущільнення; 6 – механізм контролю подачі пари; 7 – шар води; 8 – нагрівальний елемент

Нагрівання продовжують до встановлення робочого тиску насиченої пари у нижній частині робочої камери. Після цього переводять ручку механізму контролю подачі пари у максимально вертикальне положення, що призводить до миттєвого вирівнювання тиску в обох камерах ($0,15 \pm 0,01$ МПа). Циліндр з дослідним зразком уміщується в робоче положення перед подачею пари для запобігання попереднього нагрівання зерна. Час пропарювання контролюється електронним секундоміром з точністю до 0,5 с.

Після пропарювання циліндр разом із герметичною кришкою демонтується, досліджуваний зразок вивантажується та відволожується в термоізолюваному бункері впродовж 5–10 хв. Вологість зерна перед плющенням доводили до 25 % висушуванням у сушильній установці за сталої температури 90 °С. Потім механізм контролю подачі пари переключали у закрите положення, цикл повторювали. Через 2–3 цикли рівень води контролювали, а після досягнення мінімального значення – воду поповнювали.

Плющення крупи проводили на вальцьовій плющилці марки ВПК–200 (рис. 2). Установка складається зі здавлювального вузла на рамі у вигляді двох провідних паралельних валків (4 і 5), що приводяться в дію електродвигуном (7) через ремінно-клинопасову передачу. Зверху здавлювального вузла встановлено бункер із шибером (1), знизу – розвантажувальний лоток (9).

Принцип роботи плющильної машини полягає у деформації сировини вальцями, що кріпляться до рами через корпус підшипників з можливістю регулювання зазору між валками від 0 до 50 мм. Обидва валки – нарізні, що запобігає прослизання зерна. Шибер, встановлений у направляючому завантажувальному бункері дозує подачу сировини. Під час попадання зерна між валками відбувається захоплення та втягування його в щілину між ними. У зіткненні з валками постійно перебувають щітки, що знімають налиплий продукт. Валки обладнано страхувальним пружинним механізмом для пропускання крізь них твердих предметів більшого розміру, що випадково потрапили, без значної деформації валків і для попередження заклинювання агрегату.

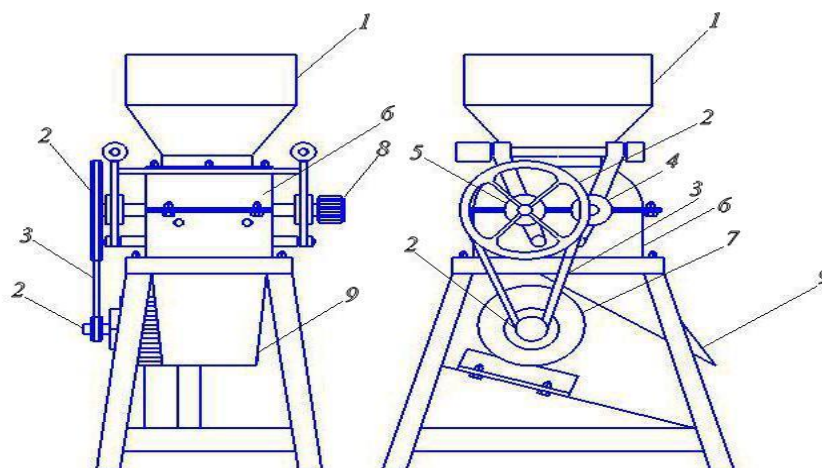


Рис. 2. Вальцова плющилка ВПК – 200:

1 – бункер з шибром; 2 – шків; 3 – клиновий ремінь; 4 і 5 – вальці; 6 – кожух; 7 – електродвигун; 8 – шестерня; 9 – розвантажувальний лоток

Потужність електродвигуна верстата становить 1,1–2,2 кВт/год, частота обертання валу електродвигуна – 1500 об/хв, тип передачі – клинопасова, вал нарізний, частота обертання – 350–450 об/хв, продуктивність машини 100–200 кг/год.

Варіння крупи з пшениць та кулінарне оцінювання каші проводили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна пшениці, тритикале та ячменю» (№ 129205) (табл. 1). Оскільки дегустаційна оцінка може мати суб'єктивний характер важливим чинником є показник компетентності комісії. Для визначення компетентності комісії використано методику [22] з модифікаціями.

