

# Практичні аспекти застосування статистичного аналізу кількісних ознак сортів салату посівного var. *capitata* L.

Н. В. Лещук\*, Н. С. Орленко

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна,  
\*e-mail: nadiya1511@ukr.net

**Мета.** Визначити та обґрунтувати практичні аспекти застосування статистичного аналізу для опрацювання результатів дослідження морфологічного опису сортів салату посівного *Lactuca sativa* L. під час їх ідентифікації у відповідних фенологічних фазах росту й розвитку. **Методи.** Польовий, аналітичний, який ґрунтується на результатах розрахунків з використанням статистичних показників описової статистики та кластерного аналізу. **Результати.** Для сортів *Lactuca sativa* L. встановлено кількісні величини прояву таких морфологічних ознак, як діаметр розетки, розмір головки, товщина листової пластинки та її жилкування. Визначено статистичні показники чотирьох морфологічних ознак рандомізованої вибіркової сукупності семи сортів салату посівного та здійснено інтерпретацію результатів статистичного аналізу. Ідентифіковано сорти салату посівного листової та головчастої різновидностей у відповідні фенологічні фази росту й розвитку. Визначено найпридатніший метод для кластеризації сортів салату посівного. Інтерпретовано результати кластеризації. Встановлено, що найбільш відмітним є сорт 'Годар', найбільш подібними – сорти салатів 'Думка' та 'Ольжич'. **Висновки.** За результатами ідентифікації встановлено, що сорти салату головчастого схожі у таких комбінаціях: 'Бона' та 'Дивограй', 'Ольжич' і 'Думка'. За тривалістю міжфазних періодів можна зазначити найвищу скоростиглість сортів 'Думка' та 'Дивограй' порівняно із сортами 'Бона' та 'Годар', найнижчу – порівняно із сортом 'Ольжич'.

**Ключові слова:** салат посівний, сорт, морфологічні ознаки, колекція, добір, відмітність, описова статистика, кластерний аналіз, кластеризація, метод Уорда.

## Вступ

Салат посівний (*Lactuca sativa* L.) має особливу харчову цінність, що й зумовлює зростаючий попит споживачів на свіжу зелену продукцію протягом року як в Україні, так і за її межами. Невід'ємною складовою селекційних досліджень з ідентифікаційної оцінки вихідного матеріалу (сортозразки та сорти) є статистичний аналіз отриманих результатів. Широкий спектр морфологічних ознак, які використовують на різних етапах селекційної практики під час вивчення колекцій і дослідження уніфікованих ознак сортів, зумовлює доцільність використання різноманітних методів статистичного аналізу.

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, сьогодні містить 112 сортів салату посівного, з них 29 – головчастої та 81 – листової різновидностей, два салати ромен та один – спаржевий.

Об'єкти вибірки мають кількісні та якісні характеристики і є багатовимірною сукупністю, що характерно для більшості завдань селекційних досліджень.

Ідентифікація сортів салату посівного передбачає використання морфологічного опису

якісних (QL), кількісних (QL) та псевдоякісних (PQ) ознак. Кількісні ознаки є об'єктивними даними для проведення кластерного аналізу (класифікації) для впорядкування сортів салату за їхньою подібністю. Результатом класифікації є групи сортів салату з найменшою внутрішньою груповою мінливістю ознак, що в подальшому полегшує порівняння сортів салату в межах різновидності та дає змогу точніше їх ідентифікувати.

З використанням багатовимірного кластерного аналізу ідентифіковано сорти головчастого салату. Основними критеріями для визначення подібності сортів салату були: різновидність салату, діаметр рослини, товщина листків, жилкування листової пластинки, довжина листків, збиральна стиглість, утворення головки рослини, викидання квітконоса відповідно до фаз фенологічного розвитку.

**Мета досліджень** – визначити та обґрунтувати практичні аспекти застосування статистичного аналізу для опрацювання результатів дослідження морфологічного опису сортів салату посівного *Lactuca sativa* L. під час ідентифікації їх у відповідні фенологічні фази росту й розвитку.

## Матеріали та методика досліджень

Дані польових досліджень 2012–2014 рр. було використано як матеріал для статистичного аналізу. Вивчали сім сортів салату посівного: 'Бона', 'Годар', 'Дивограй', 'Думка',

Nadiya Leschuk  
<http://orcid.org/0000-0001-6025-3702>  
Nataliya Orlenko  
<http://orcid.org/0000-0003-0494-2065>

‘Золотий шар’, ‘Ольжич’, ‘Сніжинка’. Кількісні величини вимірів вегетативних та генеративних органів слугували масивом даних для подальшого статистичного аналізу.

Методика проведення досліджень відповідає вимогам Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (International Union for the Protection of New Varieties of Plants, UPOV) та прийнятих в Україні методичних рекомендацій [1]. Під час проведення статистичного аналізу даних польових спостережень з 39 ознак, визначених методикою [2] проведення експертизи сортів салату посівного, було виокремлено дані фенологічних спостережень, зокрема дату сходів, тривалість основних фаз розвитку [збиральна стиглість, утворення головки, викидання квітконоса (до початку цвітіння)] та кількісні морфологічні ознаки: діаметр розетки, розмір головки, товщина листкової пластинки, жилкування листкової пластинки.

Щоб ретельно ознайомитися з вихідним статистичним матеріалом і з’ясувати можливість застосування відповідних статистичних методів для його оброблення, в технологію комп’ютерного опрацювання даних було включено етап, що має назву розвідувальний [3]. Для оцінювання якості даних використано діаграму BOX plot або box-and-whiskers plot, що в перекладі на українську має назву «коробчаста діаграма» чи «ящик з вусами». Для побудови коробчастої діаграми використано такі показники: середнє значення, медіана, мінімум, максимум, квартиль 1, квартиль 3.

На другому етапі статистичного аналізу було застосовано методи описової статистики та кластерний аналіз для багатомірних вибірок.

Показники описової статистики було розраховано з використанням пакету Аналізу, що входить до складу електронної таблиці Excel.

У теорії кластерного аналізу є агломеративні ієрархічні та дивізійні методи [3, 6].

Розрізняють такі агломеративні методи ієрархічного кластерного аналізу: одиночного зв’язку, повного зв’язку, середнього зв’язку, Уорда, найближчого сусіда, далекого сусіда, середнього зв’язку, медіанного зв’язку.

У практиці аналізу даних селекційної роботи найпоширенішим є метод Уорда.

Для кластеризації об’єктів обчислюють зазвичай евклідові відстані між об’єктами в усіх парних сполученнях.

