

Інформаційно-технічні особливості тесту на відмінність нових сортів *Lactuca sativa* L. var. *capitata*

Н. В. Лещук^{1*}, Н. С. Орленко¹, О. В. Хареба²

¹Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна,

*e-mail: nadiya1511@ukr.net

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Обґрунтувати інформаційно-технічні особливості використання інструментальних засобів IBM SPSS Statistics під час визначення критерію відмінності нових сортів салату посівного *Lactuca sativa* L. var. *capitata* на підставі морфологічних кодових формул фенотипів загальновідомих сортів із використанням алгоритму «найближчого сусіда» в групі подібних сортів. **Методи.** Аналітичний, що ґрунтується на порівнянні методів та засобів інтелектуального аналізу даних, отриманих методом ідентифікації – морфологічний опис сорту з подальшим застосуванням описової та багатовимірної статистики. Відповідно до «Методики проведення експертизи сортів салату посівного *Lactuca sativa* L. на відмінність, однорідність і стабільність» для групування сортів використовували ознаки, які не варіюють або дуже слабо варіюють. Ці ознаки використовуються окремо або у комбінаціях з іншими. **Результати.** У результаті моделювання з використанням пакету SPSS було сформовано декілька моделей подібних сортів *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. Загальна кількість сортів у вибірці розподілена таким чином: 71,4% репрезентували навчальну вибірку, а 28,6% – контрольну. Результативні дані візуалізовано на діаграмах моделі найбільшої подібності. Слід враховувати тип вираження досліджуваної характеристики (ознаки): якісним, кількісним, псевдо-якісним чином. Імітаційний експеримент з моделлю схожих сортів салату головчастого показав залежність результату від обраної цільової змінної. У ролі цільових змінних були ознаки: «рослина: утворення головки», «головка за щільністю», «насінина: забарвлення», «розмір головки». **Висновки.** Встановлено ефективність технологічних засобів аналізу даних експертизи на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС), що значно полегшує пошук закономірностей серед великого набору даних. Розмежування даних на навчальні та контрольні дозволяє провести «тренування» моделі на наборі даних загальновідомих сортів. Під час побудови моделі важливо правильно визначити цільову та фокусні змінні. Як інструментальний засіб рекомендовано використовувати пакет статистичних програм IBM SPSS Statistics.

Ключові слова: сорт; відмінність; однорідність; стабільність; салат посівний; *Lactuca sativa* L. var. *capitata*; ознака; код прояву; IBM SPSS Statistics.

Вступ

Ідентифікація нових сортів методом морфологічного опису вегетативних і генеративних органів рослин дозволяє встановити морфологічну кодову формулу фенотипу відповідного сорту салату посівного та визначити критерії відмінності, однорідності і стабільності для підготовки пропозицій щодо державної реєстрації сорту [18].

Морфологічний опис ідентифікаційних ознак проводять з урахуванням їхньої мінливості залежно від умов вирощування. Дуже складно ідентифікувати сортову належність салату посівного в початковій стадії росту і розвитку рослин.

Тому для ідентифікації сортів використовують лише ознаки, які мають незначне варіювання, майже не залежать від умов ви-

рощування і вважаються генетично обумовленими.

Відомо, що сорт є основною ланкою технології вирощування салату посівного усіх різновидностей. Для оперативності та полегшення морфологічного опису ознак нових сортів під час ідентифікації сорти-кандидати групують за відповідними ознаками. Групування схожих сортів у межах різновиду (листяний, головчастий, римський і стебловий) ґрунтується на правильному виборі математично-статистичного апарату для класифікації сортів рослин за морфологічними ознаками.

Більшість опублікованих досліджень з ідентифікації схожих сортів сільськогосподарських рослин стосується використання кластерного аналізу під час ідентифікації [8–10] та аналізу ієрархічних методів кластеризації придатних для опрацювання даних морфологічних ознак сортів салату посівного var. *capitata*.

Близькі один до одного спостереження називаються «сусідами» [15]. Коли з'являється нове спостереження, воно позначається знаком питання, а потім обчислюється відстань кількісних, якісних та псевдоякісних значень

Nadiya Leschuk

<https://orcid.org/0000-0001-6025-3702>

Nataliya Orlenko

<https://orcid.org/0000-0003-4103-7806>

Olena Khareba

<https://orcid.org/0000-0002-6763-1988>

відповідної ознаки (у нашому випадку – набору морфологічних характеристик сортів головчастої різновидності *Lactuca sativa* L.) від усіх інших спостережень в моделі ботанічного таксона. Пакет прикладних програм IBM SPSS Statistics автоматично проводить класифікацію найбільш схожих спостережень і нове спостереження розміщується в категорію, в якій є найбільша кількість спостережень з найближче схожими ознаками [16, 17].

Предметом аналітичного дослідження є дані морфологічного опису сортів салату посівного головчастого. Щорічно селекціонерами створюється велика кількість сортів салату посівного різних типів, що характеризуються значними морфологічними відмінностями та включають сім основних інтродукованих груп сортів, що відрізняються за фенотипом [1–3].