Суть методики полягає в тому, що для оцінювання обирається максимальна кількість експертів найвищої кваліфікації, що спеціалізуються з питання дослідження. Вагомим є освіта експерта, його загальний стаж роботи і стаж роботи з питання, що вивчається (табл. 2). Також враховується ступінь участі експерта у вирішенні проблеми.

Максимальна кількість балів, що може здобути експерт – 36, що відповідає компетентності 100 %. Для визначення компетентності кожного із експертів (γ) використовували таку формулу:

$$\gamma = \frac{100a}{36}, \text{ бал.} \quad (1)$$

де a – загальна кількість балів, що отримав експерт відповідно до табл. 1. Загальну компетентність комісії визначали за формулою:

$$\beta = \frac{\sum \gamma}{\sum n}, \text{ бал.} \quad (2)$$

Табл. 1. Кулінарне оцінювання каші із зерна пшениці, тритикале та ячменю

Показ- ник	Бал				
	9	7	5	3	1
Оцінювання білозерних сортів					
Запах	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній, злегка змінений	нетиповий, з сильно вираженим стороннім запахом
Колір	жовтий, світло-кремовий з жовтим відтінком або без нього	злегка темніший або світліший, кремовий	кремовий з світло-коричневим відтінком	коричневий, світло сірий	темно коричневий або темно сірий
Смак	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній	нетиповий, з сильно вираженим стороннім смаком
Консистенція	розсипчаста	слабо розсипчаста	слабо розсипчаста з комками	не розсипчаста	неоднорідна, рідка
Оцінювання темнозабарвлених сортів					
Запах	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній, злегка змінений	нетиповий, з сильно вираженим стороннім запахом
Смак	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній	нетиповий, з сильно вираженим стороннім смаком
Консистенція	розсипчаста	слабо розсипчаста	слабо розсипчаста з комками	не розсипчаста	неоднорідна, рідка
Консистенція каші під час розжовування *	дуже ніжна, добре розжовується, без хрусту	досить ніжна, добре розжовується, без хрусту	жорсткувата, трохи комкується, з слабким хрустом	жорстка, комкується, з хрустом	дуже комкується, з сильним хрустом, сильно жорстка

Примітка: * Рівні-параметри використовують для оцінювання якості крупи залежно від індексу луцення зерна.

Табл. 2. Визначення компетентності експерта

Критерій оцінювання	Варіант відповіді	Бал
Освіта	доктор наук	6
	кандидат наук, магістр	4
	вища освіта, бакалавр	2
Загальний стаж роботи	більш як 10 років	10
	5–10 років	8
	менш як 5 років	6
Стаж роботи за проблемою	більш як 10 років	10
	5–10 років	8
	менше 5 років	6
Ступінь участі у вирішенні проблеми	експерт спеціалізується з питання	10
	експерт бере участь, проте не спеціалізується з питання	8
	питання тісно пов'язане зі спеціалізацією експерта	6
	питання не пов'язане зі спеціалізацією експерта	3

Одним із найбільш зручних способів побудови узагальненого відклику є функція бажаності Харінгтона [23]. В основі відповідної функції лежить перетворення натуральних значень у безрозмірну шкалу бажаності. Використовуючи стандартні відмітки шкали Харінгтона, було запропонована інтерпретація загальної компетентності комісії (рис. 3).

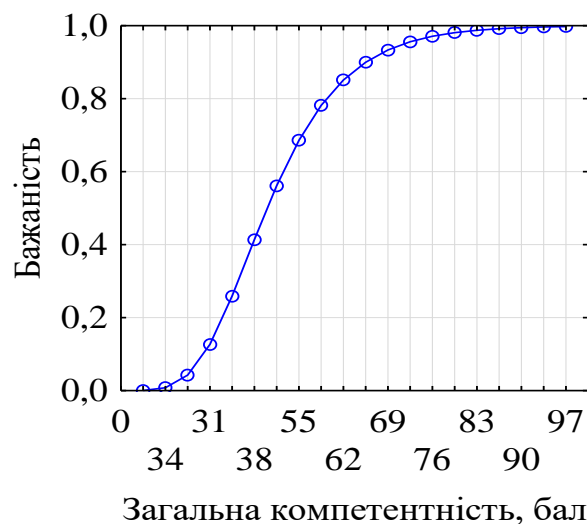


Рис. 3. Характеристика компетентності комісії

Враховуючи стандартні відмітки за шкалою бажаності Харінгтона, були сформовані рекомендації оцінювання компетентності експертів (табл. 3).