Послідовність автоматичної кластеризації для методу Уорда є такою: спочатку кожен кластер складається з одного об’єкта, потім об’єднують два найближчі кластери. Для них визначають середні значення кожної ознаки й розраховують суму квадратів відхилень за формулою:

$$V_l = \sum_{ij} (x_{ij} - x_{jl}),$$

де  $l$  – номер кластера;

$i$  – номер об’єкта ( $i = 1, 2, \dots, nl$ );

$nl$  – кількість об’єктів в  $l$ -тому кластері;

$j$  – номер ознаки ( $j = 1, 2, \dots, k$ );

$k$  – кількість ознак, що характеризують кожний об’єкт.

Кластеризацію проводили за допомогою статистичного пакета SPSS Statistics («Statistical Package for the Social Sciences»). Під час розрахунків використовували тестову (trial) версію пакета [7–10].

Для проведення ієрархічного кластерного аналізу було обрано «діапазон рішення» від 2 до 4 кластерів.

Під час проведення кластеризації було автоматично вилучено два спостереження, що відповідають даним сортів листкового салату ‘Сніжинка’ та ‘Золотий шар’. Кластеризацію виконано для п’яти сортів головчастого салату.

### Результати досліджень

За результатами вивчення морфологічних ознак семи досліджуваних сортів салату посівного розраховано: стандартний перелік показників описової статистики та додаткові показники, які використано для побудови коробчастих діаграм. Статистичні показники для ознак «діаметр розетки» та «розмір головки рослини» наведено в таблицях 1–4.

Дані, наведені в таблиці 1, свідчать, що за максимальним діаметром розетки сорти головчастого салату проранжовано у такій послідовності: 1 – ‘Дивограй’ (12,3 см), 2 – ‘Ольжич’ (10,5 см), 3 – ‘Думка’ (9,4 см), 4 – ‘Бона’ (9,3 см), 5 – ‘Годар’ (8,9 см).

Розміри головки (відповідно до даних, наведених у таблиці 2) мають математичне сподівання: ‘Бона’ – 8,156 см, ‘Годар’ – 7,772 см, ‘Дивограй’ – 10,792 см, ‘Думка’ – 8,08 см, ‘Золотий шар’ – 7,544 см, ‘Ольжич’ – 9,732 см, ‘Сніжинка’ – 10,672 см.

Товщина листкової пластинки (відповідно до даних, наведених у таблиці 3) сорту ‘Бона’ має такі кількісні прояви: математичне сподівання – 0,484 мм, мінімальне значення – 0,4 мм, максимальне – 0,5 мм; сорту ‘Годар’ – 0,48 мм, 0,4 та 0,5 мм відповідно; сорту ‘Дивограй’ – 0,484 мм, 0,4 та 0,5 мм відповідно; сорту ‘Думка’ – 0,492 мм, 0,4 та 0,500 мм відповідно; сорту ‘Золотий шар’ – 0,964 мм, 0,8 та 1 мм відповідно; сорту ‘Ольжич’ – 0,98 мм, 0,8 та 1 мм відповідно; сорту ‘Сніжинка’ – 0,964 мм, 0,8 та 1 мм відповідно. Таким чином, за ознакою «товщина листкової пластинки» досліджувані

Таблиця 1

**Значення показників описової статистики для рандомізованої вибіркової сукупності сортів салату за ознакою «діаметр розетки»**

Статистичний показник	Сорти						
	‘Бона’	‘Годар’	‘Дивограй’	‘Думка’	‘Золотий шар’	‘Ольжич’	‘Сніжинка’
Математичне сподівання	8,156	7,772	10,792	8,080	7,544	9,732	10,672
Стандартна помилка	0,596	0,388	4,272	0,098	0,098	0,125	0,090
Медіана	8,300	7,600	11,100	8,100	7,500	9,800	10,800
Стандартне відхилення	0,689	0,508	0,986	0,707	0,474	0,398	0,921
Дисперсія вибірки	0,474	0,258	0,972	0,500	0,224	0,158	0,849
Асиметричність	-0,676	0,470	-0,856	-0,262	0,507	0,240	-1,446
Мінімум	6,500	7,100	8,600	6,800	6,900	9,200	7,900
Максимум	9,300	8,900	12,300	9,400	8,600	10,500	11,800
Рівень надійності (95,0%)	0,284	0,210	0,407	0,292	0,195	0,164	0,380
Квартіль 1	7,800	7,400	10,300	7,800	7,200	9,400	10,500
Квартіль 3	8,700	8,200	11,400	8,600	7,900	10,000	11,300
Дані для побудови графіка Box Plot							
Bottom	7,800	7,400	10,300	7,800	7,200	9,400	10,500
2 Q Box	0,500	0,200	0,800	0,300	0,300	0,400	0,300
3 Q Box	0,400	0,600	0,300	0,500	0,400	0,200	0,500
Whisker -	1,300	0,300	1,700	1,000	0,300	0,200	2,600
Whisker +	0,600	0,700	0,900	0,800	0,700	0,500	0,500

Таблиця 2

**Значення показників описової статистики для рандомізованої вибіркової сукупності сортів салату за ознакою «розмір головки»**

Статистичний показник	Сорти						
	‘Бона’	‘Годар’	‘Дивограй’	‘Думка’	‘Золотий шар’	‘Ольжич’	‘Сніжинка’
Математичне сподівання	7,792	7,732	10,188	8,052	7,608	9,640	10,420
Стандартна помилка	0,140	0,093	0,208	0,091	0,098	0,078	0,109
Медіана	7,700	7,600	10,200	8,100	7,500	9,600	10,500
Стандартне відхилення	0,702	0,464	1,039	0,457	0,488	0,392	0,543
Дисперсія вибірки	0,492	0,216	1,079	0,208	0,238	0,153	0,295
Асиметричність	0,186	0,381	0,112	0,181	0,073	0,452	-1,029
Мінімум	6,500	7,100	8,600	7,300	6,800	9,100	8,900
Максимум	9,200	8,500	12,300	8,900	8,400	10,500	11,200
Рівень надійності (95,0%)	0,284	0,210	0,407	0,292	0,195	0,164	0,380
Квартіль 1	7,200	7,300	9,300	7,600	7,200	9,300	10,200
Квартіль 3	8,400	8,100	0,900	8,400	8,100	9,800	10,700
Дані для побудови графіка Box Plot							
Bottom	7,200	7,300	9,300	7,600	7,200	9,300	10,200
2 Q Box	1,100	0,300	1,800	0,500	0,300	0,500	0,600
3 Q Box	0,100	0,500	-0,200	0,300	0,600	0,000	-0,100
Whisker -	0,700	0,200	0,700	0,800	0,300	0,100	2,300

сортів салату розподілено на дві групи: з товщиною від 0,4 до 0,5 мм та від 0,8 до 1 мм.