Селекція салату первинно орієнтована на різні морфобіологічні особливості, стійкість до коливання температур, проти збудників хвороб і шкідників [4–6]. Тому важливо серед кожної групи різновидів салату ідентифікувати схожі сорти.

Мета досліджень – обґрунтувати інформаційно-технічні особливості використання інструментальних засобів IBM SPSS Statistics під час визначення критерію відмінності нових сортів салату посівного *Lactuca sativa* L. var. *capitata* на підставі набору даних морфологічних кодових формул фенотипів загальновідомих сортів із використанням алгоритму найближчого сусіда в групі подібних сортів.

Матеріали та методика досліджень

Для аналітичного дослідження використано результати кваліфікаційної експертизи сортів салату посівного головчастого на відмінність, однорідність і стабільність (DUS-test of a selection achievement for distinctiveness, uniformity and stability). Аналізували дані за період 1996–2018 рр., які отримали відповідно до міжнародних вимог Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability (tg/13/11 lettuce upov code(s): lactu_sat) та Методики проведення експертизи сортів салату посівного (*Lactuca sativa* L.) на відмінність, однорідність і стабільність [18].

Розрахунки проведено класифікаційним методом Nearest Neighbor Analysis у середовищі статистичного пакета IBM SPSS Statistics «Statistical Package for the Social Sciences» із застосуванням таких параметрів: у ролі цільової змінної (target optional) обрано ознаку «розмір головки», фокусна змінна (focal case identifier) – «головка: за щільністю», мітка спостережень (case label) –

«назва сорту», перелік показників (features) складають такі ознаки: «насінина: забарвлення», «сіянець: антоціанове забарвлення», «сіянець: сім'ядолі за розміром (за повного розвитку)», «листок: положення у стадії 10–12 листків», «листова пластинка: за розсіченістю краю», «рослина: діаметр», «рослина: утворення головки», «головка: за щільністю», «головка: розмір», «листок: за товщиною», «листок: положення за збиральної стиглості», «листок: форма», «листок: форма верхівки», «листок: інтенсивність забарвлення зовнішніх листків».

Для побудови моделі групи сортів у параметрі «кількість найближчих сусідів» (k) задавали – визначити три найбільш схожих сорти. Так як, у ролі цільової змінної обрали «головка: за щільністю», то в ролі альтернативи (forced entry) задавали показник «діаметр рослини», що дозволило процедурі IBM SPSS Statistics вибрати оптимальне число сусідів. Обчислення відстаней проводили з використанням метрики Евкліда.

Для комп'ютерної обробки даних результатів досліджень морфологічних ознак використовували номінальну і порядкову шкалу. Номінальна шкала застосовувалася для групування подібних сортів за такими морфологічними ознаками: «насінина: забарвлення», «сіянець: антоціанове забарвлення», «сіянець: сім'ядолі за розміром (за повного розвитку)», «листок: положення у стадії 10–12 листків», «листова пластинка: за розсіченістю краю», «листок: положення за збиральної стиглості (зовнішні листки у головчастого салату або сформовані листки для листового і стеблового салатів)», «листок: форма», «листок: форма верхівки», а порядкова шкала – для ознак: «сіянець: сім'ядолі за розміром (за повного розвитку)», «рослина: діаметр», «рослина: утворення головки», «головка: за щільністю», «головка: розмір», «листок: за товщиною», «листок: інтенсивність забарвлення зовнішніх листків».

Для оцінки відмінності та однорідності використовували ознаки, наведені в Таблиці ознак, і коди (1–9), необхідні для електронного опрацювання даних. Сукупність цих кодів складала кодову формулу сорту і використовувалась для формування групи подібних сортів.

Сорт відмінний, якщо за виявленням ознак він чітко відрізняється від будь-якого іншого сорту, загальновідомого до дати, на яку заявка вважається поданою. Експертизу на відмінність проводять після отримання результатів морфологічного опису першого року експертизи на ВОС. Якщо сорт-кандидат може бути вирізненим з-поміж загальновідомих сортів методом порівняння їхніх описів,

то він є відмітним. Коли неможливо чітко вирізнити сорт-кандидат серед загальновідомих за морфологічною кодовою формулою, його необхідно наступного року порівняти в

польовому досліді.

Результати досліджень

Колекція загальновідомих сортів салату по-

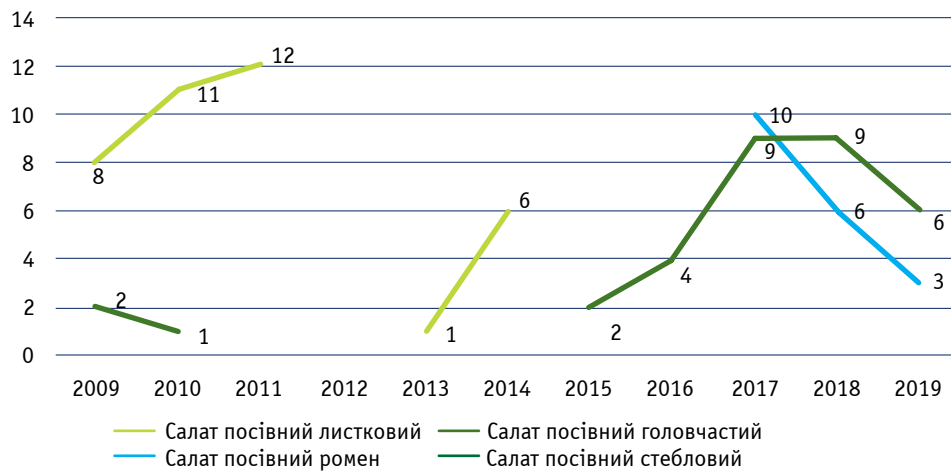


Рис. 1. Формування референсної колекції загальновідомих сортів салату посівного за період 2009–2018 рр.