Табл. 3. Компетенція комісії

Шкала Харінгтона	Кількість балів експертів	Висновок про компетентність комісії
0,80–1,00	60–100	дуже добра
0,63–0,80	55–60	добра
0,37–0,63	38–55	задовільна
0,20–0,37	31–38	погана
0,00–0,20	17–31	дуже погана

До складу комісії, що проводила кулінарне оцінювання круп'яних продуктів, було включено три експерти. Загальна компетентність комісії становила 82 бала. Тому можна стверджувати, що компетентність комісії була дуже доброю.

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

Дослідження мали три аналітичні повторення. Результати аналітичних повторювань обробляли методами описової статистики за допомогою програм Microsoft Excel 2010 і STATISTICA 10.

Результати досліджень. Кулінарне оцінювання крупи плющеної зроблено за показниками: запах, колір, смак, консистенція, консистенція під час розжовування. У пшениці м'якої ці показники істотно змінювалися. Так, у сорту Кохана запах смак і консистенція були у межах 3,7–4,3 бала (табл. 4). Колір каші та консистенція під час розжовування мали найвищу оцінку – 8,3–9,0 бала. У сорту Ужинок показник кулінарної оцінки становили 7,0–8,3 бала. Попередніми дослідженнями [24, 25] встановлено високу кореляційну залежність між вмістом білка та запахом і смаком каші. Очевидно, що вміст білка в зерні пшениці м'якої був нижчим порівняно з сортом Ужинок.

Усі перераховані показники кулінарного оцінювання крупи плющеної з пшениці одностернянки мали дуже високий рівень і становили 8,3 бала. Запах і смак каші з круп'яних продуктів був сильно виражений, колір – світло-кремовий, консистенція – розсипчаста. Каша під час розжовування дуже ніжна, добре розжовувалась, без хрусту. Очевидно високі показники кулінарного оцінювання крупи також могли бути зумовлені високим вмістом білка в зерні пшениці одностернянки.

Вважається, що загальна кулінарна оцінка з показником 8,0–9,0 бала – дуже висока, 6,6–8,0 – висока, 5,4–6,6 – середня, 4,0–5,4 – низька, < 4,0 бала – дуже низька [27].

Загальна кулінарна оцінка крупи плющеної була дуже високою для всіх зразків, крім сорту пшениці м'якої Кохана – 5,7 бала (рис. 4). Слід відзначити, що походження пшениці одностернянки не впливало на якість крупи.

Табл. 4. Кулінарна оцінка крупи плющеної із зерна пшениць

Сорт, місцева форма	Показник				
	Запах	Колір	Смак	Консистенція	Консистенція під час розжовування
Кохана (st ₁)	3,7 ± 1,2	9	3,7 ± 1,2	4,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Ужинок (st ₂)	8,3 ± 1,2	9	7,0 ± 2,0	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
<i>Triticum sinskaiae</i>	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Азербайджанська	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Албанська	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Болгарська	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Вірменська	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Грузинська 1	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Грузинська 2	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Сирійська 1	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Сирійська 2	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Сирійська 3	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Сирійська 4	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Сирійська 5	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Угорська	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
Чеська	8,3 ± 1,2	9	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2	8,3 ± 1,2
<i>НІР</i> ₀₅	0,4	1	0,3	0,4	0,5

