

# Порівняльна характеристика селекційних і місцевих форм часнику за показниками харчової цінності

В. В. Яценко\*, О. І. Улянич, Н. В. Яценко, В. П. Карпенко, І. І. Мостов'як, В. В. Любич

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20301, Україна, \*e-mail: slavivsklav16@gmail.com

**Мета.** Проаналізувавши різницю між показниками харчової цінності та їх зміну залежно від строків висаджування (підзимній або весняний), визначити кращі за поживною цінністю підвид і сорт/зразок часнику. **Методи.** Впродовж 2018–2022 рр. у польових умовах (м. Умань, 48°46'N, 30°14'E) досліджували 25 селекційних і місцевих форм часнику (9 – озимих стрілкуючих; 9 – озимих нестрілкуючих; 11 – ярих). Зразки № 14, 33, 43 і 44 визначено як «дворучки». Отримані результати оцінювали загальноприйнятим методом статистичного аналізу. **Результати.** Виділено сорти і зразки з високим вмістом білка – 'Джованна', 'Софіївський', № 14, 43, 54 і 55; з високою калорійністю м'якуша – 'Аполлон', № 14, 27, 33, 43 і 57 (можуть бути вихідним матеріалом у процесі створення високопоживних сортів для потреб харчової промисловості). Щодо елементів харчової цінності, то накопичення білків у м'якуші часнику озимого нестрілкуючого було на 4,1 та 20,9% більшим ніж в озимого стрілкуючого та ярого відповідно. Найвищий вміст жирів відзначено у м'якуші озимого стрілкуючого та ярого підвидів. Найбільше вуглеводів накопичив часник ярої форми, найменше – озимий нестрілкуючий. Водночас показник енергетичної цінності ярого часнику становив 130,03 ккал/100 г сирової маси м'якуша, що на 3,1 та 12,6% вище ніж у озимого стрілкуючого та озимого нестрілкуючого підвидів. **Висновки.** У результаті досліджень виявлено, що за вмістом білків у м'якуші озимий часник істотно переважав ярий. За вмістом жирів різниця була незначною. Помітно більшою кількістю вуглеводів, а тому й найвищою калорійністю характеризувався м'якуш часнику ярої форми.

**Ключові слова:** сорт; зразок; вміст білків; жирів; вуглеводів; калорійність.

## Вступ

Часник (*Allium sativum* L.) – одна з найважливіших ароматних трав'янистих однорічних рослин родини цибулевих. Це друга у світі після цибулі пряна культура [1], загальносвітове виробництво якої становить 28 млн т зі 110 тис. га [3]. Їй властиві характерний різкий запах і специфічний смак.

Регіон походження часнику – Центральна Азія [2], втім ще в доісторичні часи його поширили звідти в Середземномор'я. Це відома рослина подвійного призначення, яку здавна використовують як харчовий продукт, а також для лікування та профілактики головного болю, пухлин, діареї й інших захворювань [4–6]. Завдяки високій фармакологічній активності часнику його широко

застосовують у хімієпрофілактиці та хімієтерапії. За специфічний смак і фармакологічні ефекти рослини відповідають понад 33 різні органічні сполуки сірки [10, 11]. У 100 г свіжого часнику міститься 4,4 г білка, 0,2 г жиру, 23 г вуглеводів, 0,7 г сирової клітковини та 1,3 г золи [12–16], що свідчить про значну варіацію його сортів і підвидів за окремими показниками біохімічного комплексу [17, 18].

Біохімічний склад часнику в Україні вивчали Корнієнко С. І. зі співавторами [19], Федосов А. І. зі співавторами [20], Яровий Г. І. зі співавторами [21] та Решетило Л. І. [22]. Вони досліджували зміну біохімічних показників (вміст цукрів та амінокислот) залежно від впливу елементів технології та зони вирощування.

У своїй праці [23] Яценко В. В. на прикладі сортів 'Софіївський' і 'Прометей' вперше продемонстрував, як змінюються харчова цінність м'якуша й антибактеріальна активність соку часнику озимого залежно від застосування органічних добрив у Правобережному Лісостепу України.

**Мета дослідження** – порівняльне оцінювання підвидів, селекційних і місцевих форм часнику за показниками харчової цінності з метою виділення вихідного матеріалу з поліпшеними біохімічними ознаками для подальшої селекції.

Viacheslav Yatsenko  
<https://orcid.org/0000-0003-2989-0564>

Olena Ulianych  
<https://orcid.org/0000-0002-1687-834X>

Nataliia Yatsenko  
<https://orcid.org/0000-0003-3752-314X>

Ivan Mostoviyak  
<https://orcid.org/0000-0003-4585-3480>

Victor Karpenko  
<https://orcid.org/0000-0001-5607-7371>

Vitalii Lyubich  
<https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>

## Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у польових умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва (м. Умань, 48°46'N, 30°14'E). Місцеві форми часнику ярого № 14, 33, 43, 44, 51, 53, 54, 55, 56 з Черкаської області, № 52 з Кіровоградської, № 55 і 56 з Вінницької області та №57 з Китаю вивчали впродовж 2018–2022 рр. Протягом 2020–2022 рр. до-

сліджували селекційні та місцеві форми часнику озимого стрілкового ('Софіївський', 'Прометей' St, 'Любаша', 'Хандо', 'Харківський фіолетовий', № 25 і 40) та озимого нестрілкового (№ 19, 27, 33, 43 і 44 з Черкаської області, № 14 з Тернопільської, № 1 з Іспанії та № 35 з Азербайджану). «Місцеві сорти» відібрано експедиційним методом під час обстеження посівів у селянських господарствах різних регіонів України, Європи та Азії (табл. 1).

Таблиця 1

### Історія походження досліджуваних сортів та наявність їх у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні

Сорт / зразок	Країна	Історія сорту
'Софіївський'	Україна	Створено методом клонового добору з місцевої форми. Автор – В. І. Лихацький. До Державного реєстру внесено у 1985 р., виключено – у 2022 р.
'Прометей' St		Створено методом клонового добору з інтродукованої форми. Автор – В. І. Лихацький. До Державного Реєстру внесено в 1996 р., виключено – у 2022 р.
'Любаша'		Створено методом індивідуального клонового добору. Автор – І. Захаренко. До Державного Реєстру внесено у 2008 р.
'Хандо'		Створено в компанії «Best Garlic» у 2016 р. До Реєстру не внесено.
'Харківський фіолетовий'		Створено в Інституті овочівництва і баштанництва НААН України методом багаторазового клонового добору з місцевих форм Харківської області. До Державного Реєстру внесено у 1990 р., виключено – у 2022 р.
'Джованна'		Створено методом індивідуального клонового добору із сортозразка № 6. Автор – В. В. Яценко. До Державного Реєстру внесено у 2022 р.
'Аполлон'		Створено методом індивідуального клонового добору із сортозразка № 13. Автори – В. В. Яценко й О. І. Улянич. До Державного Реєстру внесено у 2022 р.
№ 25		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано у Тростянецькому районі Вінницької області.
№ 40		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 1		Іспанія
№ 14	Україна	Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано у Збараському районі Тернопільської області.
№ 16	Франція	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в селянському господарстві на Півдні Франції у регіоні Кадур.
№ 19	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 27	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 33	Україна	Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 35	Азербайджан	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в селянському господарстві на півночі Азербайджану в Агстафинському районі.
№ 43	Україна	Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 44		Дворучка. Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 51		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 52		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Новоархангельському районі Кіровоградської області.
№ 53		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 54		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в Уманському районі Черкаської області.
№ 55		Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано у Вінницькому районі Вінницької області.