сівного включає близько 150 сорторазків чотирьох різновидностей. Референсна колекція салату головчастого налічує 34 сорти, які поширені на території України. Історичний хронометраж її формування наведено на рис. 1.

Усі загальновідомі сорти салату посівного мають оприлюднений опис морфологічних ознак, їхні кодові формули включено до бази даних робочого вікна «Тест на відмінність».

У результаті моделювання з використанням пакету SPSS було сформовано декілька моделей подібних сортів *Lactuca sativa* L. var. *capitata*, які охопили 30 сортів, що були використані у навчальній вибірці та 12 сортів салату головчастого – у контрольній групі. Тобто, 71,4% від загальної кількості сортів, що брали участь у розрахунках, було віднесено до навчальної вибірки, а 28,6% – до контрольної групи. Результативні дані візуалізовано на діаграмах моделі найбільшої подібності.

Головна діаграма моделі «Predictor Space» (Простір показників) унаочнює оглядове зображення моделі. Діаграма простору показників є інтерактивною (рис. 2). Кожна вісь представляє показник у моделі, а розташування точок на діаграмі показує значення цих показників для спостережень в навчальній і контрольній групах. Ця діаграма демонструє зв'язок між даними навчальної та результативної вибірки, що є «найближчими сусідами».

Представлена діаграма важливості параметрів дозволяє сконцентрувати увагу на найважливіших ознаках морфологічного прояву сортів салату головчастого під час побудови моделі та відмітити менш суттєві ознаки.

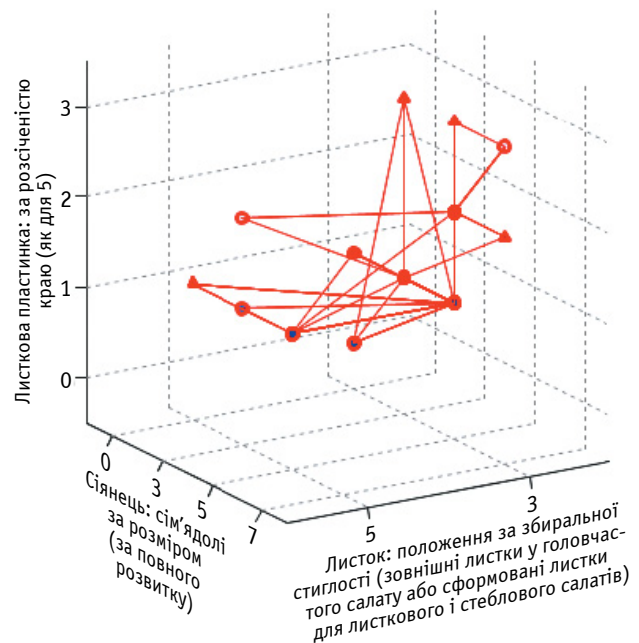


Рис. 2. Головна діаграма моделі найбільшої подібності «Predictor Space» (Простір показників)

Зауважимо, що колом позначено сорти, що входять до складу навчальної вибірки, а трикутником – сорти контрольної вибірки. Колір точки показує значення цільової змінної для даного спостереження. Різними кольорами позначається належність до різних категорій цільової змінної, а саме фокусних та не фокусних змінних. Жирніший контур вказує на те, що спостереження є фокусним. Фокусні спостереження показують суміжність із їхніми (k) «найближчими сусідами». Виміри діаграми «листова пластинка: за

Алгоритм пошуку відстані від фокусного сорту до «найближчих сусідів»