Жилкування листкової пластинки (відповідно до даних, наведених у таблиці 4) спостерігалось у таких діапазонах: ‘Бона’ – від 85 до 96, ‘Годар’ – від 76 до 84, ‘Дивограй’ – від 82 до 119, ‘Думка’ – від 100 до 104, ‘Золотий шар’ – від 100 до 104, ‘Ольжич’ – від 102 до 104, ‘Сніжинка’ – від 114 до 116.

На етапі розвідувального аналізу отримані статистичні показники візуалізовано з використанням коробчастих діаграм (рис. 1). Цей тип діаграм має такі елементи: «коробка», «вуса» та «викиди». «Коробка» включає значення, які входять до інтерквартильного розмаху (ІКР – це різниця між третім і пер-

шим квартилем). «Вуса» – значення, які знаходяться нижче й вище першого та третього квартиля. «Викиди» – значення, які знаходяться поза межами інтервала  $1.5 \times \text{ІКР}$ .

З аналізу рисунка 1 випливає, що для всіх ознак сорту ‘Думка’ відсутні «викиди», а для значень сорту ‘Сніжинка’ на двох діаграмах «викиди» (рис. 1а, рис. 1б) зазначено відповідно до методики [3], у вибірці з 60 рослин допускаються дві нетипові, з 20 – одна нетипова рослина. Для дослідження було обрано 25 рослин кожного сорту, тому можна вважати, що «викиди» не є нетиповими. Візуальний аналіз діаграм також свідчить, що сорти поділені за товщиною листка на дві групи (рис. 1в).

Таблиця 3

**Значення показників описової статистики для рандомізованої вибіркової сукупності сортів салату за ознакою «товщина листкової пластинки»**

Показник	Сорти						
	'Бона'	'Годар'	'Дивограй'	'Думка'	'Золотий шар'	'Ольжич'	'Сніжинка'
Математичне сподівання	0,484	0,480	0,484	0,492	0,964	0,980	0,983
Стандартна помилка	0,007	0,008	0,007	0,006	0,015	0,010	0,008
Медіана	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
Стандартне відхилення	0,037	0,041	0,037	0,028	0,076	0,050	0,038
Дисперсія вибірки	0,001	0,002	0,001	0,001	0,006	0,003	0,001
Асиметричність	-1,975	-1,597	-1,975	-3,298	-1,771	-2,609	-1,910
Мінімум	0,400	0,400	0,400	0,400	0,800	0,800	0,900
Максимум	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
Рівень надійності (95,0%)	0,01544	0,01685	0,01544	0,01142	0,03125	0,02063	0,01607
Квартіль 1	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
Квартіль 3	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
Дані для побудови графіка Box Plot							
Bottom	0,500	0,500	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
2 Q Box	7,800	7,100	10,600	7,600	6,500	8,800	9,800
3 Q Box	-7,800	-7,100	-10,600	-7,600	-6,500	-8,800	-9,800
Whisker -	-6,000	-6,600	-8,100	-6,300	-5,900	-8,200	-6,900
Whisker +	8,800	8,400	11,800	8,900	7,600	9,500	10,800

Таблиця 4

**Значення показників описової статистики для рандомізованої вибіркової сукупності сортів салату за ознакою «жилкування листкової пластинки»**

Показник	Сорти						
	'Бона'	'Годар'	'Дивограй'	'Думка'	'Золотий шар'	'Ольжич'	'Сніжинка'
Математичне сподівання	90,864	81,000	113,876	101,052	101,052	103,292	115,604
Стандартна помилка	0,596	0,388	4,272	0,098	0,098	0,125	0,090
Медіана	90,500	81,300	118,200	101,000	101,000	103,500	115,700
Стандартне відхилення	2,982	1,941	21,362	0,489	0,489	0,626	0,452
Дисперсія вибірки	8,895	3,767	456,329	0,239	0,239	0,392	0,205
Асиметричність	0,238	-0,168	-4,990	-0,083	-0,083	0,127	-0,225
Мінімум	85	76	82	100	100	102	114
Максимум	96	84	119	101	101	104	116
Рівень надійності (95,0%)	1,231	0,801	8,818	0,202	0,202	0,259	0,187
Квартіль 1	89,200	79,500	117,800	84,00	100,700	102,600	115,200
Квартіль 3	93,100	82,500	118,600	86,400	101,500	103,700	115,900
Дані для побудови графіка Box Plot							
Bottom	89,200	79,500	117,800	84,000	100,700	102,600	115,200
2 Q Box	-80,900	-71,900	-106,700	-75,900	-93,200	-92,800	-104,400
3 Q Box	84,800	74,900	107,500	78,300	94,000	93,900	105,100
Whisker -	82,700	72,400	109,200	77,200	93,800	93,400	107,300
Whisker +	-83,800	-73,600	-106,300	-77,000	-92,900	-93,200	-104,100

Підсумовуючи результат етапу розвідального аналізу, можна зазначити, що всі отримані з генеральної сукупності вибіркві дані є придатними для подальшого статистичного оброблення.

За даними описової статистики побудовано гістограми мінімальних та максимальних значень кількісних морфологічних ознак (рис. 2–5).

У вибірковій сукупності досліджуваних рослин максимальний діаметр розетки мали рослини сорту 'Дивограй', мінімальний – сорту 'Бона' (рис. 2).

Сорт 'Думка' за значеннями статистичних показників описової статистики є подібним

до сортів 'Годар', 'Золотий шар'. Вибірка є асиметричною для всіх рослин сукупності.

Сорт салату 'Дивограй' також має максимальний розмір головки, розмах значень є найменшим для салатів 'Годар', 'Думка' та 'Золотий шар' (рис. 3). Отже, за цією ознакою сорт 'Думка' є подібним до сортів 'Годар' та 'Золотий шар'. За товщиною листків салати було поділено на дві групи (рис. 4): від 0,4 до 0,5 мм та від 0,8 до 1 мм. Сорт 'Думка' за ознакою «товщина листкової пластинки» є подібним до сортів 'Бона', 'Годар' та 'Дивограй'.

Найбільшу кількість жилок було зафіксовано в салату сорту 'Дивограй', найменшу – в сорту 'Годар' (рис. 5).