Примітка: достовірно за $p \leq 0,03$

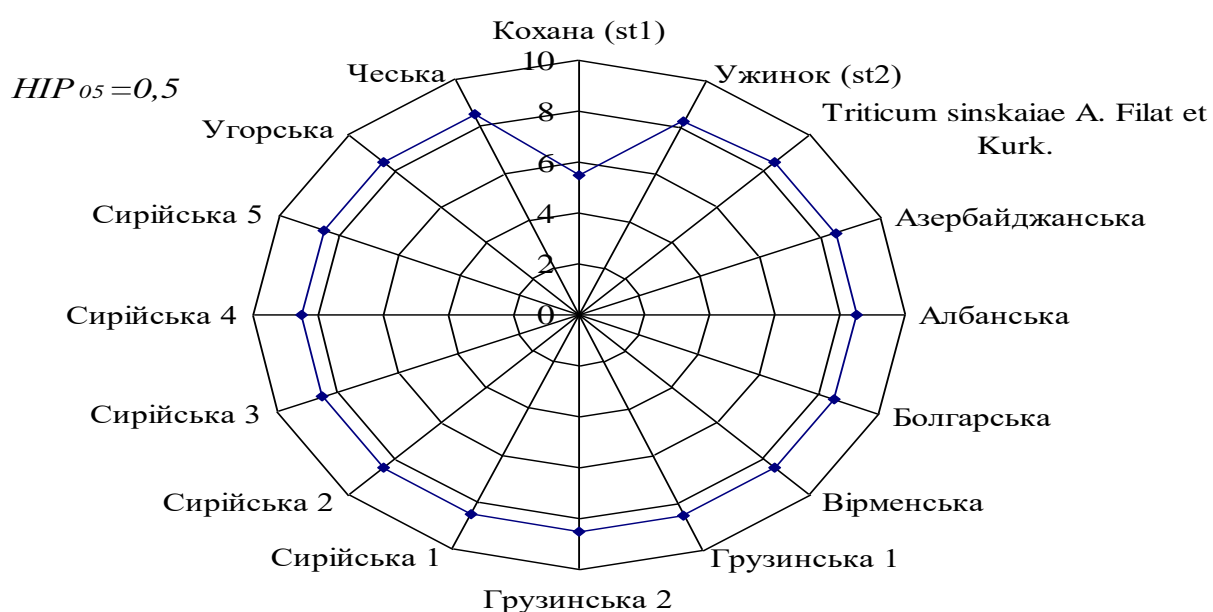


Рис. 4. Загальна кулінарна оцінка крупи плющеної із зерна пшениць, бал

Отже, зерно пшениці однозернянки має високі круп'яні властивості, тому його можна використовувати для виробництва високоякісних круп'яних продуктів або поліпшувати крупи низької якості.

Важливими показниками оцінювання крупи є тривалість варіння та коефіцієнт розварювання (табл. 5).

Табл. 5. Тривалість варіння та коефіцієнт розварювання крупи плющеної із зерна пшениць

Сорт, місцева форма	Тривалість варіння, хв		Коефіцієнт розварювання	
	Складові варіаційної мінливості			
	$\bar{x} \pm S_x$	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	V, %
Кохана (st_1)	17,2 ± 0,4	2,2	4,2 ± 0,2	3,7
Ужинок (st_2)	17,2 ± 0,6	3,2	5,4 ± 0,2	2,8
<i>Triticum sinskaia</i>	11,3 ± 0,3	2,2	6,3 ± 0,1	1,6
Сирійська 4	11,1 ± 0,1	1,0	6,3 ± 0,2	2,4
Грузинська 2	11,5 ± 0,1	1,0	6,1 ± 0,1	1,6
Азербайджанська	11,3 ± 0,2	1,3	6,3 ± 0,1	1,8
Албанська	11,3 ± 0,2	1,3	6,4 ± 0,2	3,1
Вірменська	11,2 ± 0,2	1,4	6,3 ± 0,2	2,4
Сирійська 5	11,3 ± 0,2	1,5	6,3 ± 0,1	1,6
Угорська	11,4 ± 0,2	1,5	6,3 ± 0,1	0,9
Чеська	11,3 ± 0,2	1,8	6,4 ± 0,1	0,9
Грузинська 1	11,2 ± 0,2	1,9	6,3 ± 0,2	2,4
Сирійська 1	11,1 ± 0,2	2,1	6,3 ± 0,1	1,8
Сирійська 3	11,2 ± 0,2	2,1	6,4 ± 0,1	1,6
Сирійська 2	11,2 ± 0,3	2,4	6,4 ± 0,1	1,8
Болгарська	11,0 ± 0,4	3,2	6,1 ± 0,2	2,5

Примітка: достовірно за $p \leq 0,05$

За цими показниками крупа *Triticum sinskaia* A. Filat. et Kurk. і пшениця однозернянка істотно переважала пшеницю м'яку (достовірно за $p \leq 0,05$). Так, тривалість варіння крупи плющеної з пшениці м'якої становила 17,2 хв з коефіцієнтом розварювання 4,2–5,4. У диплоїдних видів пшениці тривалість варіння крупи становила 11,0–11,5 хв, а коефіцієнт розварювання – 6,1–6,4 залежно від місцевої форми.