Сорт / зразок	Країна	Історія сорту
№ 56	Україна	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано у Вінницькому районі Вінницької області.
№ 57	Китай	Перспективний зразок уманської колекції часнику. Відібрано в селянському господарстві у провінції Цзиньсян.

Стандартом (St) для озимого стрілкового підвиду вважали сорт 'Прометей', що є широко апробованим та одним з найпоширеніших у виробництві. Показники озимого нестрілкового та ярого часнику порівнювали із середнім арифметичним по кожному підвиду, оскільки відповідних апробованих сортів в Україні немає.

Аналізи для визначення окремих компонентів біохімічного комплексу проводили через 10 діб після збирання врожаю. Послугувалися стандартними методами, описаними W. Horwitz, G. Latimer (2016) в International Organization of International, AOAC International [19]. Уміст вуглеводів встановлювали методом високоефективної рідинної хроматомас-спектрометрії (HPLS) (Knauer, Smartline system 1000, Berlin, Germany) (Shimadzu, Model Prominence 20 A). Для визначення вмісту білка 1 г сировини гідролізували у 15 мл концентрованої сірчаної кислоти ( $H_2SO_4$ ), що містила дві таблетки мідного каталізатора, в термоблоці (дигестор Kjeltec system 2020, Tecator Inc., Herndon, VA, США) за температури 420 °C, упродовж 2 годин. Після охолодження, перед нейтралізацією та титруванням, до гідролізу додали  $H_2O$ . Кількість загального азоту в сировині множили на 6,25 (як на традиційний коефіцієнт перетворення) і в такий спосіб отримували загальний вміст білка. Вміст сирого жиру визначали згідно з методикою AOAS 923.03, застосовуючи екстрактор Сокслета (Behr R 106 S, Germany) з петролейним ефіром [19].

Оскільки білки і вуглеводи мають 4, а жири – 9 калорій/грам, енергетичну цінність м'якуша часнику обчислювали за системою 4-9-4 [20]:

енергія (ккал) 100 г сирової маси м'якуша =  $(4 \times \text{білок, г/100}) + (4 \times \text{вуглеводи, г/100 г}) + (9 \times \text{жири, г/100 г})$ .

Фенотипову, генотипову та екологічну мінливість сортів і колекційних зразків [21] визначали за такими формулами:

варіанса генетична:

$$\sigma_G^2 = (CM_p - CM_g)/r;$$

варіанса екологічна:

$$\sigma_A^2 = CM_g;$$

варіанса фенотипова:

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_A^2.$$

Коефіцієнт генотипової варіації:

$$\frac{\sqrt{\sigma_G^2 \times 100}}{\bar{X}};$$

коефіцієнт фенотипової варіації:

$$\frac{\sqrt{\sigma_F^2 \times 100}}{\bar{X}};$$

коефіцієнт екологічної варіації:

$$\frac{\sqrt{\sigma_A^2 \times 100}}{\bar{X}},$$

де  $CM_p$  – узагальнене середньоквадратичне значення ознаки популяцій;  $CM_g$  – узагальнена середньоквадратична похибка;  $r$  – кількість повторень.

Спадковість у вузькому сенсі ( $h^2$ ) – це частка фенотипової різниці в окремій популяції, спричинена спадковими генетичними ефектами (адитивними).  $h^2$  визначають як частку дисперсії ознаки, зумовлену додатковими генетичними факторами. Це відношення додаткової генетичної дисперсії до загальної фенотипової, що розраховують стандартним методом:

$$h^2 = \sigma_G^2 / \sigma_G^2 + (\sigma_G^2 / n)$$

У широкому розумінні спадковість можна оцінити як частку фенотипових відхилень, які безпосередньо належать до впливу всього генотипу, що містить загальну суму компонентів адитивної, домінантної та епістатичної дисперсії й визначається як частка дисперсії ознаки, зумовленої всіма генетичними факторами, зокрема домінуванням та взаємодією між генами. Спадковість у широкому сенсі встановлювали методом Фалконера [22]:

$$H^2_{Falconer} = \sigma_A^2 / \sigma_F^2$$

У галузі рослинництва й селекції існує велика кількість різних принципів відбору, схем схрещування тощо. Можливості одиниць спостереження досить різноманітні – від окремої популяції рослин до генотипів, перевірених у багатьох середовищах. Зазвичай не розрізняють спадковість у широкому та вузькому сенсах. У програмах селекції рослин важливіша спадковість у вузькому розумінні, оскільки реакція на штучний природний відбір залежить від адитивної генетичної дисперсії, яка здебільшого зумовлює схожість між спорідненими популяція-

ми. Значення спадковості ( $h^2$ ) можуть варіюватися від 0 до 1; з наукового погляду, вона є математичним феноменом, що пояснює, яку частину дисперсії ознаки можна вважати генетичною варіацією. Оцінка спадковості ознаки є унікальною для однієї популяції в одному кліматі та може переінакшуватися з часом у міру зміни умов. Спадкова риса – це, по суті, риса наступного покоління, більше схожа на відповідну батьківської форми ніж на таку саму випадкової особи в популяції.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали, розраховуючи середнє арифметичне ( $\bar{x}$ ) стандартного відхилення (SD) [23], обчисленого за допомогою Microsoft Excel 2019. Кореляційні залежності визначали, використовуючи програму Statistica 12.

Для оцінювання якості зв'язку між залежною змінною та факторами у кореляційно-регресійній моделі застосовували значення коефіцієнта детермінації на основі шкали Чеддока.