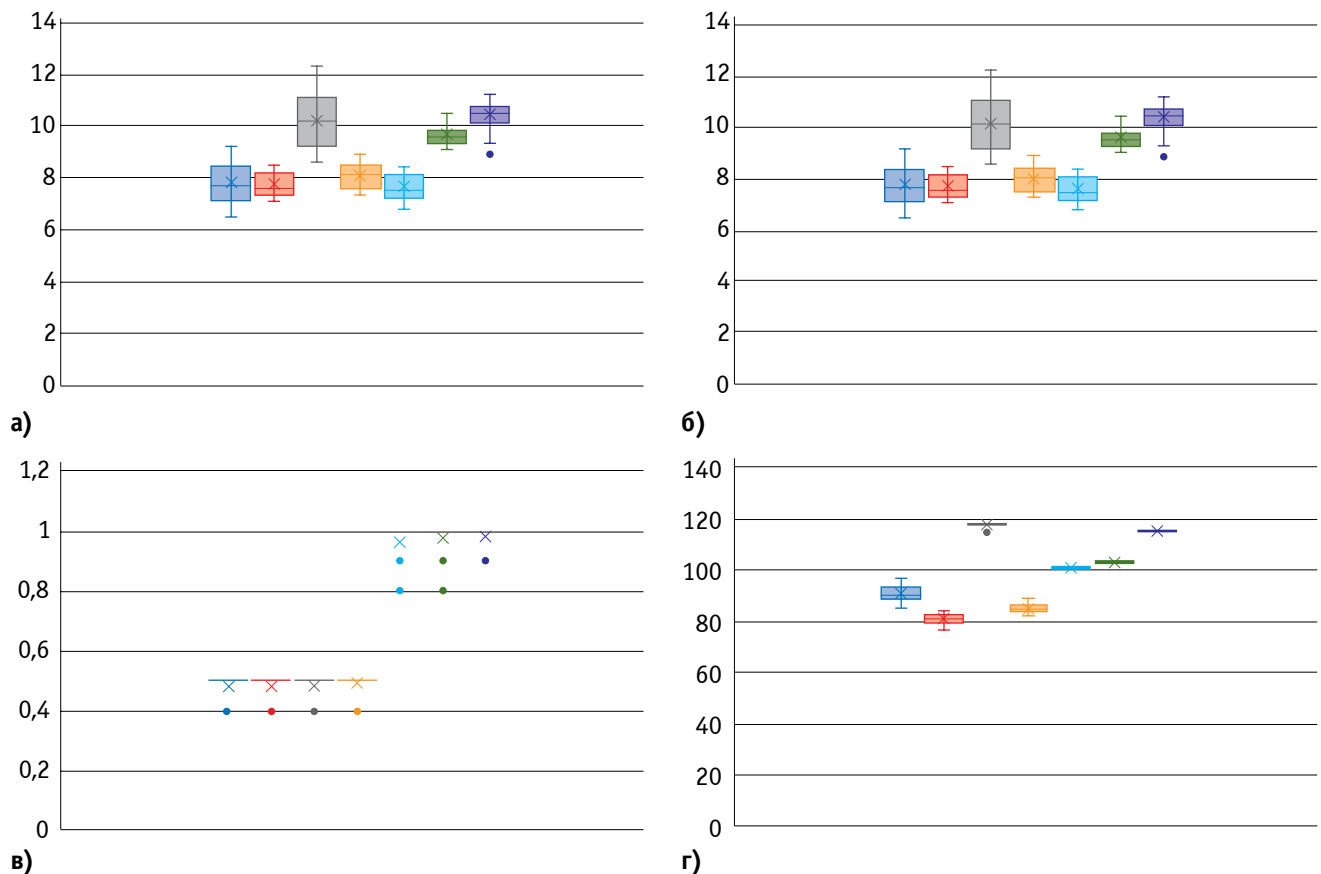


Рис. 1. Коробчаста діаграма ознак, які визначають морфологію:

а) діаметр розетки, б) розмір головки, в) товщина листка, г) жилкування листкової пластинки для сортів: 1. 'Бона', 2. 'Годар', 3. 'Дивограй', 4. 'Думка', 5. 'Золотий шар', 6. 'Ольжич', 7. 'Сніжинка'

Сорт 'Думка' за ознакою «жилкування листкової пластинки» є подібним до сортів 'Золотий шар' та 'Ольжич'.

Гістограма математичного сподівання ознак «діаметр розетки», «розмір головки», «товщина листка» наведено на рисунку 6.

Для показника «діаметр розетки» стандартна похибка перебуває в межах від 0,080 до 0,197, стандартне відхилення – від 0,398 до 0,986, дисперсія – від 0,158 до 0,972. Для показника «розмір головки рослини» стандартна похибка перебуває в межах від 0,078 до 0,208, стандартне відхилення – від 0,392 до 1,039, дисперсія – від 0,153 до 1,079. Стандартна похибка показника «товщина листкової пластинки» перебуває в межах від 0,006 до 0,015, стандартне відхилення – від 0,028 до 0,076, дисперсія – від 0,001 до 0,006. Для показника «жилкування листкової пластинки» розраховане значення стандартної похибки перебуває в межах від 0,037 до 0,596, стандартного відхилення – від 0,037 до 2,982, дисперсії – від 0,205 до 8,895.

Статистична характеристика отриманих вибірових даних дає змогу зробити висновок, що математичне сподівання морфологічних ознак може бути використано для по-

дальшого дослідження, зокрема проведення кластерного аналізу для підтвердження гіпотези щодо подібності досліджуваної вибірки до інших сортів салатів.

За даними фенологічного дослідження (рис. 7) зазначено вищу скоростиглість сортів 'Думка' і 'Дивограй' порівняно із сортами 'Бона', 'Годар' та нижчу – порівняно із сортом 'Ольжич'. Тривалість періоду від появи сходів до утворення головок досліджуваних сортів становила: 'Бона' – 12 діб, 'Годар' – 37, 'Дивограй' – 32, 'Думка' – 33, 'Золотий шар' – 28, 'Ольжич' – 30, 'Сніжинка' – 38 діб.

Утворення головки спостерігалось через 12 діб для сорту 'Бона', 15 – для сорту 'Годар', 14 – для сорту 'Дивограй', 15 – для сорту 'Думка', 14 діб – для сорту 'Ольжич' після дати сходів.

Викидання квітконоса до початку цвітіння відбулося на 18 добу для сорту 'Бона', 14 – для сорту 'Годар', 17 – для сорту 'Дивограй', 13 – для сорту 'Думка', 12 – для сорту 'Золотий шар', 12 – для сорту 'Ольжич', на 18 добу – для сорту 'Сніжинка'.

Найшвидше квітконіс утворювався у сортів 'Золотий шар' і 'Ольжич', найповільніше – у сортів 'Бона' та 'Сніжинка'.

