

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОРФОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СОРТІВ ГАРБУЗА**Троценко Володимир Іванович**

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-8101-0849
vtrotsenko@ukr.net

Жатова Галина Олексіївна

кандидат сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-8606-6750
gzhatova@ukr.net

Коваленко Ігор Миколайович

доктор біологічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-4957-2352
kovalenko_977@ukr.net

Писаренко Павло Вікторович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID: 0000-0002-4915-265X
pavlo.pysarenko@pdaa.edu.ua

Скляр Юрій Леонідович

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-5790-1331
sul_bio@ukr.net

Бондарєва Людмила Миколаївна

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-4126-7601
milabond77@gmail.com

У сучасному світі не втрачає актуальності питання забезпечення населення продуктами харчування, у тому числі й овочами. Важливе місце у розв'язанні зазначеної проблеми посідає вирощування рослин родини *Cucurbitaceae*, зокрема гарбузів (рід *Cucurbita*). В Україні культура гарбузів сформована на основі трьох окремих видів, представлених приблизно рівною кількістю сортів. Менш представленою є група сортів, сформованих на основі міжвидових гібридів. Широка генетична основа сучасної культури та активне використання у селекції диких форм гарбузів потребують додаткових параметрів візуальної ідентифікації. У статті проаналізована можливість використання, як додаткового фактора ідентифікації сортів, низки морфопараметрів, а саме: п'ять меристичних, вісім метричних та чотири статичних алометричних. Аналіз проводили для 6 сортів гарбузів, поширених в умовах Лівобережного Лісостепу України, які належать до видів *Cucurbita maxima* Duch. (Атлантичний гігант, Стофунтовий, Титан, Український багатоплідний); *Cucurbita pepo* L. (Голонасінний) та *Cucurbita moschata* Duch. (Арабатський). Встановлено, що досліджувані сорти статистично достовірно відрізняються за величинами абсолютної більшості морфоознак (за винятком величин площі найменшого листка, а також співвідношення між кількістю бічних пагонів першого порядку та довжиною головного пагону). Найбільші значення довжини головного пагону зареєстровано у сорту Голонасінний, а найменші – у сорту Арабатський. Український багатоплідний вирізняється формуванням найбільшої кількості бічних пагонів першого порядку, а Атлантичний гігант – найменшою. Найбільші значення морфопараметрів, що характеризують стан листової поверхні зареєстровано у сорті Український багатоплідний та Голонасінний, а найменші їх показники – у сорту Арабатський. Загалом досліджувані сорти проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин показників, які характеризують асиміляційну поверхню. З'ясовано, що найбільшу кількість генеративних структур формують рослини сортів Український багатоплідний та Голонасінний, а найменшу – Арабатський. Досліджувані сорти також проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин морфопоказників, які характеризують стан їхньої генеративної сфери. Наприкінці

вегетації найбільшими величинами маси плоду вирізнялись сорти Український багатоплідний та Атлантичний гігант. Наслідком відмінностей у величинах провідних морфопараметрів, зареєстрованих у шести досліджуваних сортів, стали й статистично достовірні відмінності у розмірі сформованого ними врожаю.

Ключові слова: родина *Cucurbitaceae*, рід *Cucurbita*, морфометричний аналіз, морфоструктура та габітус рослин, ідентифікація сортів, розвиток рослин, врожайність.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.14>

Вступ. У сучасному світі не втрачає актуальності питання забезпечення населення продуктами харчування, у тому числі й овочами (Sukhyi & Zaiachuk, 2012; Koshchii, 2013; Sydora, 2017; Korniienko & Rud, 2019). Важливе місце у розв'язанні зазначеної проблеми посідає вирощування рослин родини *Cucurbitaceae*, зокрема гарбузів (рід *Cucurbita*) (Paris, 2000; Lymar, 2006). Їхня продукція є цінною сировиною для харчової промисловості (Loy, 1982; Lymar, 2006; Ferriol & Pico, 2008; Bakhchevyye kultury..., 2011), для отримання препаратів, які використовуються з метою лікування хвороб шкіри, травної, видільної, серцево-судинної систем. Унаслідок значного вмісту пектину, вживання гарбузів сприяє виведенню з організму радіонуклідів, холестерину, важких металів (FAO ..., 2002, Lymar, 2006, Bakhchevyye kultury..., 2011). Гарбузове насіння містить антиоксиданти та протипухлинні хімічні речовини (Caili et al., 2006, Yadav et al., 2010). Гарбуз має здатність поглинати з ґрунту забруднюючі речовини (Otani et al., 2007).

