

УДК 631.53.02  
© 2013

*Мельник А. В., доктор сільськогосподарських наук*  
Сумський національний аграрний університет

## ВИКОРИСТАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ЗА ПІДБОРУ СОРТІВ І ГІБРИДІВ РІПАКУ ЯРОГО ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор М. Я. Шевніков*

*Ідентифіковано сорти та гібриди ріпаку ярого, придатні для вирощування в північній частині Лівобережного Лісостепу: гібриди ПР45Г72, ПР45Г73, Сієста та сорти Гайдн, Ольга, Аїра, Байкал, Марія, Терра, Отаман, що забезпечують формування урожайності понад 1,6 т/га насіння й збір олії понад 0,6 т/га. За результатами кластерного аналізу виділили декілька груп сортів і гібридів (кластерів), а саме: до першого з них належать Аїра та ПР45Г73; до другого – Микитинецький та Отаман; до третього – Байкал і ПР45Г72; до четвертого – Гайдн і Терра – обидві селекції німецької фірми «Норддойче Пфланцензукт Ганс-Георг Лембке КГ»; до п'ятого кластера можна віднести Обрій та Оксамит. Під час вибору виробником сортів ріпаку ми не рекомендуємо використовувати з одного кластера два й більше сортів, оскільки за однакових умов вони будуть реагувати ідентично.*

**Ключові слова:** ріпак ярий, морфологічні параметри, урожайність, кластери.

**Постановка проблеми.** Ріпак – основне джерело рослинної олії у 30 країнах світу. У 2010 р. його вирощували на площі понад 31,6 млн гектарів. Посівна площа під цією економічно вигідною культурою останнім часом дещо розширилася. Суттєво збільшилися площі під ріпаком у країнах ЄС та КНР. Світовий валовий збір становить 59,0 млн тонн. Головні країни-виробники насіння ріпаку – Китай (13,1 млн т), Канада (11,9 млн т), Індія (6,4 млн т), Німеччина (5,7 млн т), Франція (4,8 млн т), Великобританія (2,2 млн т), Австралія (2,2 млн т), Польща (2,1 млн т), Україна (1,5 млн т), США (1,1 млн т), Чехія (1,0 млн т), Румунія (0,9 млн т). Україна входить до десятки світових лідерів виробництва ріпаку. Частка участі українського ріпаку становить 2,5 % [8].

Тенденція до розширення посівів культури характерна й для України [7]. Основною причиною, що стримує збільшення виробництва олійних родини капустяних, є низький рівень урожайності. Середня врожайність товарних посівів ріпаку, ріжю і гірчиці в Україні значно нижча порівняно із середньоєвропейською. Так, урожайність озимого ріпаку (14–17 ц/га) становить

30 % потенційної і 40 % – європейської; для ярого ріпаку, гірчиці й ріжю зафіксовано такі показники: 20–25 % потенційної врожайності й 25–35 % – європейської. Основною причиною, що визначає низьку врожайність цих олійних культур, є недотримання агротехнологій вирощування [5]. Важливим елементом технології залишається правильний підбір сортів відповідно до конкретної природно-кліматичної зони.

**Аналіз основних досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми.** Відродження ріпаку як промислової олійної культури в Україні власне заново почалося 15–17 років тому. Виведення нових високоякісних сортів, розробка інтенсивних технологій вирощування відкрили його широкі потенційні можливості. Нині сільськогосподарські виробники мають 46 сортів і гібридів ріпаку ярого, що можуть бути використані в різних природно-кліматичних зонах. Значний сегмент ринку ріпаку в Україні займають безерукові, низькоглюкозинолатні сорти селекції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, Інституту олійних культур НААН України, Національного університету біоресурсів і природокористування України Кабінету Міністрів України, Вінницької державної дослідної сільськогосподарської станції НААН України, ТОВ «Рапсодія» та інших вітчизняних установ. Зростає частка сортів і гібридів ріпаку ярого іноземної селекції, зокрема фірм Норддойче Пфланцензукт Ганс-Георг Лембке КГ (Німеччина) та Піонер Семена Холдинг (Австрія) [1, 2].

Отже, в такому різноманітті сортів і гібридів вкрай необхідно підібрати кращі, які спроможні будуть реалізовувати генетичний потенціал у конкретних кліматичних умовах.