Сорт фокусного спостереження	Перший подібний сорт	Другий подібний сорт	Третій подібний сорт	Відстань у порівнянні з		
				1-им	2-им	3-ім
'Дивограй'	'Сільвінас'	'Діамантінас'	'Бернардінас'	0,525	0,525	0,525
'Перл Джем'	'Амадеус'	'Куала'	'Аквіно'	0,788	0,987	0,987
'Амадеус'	'Аквіно'	'Перл Джем'	'Куала'	0,750	0,788	0,987
'Картагенас'	'Лагунас'	'Міретт'	'Куала'	0,0	0,275	0,487
'Платінас'	'Картагенас'	'Лагунас'	'Міретт'	0,564	0,564	0,564
'Нанетт'	'Фіоретт'	'Міретт'	'Аргентінас'	0,0	0,462	0,5
'Афіціон'	'Кісмї'	'Джиска'	'Бакеро'	1,013	1,038	1,186
'Куала'	'Картагенас'	'Лагунас'	'Аквіно'	0,487	0,487	0,725
'Галера'	'Сільвінас'	'Діамантінас'	'Бернардінас'	0,288	0,288	0,288
'Фрілліс'	'Авірам'	'Імеджінейшн'	'Драгон'	0,288	0,288	0,487
'Аргентінас'	'Сільвінас'	'Діамантінас'	'Бернардінас'	0,199	0,199	0,199
'Сільвінас'	'Діамантінас'	'Бернардінас'	'Аргентінас'	0,0	0,0	0,199
'Діамантінас'	'Сільвінас'	'Бернардінас'	'Аргентінас'	0,0	0,0	0,199
'Бернардінас'	'Сільвінас'	'Діамантінас'	'Аргентінас'	0,0	0,0	0,199
'Джиска'	'Авірам'	'Міретт'	'Кісмї'	0,674	0,775	0,788
'Імеджінейшн'	'Авірам'	'Фрілліс'	'Драгон'	0,288	0,288	0,487
'Нейшн'	'Кітонія'	'Кітонія'	'Авірам'	0,674	0,725	0,763
'Руксай'	'Кітонія'	'Нейшн'	'Фрілліс'	0,275	1,0	1,186
'Кітонія'	'Руксай'	'Нейшн'	'Фрілліс'	0,275	0,725	0,911
'Аквіно'	'Куала'	'Картагенас'	'Лагунас'	0,725	0,725	0,725
'Кісмї'	'Галера'	'Аргентінас'	'Сільвінас'	0,775	0,775	0,775
'Патішн'	'Джиска'	'Авірам'	'Перл Джем'	0,987	1,025	1,115
'Кірінія'	'Нейшн'	'Авірам'	'Драгон'	0,674	0,75	0,75
'Кірібаті'	'Фрілліс'	'Кірінія'	'Авірам'	0,775	1,0	1,064
'Кірен'	'Аквіно'	'Куала'	'Кісмї'	0,814	0,962	1,064
'Авірам'	'Фрілліс'	'Імеджінейшн'	'Драгон'	0,288	0,288	0,487
'Вайдоза'	'Кафтан'	'Айс Вейв'	'Імеджінейшн'	0,212	0,436	0,712
'Бакеро'	'Вайдоза'	'Платінас'	'Кафтан'	0,75	0,788	0,962
'Кафтан'	'Вайдоза'	'Айс Вейв'	'Імеджінейшн'	0,212	0,648	0,924
'Айс Вейв'	'Вайдоза'	'Кафтан'	'Імеджінейшн'	0,436	0,648	0,712
'Айс Сіркл'	'Міретт'	'Аргентінас'	'Сільвінас'	0,962	0,987	0,987
'Драгон'	'Авірам'	'Фрілліс'	'Імеджінейшн'	0,487	0,487	0,487
'Вісмар'	'Імеджінейшн'	'Грін мун'	'Авірам'	0,564	0,763	0,852
'Грін мун'	'Драгон'	'Вісмар'	'Авірам'	0,576	0,763	0,775

розсіченістю краю», «сіянець: сім'ядолі за розміром (за повного розвитку)» та «листок: положення за збиральною стиглістю (зовнішні листки у головчастого салату або сформовані листки для листового і стеблового салатів)» обрані пакетом прикладних програм автоматично.

На рисунку 3 представлено діаграму важливості параметрів, яка дозволяє сконцентрувати увагу на найважливіших ознаках морфологічного прояву сортів салату головчастого під час побудови моделі та відмітити менш суттєві ознаки.

Діаграма розбита на панелі за показниками. Вона доступна, якщо задана цільова змінна й на діаграмі простору показників вибирається фокусне спостереження. Ознака «рослина: утворення головки» є досить актуальною для var. *capitata*, тому є домінуючою для подальшого розподілу морфологічних ознак, що характеризують продуктивний орган – головку салату посівного.

Виведення пріоритетного фокусного спостереження та їхніх (к) «найближчих сусідів» дозволило сформувати подібні за ознаками сорти головчастої різновидності для полегшення пошуку відмітної ознаки. Встановлено, що найкращі результати групування подібних сортів отримано за використання у ролі цільової змінної ознаки, що характеризує розмір головки. Імітаційний експеримент з моделлю схожих сортів салату головчастого показав залежність результату від обраної цільової змінної. Пошук «найближчих сусідів» до фокусного сорту із зазначенням відстаней до них наведено у таблиці.

Аналіз табличних даних свідчить, що у діапазоні відстаней від 0,0 до 0,5 виокремлено дванадцять груп сортів, які мають три подібні до базового сорти в цьому діапазоні значення коефіцієнта. У діапазоні від 0,501 до 0,999 виокремлено одинадцять груп сортів, а коефіцієнт більший за одиницю розрахований для трьох груп сортів.