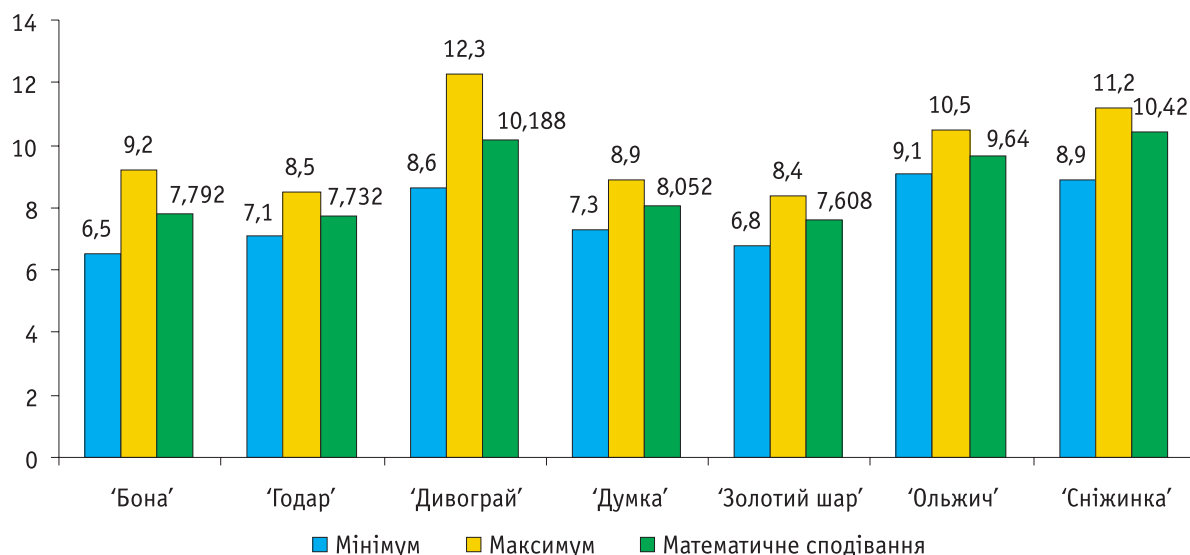


Рис. 2. Гістограма мінімальних та максимальних значень ознаки «діаметр розетки рослини»

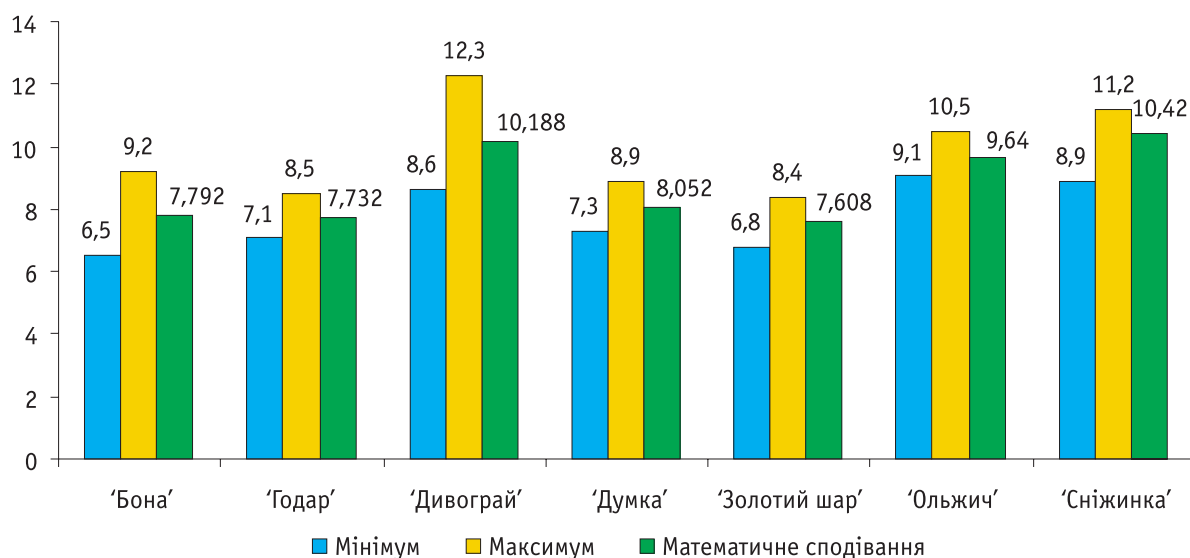


Рис. 3. Гістограма мінімальних та максимальних значень ознаки «розмір головки рослини»

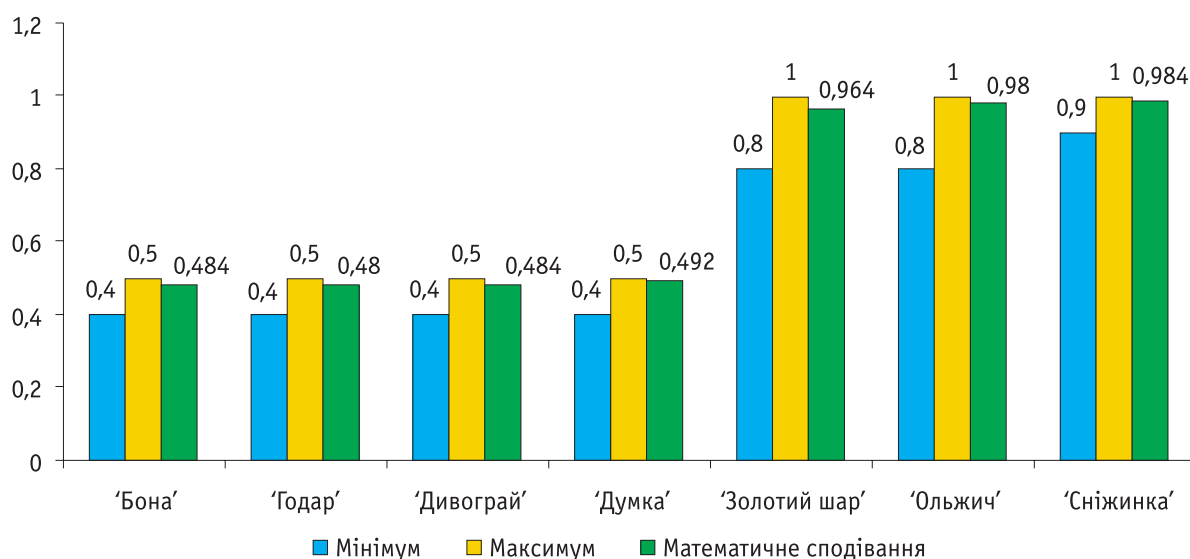


Рис. 4. Гістограма мінімальних та максимальних значень ознаки «товщина листкової пластинки»

Результати обчислення евклідових відстаней наведено в таблиці 5. Відповідно до параметрів налаштування пакетом SPSS Statistics було здійснено кластеризацію для