### Результати досліджень

Уміст окремих класів сполук, за якими розраховували харчову цінність досліджуваних сортів і колекційних зразків часнику озимого стрілкового, перебував у межах значень, запропонованих J. L. Brewster [24] (для білків, вуглеводів, жиру та енергії) та Н. Hacisferogullari зі співавторами [25] (для сирого протеїну). Істотні відмінності спостерігали як між популяціями з різних

регіонів, так і між екотипами з одного. Це означає, що крім генотипу значний вплив на параметри харчової цінності м'якуша часнику мають умови вирощування та методи культивування [26].

Щодо диференціації часнику озимого за досліджуваними параметрами, то максимальну концентрацію протеїну визначено в м'якуші сортів 'Джованна' – 6,77 мг/100 г сирого маси (значно вище за стандарт) та 'Софіївський' – 6,27 мг/100 г сирого маси (неістотно переважає стандарт). Коефіцієнти екологічної та генетичної варіації, одержані за результатами статистичної обробки під час аналізу фенотипової залежності вмісту протеїну, свідчать, що на цю ознаку сильніше впливають умови вирощування фенотипу ( $CVA = 16,53\%$ ) аніж генотип ( $CVG = 3,85\%$ ).

Низька спадковість у вузькому сенсі ( $h^2 = 0,14$ ) вказує, що ознака не визначається генами, тобто не є стабільною і змінюється під впливом зовнішніх умов. Водночас висока спадковість у широкому розумінні ( $H^2_{Falconer} = 0,95$ ) констатує, що ознака вказуватиме на схожість/відмінність між генотипами та успадковуватиметься в наступному поколінні.

Максимальною концентрацією жирів і вуглеводів характеризувалися м'якуші сортів 'Прометей', 'Аполлон' і зразка № 40 – 0,28–0,32 та 24,07–26,87 мг/100 г сирого маси, що істотно вище за середній показник (табл. 2).

Більшість сортів часнику озимого нестрілкового за показниками харчової цінності

Таблиця 2

Харчова цінність м'якуша сортів і колекційних зразків  
*Allium sativum* L. subsp. *sagittatum* (2020–2022 pp.) ( $\bar{X} \pm SD$ )

Зразок	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал
	г/100 г сирого маси			
'Софіївський'	6,27 ± 0,48	22,05 ± 0,78	0,25 ± 0,02	115,54 ± 4,76
'Прометей' St	6,16 ± 0,43	26,11 ± 0,73	0,31 ± 0,02	131,84 ± 4,33
'Любаша'	6,12 ± 0,41	20,07 ± 0,93	0,23 ± 0,02	106,83 ± 4,72
'Хандо'	5,72 ± 0,40	22,53 ± 1,53	0,25 ± 0,02	115,25 ± 6,98
Харківський фіолетовий'	5,06 ± 0,32	18,67 ± 0,31	0,21 ± 0,01	96,83 ± 2,54
'Джованна'	6,77 ± 0,43	16,83 ± 0,62	0,19 ± 0,01	96,15 ± 3,93
'Аполлон'	4,29 ± 0,22	26,87 ± 0,66	0,32 ± 0,02	127,49 ± 3,48
№ 25	5,93 ± 0,37	22,87 ± 0,50	0,25 ± 0,01	117,47 ± 2,97
№ 40	4,20 ± 0,22	24,07 ± 0,68	0,28 ± 0,02	115,57 ± 3,68
Xmed	5,61	22,23	0,25	113,66
$\sigma^2_G$	0,05	0,22	0,0001	
$\sigma^2_F$	0,91	10,54	0,0020	
$\sigma^2_A$	0,86	10,32	0,0019	
CVG, %	3,85	2,1	4,4	
CVF, %	16,98	14,6	17,7	
CVA, %	16,53	14,5	17,1	
CVG/CVA	0,23	0,15	0,26	
$h^2$	0,14	0,06	0,17	
$H^2_{Falconer}$	0,95	0,98	0,94	

м'якуша різнилися між собою в межах статистичної похибки. Так, найвищу концентрацію білка відзначено у зразка № 14 – 5,88 г/100 г (на 9,3% більше за середнє значення). № 43 (5,50 г/100 г) лише на 2,2% переважав середній показник за вмістом протеїну. Кількість білків в інших досліджуваних зразках була неістотно нижчою або дорівнювала усередненій.

Варіювання вмісту вуглеводів виявилось мінімальним. Накопичення цих сполук зразками № 1 і 16 було статистично меншим (на 5,2 і 9,2%), порівнюючи із середнім значенням. № 14 характеризувався статистично більшою концентрацією вуглеводів – 27,39 (+8,6%). Інші зразки перебували в межах похибки за цією ознакою.

Показники вмісту жирів істотно різнилися з попередніми та середньо варіювалися. Високою концентрацією цих сполук характеризувався зразок № 1 – 0,58 г/100 г, що на 41,8% більше за середню. Зразки № 16, 43 і 44 на 12,5–27,6% переважали середній показник (табл. 3).

Таблиця 3

**Харчова цінність м'якуша колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (озимий) (2020–2022 рр.) ( $\bar{X} \pm SD$ )**

Зразок	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал
№ 1	5,28 ± 0,25	23,90 ± 0,29	0,58 ± 0,03	121,90 ± 1,74
№ 14	5,88 ± 0,27	27,39 ± 0,39	0,29 ± 0,03	135,69 ± 1,71
№ 16	5,10 ± 0,41	22,90 ± 0,78	0,52 ± 0,01	116,64 ± 4,76
№ 19	5,30 ± 0,19	25,52 ± 0,95	0,28 ± 0,02	125,76 ± 4,55
№ 27	5,33 ± 0,09	26,53 ± 1,09	0,36 ± 0,02	130,70 ± 4,39
№ 33	5,38 ± 0,17	25,67 ± 0,41	0,30 ± 0,01	126,87 ± 1,97
№ 35	5,40 ± 0,08	24,70 ± 0,42	0,36 ± 0,02	123,68 ± 1,88
№ 43	5,50 ± 0,18	25,53 ± 1,28	0,46 ± 0,01	128,25 ± 5,88
№ 44	5,24 ± 0,33	24,80 ± 0,91	0,52 ± 0,05	124,82 ± 4,91
Xmed	5,38	25,22	0,41	126
$\sigma^2_G$	0,10	2,2	0,01	
$\sigma^2_F$	0,02	0,2	0,00	
$\sigma^2_A$	0,12	2,5	0,01	
CVG, %	2,59	1,8	3,5	
CVF, %	6,45	6,2	27,2	
CVA, %	5,90	5,9	26,9	
CVG/CVA	0,44	0,31	0,13	
h <sup>2</sup>	0,37	0,05	0,22	
H <sup>2</sup> <sub>Falconer</sub>	0,84	0,98	0,91	

Розрахунки сумарного накопичення складових (білків, жирів і вуглеводів) харчової цінності м'якуша часнику показали, що високою калорійністю продукції характеризувався зразок № 14 – 135,69 ккал, що більше за середнє значення на 7,7%. Водночас № 27, 33 і 43 неістотно переважали усереднений показник – на 0,7–3,7%. У результаті виділено зразки з вищим за середній вмістом протеїну – № 14 і

54 (на 23,4 і 23,1%), неістотно вищим – № 51 і 55, неістотно нижчим – № 52 та істотно нижчим – № 33, 43, 44, 56 і 57 (табл. 4).