В Україні культура гарбузів сформована на основі трьох окремих видів, представлених приблизно рівною кількістю сортів. Менш представленою є група сортів, сформованих на основі міжвидових гібридів. У наслідок суттєвого господарського значення, представники роду *Cucurbita* залишаються об'єктами ґрунтового наукового вивчення (Paris, 1989, 2000; Koltunov & Bulakh, 2012; Bobos, I. M., & Lavrentieva, 2013; Kolesnik, 2015, 2019; Koiko & Khareba, 2018). Значна увага вивченню властивостей гарбузів та різних аспектів їхнього використання приділяється й закордоном (Reiners & Riggs, 1999; Traka-Mavriona et al., 2000; Halit Yetisir & Nebahat Sari, 2003; Cohen et al., 2005; Janick, 2008; Savage et al., 2015; Alan et al., 2017; Yang et al., 2020; Xuejin Chena et al., 2021; Yang & He, 2022).

Важливою складовою досліджень, спрямованих на розкриття характеристик рослинних організмів, є морфометричний аналіз (Skliar, 2014; Sherstiuk, 2016; Skliar & Sherstuk, 2016; Bondariva et al., 2019; Zlobin et al., 2022). У прикладному аспекті методика проведення морфометричних досліджень також може бути використана для спрощення ідентифікації сортів або сортотипів сільськогосподарських культур, у тому числі й на основі візуальних ознак. Отримані дані, дозволяють й сформулювати пропозиції щодо оптимізації сортових технологій, проведення селекційних досліджень тощо (Agbagwa & Ndukwu, 2004, Khareba & Unuchko, 2019, Galaguria, 2022, Gart et al., 2019, Popovych et al., 2022). Тому проведення морфометричних досліджень посідає важливе місце й у системі вивчення властивостей представників роду *Cucurbita*. Відповідно, метою даної публікації було визначено: оцінити величини провідних морфоознак у низки сортів гарбуза, які культивуються в умовах Лівобереж-

ного Лісостепу України, та проаналізувати можливість використання результатів морфометричного аналізу як додаткового фактора ідентифікації сортів.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились на території Сумського району Сумської області у ґрунтово-кліматичних умовах, що є типовими для Лівобережного Лісостепу України. Вивчення морфоознак було здійснено для шести сортів гарбуза, що належать до трьох видів:

– Гарбуз великоплідний (*Cucurbita maxima* Duch.): сорти Атлантичний гігант (**№ 1**), Титан (**№ 2**), Стофунтовий (**№ 3**), Український багатоплідний (**№ 4**);

– Гарбуз звичайний (*Cucurbita pepo* L.): сорт Голонасічний (**№ 5**);

– Гарбуз мускатний (*Cucurbita moschata* Duch.): сорт Арабатський (**№ 6**).

Сорти, охоплені вивченням, здебільшого мають вегетаційний період тривалістю 105–120 днів, протягом якого і здійснювалася оцінка стану рослин відповідно до загальноприйнятих підходів щодо проведення морфометричного аналізу (Zlobin et al., 2022). Розмір облікової ділянки становив 16 м², повторність – 3-разова, розміщення повторностей – рандомізоване. У рослин реєструвалися меристичні, метричні та алометричні показники (табл. 1). При роботі із плодами встановлювали загальну масу кожного із них, а також масу за винятком маси насіння із плацентою. Цей показник у статті вказано як «маса оплодня».

Вимірювання морфопараметрів рослин гарбузів здійснювалось чотири рази за вегетаційний сезон. При цьому ідентифікувався й їхній онтогенетичний стан на основі шкали ВВСН (Zlobyn & Prasol, 1993).

Дані, отримані у процесі польових досліджень, були опрацьовані методами математичної статистики із використанням точкового оцінювання та дисперсійного аналізу. Розрахунки за останнім були доповнені попарним порівнянням сортів між собою на основі спеціального тесту: Fisher LSD (Carenko et al., 2000).

Результати. У таблицях 2–4 представлені результати узагальнення даних, набуті у період досягнення гарбузами молодого генеративного стану, що за шкалою ВВСН відповідає фазі за № 61 (початок цвітіння). На цей час рослини мали сформовані вегетативні структури, у тому числі головний пагін із певним рівнем галушення. Досліджувані сорти статистично достовірно відрізнялися між собою за довжиною головного пагона та кількістю сформованих на ньому бічних пагонів першого порядку (табл. 2).

При цьому найбільші значення довжини головного пагона (203,6±21,16 см) зареєстровані у сорту Голонасічний, а найменші (85,3±9,12 см) у – Арабатський. Незначною була й довжина головного пагона й у сорту

Перелік морфопараметрів, які були оцінені у рослин гарбуза

Назва морфопараметра	Умове позначення та розрахункова формула	Розмірність
<i>Меристичні морфометричні параметри</i>		
Кількість листків	NL	шт.
Кількість листків на головному пагоні	NL main	шт.
Загальна кількість генеративних органів	Ngen	шт.
Кількість генеративних органів на головному пагоні	Ng_main	шт.
Кількість бічних пагонів першого порядку	B	шт.
<i>Метричні морфометричні параметри</i>		
Довжина головного пагона	L	см
Загальна площа листової поверхні	A	см ²
Площа найбільшого листка	<i>a max</i>	см ²
Площа середнього листка	<i>a med</i>	см ²
Площа найменшого листка	<i>a min</i>	см ²
Маса плоду	Wgen_1	кг
Маса оплодня у складі плоду	Wop_gen_1	кг
Маса насіння у складі плоду	Wse_gen_1	г
<i>Алометричні морфометричні параметри</i>		
Співвідношення між площею листової поверхні та довжиною головного пагона	AL = A/L	см ² /см
Співвідношення між кількістю бічних пагонів першого порядку та довжиною головного пагона	BL = B/L	шт./см
Співвідношення між довжиною головного пагона та загальною кількістю генеративних органів	LN _g = L/N _g	см/ шт.
Частка маси насіння у загальній масі плоду	Wse_qu=(Wse_gen_1/Wgen_1)*100	%

