

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ **1**

НДІ рослинництва, ґрунтознавства, біотехнологій та сталого
природокористування

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕРОБКИ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ
РОСЛИННИЦТВА ІМ. ПРОФ. Б.В. ЛЕСИКА

**НДР № 110/515-пр
«Розробка технології
післязбиральної доробки та
зберігання зерна кукурудзи
з метою отримання якісної і
екологічно безпечної
товарної продукції»**

Керівник теми:
професор, канд. с-г. наук

Подпратов Григорій Іванович



Мета роботи:

2

встановити та теоретично обґрунтувати закономірності оптимізації процесів та формування якості зерна кукурудзи в системах його оброблення і зберігання, розробити на цій основі методи поліпшення якості товарної продукції а також нові прийоми зниження енерговитрат на його виробництво.

Завдання, на вирішення яких спрямовано проект:

- визначити техніко-технологічні регламенти післязбиральної обробки зерна кукурудзи на різній матеріально-технічній базі, встановити їх вплив на показники якості зерна кукурудзи;
- дослідити причини, які впливають на зниження якості продукції зерна і насіння кукурудзи та пошкодженості їх в процесі транспортування, очистки, сушіння та зберігання;
- вивчити фактори, що впливають на збільшення травмованості зерна і насіння та вмісту мікотоксинів в товарній продукції;
- здійснити моніторинг основного сучасного технологічного обладнання очистки, сушіння та зберігання на предмет збільшення пошкодженості продукції та погіршення її якості продукції при його застосуванні;
- визначити дію біотичних і абіотичних факторів, розробити способи та режими тривалого зберігання кукурудзи

Предмет дослідження:

технології, способи і режими післязбиральної обробки, зберігання зерна кукурудзи; мінливість його показників якості; контроль якості; енергозбереження; машини та обладнання; стандартизація і сертифікація.

Об'єкт дослідження:

критерії оптимізації технологічних процесів і методів підвищення якості зерна кукурудзи під час його обробки і зберігання.

Умови та місце проведення дослідів

Дослідження виконувалися протягом 2015-2016 рр. на базі:

- навчально-наукових та науково-виробничих лабораторій кафедри технології зберігання та переробки продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика НУБіП України;
- Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК;
- проблемної лабораторії фітовірусології і біотехнології НУБіП України;
- лабораторій Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного, м. Київ;
- технологічних лабораторій хлібоприймальних підприємств де проводяться дослідження.

Для проведення досліджень були відібрані гібриди селекції:

- української (5 варіантів),
- французьких (5 варіантів)
- та американської (3 варіанти)

з подібними характеристиками, а саме біологічними ознаками та показником ФАО.

Після визначення основних біохімічних та технологічних показників якості, для подальших досліджень залишили 4 гібриди:

- 2 української селекції (Голосіївський 260 СВ та Солонянський 298 СВ);
- 2 французької селекції (Луїджі та Текні).



Схема досліду №1

Перший дослід передбачав дослідження різних технологій післязбиральної доробки вслід збирання врожаю кукурудзи за двох термінів збирання зерна та качанів (друга декада вересня та перша декада жовтня), які вплинули на початкову вологість досліджуваних гібридів (яка коливалася в межах 0,4-0,6 %):

1 термін збирання

вологість зерна 29,2-29,8 %; вологість качанів 34,5-35,1 %

2 термін збирання

вологість зерна 20,8-21,3 %; вологість качанів 26,6-27,0 %

Досліджуванні технології післязбиральної доробки:

1. Повітряно-решітне сепарування зерна + сушіння (контроль);
2. Аеродинамічне сепарування зерна + сушіння;
3. Повітряно-решітне сепарування зерна + вентилявання;
4. Аеродинамічне сепарування зерна + вентилявання;
5. Сушіння качанів + обрушення + повітряно-решітне сепарування;
6. Сушіння качанів + обрушення + аеродинамічне сепарування;
7. Вентилювання качанів + обрушення + повітряно-решітне сепарування;
8. Вентилювання качанів + обрушення + аеродинамічне сепарування.