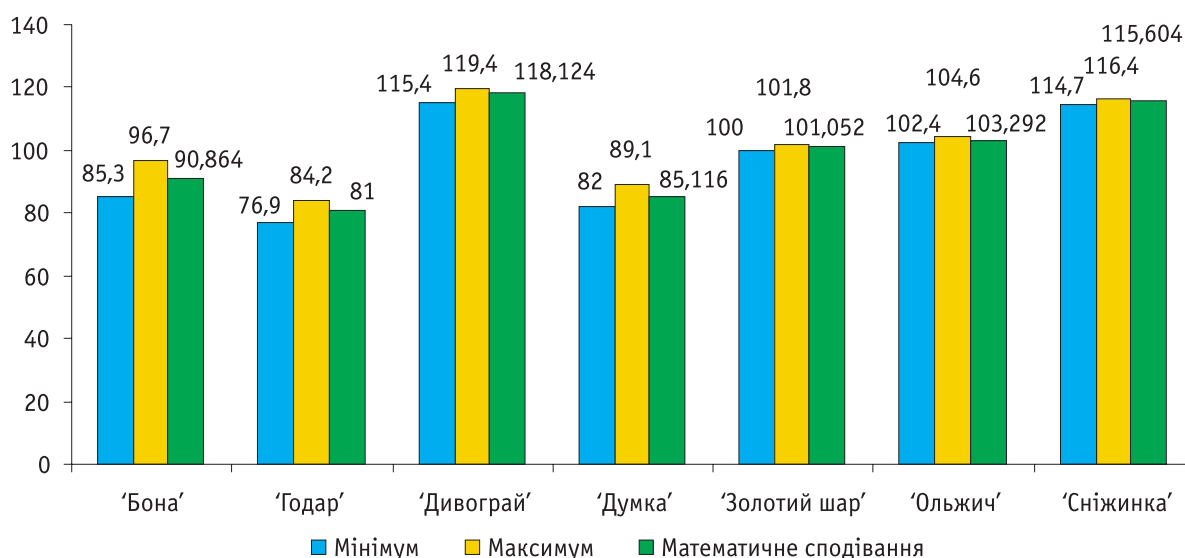


Рис. 5. Гістограма мінімальних та максимальних значень ознаки «жилкування листкової пластинки»

Таблиця 5

Матриця евклідових відстаней

Спостереження (сорт)	Квадрат евклідової відстані				
	1: 'Бона'	2: 'Годар'	3: 'Дивограй'	4: 'Думка'	6: 'Ольжич'
1: 'Бона'	,000	126,450	556,241	133,869	225,600
2: 'Годар'	126,450	,000	1130,984	423,280	558,665
3: 'Дивограй'	556,241	1130,984	,000	194,372	142,691
4: 'Думка'	133,869	423,280	194,372	,000	21,507
6: 'Ольжич'	225,600	558,665	142,691	21,507	,000

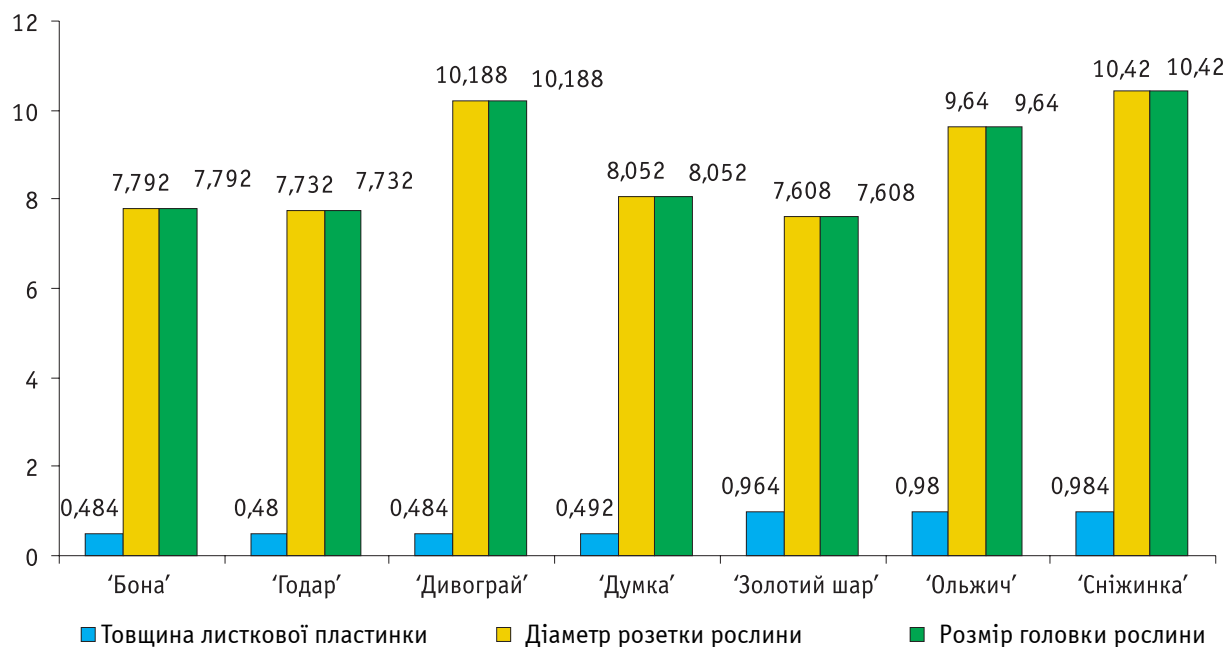


Рис. 6. Гістограма математичного сподівання ознак «діаметр розетки», «розмір головки», «товщина листка»

двох, трьох та чотирьох кластерів. Результат розрахунків наведено в таблиці 6.

Аналіз отриманих показників у таблиці 6 свідчить, що:

– у разі формування двох кластерів до першого віднесено сорти 'Бона' й 'Дивограй', до

другого – сорт 'Годар', до третього – сорти 'Ольжич' і 'Думка';

– у разі формування трьох кластерів до першого віднесено сорти 'Бона' й 'Дивограй', до другого – сорт 'Годар', до третього – сорти 'Ольжич' та 'Думка';