Висновки. Кулінарним оцінюванням встановлено, що зерно пшениці однозернянки і *Triticum sinskaia* A. Filat. et Kurk. має високі круп'яні властивості. Загальна кулінарна оцінка достовірно дуже висока – 8,3 бала. Тривалість варіння становить 11,0–11,5 хв, коефіцієнт розварювання – 6,1–6,4.

Література:

1. Kim J. Y. Roadmap to High Throughput Phenotyping for Plant Breeding. *J. Biosyst. Eng.* 2020. Vol. 45. P. 43–55.

2. Pieruschka R., Schurr U. Plant phenotyping: Past, present, and future. *Plant Phenomics*. 2019. Article number 7507131.
3. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДДА*. 2017. №3. С. 18–24.
4. Eurostat. 2020. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/tag00047> (accessed on 28 October 2021).
5. Ruiz M., Zambrana E., Fite R., Sole A., Tenorio J.L., Benavente E. Yield and Quality Performance of Traditional and Improved Bread and Durum Wheat Varieties under Two Conservation Tillage Systems. *Sustainability*. 2019. Vol. 11. Article number 4522.
6. Mefleh M., Conte P., Fadda C., Giunta F., Piga A., Hassoun G., Motzo R. From ancient to old and modern durum wheat varieties: Interaction among cultivar traits, management, and technological quality. *J. Sci. Food Agric*. 2019. Vol. 99. P. 2059–2067.
7. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
8. Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л., Бондаренко Ю. О., Рожков Р. В., Марюха Д. С., Турчинова Н. П. Особливості будови колоса пшениць однозернянок. *Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту*. 2021. Вип. 3 (54). С. 71–81.
9. Jacomet S. Identification of Cereal Remains from Archeological Sites, Archaeobotany Lab. IPAS, Basel University: Basel, Switzerland, 2006. 61p.
10. Castagna R., Borghi B., Di Fonzo N., Heun M., Salamini F. Yield and related traits of einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) in different environments. *Eur. J. Agron*. 1995. Vol. 4. P. 371–378.
11. Guzmán C., Caballero L., Alvarez J.B. Variation in Spanish cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) as determined by morphological traits and waxy proteins. *Genet. Resour. Crop Evol*. 2009. Vol. 56. P. 601–604.
12. Hajnalová M., Dreslerová D. Ethnobotany of einkorn and emmer in Romania and Slovakia: Towards interpretation of archeological evidence. *Památky Archeol*. 2010. Vol. 101. P. 169–202.
13. Zaharieva M., Monneveux P. Cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): the long life of a founder crop of agriculture. *Genet. Resour. Crop Evol*. 2014. Vol. 61. P. 677–706.
14. Bencze S., Makádi M., Aranyos T.J., Földi M., Hertelendy P., Mikó P., Bosi S., Negri L., Drexler D. Re-Introduction of Ancient Wheat Cultivars into Organic Agriculture – Emmer and Einkorn Cultivation Experiences under Marginal Conditions. *Sustainability*. 2020. Vol. 12. Article number 1584.
15. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
16. Charmet G. Wheat domestication: Lessons for the future. *C. R. Biol*. 2011. Vol. 334. P. 212–220.
17. Csákvári E., Halassy M., Enyedi A., Gyulai F., Berke J. Is Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* L.) a Better Choice than Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.)? Wheat Quality Estimation for Sustainable Agriculture Using Vision-Based Digital Image Analysis. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Article number 12005.

18. Dinu M., Whittaker A., Pagliai S., Sofi F. Ancient wheat species and human health: Biochemical and clinical implications. *J. Nutr. Biochem.* 2018. Vol. 52. Article number 1e9.
19. Ribeiro M., Rodrogez-Quijano M., Nunes F.M., Carillo J.M., Branlard G., Igrejas G. New insights into wheat toxicity: Breeding does not seem to contribute to a prevalence of potential celiac disease's immunostimulatory epitopes. *Food Chem.* 2016. Vol. 213. Article number 8e18.
20. Shewry P. R. Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *J. Cereal Sci.* 2018. Vol. 79. P. 469–476.
21. Любич В. В. Ознаки якості хліба різного борошна сортів і ліній пшениць. *Збірник Уманського НУС.* 2018. Вип. 92. С. 64–76.
22. Осокіна Н. М., Мостов'як І. І., Герасимчук О. П., Любич В.В., Костецька К. В., Матвієнко Н. П. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2016. 181 с.
23. Осокіна Н. М., Мостов'як І. І., Герасимчук О. П., Єремєєва О. А., та ін. Якість та облік зерна за приймання, оброблення і зберігання. Київ: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 456 с.
24. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Вихід і якості круп'яних продуктів із зерна сортів і ліній пшениць. *Вісник Полтавської ДАА.* 2017. №4. С. 11–18.
25. 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.
26. Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л. Видове різноманіття пшениці, напрямки і перспективи його використання. *Зб. наук. праць Уманського НУС.* 2012. Вип. 80. С. 37–47.
27. Пшениця спельта. / За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 312 с.