Схема досліду №2

Другий дослід передбачав дослідження зміни якості під час зберігання зерна кукурудзи вище зазначених гібридів після досліджуваних технологій післязбиральної доробки за наступних способів зберігання:

1. зберігання зерна у звичайних складських приміщеннях (зерноскладах) (контроль);
2. зберігання зерна в силосах;
3. зберігання зерна в полімерних рукавах.

Схема досліджень передбачала визначення біохімічних і технологічних показників якості зерна кукурудзи після:

- трьох,
- шести
- та дев'яти місяців зберігання.

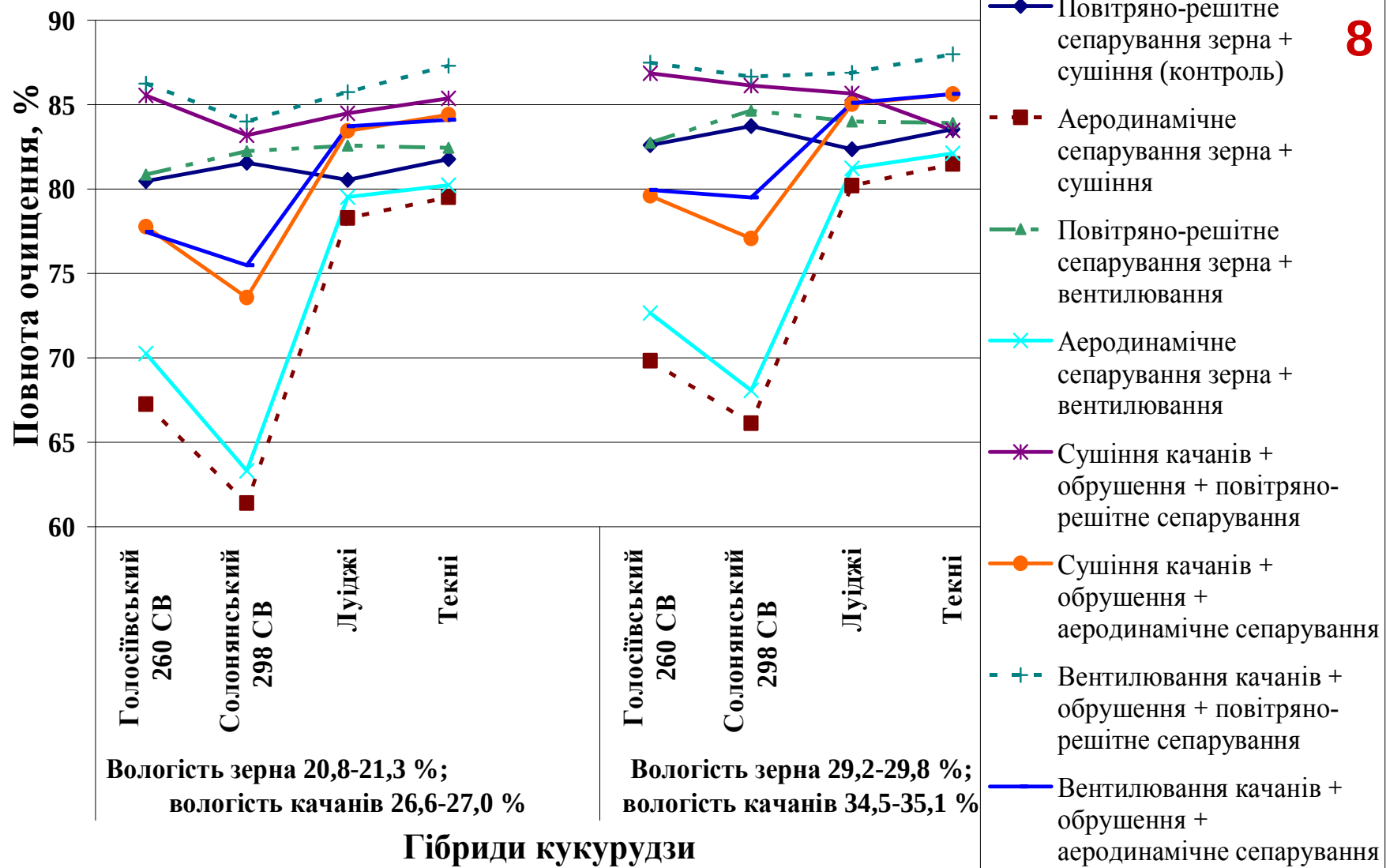


Рисунок 1 – Вплив способів післязбиральної доробки кукурудзи на повноту очищення її від зернової домішки