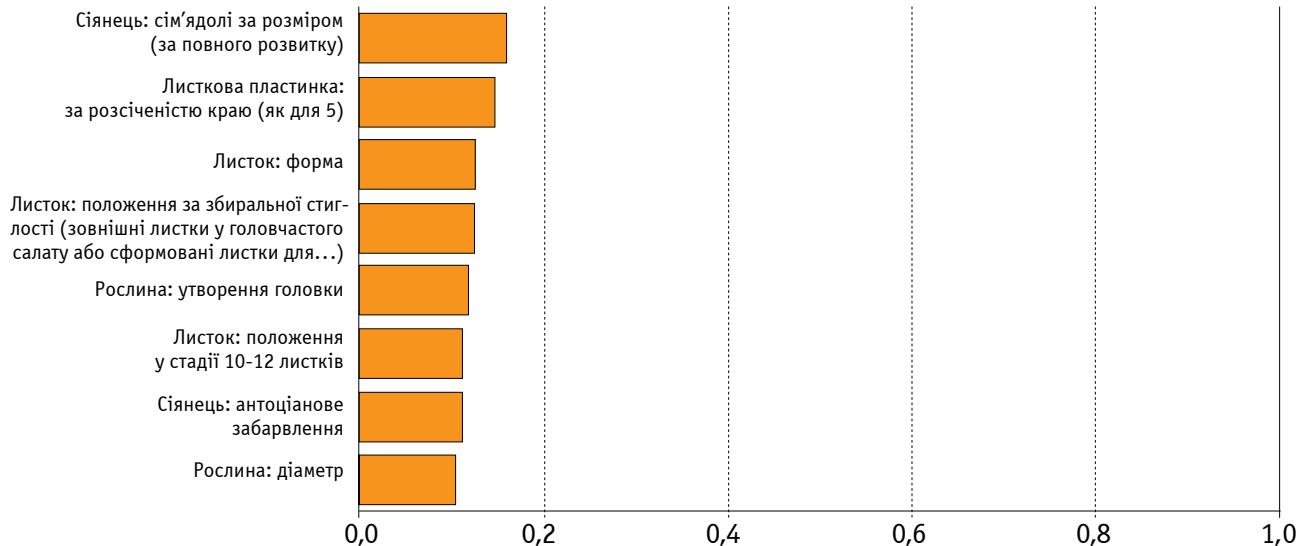


Рис. 3. Діаграма важливості параметрів

Моделювання проводилось з використанням у ролі цільових змінних ознаки «рослина: утворення головки», де рослини групували за відкритою та закритою головкою. До сортів, що мають відкриту головку слід віднести: 'Афіціон', 'Імеджінейшн', 'Руксай', 'Кітонія', 'Отілі', 'Патішн', 'Вісмар', 'Кірібаті', 'Паджеро', 'Грін мун', 'Перл Джем', 'Фрілліс', 'Джиска', 'Нейшн', 'Кісмі', 'Кайпіра', 'Кірінія', 'Кірен', 'Авірам', 'Вайдоза', 'Бакеро', 'Кафтан', 'Драгон. До групи сортів, що мають закритую головку віднесено: 'Дивограй', 'Думка', 'Ноблес', 'Картагенас', 'Платінас', 'Рубетт', 'Граніт', 'Аргентінас', 'Сільвінас', 'Бернардінас', 'Нанетт', 'Фіоретт', 'Міретт', 'Лагунас', 'Ремус', 'Галера', 'Діамантінас', 'Сантарінас', 'Аквіно', 'Крунчита', 'Айс Вейв', 'Амадеус'.

Для кожної такої групи виділяли фактори розбіжності морфологічних ознак, а саме: фактор А – «головка: за формою»; фактор В –

«головка: за розміром»; фактор С – «головка: за щільністю» (рис. 4).

Фактор В – ознака «головка за розміром», що була використана як цільова змінна під час моделювання, мала сталу позицію у верхньому лівому куті панелі «Peers Chart» і складала 78,2%. Відображення точок розсіювання свідчило, що сорти 'Дивограй', 'Думка', 'Лагунас', 'Рубетт', 'Гондар', 'Граніт', 'Аргентінас', 'Сільвінас', 'Діамантінас' мали головку великого розміру. Сорти 'Ноблес', 'Амадеус', 'Картагенас', 'Платінас', 'Нанетт', 'Фіоретт', 'Міретт', 'Ремус', 'Афіціон', 'Галера', 'Бернардінас', 'Джиска', 'Сантарінас', 'Імеджінейшн', 'Нейшн', 'Аквіно', 'Крунчита', 'Кісмі', 'Кайпіра', 'Кірен', 'Бакеро', 'Кафтан', 'Паджеро', 'Айс Вейв', 'Вісмар' – середнього; сорти 'Фрілліс', 'Рекорд', 'Отілі', 'Патішн', 'Кірінія', 'Авірам', 'Вайдоза', 'Драгон', 'Грінмун' – малого; сорти 'Руксай', 'Кітонія' та 'Кірібаті' – дуже малого.