References:

1. Kim, J. Y. (2020). Roadmap to High Throughput Phenotyping for Plant Breeding. *J. Biosyst. Eng.*, 2020, no. 45, pp. 43–55.
2. Pieruschka, R., Schurr, U. (2019). Plant phenotyping: Past, present, and future. *Plant Phenomics*, 2019, Article number 7507131.
3. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Bulletin of Poltava SAA*, 2017, no. 3, pp. 18–24. (in Ukrainian).
4. Eurostat. 2020. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/tag00047> (accessed on 28 October 2021).
5. Ruiz, M., Zambrana, E., Fite, R., Sole, A., Tenorio, J. L., Benavente, E. (2019). Yield and Quality Performance of Traditional and Improved Bread and Durum Wheat Varieties under Two Conservation Tillage Systems. *Sustainability*, 2019, no. 11, article number 4522.
6. Mefleh, M., Conte, P., Fadda, C., Giunta, F., Piga, A., Hassoun, G., Motzo, R. (2019). From ancient to old and modern durum wheat varieties: Interaction among cultivar traits, management, and technological quality. *J. Sci. Food Agric.*, 2019, no. 99, pp. 2059–2067.

7. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Bulletin of Black Sea region agrarian science*, 2017, no. 95, pp. 146–161. (in Ukrainian).

8. Tverdokhlib, O. V., Boguslavsky, R. L., Bondarenko, Yu. O., Rozhkov, R. V., Maryukha, D. S., Turchinova, N. P. (2021). Peculiarities of the ear structure of single-grain wheat. *Bulletin of Kharkiv NAU*, 2021, no. 3 (54), pp. 71–81. (in Ukrainian).

9. Jacomet, S. (2006). Identification of Cereal Remains from Archeological Sites, Archaeobotany Lab. IPAS, Basel University: Basel, Switzerland, 2006. 61 p.

10. Castagna, R., Borghi, B., Di Fonzo, N., Heun, M., Salamini, F. (1995). Yield and related traits of einkorn (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) in different environments. *Eur. J. Agron.*, 1995, no. 4, pp. 371–378.

11. Guzmán, C., Caballero, L., Alvarez, J.B. (2009). Variation in Spanish cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) as determined by morphological traits and waxy proteins. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2009, no. 56, pp. 601–604.

12. Hajnalová, M., Dreslerová, D. (2010). Ethnobotany of einkorn and emmer in Romania and Slovakia: Towards interpretation of archeological evidence. *Památky Archeol.*, 2010, no. 101, pp. 169–202.

13. Zaharieva, M., Monneveux, P. (2014). Cultivated einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*): The long life of a founder crop of agriculture. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2014, no. 61, pp. 677–706.

14. Bencze, S., Makádi, M., Aranyos, T.J., Földi, M., Hertelendy, P., Mikó, P., Bosi, S., Negri, L., Drexler, D. (2020). Re-Introduction of Ancient Wheat Cultivars into Organic Agriculture – Emmer and Einkorn Cultivation Experiences under Marginal Conditions. *Sustainability*, 2020, no. 12, Article number 1584.

15. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, 2016, no. 89, pp. 199–206. (in Ukrainian).

16. Charvet, G. (2011). Wheat domestication: Lessons for the future. *C. R. Biol.*, 2011, no. 334, pp. 212–220.

17. Csákvári, E., Halassy, M., Enyedi, A., Gyulai, F., Berke, J. (2021). Is Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* L.) a Better Choice than Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.)? Wheat Quality Estimation for Sustainable Agriculture Using Vision-Based Digital Image Analysis. *Sustainability*, 2021, no. 13, article number 12005.