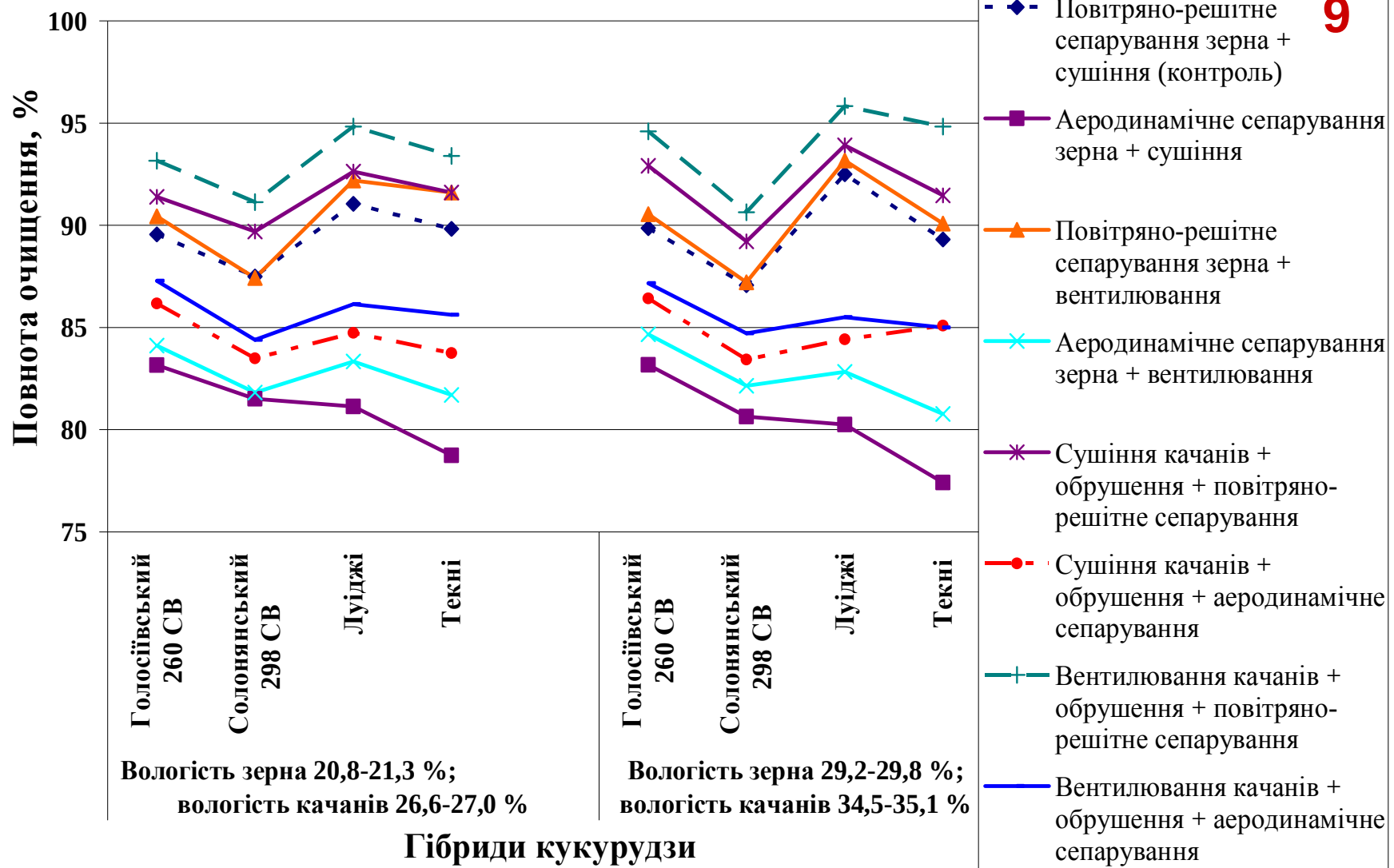


Рисунок 2 – Вплив способів післязбиральної доробки кукурудзи на повноту очищення її від смітної домішки