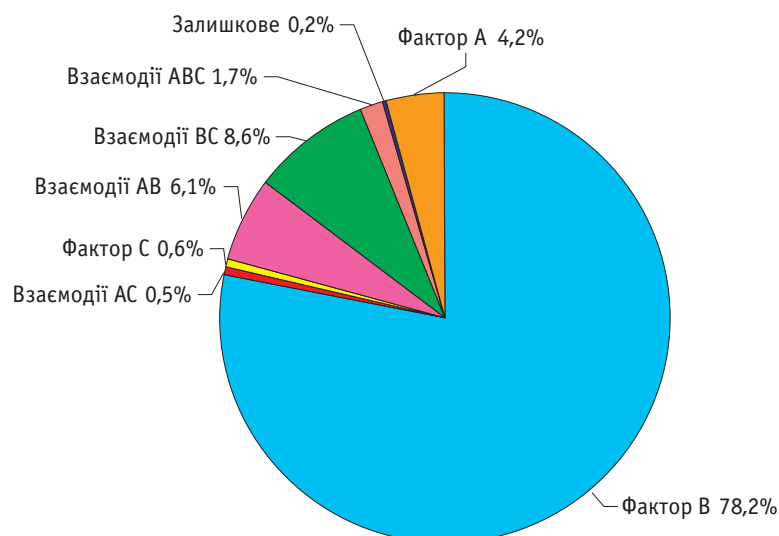


Рис. 4. Фактори відмінності відкритої та закритої головки

Фактор А (4,2%) та Фактор С (0,6%) були другорядними для групи утворення відкритої та закритої головки різних розмірів, але забезпечили розширення діапазону відмінності кодів прояву ознак для сортів головчастої різновидності у межах сформованих груп. А незначний відсоток залишку – 0,2% свідчить про резервний ліміт відмінних ознак для сортів головчастого салату у наявному описі. Тест на відмінність сортів усіх різновидностей салату посівного потребує перегляду та розширення діапазону як ознак (QN, QL, PQ), так і ступенів їхнього прояву.

Висновки

Кластерний аналіз є ефективним засобом аналізу даних експертизи на ВОС оскільки значно полегшує пошук закономірностей серед великого набору даних. Також наявність розмежування даних на навчальні та контрольні дозволяє провести «тренування» моделі на наборі даних загальновідомих сортів.

Експериментальним шляхом встановлено, що найадекватніша модель груп подібних сортів салату посівного головчастого формується з використанням ознаки «головка: розмір» як цільової змінної та ознаки «щільність головки» як фокусної змінної.

На підставі аналізу морфологічних ознак виокремлено такі групи найподібніших сортів: перша – ‘Сільвінас’, ‘Діамантінас’, ‘Бернардінас’ та ‘Аргентінас’; друга – ‘Картагенас’, ‘Лагунас’, ‘Міретт’ і ‘Куала’; третя – ‘Нанетт’, ‘Фіоретт’, ‘Міретт’ та ‘Аргентінас’; четверта – ‘Галера’, ‘Сільвінас’, ‘Діамантінас’ і ‘Бернардінас’.

Інформаційно-технічний інструментарій є досить ефективним засобом аналізу даних експертизи на ВОС та значно полегшує пошук закономірностей серед великого набору даних фактичного прояву морфологічних ознак сортів рослин.

Отримані результати свідчать про перспективність використання алгоритму найближчих сусідів під час ідентифікації подібних сортів салату посівного *Lactuca sativa* L. var. *capitata*.

Використана література

1. Kalloo, H. Sortendifferenzierung bei Kopfsalat (*Lactuca sativa* var. *capitata*) – Vorläufige Mitteilung. *Die Gartenbauwissenschaft*. 1980. Vol. 45, Iss. 3. P. 116–120.
2. Helm J. *Lactuca sativa* L. in morphologisch-systematischer Sicht. *Die Kulturpflanze*. 1954. Vol. 2, Iss. 1. P. 72–129. doi: 10.1007/BF02095730
3. Dufault R. J., Ward B., Hassell R. L. Planting date and romaine lettuce cultivar affect quality and productivity. *HortScience*. 2006. Vol. 41, Iss. 3. P. 640–645. doi: 10.21273/HORTSCI.41.3.640
4. Craker L. E., Seibert M. Light energy requirements for controlled environment growth of lettuce and radish. *Transact. ASAE*. 1982. Vol. 25, Iss. 1. P. 214–216. doi: 10.13031/2013.33506

5. Гринько Н. Н. Восприимчивость к вирусу желтой мозаики кочанных сортов салата. *Защита и карантин растений*. 2011. № 4. С. 33–34.
6. Осипова Г. С., Кондратьев В. М., Яковлева М. Г. Агробиологическая оценка салата кочанной и полукочанной разновидности в осеннем обороте пленочных теплиц в Ленинградской области. *Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК*: сб. Междунар. научно-практ. конф. молодых учёных и студентов (г. Санкт-Петербург, 26–27 марта 2015 г.). Санкт-Петербург, 2015. Ч. 3. С. 32–34.
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>
8. Тищенко В. М. Кластерний аналіз, як метод індивідуального добору високопродуктивних рослин озимої пшениці в F₂. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 89. С. 125–137.
9. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М., Зюков М. Е. Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы на ранних этапах селекции. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2004. Т. 2. С. 270–278.
10. Тищенко В. Н. Эффективность использования нового селекционного индекса в селекции озимой пшеницы. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2004. Т. 2. С. 266–270.
11. Орленко Н. С., Мажуга К. М., Душар М. Б., Маслечкін В. В. Порівняльний аналіз ієрархічних методів кластеризації, придатних для оброблення даних морфологічних ознак сортів рослин. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 261–269. doi: 10.31210/visnyk2019.02.35
12. Лесковец Ю., Раджараман Ю., Ульман Дж. Анализ больших наборов данных. Москва: ДМК, 2016. 498 с.
13. Марманис Х., Бабенко Д. Алгоритмы интеллектуального Интернета. Передовые методики сбора, анализа и обработки данных. Москва: Символ, 2011. 480 с.
14. Lantz B. Machine Learning with R. Learn how to use R to apply powerful machine learning methods and gain an insight into real-world applications. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2013. 396 p.
15. 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
16. Наследов А. Д. IMBSPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. Санкт-Петербург: Питер, 2013. 416 с.
17. Lettuce *Lactuca sativa*. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability (TG/13/11TG/13/11) / UPOV. 2017. URL: <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg013.pdf>
18. Методика проведення експертизи сортів салату посівного (*Lactuca sativa* L.) на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. Н. В. Лещук. *Охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 3, Ч. 2. С. 366–379.