Таблиця 2

Величини морфометричних параметрів¹, які характеризують стан головного пагону та його розгалуженість

№ сорту ²	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання		
	L, см	B, шт.	BL, шт./см
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	120,0±14,17	0,6±0,27	0,004±0,0019
2	165,5±15,00	1,4±0,27	0,008±0,0013
3	167,8±14,39	1,5±0,37	0,008±0,0017
4	190,7±8,29	3,4±0,40	0,018±0,0016
5	203,6±21,16	1,6±0,31	0,008±0,0021
6	85,3±9,12	1,0±0,40	0,010±0,0045
Довірчий рівень, р ³	0,0000*	0,0009*	0,1607

Примітка: ¹ тут і у таблицях 3–5 та на рис. 1–6 умовні позначення морфопараметрів відповідають таблиці 1.

² тут і у таблицях 3–5 та на рис. 1–6 нумерація сортів відповідає наведеній у тексті підрозділу «Матеріали і методи досліджень».

³ тут і у таблицях 3–5 позначкою «*» відзначено відмінності, статистично достовірні на рівні 95% і вище.

Атлантичний гігант: 120,0±14,17 см. У підсумку Арабатський та Атлантичний гігант за цією ознакою статистично достовірно відрізнялися від усіх інших сортів (рис. 1).

Сорт Український багатоплідний вирізнявся формуванням найбільшої кількості бічних пагонів першого порядку (3,4±0,40 шт.), а Атлантичний гігант – найменшою (0,6±0,27 шт.). За цією ознакою ці сорти статистично достовірно відрізнялися від інших (рис. 2).

Разом усі шість досліджуваних сортів виявились подібними за кількістю бічних пагонів, що формуються на одиницю довжини головного пагону: показник BL варіював у межах 0,004–0,018 шт./см при р=0,1607. Одні із

найбільших значень цього морфопараметру зареєстровані у сортів Арабатський (0,010±0,0045 шт./см) та Український багатоплідний (0,018±0,0016 шт./см), а найменші – у Атлантичного гіганту (0,004±0,0019 шт./см).

Досліджувані сорти мали статистично достовірні відмінності й за величинами абсолютної більшості морфопараметрів, що характеризують стан листової поверхні (за винятком показників площі найменшого листка) (табл. 3, 4). Найбільші значення морфопараметрів цієї групи були характерними для сорту Український багатоплідний (показники NL, NL main, *a med*, AL) або Голонасінний (A, *a max*), а найменші значення (показники NL,

LSD test; variable L (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 2488,9, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		119,96	165,45	167,80	190,74	203,59	85,300
1	1		0,023424	0,022535	0,009057	0,000183	0,071605
2	2	0,023424		0,908986	0,339265	0,074072	0,000077
3	3	0,022535	0,908986		0,397250	0,105756	0,000099
4	4	0,009057	0,339265	0,397250		0,639843	0,000127
5	5	0,000183	0,074072	0,105756	0,639843		0,000000
6	6	0,071605	0,000077	0,000099	0,000127	0,000000	

Рис. 1. Результати тесту Fisher LSD для довжини головного пагону (L)

LSD test; variable B (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 1,2866, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		,61538	1,3846	1,5455	3,4000	1,6000	1,0000
1	1		0,088867	0,049790	0,000017	0,043303	0,374388
2	2	0,088867		0,730438	0,001282	0,653270	0,374388
3	3	0,049790	0,730438		0,003570	0,912723	0,230405
4	4	0,000017	0,001282	0,003570		0,005221	0,000125
5	5	0,043303	0,653270	0,912723	0,005221		0,199956
6	6	0,374388	0,374388	0,230405	0,000125	0,199956	

Рис. 2. Результати тесту Fisher LSD для кількості бічних пагонів першого порядку (B)

Таблиця 3

Величини провідних морфометричних параметрів, які характеризують асиміляційний апарат

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання			
	NL, шт.	NL main, шт.	A, см ²	AL, см ² /см
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	16,2±2,08	15,9±1,21	8896,7±1172,15	68,0±10,33
2	25,0±2,78	18,3±2,24	16723,7±2628,36	98,7±11,60
3	26,6±3,47	17,1±1,91	16059,8±2541,43	92,6±12,33
4	33,2±4,53	30,6±4,33	27111,8±4333,15	139,8±18,51
5	32,7±3,80	18,3±0,83	27318,1±4383,02	130,4±14,87
6	14,0±1,51	12,9±1,21	5536,9±806,68	60,4±6,03
Довірчий рівень, p	0,0000*	0,0002*	0,0000*	0,0001*