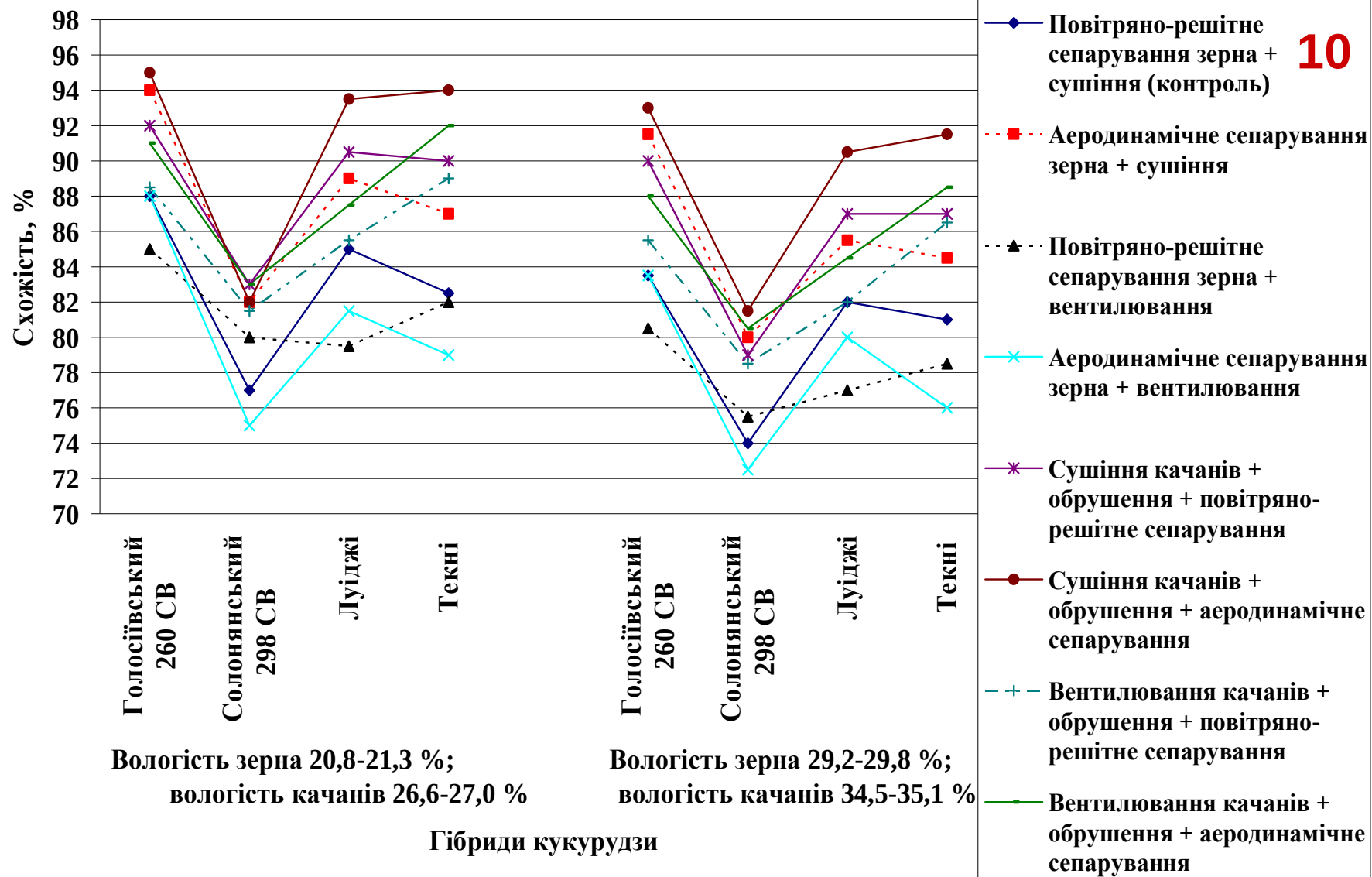


Рисунок 3 – Вплив способів збирання та післязбиральної доробки на схожість зерна кукурудзи