**Мета і завдання досліджень.** Мета досліджень – обґрунтування використання кластерного аналізу для підбору сортів та гібридів ріпаку ярого сучасної селекції. Завдання – за допомогою кластерного аналізу виділили групи сортів та гібридів, придатних для вирощування в умовах Лівобережної частини Лісостепу України.

**Матеріали і методи проведення досліджень.**

Дослідження проводилися в 2008–2011 рр. в умовах ННБК Сумського НАУ.

Схема досліджень передбачала вивчення сортів ріпаку ярого: Аіра – селекція Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції УААН; Микитинецький – селекція Івано-Франківського Інститут АПВ НААН; Отаман, Обрій – селекція Інституту олійних культур НААН; Марія, Оксамит – ТОВ «Рапсодія»; Байкал, Гайдн, Кліфф, Ольга, Сіеста, Терра – Норддойче Пфалнцецухт Ганс-Георг Лембке КГ (Німеччина); ПР45-72, ПР45-73 – Піонер (Австрія). Параметри досліду:  $la=14$ ,  $n=4$ , облікова ділянка – 25,0 м<sup>2</sup>. Розміщення ділянок: повторень – чотириразове, варіантів – рендомізоване.

У ході проведення досліджень агротехніка була загальноприйнятою для даної зони [4]. Попередник ріпаку – картопля. Спосіб сівби рядковий (15 см). Норма висіву – 150 насінин на 1 м<sup>2</sup> (1,5 млн/га). Застосувалася інтегрована система захисту з урахуванням порогів шкодочинності хрестоцвітних блішок, попелиці та ріпакового квіткоїду.

З метою вивчення морфологічних параметрів досліджуваних сортів визначали висоту рослин, кількість пагонів та плодів у особин з 1 м<sup>2</sup>. Для визначення фактичного врожаю проводили збирання за допомогою комбайна «Nege 140» окремо з кожної ділянки на повтореннях досліду з наступним перерахунком на гектар.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою некомерційних комп'ютерних програм типу STATISTICA, SPSS та інших [6]. Проводили дисперсійний, кластерний аналіз. На цьому етапі розвитку сільськогосподарської науки багатовимірним методам аналізів надається недостатньо уваги, тому поряд із практичним використанням зазначеного методу коротко зупинимося й на загальних аспектах, що допомагають більш повно та комплексно оцінити фактори, що впливають на реалізацію генетичного потенціалу рослин.

У практиці найчастіше використовується алгоритм деревоподібної кластеризації, що полягає у формуванні кластерів відмінності або відстані між об'єктами. Такі відстані можуть визначатися в одновимірному або багатовимірному просторі, й найпростіше їх можна обчислити через евклідові відстані. Метою процедури кластеризації є виявлення кластерної структури. Розбивання вибірки на групи подібних об'єктів дає змогу спростити подальшу обробку даних і прийняття рішень, застосовуючи до кожного кластера свій

метод аналізу [3].

Евклідова відстань є геометричною відстанню в багатовимірному просторі й обчислюється в такий спосіб: відстань  $(x, y) = \{\sum (x_i - y_i)^2\}^{1/2}$ . Зазначимо, що евклідова відстань (її квадрат) обчислюється за вихідними, а не за стандартизованими даними. В абсолютній більшості випадків дерево кластеризації – це найбільш наочний спосіб представлення результатів кластерного аналізу.

**Результати досліджень.** За фенологічними спостереженнями було встановлено, що утворення розетки майже в усіх сортів почалося з другої декади травня. Візуально різниця в проходженні фаз розвитку спостерігалася з 5-ї макростадії (розвиток закладання квіток, ВВСН 50-59). Так, у гібридів ПР45Г72, ПР45Г73, Сіеста; сортів Аіра, Байкал, Марія та Микитинецький проходження цієї макростадії було більш інтенсивним. Квітконоси почали з'являтися в першій декаді червня. Початок цвітіння (ВВСН 60) в основної маси досліджуваних сортів і гібридів ріпаку ярого зафіксовано у другій декаді червня. Слід відзначити одночасність (вирівняність) цвітіння у гібридів у ПР45Г72, ПР45Г73. З деяким запізненням (на 3–5 діб) відмічено настання фази цвітіння у сортів Ольга, Оксамит, Отаман. Початок досягання плодів (ВВСН 80) був зафіксований у першій декаді липня. Повна стиглість (ВВСН 89) припадала на кінець липня – початок серпня. Збирання проводили в першій і другій декадах серпня.