Таблиця 4

**Харчова цінність м'якуша колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare* (ярий) (2018–2022 рр.) ( $\bar{X} \pm SD$ )**

Зразок	Протеїн	Вуглеводи	Жири	Енергія, ккал
№ 14	5,48 ± 0,24	23,52 ± 2,05	0,28 ± 0,02	118,57 ± 8,55
№ 33	4,05 ± 0,17	31,05 ± 3,30	0,46 ± 0,05	144,62 ± 13,67
№ 43	3,88 ± 0,24	32,64 ± 2,34	0,48 ± 0,03	150,36 ± 9,77
№ 44	4,20 ± 0,22	30,37 ± 1,69	0,45 ± 0,02	142,30 ± 6,92
№ 51	4,45 ± 0,18	27,65 ± 1,75	0,41 ± 0,03	132,14 ± 7,36
№ 52	4,30 ± 0,22	22,89 ± 1,40	0,34 ± 0,02	111,87 ± 5,76
№ 53	4,35 ± 0,20	21,99 ± 1,61	0,34 ± 0,04	108,34 ± 7,06
№ 54	5,46 ± 0,25	20,17 ± 1,45	0,30 ± 0,02	105,28 ± 6,14
№ 55	4,51 ± 0,22	29,01 ± 2,06	0,43 ± 0,03	137,87 ± 8,51
№ 56	4,18 ± 0,16	26,52 ± 2,84	0,39 ± 0,04	126,36 ± 11,69
№ 57	3,97 ± 0,14	33,09 ± 2,13	0,49 ± 0,03	152,58 ± 8,94
Xmed	4,44	27,17	0,39	130,03
$\sigma^2_G$	0,01	0,79	0,0002	
$\sigma^2_F$	0,32	23,12	0,0060	
$\sigma^2_A$	0,31	22,32	0,0058	
CVG, %	2,1	7,8	3,5	
CVF, %	12,8	19,0	19,6	
CVA, %	12,6	17,4	19,3	
CVG/CVA	0,16	0,45	0,18	
h <sup>2</sup>	0,12	0,50	0,14	
H <sup>2</sup> <sub>Falconer</sub>	0,97	0,83	0,97	

Виокремлено зразки часнику ярого з вищим за середній вмістом вуглеводів – № 43 і 57 (на 20,1 і 21,8%), істотно вищим – № 33, 44 і 55, неістотно вищим – № 51, неістотно нижчим – № 56, істотно нижчим – № 14, 52, 53 і 54. За вмістом жирів, який сильно корелював зі вмістом ефірної олії ( $r = 0,98$ ,  $r^2 = 0,96$ ), виокремлено зразки № 43 і 57 – показники на 21,6 і 23,3% більші за середній.

У результаті аналізу енергетичної цінності часнику ярого встановлено, що істотно вищими за середні (на 7,3–9,4%) показниками калорійності 100 г м'якуша характеризувалися зразки № 33, 43, 44 і 57 – 142,30–152,58 ккал.

Загалом у м'якуші озимого нестрількуючого часнику накопичилося на 4,1 та 20,9% більше протеїну ніж в озимого стрількуючого та ярого відповідно (рис. 1).

Помітно істотну різницю між вмістом жирів у м'якуші підвидів часнику. Зокрема, 0,41 г/100 г – в озимого стрількуючого; 0,39 г/100 г – у ярого та 0,25 г/100 г – в озимого нестрількуючого. У середньому озимий стрількуючий підвид накопичував на 39,0 та 4,9% жирів більше ніж озимий нестрількуючий та ярий відповідно (рис. 2).

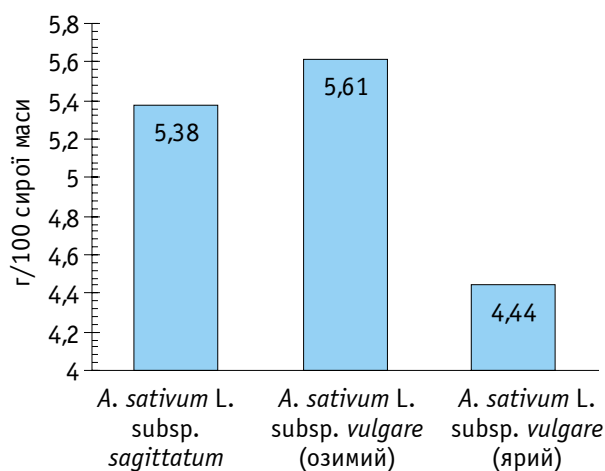


Рис. 1. Усереднений вміст протеїну у м'якуші підвидів часнику

$X_{med}$  5,14  $SD$  0,51  $CV$  10%

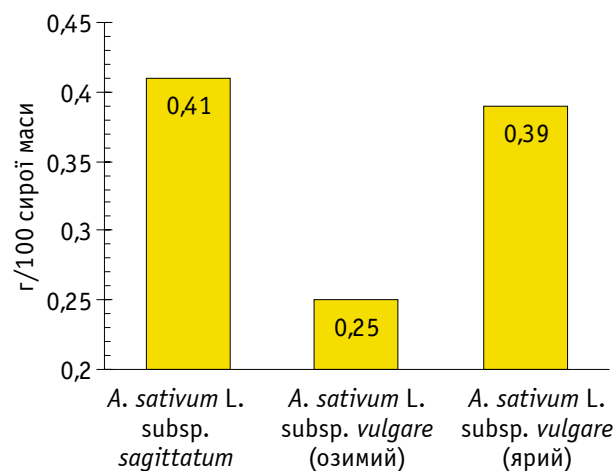


Рис. 2. Усереднений вміст жирів у м'якуші підвидів часнику

$X_{med}$  0,35  $SD$  0,07  $CV$  20%

Максимальним накопиченням вуглеводів у м'якуші зубків відзначився ярий підвид часнику – 27,17 г/100 г, що на 7,2 та 18,2% більше, порівнюючи з озимим стрілкуючим та озимим нестрілкуючим відповідно (рис. 3).