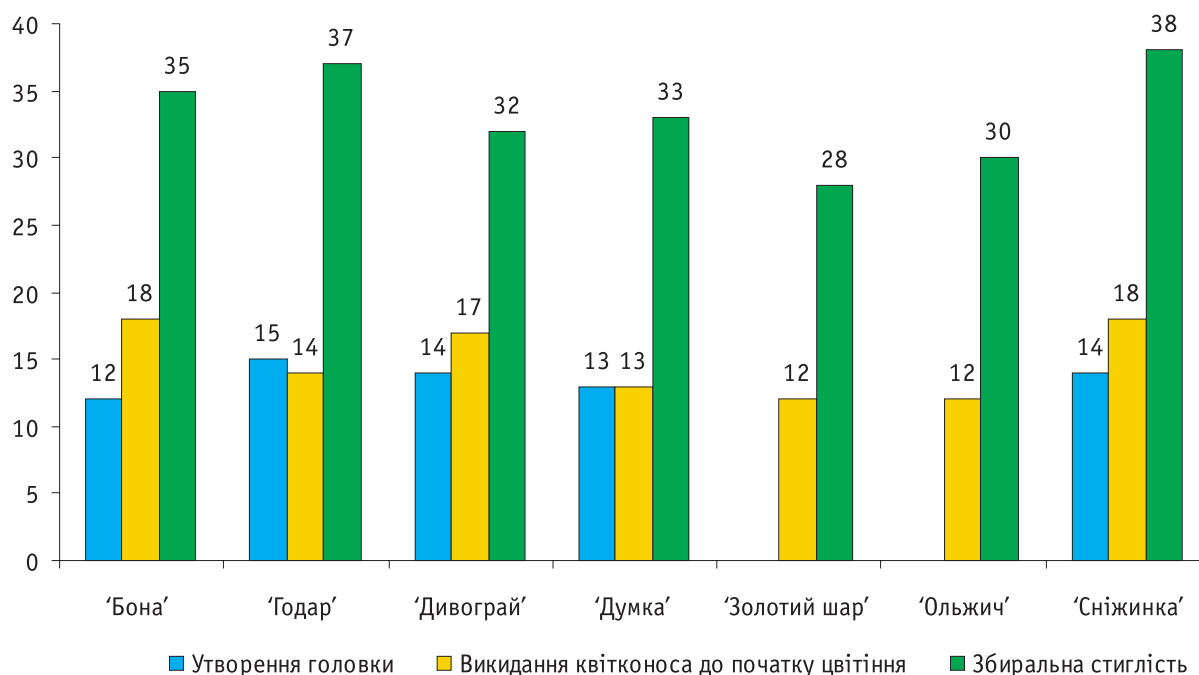


Рис. 7. Гістограма даних фенологічних фаз «утворення головки», «викидання квітконоса», «збиральна стиглість»

Таблиця 6

Приналежність до кластерів

Спостереження (сорт)	Кількість кластерів та належність спостереження (сорту) до кластера		
	4	3	2
1: 'Бона'	1	1	1
2: 'Годар'	2	2	2
3: 'Дивограй'	3	1	1
4: 'Думка'	4	3	1
6: 'Ольжич'	4	3	1

– у разі формування чотирьох кластерів до першого віднесено сорт 'Бона', до другого – 'Годар', до третього – 'Дивограй', до четвертого – сорти 'Думка' та 'Ольжич'. Найявність трьох кластерів є оптимальною.

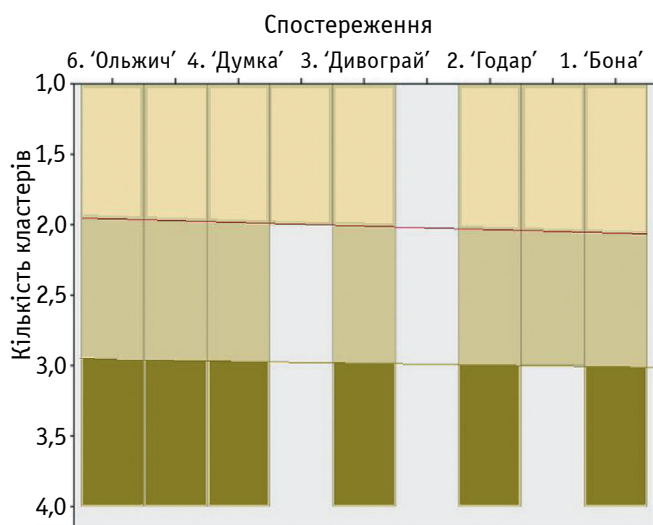


Рис. 8. Дендродіаграма класифікації сортів головчастого салату

Результати кластеризації наведено на рисунку 8.

Висновки

З використанням багатовимірного кластерного аналізу ідентифіковано сорти головчастого салату. Основними критеріями для визначення подібності сортів салату були: різноманітність салату, діаметр рослини, товщина листків, жилкування листкової пластинки, довжина листків, збиральна стиглість, утворення головки рослини, викидання квітконоса відповідно до фаз фенологічного розвитку.

Морфологічні ознаки салату на період збирання врожаю проаналізовано з використанням методу описової статистики та встановлено, що за максимальним діаметром розетки сорти головчастого салату проранжовано в такій послідовності: 1 – 'Дивограй' (12,3 см), 2 – 'Ольжич' (10,5 см), 3 – 'Думка' (9,4 см), 4 – 'Бона' (9,3 см), 5 – 'Годар' (8,9 см).

Значення математичного сподівання діаметра розетки ('Дивограй' – 10,792 см, 'Ольжич' – 9,732, 'Думка' – 8,08, 'Бона' – 8,1, 'Годар' – 7,772, 'Золотий шар' – 7,544, 'Сніжинка' – 10,672 см), розміру головки ('Бона' – 8,156 см, 'Годар' – 7,772, 'Дивограй' – 10,792, 'Думка' – 8,08, 'Золотий шар' – 7,544, 'Ольжич' – 9,732, 'Сніжинка' – 10,672 см), товщини листкової пластинки ('Бона' – 0,484 мм, 'Годар' – 0,48, 'Дивограй' – 0,484, 'Думка' – 0,492, 'Золотий шар' – 0,964, 'Ольжич' –



0,98, 'Сніжинка' – 0,964 мм) використано для проведення кластеризації.

Відповідно до результатів кластеризації подібними виявилися сорти головчастого салату в таких комбінаціях: 'Бона' та 'Дивограй', 'Ольжич' і 'Думка'.

Сорт салату 'Годар' відрізняється від усіх інших сортів головчастого салату.

Сорт салату 'Думка' найбільшою мірою є подібним до сорту 'Ольжич', меншою – до сортів 'Бона' та 'Дивограй'.

### Використана література

1. Кондратенко С. І., Ткалич Ю. В., Корнієнко С. І. та ін. Методика-класифікатор проведення експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) салату посівного (*Lactuca sativa* L.). Харків, 2015. 54 с.
2. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність. URL: <http://sops.gov.ua/pdfbooks/01.vidannia/Metodiki/vos/Ovochevi.pdf>
3. Горяинова Е. Р., Панков А. Р., Платонов Е. Н. Прикладные методы анализа статистических данных. Москва : Высшая школа экономики, 2012. 312 с.
4. Кецкало В. В. Придатність нових сортів салату листового до вирощування в умовах Правобережного Лісостепу. *Зб. наук. пр. Уманського держ. аграр. ун-ту*. Умань, 2007. Вип. 65 Ч. 1. С. 234–238.
5. Лещук Н. В., Кривичий К. М., Майстер Н. В., Бронвицька М. А. Комплексна оцінка біологічного потенціалу сортових ресурсів (*Lactuca sativa* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2010. № 2. С. 63–70. doi: 10.21498/2518-1017.2(12).2010.59308
6. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. Санкт-Петербург : ДиаСофтЮП, 2002. 608 с.
7. Compton M. E. Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 1994. Vol. 37, Iss. 3. P. 217–242. doi: 10.1007/BF00042336
8. Bryman A., Cramer D. Quantitative Data Analysis with IBM SPSS 17, 18 and 19: A Guide for Social Scientists. New York : Routledge, 2011. 408 p.
9. Levesque, R. (2007). *SPSS Programming and Data Management: A Guide for SPSS and SAS Users*. (4<sup>th</sup> ed.). Chicago, Illinois: SPSS Inc. 540 p.