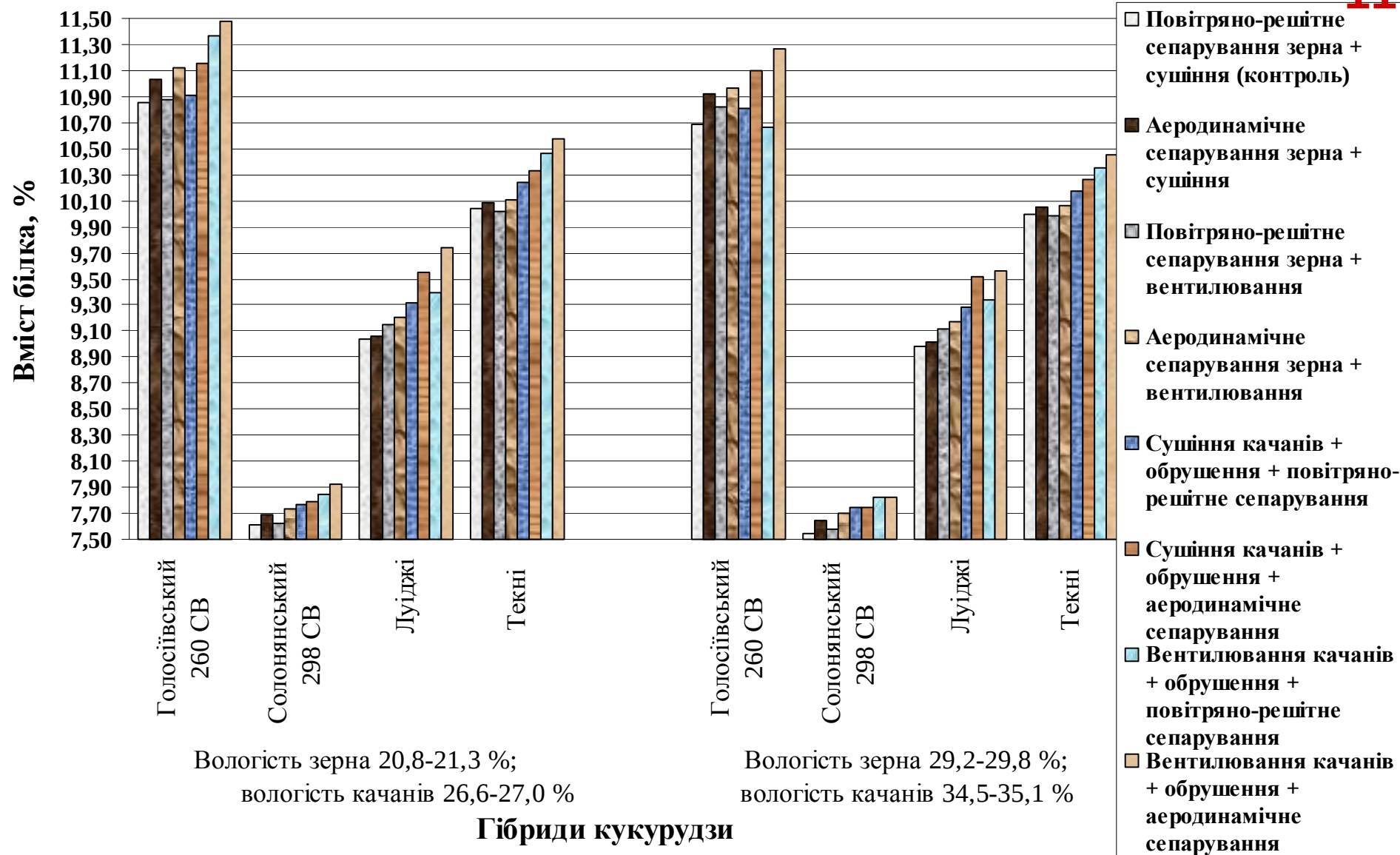


Рисунок 4 – Вплив способів збирання та післязбиральної доробки на вміст білка в зерні кукурудзи