Таблиця 4

Величини морфометричних параметрів, які характеризують листкову поверхню

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання		
	a max, см ²	a med, см ²	a min, см ²
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	890,7±99,06	488,2±53,81	65,6±7,35
2	1186,4±95,06	644,5±45,92	67,0±6,42
3	1043,2±62,67	618,2±35,56	58,0±5,60
4	1366,0±21,73	989,9±84,11	62,4±9,70
5	1450,5±160,85	918,8±119,08	73,0±8,46
6	618,6±74,80	288,2±21,29	75,2±8,33
Довірчий рівень, p	0,0000*	0,0000*	0,6735

NL main, A, **a med**, **a max**, AL) – для сорту Арабатський. Сорт Атлантичний гігант також не вирізнявся високими значеннями морфопараметрів, що характеризують листову поверхню. Стосовно показника площі найменшого листка встановлено, що найбільші його показники ($139,8 \pm 18,51 \text{ cm}^2$) мають рослини сорту Арабатський, а найменші ($58,0 \pm 5,60 \text{ cm}^2$) – сорту Стофунтовий. Загалом досліджувані сорти проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин показників, які характеризують

асиміляційний апарат (рис. 3–5). Зокрема, за значеннями загальної площі листової поверхні (A) подібними між собою виявились лише сорти Голонасінний та Український багатоплідний ($p=0,966089$), Титан та Стофунтовий ($p=0,855392$), Атлантичний гігант та Арабатський ($p=0,321108$), Атлантичний гігант та Стофунтовий ($p=0,053112$).

На початку цвітіння у рослин гарбуза різних сортів зареєстровано статистично достовірні відмінності у кіль-

LSD test; variable a_max (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 1090E2, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		890,65	1186,4	1043,2	1366,0	1450,5	618,60
1	1		0,025844	0,263853	0,008127	0,000156	0,033545
2	2	0,025844		0,293606	0,305377	0,061942	0,000027
3	3	0,263853	0,293606		0,074728	0,006399	0,001939
4	4	0,008127	0,305377	0,074728		0,641976	0,000047
5	5	0,000156	0,061942	0,006399	0,641976		0,000000
6	6	0,033545	0,000027	0,001939	0,000047	0,000000	

Рис. 3. Результати тесту Fisher LSD для площі найбільшого листка (a max)

LSD test; variable AL (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 1477,6, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		67,985	98,724	92,615	139,75	130,35	60,401
1	1		0,045811	0,122976	0,000754	0,000279	0,604499
2	2	0,045811		0,699418	0,046902	0,055080	0,010765
3	3	0,122976	0,699418		0,026522	0,028305	0,038864
4	4	0,000754	0,046902	0,026522		0,656585	0,000175
5	5	0,000279	0,055080	0,028305	0,656585		0,000036
6	6	0,604499	0,010765	0,038864	0,000175	0,000036	

Рис. 4. Результати тесту Fisher LSD для співвідношення між площею листової поверхні та довжиною головного пагону (AL)

LSD test; variable A (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 7857E4, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		8896,7	16723,	16059,	27111,	27318,	5536,9
1	1		0,027989	0,053112	0,000238	0,000006	0,321108
2	2	0,027989		0,855392	0,029653	0,006094	0,001475
3	3	0,053112	0,855392		0,024183	0,005078	0,004014
4	4	0,000238	0,029653	0,024183		0,966089	0,000015
5	5	0,000006	0,006094	0,005078	0,966089		0,000000
6	6	0,321108	0,001475	0,004014	0,000015	0,000000	

Рис. 5. Результати тесту Fisher LSD для загальної площі листової поверхні (A)

кості генеративних структур (бутонів, квіток), які у них формуються (табл. 4). Найбільше їх мають рослини сортів Український багатоплідний ($N_g=32,5\pm 3,88$ шт.) та Голонасінний ($N_g=30,2\pm 5,00$ шт.). Найменші показники щодо загальної кількості генеративних структур відповідають сорту Арабатський ($N_g=8,7\pm 0,75$ шт.). Окрім того, його рослини не вирізняються високою «щільністю» розташування генеративних структур на головному пагоні: одна квітка (бутон) формується на кожні $10,5\pm 1,00$ см. Тоді як у сортів Атлантичний гігант та Голонасінний одна генеративна структура формується на $6,1-6,5$ см пагону. Загалом досліджувані сорти проявили високий ступінь індивідуальності щодо величин показників, які характеризують генеративні структури у фазі початку квітання. Зокрема, на цей період за загальною кількістю сформованих генеративних структур найбільшою мірою від усіх інших сортів відрізнялися Арабатський та Голонасінний (рис. 6). Більшу подібність до досліджуваних сортів проявив Стофунтовий, який мав відмінності лише із Арабатським ($p=0,000090$) та Голонасінним ($p=0,032843$).