Енергетична цінність – комплексний показник, який вираховували на основі та-

ких змінних параметрів харчової цінності, як вміст протеїну, вуглеводів і жиру. Найкращі її значення продемонстрував ярий підвид часнику – 130,03 ккал, що на 3,1% більше ніж в озимого стрілкуючого та на 12,6% – ніж в озимого нестрілкуючого (рис. 4).

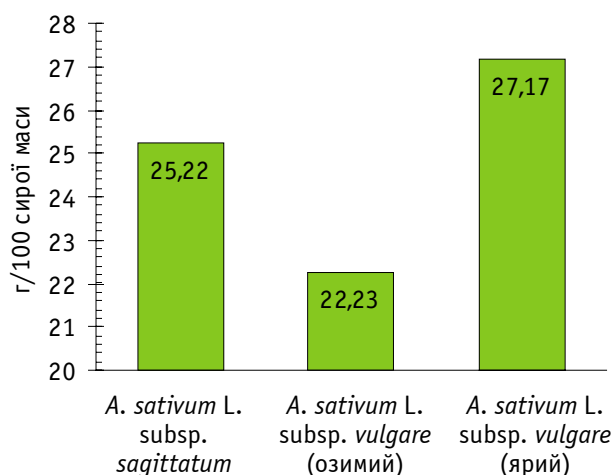


Рис. 3. Усереднений вміст вуглеводів у м'якуші підвидів часнику

$X_{med}$  24,87  $SD$  2,03  $CV$  8%

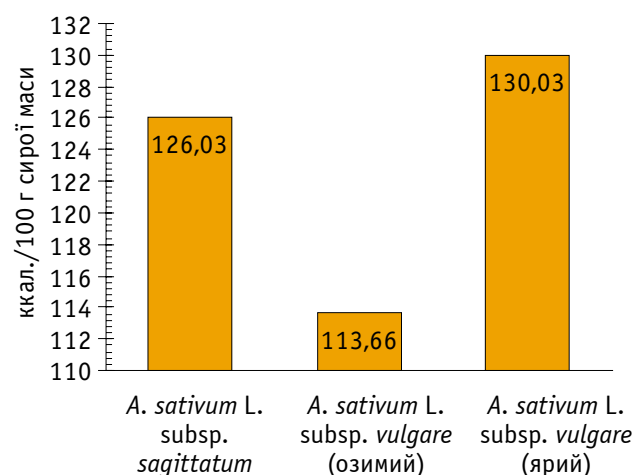


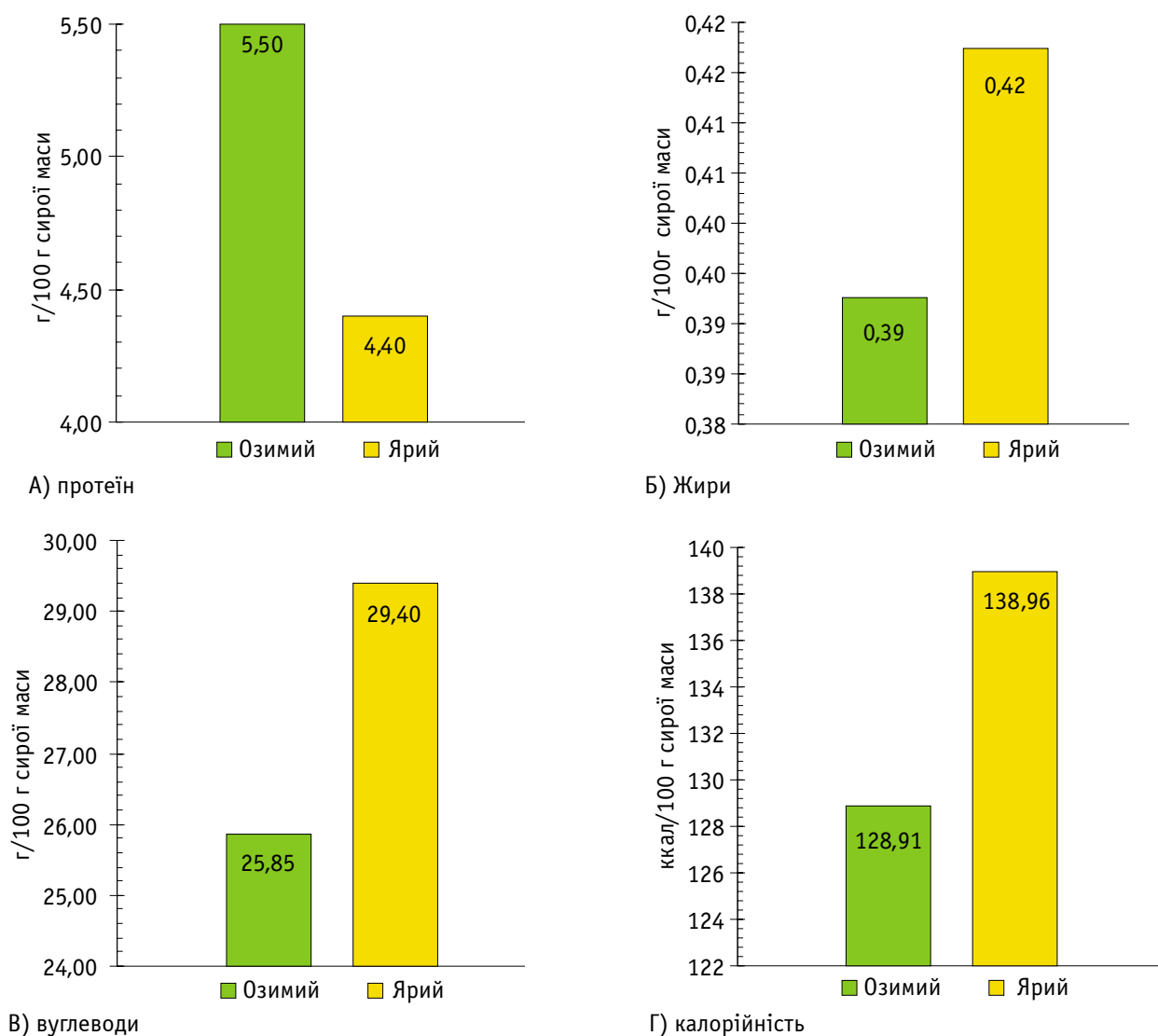
Рис. 4. Енергетична цінність м'якуша підвидів часнику

$X_{med}$  123,24  $SD$  6,97  $CV$  6%

Отже, під час досліджень не спостерігали однобічної залежності за параметрами харчової цінності у того чи іншого підвиду. Тобто немає підвиду, який накопичував би велику кількість протеїну, жирів і вуглеводів. Більше протеїну накопичує озимий нестрілкуючий підвид; жирів – озимий стрілкуючий; вуглеводів – ярий. Попри те, що ярий підвид часнику характеризується покращеними параметрами поживної цінності, його виробництво обмежується досить низькою продуктивністю.