References

1. Kalloo, & Krug, H. (1980). Sortendifferenzierung bei Kopfsalat (*Lactuca sativa* var. *capitata*) – Vorläufige Mitteilung. *Die Gartenbauwissenschaft*, 45(3), 101–103.
2. Helm, J. (1954). *Lactuca sativa* L. in morphologisch-systematischer Sicht. *Die Kulturpflanze*, 2(1), 72–129. doi: 10.1007/BF02095730
3. Dufault, R. J., Ward, B., & Hassell, R. L. (2006). Planting date and romaine lettuce cultivar affect quality and productivity. *HortScience*, 41(3), 640–645. doi: 10.21273/HORTSCI.41.3.640
4. Craker, L. E., & Seibert, M. (1982). Light energy requirements for controlled environment growth of lettuce and radish. *Transact. ASAE*, 25(1), 214–216. doi: 10.13031/2013.33506
5. Grin'ko, N. N. (2011). Susceptibility to the yellow mosaic virus of head lettuce varieties. *Zashita i karantin rastenij* [Plant Protection and Quarantine], 4, 33–34. [in Russian]

6. Osipova, G. S., Kondrat'ev, V. M., & Yakovleva, M. G. (2015). Agrobiological assessment of head lettuce and semi-heading lettuce varieties in the autumn turnover of film greenhouses in Leningrad Region. In *Nauchnyy vklad molodykh issledovateley v sokhraneniye traditsiy i razvitiye APK: sb. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. molodykh uchenykh i studentov* [The scientific contribution of young researchers to preservation of traditions and development of agribusiness: a collection of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students] (Part 3, pp. 32–34). March 26–27, 2015, St. Petersburg, Russia. [in Russian]
7. Derzhavnyi reestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2019 rik [State register of plant varieties suitable for dissemination in Ukraine in 2019]. (2019). Retrieved from <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslyn>. [in Ukrainian]
8. Tyshchenko, V. M. (2005). Cluster analysis as a method of individual selection of high-yield winter wheat plants in F_2 . *Selekcija i nasinnictvo* [Plant Breeding and Seed Production], 89, 125–137. [in Ukrainian]
9. Tishchenko, V. N., Chekalin, N. M., & Zyukov, M. E. (2004). Using cluster analysis to identify and select highly productive winter wheat genotypes in the early stages of selection. *Fakt. Eksp. Evol. Org.* [Factors in Experimental Evolution of Organisms], 2, 270–278. [in Russian]
10. Tishchenko, V. N. (2004). Efficiency of using a new selection index in winter wheat breeding. *Fakt. Eksp. Evol. Org.* [Factors in Experimental Evolution of Organisms], 2, 266–270. [in Russian]
11. Orlenko, N. S., Mazhuha, K. M., Dushar, M. B., & Maslechkin, V. V. (2019). Comparative analysis of clustering methods suitable for plant varieties morphological characteristics data processing. *Visn. Poltav. derz. agrar. akad.* [News of Poltava State Agrarian Academy], 2, 261–269. doi: 10.31210/visnyk2019.02.35 [in Ukrainian]
12. Leskovets, Yu., Radzharaman, Yu., & Ulman, D. (2016). *Analiz bol'shikh naborov dannykh* [Analysis of large data sets]. Moscow: DMK. [in Russian]
13. Marmanis, Kh., & Babenko, D. (2011). *Algoritmy intellektual'nogo Interneta. Peredovye metodiki sbora, analiza i obrabotki dannykh* [Algorithms of the intellectual Internet. Advanced techniques for data collecting, analyzing and processing]. Moscow: Simvol. [in Russian]
14. Lantz, B. (2013). *Machine Learning with R. Learn how to use R to apply powerful machine learning methods and gain an insight into real-world applications*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
15. 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
16. Nasledov, A. D. (2013). *IMB SPSS Statistics 20 i AMOS: professional'nyy statisticheskiy analiz dannykh* [IMB SPSS Statistics 20 and AMOS: professional statistical data analysis]. St. Petersburg: Piter. [in Russian]
17. UPOV. (2017). *Lettuce *Lactuca sativa*. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability (TG/13/11TG/13/11)*. Retrieved from <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg013.pdf>
18. Leshchuk, N. V. (2007). The technique of examination of varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) for distinctness, uniformity and stability. *Okhorona prav na sorty roslyn* [Protection of Rights to Plant Varieties], 3(2), 366–379. [in Ukrainian]