Наприкінці вегетації (фаза 91–92 за шкалою ВВСН) сорти мали й статистично достовірні відмінності в ознаках плодів та насіння (табл. 5). Найбільшими величинами маси плоду вирізнялись сорти Український багатоплідний ($W_{gen_1}=6,8\pm 0,59$ кг) та Атлантичний гігант ($W_{gen_1}=6,1\pm 0,54$ кг). Атлантичний гігант та Титан – це сорти, у плодах яких формується насіння найбільшої

маси: $179,1\pm 24,7$ г та $177,2\pm 25,4$ г, відповідно. Показник частки ваги насіння у складі загальної маси плоду у п'яти сортів (за винятком Арабатського) варіює від 2,6 до 3,3%. Найменші значення абсолютних та відносних показників, що характеризують плоди та насіння зареєстровано у сорту Арабатський.

У підсумку, досліджувані сорти продемонстрували й відмінності у розмірі врожаю. У порядку збільшення величини цього показника вони сформували наступний ряд: Голонасінний (24,8 т/га) → Арабатський (25,6 т/га) → Український багатоплідний (35,7 т/га) → Титан (37,1 т/га) → Стофунтовий (38,5 т/га) → Атлантичний гігант (42,1 т/га).

Обговорення. Результати морфометричного аналізу, надані у табл. 2–6, засвідчують прояв у рослин гарбуза чітко виражених сортових особливостей щодо розміру та архітеконики. Здебільшого встановлені нами кількісні показники відповідають літературним даним, які наводяться для сортів, охоплених вивченням (Koltunov & Bulakh, 2012; Kolesnyuk, 2015). Однак величини морфопараметрів, визначальних щодо розміру врожаю, зареєстровані у нашому дослідженні, не завжди досягають значень, максимально можливих для цих сортів. Це, зокрема, характерно для сортів Стофунтовий, Титан, Атлантичний гігант, для яких у літературних джерелах вказуються середні значення плодів, більші за 10 кг (Lebedeva, 1987; Paris, 1989; Savage et

Таблиця 4

Величини морфометричних параметрів, які характеризують генеративні структури

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання		
	Ngen, шт.	Ng_main, шт.	LNg, см/шт.
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	19,2±1,67	17,1±1,32	6,1±0,44
2	19,7±2,47	12,4±1,23	9,5±1,38
3	23,8±3,85	15,2±1,54	8,0±0,72
4	30,2±5,00	14,4±0,93	7,0±1,09
5	32,5±3,88	18,8±1,81	6,5±0,61
6	8,8±0,75	6,9±0,46	10,5±1,00
Довірчий рівень, p	0,0000*	0,0000*	0,0060*

LSD test; variable Ngen (sort_cucurb_un)							
Probabilities for Post Hoc Tests							
Error: Between MS = 82,799, df = 61,000							
Cell No.	Sort	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		19,154	19,692	23,818	30,200	32,500	8,6667
1	1		0,880577	0,215625	0,024474	0,000912	0,003468
2	2	0,880577		0,272729	0,032025	0,001406	0,002197
3	3	0,215625	0,272729		0,198379	0,032843	0,000090
4	4	0,024474	0,032025	0,198379		0,646094	0,000023
5	5	0,000912	0,001406	0,032843	0,646094		0,000000
6	6	0,003468	0,002197	0,000090	0,000023	0,000000	

Рис. 6. Результати тесту Fisher LSD для загальної кількості генеративних органів (Ngen)

Величини морфометричних параметрів, які характеризують плоди та насіння

№ сорту	Морфопараметри та їхні одиниці вимірювання			
	Wgen_1, кг	Wop_gen_1, кг	Wse_gen_1, г	Wse_qu, %
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
1	6,1±0,54	5,3±0,48	179,1±24,7	3,1±0,56
2	5,6±0,41	5,2±0,43	177,2±25,4	3,3±0,61
3	4,9±0,38	4,6±0,32	158,2±21,9	3,2±0,28
4	6,8±0,59	6,3±0,49	169,5±29,1	2,6±0,18
5	4,2±0,37	3,9±0,31	130,1±17,4	3,0±0,25
6	2,0±0,31	1,9±0,28	23,6±9,15	1,2±0,14
Довірчий рівень, p	0,0041*	0,0000*	0,0000*	0,0048*

al., 2015). Останній сорт є ще й рекордсменом у Книзі рекордів Гіннеса в номінації «Найбільш великоплідний гарбуз у світі».

Разом з тим набуття рослинами габітусу, притаманного відповідному сорту, відбувається на тлі прояву й такої властивості як ознакоспецифічність: різні морфопараметри відрізняються за ступенем достовірності зареєстрованих міжсортних відмінностей (це доводять показники довірчого рівня, репрезентовані у табл. 2–6). Кожен морфопараметр проявляє певні особливості у розподілі за сортами абсолютних величин, морфопараметри проявляють індивідуальність у ступені вираженості відмінностей при попарному порівнянні сортів між собою (що засвідчують результати тесту Fisher LSD, надані на рис. 1–6). Вважаємо, що набуття гарбузами сортних морфоознак при збереженні ознакоспецифічності вказує на потенційну здатність їхніх рослин реагувати на стан довкілля зміною розмірно-морфоструктурних характеристик та використовувати морфометричні зміни як частину комплексу заходів із адаптації до умов зростання.