У результаті досліджень також визначено різницю між показниками харчової цінності у перспективних колекційних зразків № 14, 33, 43 і 44, ідентифікованих як дворучки, придатні до вирощування у підзимні й весняні строки висаджування (рис. 5).

Озимий часник значно переважав ярий за вмістом протеїну у м'якуші. Неістотно вищим накопиченням жирів та істотно більшою концентрацією вуглеводів і, як наслідок, вищою енергетичною цінністю відзначилася яра форма часнику.



Результати статистичної обробки								
	Протеїн		Жири		Вуглеводи		Калорійність	
	озимий	ярий	озимий	ярий	озимий	ярий	озимий	ярий
Xmed	5,50	4,40	0,39	0,42	25,85	29,40	128,91	138,96
SD	0,24	0,63	0,10	0,08	0,95	3,49	4,10	12,13
CV	4%	14%	25%	19%	4%	12%	3%	9%

Рис. 5. Різниця між показниками вмісту окремих класів сполук, за якими розраховували харчову цінність м'якуша колекційних зразків *Allium sativum* L. subsp. *vulgare*, ідентифікованих як дворучки залежно від строку висаджування (озимий – підзимній строк висаджування; ярий – весняний строк висаджування)

## Висновки

Встановлено, що часник є овочевою культурою з високою харчовою цінністю. Проаналізувавши отримані результати, вдалося виявити найперспективніші для створення нових сортів часнику популяції. А саме: 'Джованна', 'Софіївський', № 14, 43, 54 і 55 – для одержання сортів із високим вмістом білка. Водночас 'Аполлон' та зразки № 14, 27, 33, 43 і 57 можуть слугувати основою у процесі створення високопоживних сортів для потреб харчової промисловості.

Для добору вихідних форм із вищим вмістом біоактивних і поживних сполук, що сприятиме покращенню якості часнику та продуктів його переробки, необхідно оцінювати генетичну мінливість популяцій та екотипів. Це також важливо через вегетативне розмноження часнику.

Крім того, оцінювання й клоновий добір за попередньо визначеними параметрами харчової цінності сприятимуть ефективному використанню генетичних ресурсів для покращення селекційних програм у напрямі біохімічної якості.

## Використана література

- Khan H., Uaf M., Jellani G. et al. Evaluation of Garlic Genotypes for Yield and Yield Components in Islamabad, Pakistan Environment. *The Nucleus*. 2018. Vol. 55, No. 1. P. 22–26.
- Khokhar K. Bulb development in garlic – review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2022. doi: 10.1080/14620316.2022.2150326
- Helmy E., Ragheb E. The Efficiency of Clonal Selection as A Breeding Program to Improve Chinese Garlic Cultivar (*Allium sativum* L.). *Journal of Plant Production*. 2021. Vol. 12, Iss. 12. P. 1359–1365. doi: 10.21608/jpp.2021.223382
- Nagini S. Cancer chemoprevention by garlic and its organosulfur compounds-panacea or promise? *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2008. Vol. 8, Iss. 3. P. 313–321. doi: 10.2174/187152008783961879
- Bastaki S. M. A., Ojha S., Kalasz H., Adeghate E. Chemical Constituents and Medicinal Properties of *Allium* Species. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2021. Vol. 476, Iss. 12. P. 4301–4321. doi: 10.1007/s11010-021-04213-2
- Alves-Silva J., Zuzarte M., Girao H., Salgueiro L. Natural Products in Cardiovascular Diseases: The Potential of Plants from the *Allioideae* Subfamily (Ex-*Alliaceae* Family) and Their Sulphur-Containing Compounds. *Plants*. 2022. Vol. 11, Iss. 15. Article 1920. doi: 10.3390/plants11151920
- Nazari M., Ghanbarzadeh B., Samadi Kafil H. et al. Garlic essential oil nanophytosomes as a natural food preservative: Its application in yogurt as food model. *Colloid and Interface Science Communications*. 2019. Vol. 30. Article 100176. doi: 10.1016/j.colcom.2019.100176
- Sandrakirana R., Baswarsiati, Hadiatry M. The diversity of garlic bulbs and cloves quantitative characteristics of local garlic collection of East Java AIAT. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 591, Iss. 1. Article 012029. doi: 10.1088/1755-1315/591/1/012029
- Upadhyay R. Nutritional and Therapeutic Potential of *Allium* Vegetables. *Journal of Nutritional Therapeutics*. 2017. Vol. 6, Iss. 1. P. 18–37. doi: 10.6000/1929-5634.2017.06.01.3
- De Greef D., Barton E. M., Sandberg E. N. et al. Anticancer potential of garlic and its bioactive constituents: A systematic and comprehensive review. *Seminars in Cancer Biology*. 2020. Vol. 73. P. 219–264. doi: 10.1016/j.semcancer.2020.11.020
- Beretta V., Bannoud F., Insani M. et al. Relationships among Bioactive Compounds Content and the Antiplatelet and Antioxidant Activities of Six *Allium* Vegetable Species. *Food Technology and Biotechnology*. 2017. Vol. 55, Iss. 2. P. 266–275. doi: 10.17113/ftb.55.02.17.4722
- Zhang Y., Bai C., Shi W. et al. Identification of essential oils including garlic oil and black pepper oil with high activity against *Babesia dunckeri*. *Pathogens*. 2020. Vol. 9, Iss. 6. Article 466. doi: 10.3390/pathogens9060466
- Zhang Y., Liu X., Ruan J. et al. Phytochemicals of garlic: Promising candidates for cancer therapy. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2020. Vol. 123. Article 109730. doi: 10.1016/j.biopha.2019.109730
- Anwar G., Ata A., Mahmoud M. et al. Morphological and biochemical assessment of sixteen garlic clones cultivated in Egypt. *Egyptian Journal of Plant Breeding*. 2017. Vol. 21, Iss. 5. P. 820–836. doi: 10.3199/iscb.12.4
- El-Zohiri S. S. M., Farag A. Relation Planting Date, Cultivars and Growing Degree-Days on Growth, Yield and Quality of Garlic. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2014. Vol. 3, Iss. 4. P. 1169–1183.
- Alsup-Egbers C., Byers P., McGowan K. et al. Effect of Three Planting Dates on Three Types of Garlic in Southwest Missouri. *HortTechnology*. 2020. Vol. 30, Iss. 2. P. 273–279. doi: 10.21273/horttech04457-19
- Abdalla M., Aboul-Nasr M., Aly S. Analysis of Some chemical components of fifteen garlic ecotypes and its relations with environmental and cultural practices. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 2010. Vol. 41, Iss. 2. P. 1–17. doi: 10.21608/ajas.2010.267882
- Barboza K., Salinas C., Pérez B. et al. Genotypic and environmental effects on the concentration of bulb phytochemicals associated with garlic flavor, health-enhancing properties, and postharvest conservation. *Crop Science*. 2022. Vol. 62, Iss. 5. P. 1807–1820. doi: 10.1002/csc2.20780
- Корнієнко С. І., Муравйов В. О., Гончаров О. М. Вирощування часнику озимого. Київ, 2015. 36 с.
- Федосов А. І., Кисличенко В. С., Новосел О. М. Визначення якісного та кількісного вмісту амінокислот у часнику цибулинах і листі. *Медична та клінічна хімія*. 2017. Т. 19, № 3. С. 42–46. doi: 10.11603/мсч.2410-681X.2017.v0.i3.8193
- Яровий Г. І., Пузік Л. М., Чечуй О. Ф. Вплив селену на врожайність і вміст цукрів часнику озимого. *Вісник ХНАУ. Серія Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання*. 2017. Вип. 2. С. 150–157.
- Решетило Л. І. Формування вуглеводного та білкового складу часнику при вегетації в зоні Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2022. № 30. С. 22–28. doi: 10.36477/2522-1221-2022-30-03
- Яценко В. В. Адаптивна мінливість часнику озимого і біологізація технології вирощування. Дніпро : Середняк Т. К., 2021. 179 с.
- Horwitz W., Latimer G. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20<sup>th</sup> ed. Maryland : AOAC International, 2016. 771 p.
- Atwater W. O. Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food. *Farmers Bulletin*. 1910. No. 142. 48 p. URL: <https://archive.org/details/CAT87202134/page/45/mode/2up>
- Burton G. W., De Vane R. W. Estimating heritability in tall Fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*. 1953. Т. 45, Iss. 10. P. 478–481. doi: 10.2134/agronj1953.00021962004500100005x
- Falconer D. S. Introduction to Quantitative Genetics. 3<sup>rd</sup> ed. New York, NY : Longman Inc., 1989. 448 p.
- Steel R., Torrie J. H. Principles and Procedures of Statistics. A Biometric Approach. *Biometrics*. 1981. Vol. 37, Iss. 4. Article 859. doi: 10.2307/2530180
- Brewster J. L. Onions and other vegetable *Alliums*. 2<sup>nd</sup> ed. Wallingford, UK : CABI, 2008. 372 p.
- Haciseferoğulları H., Özcan M., Demir F., Çalışır S. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Food Engineering*. 2005. Vol. 68, Iss. 4. P. 463–469. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.06.024
- Rekowska E., Skupien K. The influence of selected agronomic practices on the yield and chemical composition of winter garlic. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2009. Vol. 70. P. 173–182. doi: 10.2478/v10032-009-0017-8