Для визначення морфологічних особливостей досліджуваних сортів у фазі досягання визначали висоту рослин, кількість пагонів, кількість і масу стручків. Так, найвищими рослинами характеризувався гібрид ПР45Г72 (110,2 см). Низькорослими рослинами був представлений гібрид Сіеста (84,0 см). У решти сортів середній показник висоти рослин варіював від 92,3 см до 108,6 см (табл. 1).

Кількість пагонів, як здатність рослин до галуження, змінювалася від 3,9 до 5,3 штук. Максимальну кількість пагонів мали рослини гібрида ПР45Г72 та сорту Терра (5,3 шт.).

За середньою кількістю стручків на одній рослині слід відзначити гібриди ПР45Г72 (74,2 шт.), ПР45Г73 (73,7 шт.), Сіеста (73,4 шт.) та Аіра (73,1 шт.) (табл. 2). Мінімальну кількість плодів було сформовано на рослинах сортів Оксамит (62,5 шт.) та Обрій (62,7 шт.). У решти сортів цей показник був на рівні 65,8–72,2 штук. Середня маса стручків з однієї рослини змінювалась у межах 8,1–9,6 грама.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 1. Морфологічні параметри рослин досліджуваних сортів і гібридів ріпаку ярого (середнє за 2008–2011 рр.)

Сорт/гібрид	Морфологічні параметри			
	висота рослин, см	кількість пагонів, см	кількість стручків, шт.	маса стручків, г
Аіра	98,3	4,7	73,1	9,5
Байкал	108,6	4,9	72,2	9,4
Гайдн	101,0	4,7	65,8	8,6
Кліф	92,3	5,1	68,8	8,9
Марія	107,7	4,4	69,4	9,0
Микитинецький	100,7	4,0	70,8	9,2
Обрій	102,3	5,0	62,7	8,2
Ольга	96,7	4,0	70,9	9,2
Оксамит	104,8	4,2	62,5	8,1
Отаман	103,0	3,9	70,4	9,2
Сієста (F1)	84,0	4,2	73,4	9,5
Терра	100,1	5,3	65,9	8,6
ПР-72 (F1)	110,2	5,3	74,2	9,6
ПР-73 (F1)	98,3	4,1	73,7	9,6
Duncan test	8,6	1,0	9,9	2,2

### 2. Показники якості насіння сортів і гібридів ріпаку ярого (середнє за 2008–2011 рр.)

Сорт/гібрид	Урожайність, т/га	Маса 1000 шт. насінин, г	Вміст олії, %
Аіра	1,65	4,3	39,4
Байкал	1,76	4,2	39,2
Гайдн	1,75	4,5	39,3
Кліф	1,41	3,8	39,0
Марія	1,54	4,2	39,2
Микитинецький	1,42	4,0	39,3
Обрій	1,39	4,0	39,2
Ольга	1,76	4,4	39,1
Оксамит	1,39	4,0	39,4
Отаман	1,54	3,7	39,0
Сієста (F1)	1,86	4,1	39,1
Терра	1,62	3,9	38,9
ПР45Г72 (F1)	1,91	4,1	39,3
ПР45Г73 (F1)	1,87	4,0	39,2
Duncan test	0,11	1,3	2,7

Найбільшу масу (9,5–9,6 г) мали плоди, сформовані у гібридів ПР45Г72, ПР45Г73, Сієста та сорту Аіра. Найменшу масу стручків (8,1–8,2 г) було встановлено у рослин сортів Оксамит та Обрій. До основних показників якості насіння ріпаку відносять масу 1000 шт. насінин і вміст олії.

Встановлено, що ці показники змінювалися залежно від генетичної природи сорту. Так, найбільш виповнене насіння було сформовано у сортів Гайдн (4,5 г), Ольга (4,4 г), Аіра (4,3 г),

дещо менше у сортів Байкал, Марія та гібридів Сієста, ПР45Г72 (4,1 г). Найменш виповнене насіння сформувалося у рослин сортів Отаман (3,7 г) і Кліф (3,8 г).

Вміст олії є сталим показником і у сучасних сортів та гібридів ріпаку практично не змінюється. Результати біохімічних аналізів свідчать, що у досліджуваних сортів і гібридів вміст олії варіював від 39,2 % до 42,3 %. Максимальну олійність визначено у сорту Гайдн (42,3 %). У пере-

важкої частини аналізованих сортів і гібридів у насінні було сформовано близько 40,0 % олії.