У рослин формування морфоадаптацій зазвичай безпосередньо пов'язано із рівнем скорельованості розмірних показників між собою та із його динамікою на тлі змін довкілля (Skliar et al., 2016; Zlobin et al., 2022). У наших дослідженнях високий рівень кореляції між морфопараметрами зареєстрований у сорту Атлантичний гігант, а в Українського багатоплідного він був значно нижчим. Однак питання скорельованості морфопоказників, та загалом морфологічної цілісності рослин різних сортів, потребує окремого вивчення. У подальших наукових дослідженнях перспективним є і застосування для оцінки життєвості рослин в агрофітоценозах віталітетного аналізу.

Висновки. Проведені дослідження засвідчили, достатньо високий рівень інформативності методів морфометричного аналізу рослин для ідентифікації сортів гарбузів або інших сільськогосподарських культур, сформованих на основі кількох самостійних видів. У прикладному аспекті окремі елементи методики можуть бути використані як додатковий інструмент у програмах їх селекційного та технологічного покращення.

Бібліографічні посилання:

1. Agbagwa, I. O. & Ndukwu, B. C. (2004). The value of morpho-anatomical features in the systematics of *Cucurbita* L. (*Cucurbitaceae*) species in Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.*, 3, 541–546.
2. Alan, O., Sen, F. & Duzyaman, E. (2017). The effectiveness of growth cycles on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. *Food Sci. Technol.* 38. Suppl. 1. doi: 10.1590/1678-457x.20817
3. Bahchevyie kultury v lechbeno-profilakticheskom pitanii [Bakhchevy cultures in the treatment and prevention issue] (2011). Kherson: Ailant, 252 (in Russian).
4. Bobos, I.M. & Lavrentieva, N.O. (2013). Introduktsiia maloposhyrenykh ovochevykh kultur rodyny Harbuzovi [Introduction of rare vegetable crops of the Pumpkin family]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 1 (18), 47–50. doi: 10.21498/2518-1017.1(18).2013.58751 (in Ukrainian).
5. Bondarieva, L.M., Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.H., Tikhonova, O.M., Zhatova, H.O. & Bashtovyi, M.G. (2019). Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (1), 204–211.
6. Caili, F., Huan, S. & Quanhong, L. (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods Hum. Nutr.* 61, 73–80. doi: 10.1007/s11130-006-0016-6
7. Careno, O.M, Zlobin, Yu. A., Skliar, V.H. & Panchenko, S.M. (2000). *Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii* [Computer methods in agriculture and biology]. Univ. knyha, Sumy, 203 (in Ukrainian).
8. Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A. & Edelstein, M. (2005). Performance of Galia-type melons grafted on to *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus*-infested and non-infested soils. *Annals of Applied Biology*, 146, 381–387 doi: 10.1111/j.1744-7348.2005.040010.x
9. *FAO Production Yearbook* (2002), 55, 416.
10. Ferriol, M. & Pico, B. (2008). Pumpkin and winter squash. In: *Vegetables I* (edited by J. Prohens & F. Nuez). New York: Springer, 317–349.