## References

- Khan, H., Uaf, M., Jellani, G., Hidayatullah, Tariq, S., Naseeb, T., & Mahmood, S. (2018). Evaluation of Garlic Genotypes for Yield and Yield Components in Islamabad, Pakistan Environment. *The Nucleus*, 55(1), 22–26.
- Khokhar, K. (2022). Bulb development in garlic – review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. doi: 10.1080/14620316.2022.2150326
- Helmy, E., & Ragheb, E. (2021). The Efficiency of Clonal Selection as A Breeding Program to Improve Chinese Garlic Cultivar (*Allium sativum* L.). *Journal of Plant Production*, 12(12), 1359–1365. doi: 10.21608/jpp.2021.223382
- Nagini, S. (2008). Cancer chemoprevention by garlic and its organosulfur compounds-panacea or promise? *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 8(3), 313–321. doi: 10.2174/187152008783961879
- Bastaki, S. M. A., Ojha, S., Kalasz, H., & Adeghate, E. (2021). Chemical Constituents and Medicinal Properties of *Allium* Spe-



- cies. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 476(12), 4301–4321. doi: 10.1007/s11010-021-04213-2
6. Alves-Silva, J., Zuzarte, M., Girao, H., & Salgueiro, L. (2022). Natural Products in Cardiovascular Diseases: The Potential of Plants from the *Allioideae* Subfamily (Ex-*Alliaceae* Family) and Their Sulphur-Containing Compounds. *Plants*, 11(15), Article 1920. doi: 10.3390/plants11151920
  7. Nazari, M., Ghanbarzadeh, B., Samadi Kafil, H., Zeinali, M., & Hamishehkar, H. (2019). Garlic essential oil nanophytosomes as a natural food preservative: Its application in yogurt as food model. *Colloid and Interface Science Communications*, 30, Article 100176. doi: 10.1016/j.colcom.2019.100176
  8. Sandrakirana, R., Baswarsati, & Hadiatry, M. (2020). The diversity of garlic bulbs and cloves quantitative characteristics of local garlic collection of East Java AIAT. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 591(1), Article 012029. doi: 10.1088/1755-1315/591/1/012029
  9. Upadhyay, R. (2017). Nutritional and Therapeutic Potential of *Allium* Vegetables. *Journal of Nutritional Therapeutics*, 6(1), 18–37. doi: 10.6000/1929-5634.2017.06.01.3
  10. De Greef, D., Barton, E. M., Sandberg, E. N., Croley, C. R., Pumarol, J., Wong, T. L., Das, N., & Bishayee, A. (2020). Anticancer potential of garlic and its bioactive constituents: A systematic and comprehensive review. *Seminars in Cancer Biology*, 73, 219–264. doi: 10.1016/j.semca.2020.11.020
  11. Beretta, V., Bannoud, F., Insani, M., Berli, F., Hirschegger, P., Galmarini, C., & Cavagnaro, P. (2017). Relationships among Bioactive Compounds Content and the Antiplatelet and Antioxidant Activities of Six *Allium* Vegetable Species. *Food Technology and Biotechnology*, 55(2), 266–275. doi: 10.17113/ftb.55.02.17.4722
  12. Zhang, Y., Bai, C., Shi, W., Alvarez-Manzo, H., & Zhang, Y. (2020). Identification of essential oils including garlic oil and black pepper oil with high activity against *Babesia duncani*. *Pathogens*, 9(6), Article 466. doi: 10.3390/pathogens9060466
  13. Zhang, Y., Liu, X., Ruan, J., Zhuang, X., Zhang, X., & Li, Z. (2020). Phytochemicals of garlic: Promising candidates for cancer therapy. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 123, Article 109730. doi: 10.1016/j.biopha.2019.109730
  14. Anwar, G., Ata, A., Mahmoud, M., Abdelrahman, A., & Dakhly, O. (2017). Morphological and biochemical assessment of sixteen garlic clones cultivated in Egypt. *Egyptian Journal of Plant Breeding*, 21(5), 820–836. doi: 10.3199/iscb.12.4
  15. El-Zohiri, S. S. M., & Farag, A. (2014). Relation Planting Date, Cultivars and Growing Degree-Days on Growth, Yield and Quality of Garlic. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(4), 1169–1183.
  16. Alsup-Egbers, C., Byers, P., McGowan, K., Trewatha, P., & McClain, W. (2020). Effect of Three Planting Dates on Three Types of Garlic in Southwest Missouri. *HortTechnology*, 30(2), 273–279. doi: 10.21273/horttech04457-19
  17. Abdalla, M., Aboul-Nasr, M., & Aly, S. (2010). Analysis of Some chemical components of fifteen garlic ecotypes and its relations with environmental and cultural practices. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 41(2), 1–17. doi: 10.21608/ajas.2010.267882
  18. Barboza, K., Salinas, C., Pérez, B., Dhall, R. K., & Cavagnaro, P. (2022). Genotypic and environmental effects on the concentration of bulb phytochemicals associated with garlic flavor, health-enhancing properties, and postharvest conservation. *Crop Science*, 62(5), 1807–1820. doi: 10.1002/csc2.20780
  19. Kornienko, S. I., Muravjov V. O., & Honcharov, O. M. (2015). *Vyroshchuvannia chasnyku ozymoho* [Cultivation of winter garlic]. Kyiv: N.p. [In Ukrainian]
  20. Fedosov, A. I., Kyslychenko, V. S., & Novosel, O. M. (2017). Determination of the qualitative and quantitative content of amino acids in garlic bulbs and leaves. *Medical and Clinical Chemistry*, 19(3), 42–46. doi: 10.11603/mcch.2410-681X.2017.v0.i3.8193 [In Ukrainian]