Урожайність насіння та збір олії – основні показники, що характеризують генетичний потенціал сучасних сортів і гібридів за однакових умов вирощування (природно-кліматичні умови, технологія вирощування). За результатами проведеного дисперсійного аналізу встановлено суттєву різницю між урожайністю сортів ріпаку ярого. Слід зазначити, що гібриди забезпечили формування врожаю насіння на рівні 1,86–1,91 т/га. Суттєвий недобір урожаю порівняно з цими показниками було отримано у сортів Обрій (1,39 т/га), Оксамит 1,39 т/га, Кліф (1,41 т/га), Микитинецький (1,42 т/га). Середні рівні врожайності (1,54–1,76 т/га) забезпечили посіви ріпаку ярого сортів Отаман, Марія, Терра, Аїра, Ольга, Гайдн, Байкал. Виходячи з найвищого рівня врожайності та олійності насіння, максимальний збір олії мали у гібридів ПР45Г72, ПР45Г73, Сієста (0,74–0,77 т/га) та сортів Гайдн, Ольга (0,71–0,74 т/га). Найменший вихід олії з гектара було отримано у сортів Кліф (0,55 т/га), Микитинецький (0,56 т/га), Оксамит (0,57 т/га), Обрій (0,58 т/га).

Досліджувані нами сорти та гібриди ріпаку ярого мають не тільки біологічні відмінності, викликані їх генетичним різноманіттям, а й можуть у багатьох випадках реагувати на зміну умов вирощування однаково лише через те, що до їх генотипу залучено приблизно однакові групи генів у результаті селекції в одній і тій самій установі. Щоб довести, чи правдиве таке твердження, ми провели кластерний аналіз.

Для встановлення подібності сортів і гібридів ріпаку ярого до аналізу ми залучили комплекс господарськи цінних ознак. Оскільки залучені до нашої роботи сорти ріпаку мають належність до селекції декількох установ, то такий тип аналізу допоможе виявити, чи проводився селекційний добір вузькоспрямовано, і сорти однієї установи можуть бути практично однаковими за генотипом.

Кластерний аналіз допомагає згрупувати сорти й гібриди ріпаку ярого в кластери за подібністю комплексу господарськи цінних ознак. Якщо сорти і гібриди, що мають однакове селекційне походження, знаходяться в одному кластері, то це свідчить про подібність норми реакції їх генетичного апарату. Опосередковано можна стверджувати, що ці сорти (гібриди) мають спільні батьківські компоненти і в однакових умовах вирощування їх реакція не відрізнятиметься. Для виробничників це досить важлива інформація, поскільки часто (щоб перестраховатися і гарантувати отримання валового врожаю ріпаку ярого) виробничник висіває декілька сортів однієї й

тієї ж фірми, сподіваючись, що за несприятливих чинників вирощування вони по-різному реагують на фактори, внаслідок чого валове виробництво насіння ріпаку ярого в господарстві залишиться стабільно високим.

Серед чотирнадцяти сортів і гібридів ріпаку ярого, що залучилися до вивчення, шість належать фірмі Норддойче Пфланценцухт Ганс-Георг Лембке КГ (Німеччина), по два – Інституту олійних культур НААН України, ТОВ «Рапсодія» (Україна) та Піонер Семена Холдинг (Австрія), по одному – Вінницькій державній сільськогосподарській дослідній станції НААН України та Івано-Франківському Інституту АПВ НААН України. Отже, для встановлення фенотипової подібності реалізації генотипу в нас є абсолютно всі передумови, а саме: вирощування всіх сортів і гібридів в однакових умовах й за однакових факторів; одна і та ж установка-оригінація, як мінімум, декількох сортів і гібридів ріпаку ярого.