11. Galaguria, A. (2022). Efektyvnist riznykh pidshchep dlia kavuna hibryda Yukon F1 v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The effectiveness of various rootstocks for watermelon hybrid Yukon F1 in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (71), 33–39 doi: 10.32717/0131-0062-2022-71-33-39 (in Ukrainian).
12. Gart, O., Kuraksa, N., & Kondratenko, S. (2019). Biometrychni ta biokhimichni pokaznyky plodiv selektsiino-tsinnykh zrazkiv pertsiu solodkoho za umov statevoho ta zmishanoho apomiktychno-statevoho rozmnozhenia [Biometric and biochemical indicators of fruits of selection-valuable samples of sweet pepper under the conditions of sexual and mixed apomictic-sexual reproduction]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (60), 44–51 (in Ukrainian).
13. Halit Yetisir & Nebahat Sari (2003). Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1269–1274. doi:10.1071/EA02095
14. Janick, J. (2008). Gigant pumpkins: genetic and cultural breakthroughs. *Chronica Horticulturae*, 48, 16–17.
15. Khareba, V., & Unuchko, A. (2019). Biometrychni pokaznyky rozsady bamii (*Hibiscus esculentus* L.) zalezno vid viku roslyn [Biometric indicators of okra seedlings (*Hibiscus esculentus* L.) depending on the age of the plants]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (60), 255–260 (in Ukrainian).
16. Khareba, V., & Unuchko, A. (2019). Efektyvnist riznykh pidshchep dlia kavuna hibryda Yukon F1 v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The effectiveness of various rootstocks for watermelon hybrid Yukon F1 in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (71), 33–39. doi: 0.32717/0131-0062-2022-71-33-39. (in Ukrainian).
17. Kolesnyk, I.I. (2015). Dzherela hospodarsko-tsinnykh oznak kulturnykh vydiv harbuza dlia riznykh napriamiv selektsii [Sources of economic and valuable characteristics of cultivated types of pumpkin for different areas of selection]. *Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy*. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_20 (in Ukrainian).
18. Kolesnik, I. (2019). Sposib selektsii harbuza na skorostyhlst [The method of selection of pumpkin for precocity]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (60), 124–127 (in Ukrainian).
19. Koiko, V.V. & Khareba, O.V. (2018). Ekonomichna ta bioenerhetychna otsinka elementiv tekhnologii vyroshchuvannia harbuza velykoplodnoho v Lisostepu Ukrainy [Economic and bioenergetic assessment of the elements of the technology of growing large-fruited pumpkin in the forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy. Seria «Ahronomiia»*, 3(73), 1–8. (in Ukrainian).
20. Koltunov, V. & Bulakh, M. (2012). Strukturni skladovi plodiv harbuza [Structural components of pumpkin fruits]. *Tovary i rynky*, 2, 122–129 (in Ukrainian).
21. Korniienko, S. & Rud, V. (2019). Osnovni polozhennia haluzevoi kompleksnoi prohramy «Ovochi Ukrainy – 2020» [The main provisions of the sectoral comprehensive program “Vegetables of Ukraine – 2020”]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (61), 17–33 (in Ukrainian).
22. Koshchii, O.V. (2013). Problemy zabezpechennia naselennia Ukrainy prodovolstvom [Problems of providing the population of Ukraine with food]. *Sots.-ek.problemy suchas.periodu Ukrainy*, 6 (104), 4, 441–448 (in Ukrainian).
23. Lebedeva, A.T. (1987). Tykvennyye kultury [Pumpkin cultures]. *Rosselkhozizdat, M*, 80 (in Russian).
24. Loy, J. B. (1982). Autumn Pride winter Squash. *HortScience*, 17 (5), 832–833.
25. Lymar, O.A. (2006). Bashtannytstvo – perspektyvna haluz [Masonry – a promising industry]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12, 43–47 (in Ukrainian).
26. Otani, T., Seike, N. & Sakata, Y. (2007). Differential uptake of dieldrin and endrin from soil by several plant families and Cucurbita genera. *Soil Sci. Plant Nutr*, 86–94. doi: 10.1111/j.1747-0765.2007.00102.x
27. Paris, H.S. (1989). Historical records, origins, and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*). *Economic Botany*, 43, 4, 423–443.
28. Paris, H.S. (2000). History of the cultivar – groups of *Cucurbita pepo*. *Hortic. Revs.*, New York, 25, 71–170.
29. Peng-Ming Yang & Song-Tao He (2022). The effects of arbuscular mycorrhizal fungi and deficit irrigation on the yield and sugar content of watermelons (*Citrullus lanatus*), *Horticultural Science (Prague)*, 1–9. doi: 10.17221/108/2021-HORTSCI
30. Popovych, H., Sadovska, N. & Hamor, A. (2022). Perspektyvnist kultyvuvannia novykh harbuzovykh kultur u nyzynii zoni Zakarpattia za riznykh sposobiv vyroshchuvannia [Prospects of cultivation of new pumpkin crops in the lowland zone of Transcarpathia using different cultivation methods]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, (70), 53–65. doi: 10.32717/0131-0062-2021-70-53–65 (in Ukrainian).
31. Reiners, S. & Riggs, D.I. (1999). Plant population affects yield and fruit size of pumpkin, 34, 6, 1076–1078.
32. Savage, J.A., Haines, N.M. & Holbrook, J.A. (2015). The making of giant pumpkins: How selective breeding changed the phloem of *Cucurbita maxima* from source to sink. *Plant, cell & environment*, 38, 8, 1543–1554.
33. Sherstiuk, M. (2016). Morfometrychni oznaky *Oxycoccus palustris* Pers. u bolotnykh ta lisobolotnykh fitotsenozakh Ukrainy Polissia [Morphometric characteristics of *Oxycoccus palustris* Pers. in swamp and forest-swamp phytocenoses of the Ukrainian Polissia]. *Naukovi visnyk Skhidnoevropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seria: Biolohichni nauky*. 7, 332, 78–83 (in Ukrainian).
34. Skliar, V.H. (2014). Pryrodne ponovlennia providnykh lisoutvoriuvalnykh vydiv Novhorod-Siverskoho Polissia: realizovani ekolohichni nishi ta yikhnia dynamika [Natural regrowth of the main forestforming species of Novgorod-Siversky Polissya: realized ecological niches and their dynamics]. *Ukr. bot. zhurn*. 71, 1, 8-16 (in Ukrainian).
35. Skliar, V., Sherstiuk, M. & Skliar, Iu. (2016). Algorithm of comprehensive assessment of individual's morphological integration of plants contrast biomorfs. *QUAERE 2016 (vol. VI): Interdisciplinary Scientific Conference for PhD students and assistance*, 393–403.
36. Skliar, V. & Sherstiuk, M. (2016). Size structure of phytopopulations and its quantitative evaluation. *Eureka: Life Sciences*. 1, 9–15. doi: 10.21303/2504-5695.2016.00047