18. Dinu, M., Whittaker, A., Pagliai, S., Sofi, F. (2018). Ancient wheat species and human health: Biochemical and clinical implications. *J. Nutr. Biochem.*, 2018, no. 52, article number 1e9.

19. Ribeiro, M., Rodrogez-Quijano, M., Nunes, F. M., Carillo, J. M., Branlard, G., Igrejas, G. (2016). New insights into wheat toxicity: Breeding does not seem to contribute to a prevalence of potential celiac disease's immunostimulatory epitopes. *Food Chem.*, 2016, no. 213, article number 8e18.

20. Shewry, P. R. (2018). Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *J. Cereal Sci.*, 2018, no. 79, pp. 469–476.

21. Liubych, V. V. (2018). Quality features of bread made of different flour of wheat varieties and strains. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 2018, no. 92, pp. 64–76. (in Ukrainian).

22. Osokina, N. M., Mostovyak, I. I., Gerasymchuk, O. P., Lyubich, V. V., Kostetska, K. V., Matvienko, N. P. (2016). Grain storage technology with basics of pest protection. Kyiv: NNC "IAE", 2016. 181 p. (in Ukrainian).

23. Osokina, N. M., Mostovyak, I. I., Gerasimchuk, O. P., Yeremeeva, O.A., et al. (2021). Quality and accounting of grain for acceptance, processing and storage. Kyiv: TROPEA LLC, 2021. 456 p. (in Ukrainian).

24. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O. (2017). Yield and quality of cereals from grain varieties and lines of wheat. *Bulletin of the Poltava SAA*, 2017, no. 4, pp. 11–18. (in Ukrainian).

25. Gospodarenko, G. M., Martyniuk, A. T., Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O. (2017). Cereal properties of grain of different varieties and lines of spelled wheat. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University*, 2017, no. 1, pp. 12–16. (in Ukrainian).

26. Tverdokhlib, O. V., Boguslavskiy, R. L. (2012). Species diversity of wheat, trends and prospects of its use. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 2012, no. 80, pp. 37–47. (in Ukrainian).

27. Gospodarenko, G. M., Kostogryz, V. P., Liubych, V. V. (2016). Wheat spelt. Kyiv: Sik group Ukraine, 2016. 386 p. (in Ukrainian).

Annotation

Liubych V. V., Tverdohlib O. V.

Cereal properties of einkorn grain

Introduction. *Einkorn wheat is characterized by a high protein content in the grain with a balanced amino acid composition. Einkorn grain products have a high nutritional value. However, their culinary quality is insufficiently studied.*

Methods. *Laboratory, physical, expert, statistical.*

Results. *Culinary evaluation of crushed cereals is made by indicators: odor, colour, taste, consistency, consistency during chewing. All listed indicators of culinary evaluation of einkorn crushed wheat had a very high level and amounted to 8.3 points. The smell and taste of cereal porridge was strong, the colour – light cream, the consistency – fluffy. Porridge during chewing is very tender, well chewed, not crunchy. Obviously, the high indicators of cereal culinary evaluation could also be due to the high protein content in einkorn wheat grain. Overall culinary score of crushed cereals was very high for all samples, except for Kokhana soft wheat variety – 5.7 points. It should be noted that origin of einkorn wheat did not affect cereal quality. Therefore, einkorn wheat grain has high cereal properties. Obviously, grain of this type of wheat can be used to produce high quality cereals or improve low quality ones. Important indicators of cereal evaluation are cooking time and cooking coefficient. According to these indicators, *Triticum sinskaiae* A. Filat et Kurk. cereals and einkorn wheat significantly outperformed soft wheat (significantly at $p \leq 0.05$). Thus, the cooking time of soft wheat crushed cereals was 17.2 minutes with a cooking coefficient of 4.2–5.4. In diploid wheat species, cereal cooking time was 11.0–11.5 min, and the boiling coefficient was 6.1–6.4, depending on the local form.*

Conclusions. *As a result of culinary evaluation, it was found that einkorn wheat grain and *Triticum sinskaiae* A. Filat et Kurk. has high cereal properties. The overall culinary score is significantly very high – 8.3 points. The cooking time is 11.0–11.5 min, the cooking coefficient is 6.1–6.4.*

Key words: *einkorn wheat, Synska wheat, cereals, culinary quality, grain.*