УДК 635.52:519.6

Лещук Н. В.¹, Орленко Н. С.¹, Хареба Е. В.² Информационно-технические особенности теста на отличимость новых сортов *Lactuca sativa* L. var. *capitata* // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. С. 241–248. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181081>

¹Український інститут експертизи сортів рослин, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Київ, 03041, Україна,

*e-mail: nadiya1511@ukr.net

²Національний університет біоресурсів і природопольовання України, ул. Героїв Оборони, 15, г. Київ, 03041, Україна

Цель. Обосновать информационно-технические особенности использования инструментальных средств IBM SPSS Statistics при определении критерия отличимости новых сортов салата посевого *Lactuca sativa* L. var. *capitata* на основании морфологических кодовых формул фенотипов общеизвестных сортов с использованием алгоритма «ближайшего соседа» в группе подобных сортов. **Методы.** Аналитический, что основан на сравнении методов и средств интеллектуального анализа данных, полученных методом идентификации – морфологическое описание сорта с последующим применением описательной и многомерной статистики. В соответствии с «Методикой проведения экспертизы сортов салата посевого *Lactuca sativa* L. на отличимость, однородность и стабильность» для группировки сортов использовали признаки, которые не варьируют или очень слабо варьируют. Эти признаки используются отдельно или в комбинациях с другими. **Результаты.** В результате моделирования с использованием пакета SPSS было сформировано несколько моделей подобных сортов *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. Общее количество сортов в выборке распределено следующим образом: 71,4% представляли обучающую выборку, а 28,6% – контрольную.

Результативные данные визуализированы на диаграммах модели самого большого сходства. Следует учитывать тип выражения исследуемой характеристики (признака): качественным, количественным, псевдо-качественным образом. Имитационный эксперимент с моделью похожих сортов салата головчатого показал зависимость результата от выбранной целевой переменной. В качестве целевых переменных были признаки «растение: образование головки», «головка по плотности», «семя: окраска», «размер головки». **Выводы.** Установлена эффективность технологических средств анализа данных экспертизы на отличимость, однородность и стабильность (ООС), что значительно облегчает поиск закономерностей среди большого набора данных. Разграничение данных на учебные и контрольные позволяет провести «тренировки» модели на наборе данных общеизвестных сортов. При построении модели важно правильно определить целевую и фокусные переменные. В качестве инструментального средства рекомендуется использовать пакет статистических программ IBM SPSS Statistics.

Ключевые слова: сорт; отличимость; однородность; стабильность; салат посевого; *Lactuca sativa* L. var. *capitata*; признак; код проявления; IBM SPSS Statistics.

UDC 635.52:519.6

Leshchuk, N. V.^{1*}, Orlenko, N. S.¹, & Khareba, O. V.² (2019). Information and technical features of the test for distinctness of new varieties of *Lactuca sativa* L. var. *capitata*. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 241–248. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181081>

¹Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodimtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine,

*e-mail: nadiya1511@ukr.net

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. To substantiate the information and technical features of the use of IBM SPSS Statistics tools in determining the distinctiveness criterion for new varieties of lettuce *Lactuca sativa* L. var. *capitata* based on the morphological code formulas of phenotypes of well-known varieties using the nearest neighbor algorithm in a group of similar varieties. **Methods.** Analytical, which is based on a comparison of the methods and means of data mining obtained by identification – a morphological description of the variety with the subsequent use of descriptive and multidimensional statistics. In accordance with the «Method for the examination of varieties of lettuce *Lactuca sativa* L. for distinctness, uniformity and stability» signs that do not vary or very poorly vary were used to group varieties. These signs are used separately or in combination with others. **Results.** As a result of modeling using the SPSS package, several models of similar varieties of *Lactuca sativa* L. var. *capitata* were formed. The total number of varieties in the sample is distributed as follows: 71.4% represented the training sample, and 28.6% represented the control one. The resulting data

is visualized on the diagrams of the model of the largest similarity. It is necessary to take into account the type of expression of the studied characteristic (sign): in a qualitative, quantitative, pseudo-qualitative way. A simulation experiment with a model of similar varieties of head-lettuce showed the dependence of the result on the selected target variable. The target variables were signs «lant: head formation», «head by density», «seed: coloration», «head size». **Conclusions.** The effectiveness of technological tools for analyzing the examination data on distinctness, uniformity and stability (DUS) has been revealed, which greatly facilitates the search for patterns among a large data set. Differentiation of data into training and control allows you to «train» the model on a data set of well-known varieties. When building a model, it is important to correctly determine the target and focal variables. IBM SPSS Statistics software package is recommended as a tool.

Keywords: variety; distinctness; uniformity; stability; lettuce; *Lactuca sativa* L. var. *capitata*; sign; development code; IBM SPSS Statistics.

Надійшла / Received 08.09.2019
Погоджено до друку / Accepted 24.09.2019