37. Sukhyi, P.A. & Zaiachuk, M.D. (2012). Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku ovochivnytstva v Ukraini [The current state and prospects for the development of vegetable growing in Ukraine]. Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu im. V.I. Vernadskoho. Serii: Heohrafichni nauky, 25 (64), 3, 38–48 (in Ukrainian).
38. Sydora, V.V. (2017). Formuvannia ta rozvytok marketynhu na rynku ovochevoi produktsii [Formation and development of marketing in the market of vegetable products]. Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy, 4 (60), 111–118.
39. Traka-Mavrana, E., Koutsika-Sotiriou, M. & Pritsa, T. (2000). Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Scientia Horticulturae, 83, 353 – 362. doi:10.1016/S0304-4238(99)00088-6
40. Xuejin Chen, Songtao He, Lina Jiang, Xinzheng Li, Weili Guo, Bihua Chena, Junguo Zhoua & Viktoriia Skliar (2021). An efficient transient transformation system for gene function studies in pumpkin (*Cucurbita moschata* D.). Scientia Horticulturae, 1, 1–12. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110028
41. Yadav, M., Jain, S., Tomar, R., Prasad, G.B. & Yadav, H. (2010). Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. Nutr. Res. Rev. 23, 184–190. doi: 10.1017/S0954422410000107
42. Yang, P.M., He, S.T., Jiang, L.N., Chen, X.J., Li, Y.F. & Zhou, J.G. (2020). The effects of pumpkin rootstock on photosynthesis, fruit mass, and sucrose content of different ploidy watermelon (*Citrullus lanatus*). Photosynthetica. 58(5), 1130–1139. doi: 10.32615/ps.2020.068
43. Zlobyn, Yu.A. & Prasol, V.Y. (1993). Periodizatsiya ontogeneza kulturnykh i sornykh rastenyi [Periodization of the ontogenesis of cultivated and weed plants], 65 (in Russian).
44. Zlobin, Yu.A., Skliar, V.H. & Klymenko, H.O. (2022). Biolohiia ta ekolohiia fitopopuliacii [Biology and ecology of phytopopulations]. Univ. knyha, Sumy, 512 (in Ukrainian).

Trotsenko V. I., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zhatova H. O., PhD (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kovalenko I. M., Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Pysarenko P. V., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Skliar Yu. L., PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Bondarjeva L. M., PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Efficiency of using morphometric analysis for identification of pumpkin varieties

In the modern world, the issue of providing the population with food products, including vegetables, does not lose its relevance. Cultivation of plants of the Cucurbitaceae family, in particular pumpkins (*Cucurbita* genus), plays an important role in solving this problem. In Ukraine, the culture of pumpkins is formed on the basis of three separate species represented by an approximately equal number of varieties. A group of varieties formed on the basis of interspecific hybrids is less represented. The broad genetic basis of modern culture and the active use in breeding of wild forms of pumpkins require additional parameters of visual identification. The article analyzes the possibility of using a number of morphoparameters, namely: five meristic, eight metric, and four static allometric, as an additional factor for the identification of varieties. The analysis was carried out for 6 varieties of pumpkins common in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine, which belong to the species *Cucurbita maxima* Duch. (Atlantic Giant, Hundred Pound, Titan, Ukrainian Multifruit); *Cucurbita pepo* L. (Non-seeded) and *Cucurbita moschata* Duch. (Arabatskyi). It was established that the studied varieties differ statistically significantly in the values of the absolute majority of morphological characteristics (with the exception of the area of the smallest leaf, as well as the ratio between the number of side shoots of the first order and the length of the main shoot). The largest values of the length of the main shoot were registered in the Golonasinny variety, and the smallest - in the Arabatsky variety. Ukrainian multi-fruited was distinguished by the formation of the largest number of side shoots of the first order, and the Atlantic giant – the smallest. The highest values of morphoparameters characterizing the state of the leaf surface were recorded in the Ukrainian multi-fruited and Bare-seeded varieties, and the lowest values in the Arabatsky variety. In general, the investigated cultivars showed a high degree of individuality regarding the values of the indicators characterizing the assimilation surface. It was found that the largest number of generative structures is formed by plants of the Ukrainian multi-fruited and Bare-seeded varieties, and the least by Arabatsky. The studied varieties also showed a high degree of individuality regarding the values of morpho-indicators that characterize the state of their generative sphere. At the end of the growing season, the varieties Ukrainian multi-fruited and Atlantic Giant were distinguished by the largest values of fruit mass. As a result of the differences in the values of the leading morphoparameters registered in the six researched varieties, there were also statistically significant differences in the size of the crop formed by them.

Key words: family Cucurbitaceae, genus *Cucurbita*, morphometric analysis, morphostructure and habit of plants, identification of varieties, plant development, productivity