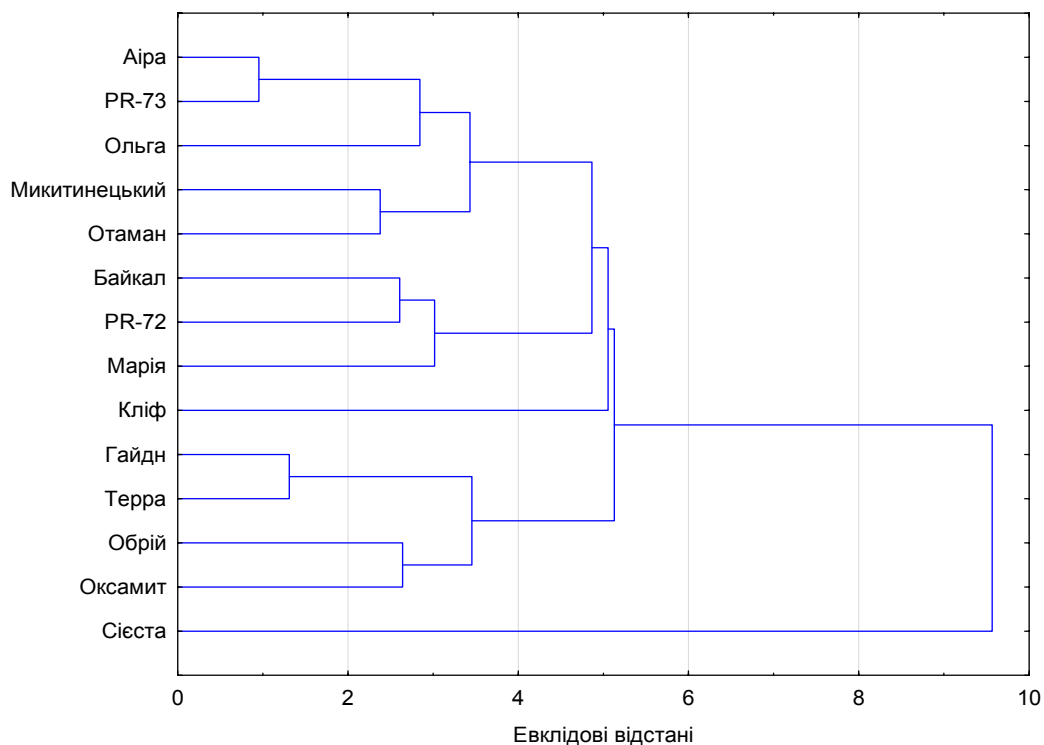
Для перевірки нашої гіпотези проведено кластерний аналіз; на рис. 1 наведено дерево кластеризації сортів та гібридів ріпаку ярого за комплексом господарськи цінних ознак (маса 1000 насінин, вміст олії, врожайність).

Як показують результати кластерного аналізу, можна виділити декілька груп сортів і гібридів (кластерів), а саме: до першого з них належать Аїра та ПР45Г73; до другого – Микитинецький та Отаман; до третього – Байкал і ПР45Г73; до четвертого – Гайдн і Терра (обидві селекції німецької фірми «Норддойче Пфланценцухт Ганс-Георг Лембке КГ») і до п'ятого кластера можна віднести Обрій та Оксамит.

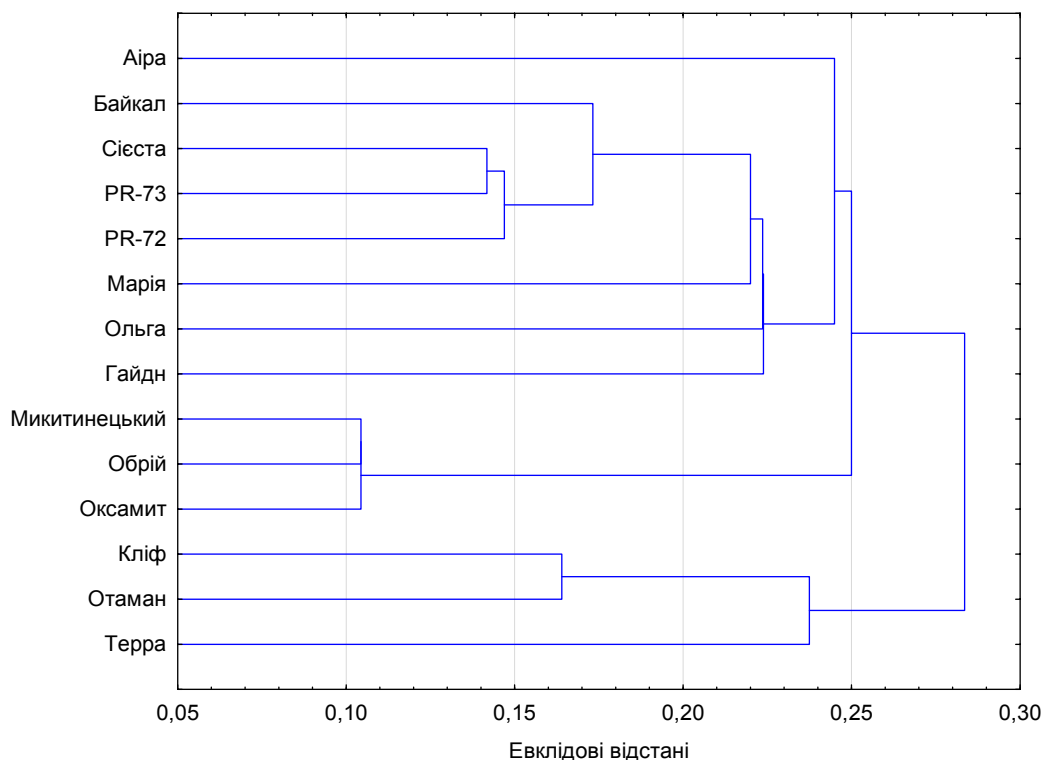
Водночас використання обмеженої кількості ознак, що характеризують сорти й гібриди ріпаку, не дає підстав робити повні висновки щодо їх біологічних відмінностей та оптимізації умов вирощування. Про це свідчить другий рисунок кластерного аналізу. Так, на рис. 2 ми бачимо, що практично всі досліджувані рослини розташовані в кількох великих кластерах, до яких прилягає решта сортів.