  21. Yarovyi, H. I., Puzik, L. M., & Chechui, O. F. (2017). Effect of selenium on the productivity and content of sugars of winter garlic. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Crop Production, Breeding and Seed Production, Horticulture*, 2, 150–157. [In Ukrainian]
  22. Reshetylo, L. I., (2022). Formation of hydrocarbon and protein composition of garlic during vegetation in the Western Forest-Steppe zone of Ukraine. *Herald of Lviv University of Trade and Economics. Technical Sciences*, 30, 22–28. [In Ukrainian]
  23. Yatsenko, V. V. (2021). *Adaptyvna minlyvist chasnyku ozymoho i biolohizatsiia tekhnolohii vyroshchuvannia* [Adaptive variability of winter garlic and biologization of growing technology]. Dnipro: Seredniak T. K. [In Ukrainian]
  24. Horwitz, W., & Latimer, G. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. (20<sup>th</sup> ed.). Maryland: AOAC International.
  25. Atwater, W. O. (1910). Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food. *Farmers Bulletin*, 142. Retrieved from <https://archive.org/details/CAT87202134/page/45/mode/2up>
  26. Burton, G. W., & De Vane, R. W. (1953). Estimating heritability in tall Fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal*, 45(10), 478–481. doi: 10.2134/agronj1953.00021962004500100005x
  27. Falconer, D. S. (1989). *Introduction to Quantitative Genetics* (3<sup>rd</sup> ed.). New York, NY: Longman Inc.
  28. Steel, R., & Torrie, J. H. (1981). Principles and Procedures of Statistics. A Biometric Approach. *Biometrics*, 37(4), Article 859. doi: 10.2307/2530180
  29. Brewster, J. L. (2008). Onions and other vegetable *Alliums* (2<sup>nd</sup> ed.). Wallingford, UK: CABI.
  30. Haciseferoğulları, H., Özcan, M., Demir, F., & Çalırsır, S. (2005). Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Food Engineering*, 68(4), 463–469. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.06.024
  31. Rekowska, E., & Skupien, K. (2009). The influence of selected agronomic practices on the yield and chemical composition of winter garlic. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 70, 173–182. doi: 10.2478/v10032-009-0017-8

UDC 635.262-047.44:665.112

**Yatsenko, V. V.\***, **Ulianych, O. I.**, **Yatsenko, N. V.**, **Karpenko, V. P.**, **Mostoviak, I. I.**, & **Liubych V. V.** (2023). Comparative characteristics of breeding and local forms of garlic according to indicators of nutritional value. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(1), 58–67. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.1.2023.277772>  
*Uman National University of Horticulture, 1 Instytutska St., Uman, Cherkasy region, 20301, Ukraine, \*e-mail: slaviksklav16@gmail.com*

**Purpose.** To determine the subspecies and variety/sample of garlic with the best nutritional value by analyzing the difference between nutritional value indicators and their variation according to the time of planting (winter or spring). **Methods.** During 2020–2022, in field conditions (Uman, 48°46'N, 30°14'E) were studied 25 breeding and local forms of garlic (9 – winter bolting; 9 – winter non-bolting;

11 – spring, among which samples No. 14, 33, 43 and 44 were determined to be suitable for planting in autumn and spring. For the analysis of the obtained results, generally accepted methods of genetic and statistical analysis were used. **Results.** Varieties and samples with high protein content were selected – ‘Giovanna’, ‘Sofiivskiyi’, No. 14, 43, 54 and 55; with high calorie pulp – ‘Apollon’, No. 14, 27, 33, 43

and 57 (can be the starting material in the process of creating highly nutritious varieties for the needs of the food industry). With regard to nutritional elements, the accumulation of proteins in the pulp of winter non-bolting garlic was 4.1 and 20.9% higher than that of winter bolting and spring garlic, respectively. The highest fat content was found in the pulp of winter bolting and spring subspecies. Spring garlic accumulated the most carbohydrates, while winter non-bolting garlic accumulated the least. At the same time, the energy value indicator of spring garlic was 130.03 kcal/100 g

raw pulp mass, which was 3.1 and 12.6% higher than that of the winter bolting and winter non-bolting subspecies, respectively. **Conclusions.** The results of the study showed that winter garlic was significantly superior to spring garlic in terms of protein content in the pulp. The difference in fat content was insignificant. Spring garlic pulp was characterised by a significantly higher amount of carbohydrates and therefore the highest calorie content.

*Keywords: cultivar; sample; protein content; fats; carbohydrates; caloric content.*

*Надійшла / Received 17.02.2023*

*Погоджено до друку / Accepted 17.03.2023*