### References

1. Kondratenko, S. I., Tkalych, Yu. V., Korniienko, S. I., Horova, T. K., Mytenko, I. M., Bashtan, N. O., ... Hart, O. Yu. (2015). *Guidelines-klassifikator provedennia ekspertyzy sortiv roslin na vidminnist, odnoridnist i stabilnist (VOS) salatu posivnoho (Lactuca sativa L.)* [Methodology-classifier for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability (DUS) of cutting lettuce (*Lactuca sativa* L.)]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
2. *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy ovochevykh, kartopli ta hrybiv na vidminnist, odnoridnist i stabilnist* [Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of plant varieties of the group of vegetables, potato and mushrooms]. Retrieved from <http://sops.gov.ua/pdfbooks/01.vidannia/Metodiki/vos/Ovochevi.pdf> [in Ukrainian]
3. Goryainova, E. R., Pankov, A. R., & Platonov, E. N. (2012). *Prikladnye metody analiza statisticheskikh dannykh* [Applied methods of statistical analysis]. Moscow: Vysshaya shkola ekonomiki. [in Russian]
4. Ketskalov, V. V. (2007). *The suitability of new varieties of loose-leaved lettuce for cultivating in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe zone. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu* [Proceedings of Uman State Agrarian University], 65(2), 234–238. [in Ukrainian]
5. Leshchuk, N. V., Kryvytskyi, K. M., Maister, N. V., & Bronovytska, M. A. (2010). Integral evaluation of biological potential of (*Lactuca sativa* L.) varietal resources. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2, 63–70. doi: 10.21498/2518-1017.2(12).2010.59308. [in Ukrainian]
6. Byuyul, A., & Tsefel, P. (2002). *SPSS: iskusstvo obrabotki. Analiz statisticheskikh dannykh i vosstanovlenie skrytykh zakonemernostey* [SPSS: Arts of processing. Analysis of statistical data and restoration of hidden patterns]. St. Petersburg: DiaSoftYuP. [in Russian]
7. Compton, M. E. (1994). Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, 37(3), 217–242. doi: 10.1007/BF00042336
8. Bryman, A., & Cramer, D. (2011). *Quantitative Data Analysis with IBM SPSS 17, 18 and 19: A Guide for Social Scientists*. New York: Routledge.
9. Levesque, R. (2007). *SPSS Programming and Data Management: A Guide for SPSS and SAS Users*. (4<sup>th</sup> ed.). Chicago, Illinois: SPSS Inc.

УДК 635.521:631.527

**Лещук Н. В.\*, Орленко Н. С.** Практические аспекты применения статистического анализа количественных признаков сортов салата посевного var. *capitata* L. // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2017. Т. 13, № 3. С. 313–322. <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.3.2017.110716>

Український інститут експертизи сортів рослин, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Київ, 03041, Україна, \*e-mail: [nadiya1511@ukr.net](mailto:nadiya1511@ukr.net)

**Цель.** Определить и обосновать практические аспекты применения статистического анализа для обработки результатов исследования морфологического описания сортов салата посевного *Lactuca sativa* L. при идентификации их в соответствующих фенологических фазах роста и развития. **Методы.** Полевой метод, аналитический метод, основанный на результатах расчетов с использованием статистических показателей описательной статистики и кластерного анализа. **Результаты.** Для сортов *Lactuca sativa* L. установлены количественные величины проявления таких морфологических признаков, как диаметр розетки, размер головки, толщина листовой пластинки и ее жилкование. Определены статистические показатели

четырех морфологических признаков рандомизированной выборочной совокупности семи сортов салата посевного и интерпретированы результаты статистического анализа. Идентифицированы сорта салата посевного листовой и кочанной разновидности в соответствующие фенологические фазы роста и развития. Определен наиболее подходящий метод для кластеризации сортов салата посевного. Интерпретированы результаты кластеризации. Установлено, что наиболее отличным от других является сорт 'Годар', наиболее подобными между собой – сорта 'Думка' и 'Ольжич'. **Выводы.** По результатам идентификации установлено, что сорта салата кочанного похожи в таких комбинациях: 'Бона' и 'Дивограй', 'Ольжич'

и 'Думка'. По продолжительности межфазных периодов можно отметить высокую скороспелость сортов 'Думка' и 'Дивограй' по сравнению с сортами 'Бона' и 'Годар', самую низкую – по сравнению с сортом 'Ольжич'.

УДК 635.521:631.527

**Leschuk, N. V.\* & Orlenko, N. S.** (2017). Practical aspects of applying statistical analysis of quantitative characters of cutting lettuce varieties var. *capitata* L. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(3), 313–322. <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.3.2017.110716>

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henera Rodymtseva Str., Kyiv, 03041, Ukraine, \*e-mail: nadiya1511@ukr.net*

**Purpose.** To determine and substantiate practical aspects of statistical analysis application for management results of the morphological description of cutting lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties when identifying them during corresponding phenological phases of growth and development. **Methods.** Field study, analytical approach based on descriptive statistics and cluster analysis. **Results.** Quantitative values of display of such morphological characters as leaf rosette diameter, lettuce head size, leaf blade thickness and its venation were determined for the *Lactuca sativa* L. varieties. Statistical indices of four morphological characters of randomized sampling frame of seven cutting lettuce varieties were determined and the results of statistical analysis were interpreted. Cutting lettuce of loose leaf and capitata varieties was identified during corresponding phenologi-

**Ключевые слова:** салат посевной, сорт, морфологические признаки, коллекция, отбор, различие, описательная статистика, кластерный анализ, кластеризация, метод Уорда.

cal phases of growth and development. The most suitable method for clustering cutting lettuce varieties was defined. The results of clustering were interpreted. It was found that 'Hodar' variety differed greatly from others, 'Dumka' and 'Olzhych' varieties were the most similar. **Conclusions.** The results of the identification allowed to establish that capitata lettuce varieties were similar in the following combinations: 'Bona' and 'Dyvohray', 'Olzhych' and 'Dumka'. According to the duration of interphase periods, it can be noted that such varieties as 'Dumka' and 'Dyvohrai' had the highest rate of maturation in comparison with 'Bona' and 'Hodar' varieties, and the lowest one as compared to the 'Olzhych' variety.

**Keywords:** cutting lettuce, variety, morphological characters, collection, selection, distinctness, descriptive statistics, cluster analysis, clustering, Ward's method.

Надійшла / Received 14.06.2017  
Погоджено до друку / Accepted 30.08.2017