У першому варіанті оцінки за комплексом морфологічних параметрів і господарськи цінних ознак виділяється значно більша кількість кластерів. Орієнтуючись на те, що проводити кластерний аналіз лише за окремими господарськи цінними показниками недопустимо, для наступного аналізу ми використали показники індивідуальної продуктивності рослин як мірило, що дає змогу найбільш точно стверджувати про наявність або відсутність відмінностей між різними сортами й гібридами ріпаку ярого.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО



*Рис. 1. Кластеризація сортів і гібридів ріпаку ярого за комплексом морфологічних параметрів та господарськи цінних ознак (висота рослин, кількість пагонів, кількість стручків, маса стручків, маса 1000 насінин, вміст олії, урожайність), 2008–2011 рр.*



*Рис. 2. Дерево кластеризації сортів і гібридів ріпаку ярого за господарськи цінними ознаками (вміст олії, урожайність), 2008–2011 рр.*

**Висновки:**

1. Ідентифіковано сорти й гібриди ріпаку ярого, придатні для вирощування в північній частині Лівобережного Лісостепу: гібриди ПР45Г72, ПР45Г73, Сієста і сорти Гайдн, Ольга, Аїра, Байкал, Марія, Терра, Отаман, що забезпечують формування урожайності понад 1,6 т/га насіння та збір олії – понад 0,6 т/га.

2. За результатами кластерного аналізу виділили декілька груп сортів і гібридів (кластерів), а саме: до першого з них належать Аїра та

ПР45Г73, до другого – Микитинецький та Отаман, до третього – Байкал і ПР45Г72, до четвертого – Гайдн і Терра (обидві селекції німецької фірми «Норддойче Пфланцензукт Ганс-Георг Лембке КГ») і до п'ятого кластера можна віднести Обрій та Оксамит. Під час вибору виробником сортів ріпаку ми не рекомендуємо використовувати два з одного кластеру, оскільки за однакових умов вони будуть реагувати абсолютно ідентично.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Гає О. Ярий ріпак: конкурентоспроможність зростає! / О. Гає // Пропозиція. – 2002. – № 2. – С. 43.

2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2011 рік. – К. : ТОВ «Алефа», 2011. – 300 с.

3. Мандель І. Д. Кластерний аналіз / І. Д. Мандель. – М. : Финансы и статистика. 1988. – 176 с.

4. Мельник А. В. Рекомендації по вирощуванню соняшнику та ріпаку ярого в умовах північно-східного Лісостепу України / [А. В. Мельник, В. І. Троценко, М. П. Бондаренко]; за ред. А. В. Мельника. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2006. – 56 с.

5. Мельник С. І. Особливості підготовки ґрунту і сівби озимих зернових культур та ріпаку під урожай 2011 року : [наук. вид.] / Мельник С. І.,

Демидов О. А., Ситник В. П. [та ін.] // Міністерство аграрної політики України, Укр. акад. аграрн. наук, ННЦ «Ін-т землеробства УААН». – К. : [ЕКМО], 2010. – 30 с.

6. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навчальний посібник / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. – Суми : Університетська книга, 2000. – 202 с.

7. Виробництво основних сільськогосподарських культур за регіонами. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.

8. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor>.