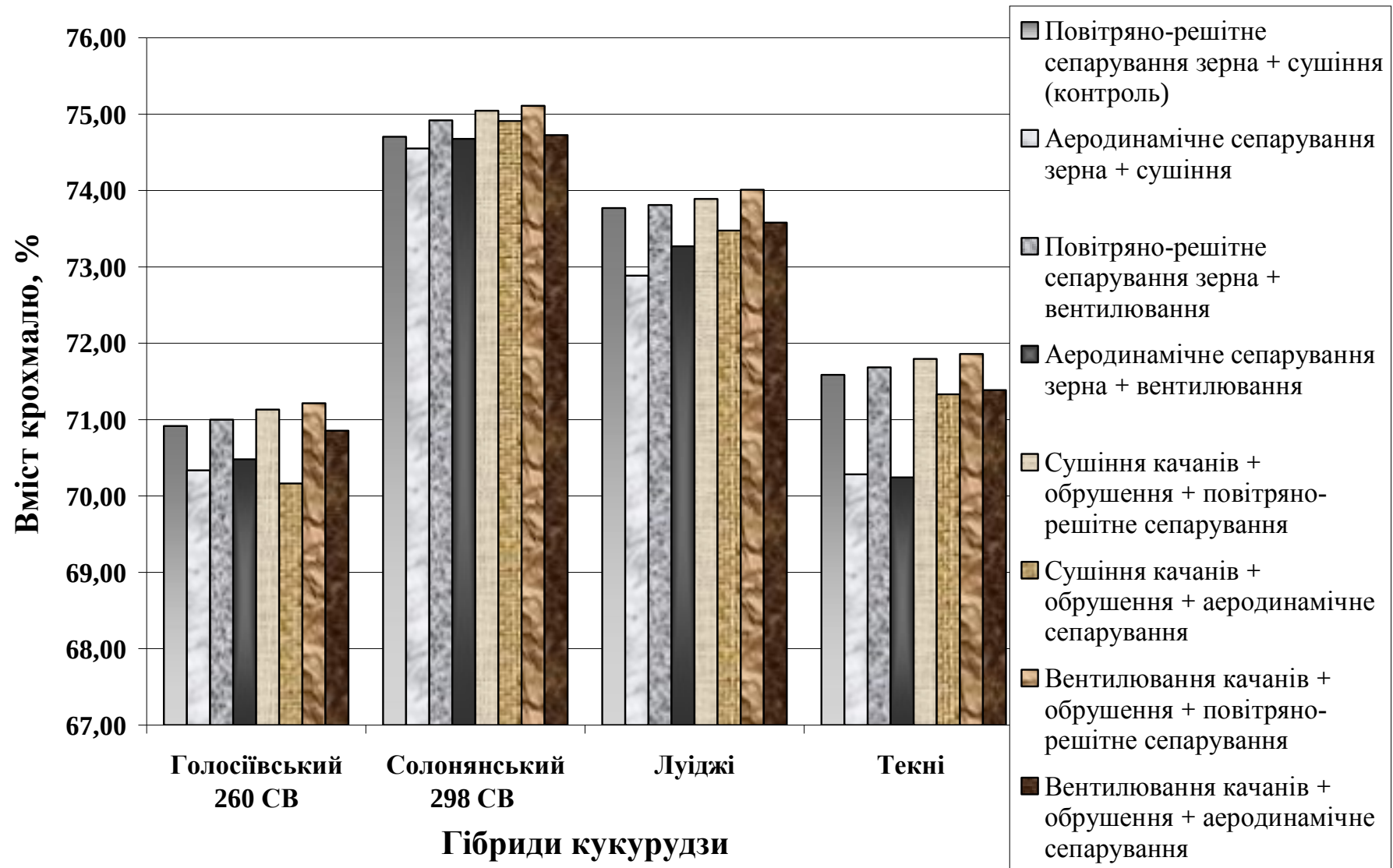


Рисунок 5 – Вплив способів післязбиральної доробки кукурудзи на вміст крохмалю за вологості зерна та качанів відповідно у гібридів: Голосіївський 260 СВ – 29,4 та 34,8 %; Солонянський 298 СВ – 29,8 та 35,1 %; Луїджі – 29,2 та 34,5 %; Текні – 29,7 та 34,9 %

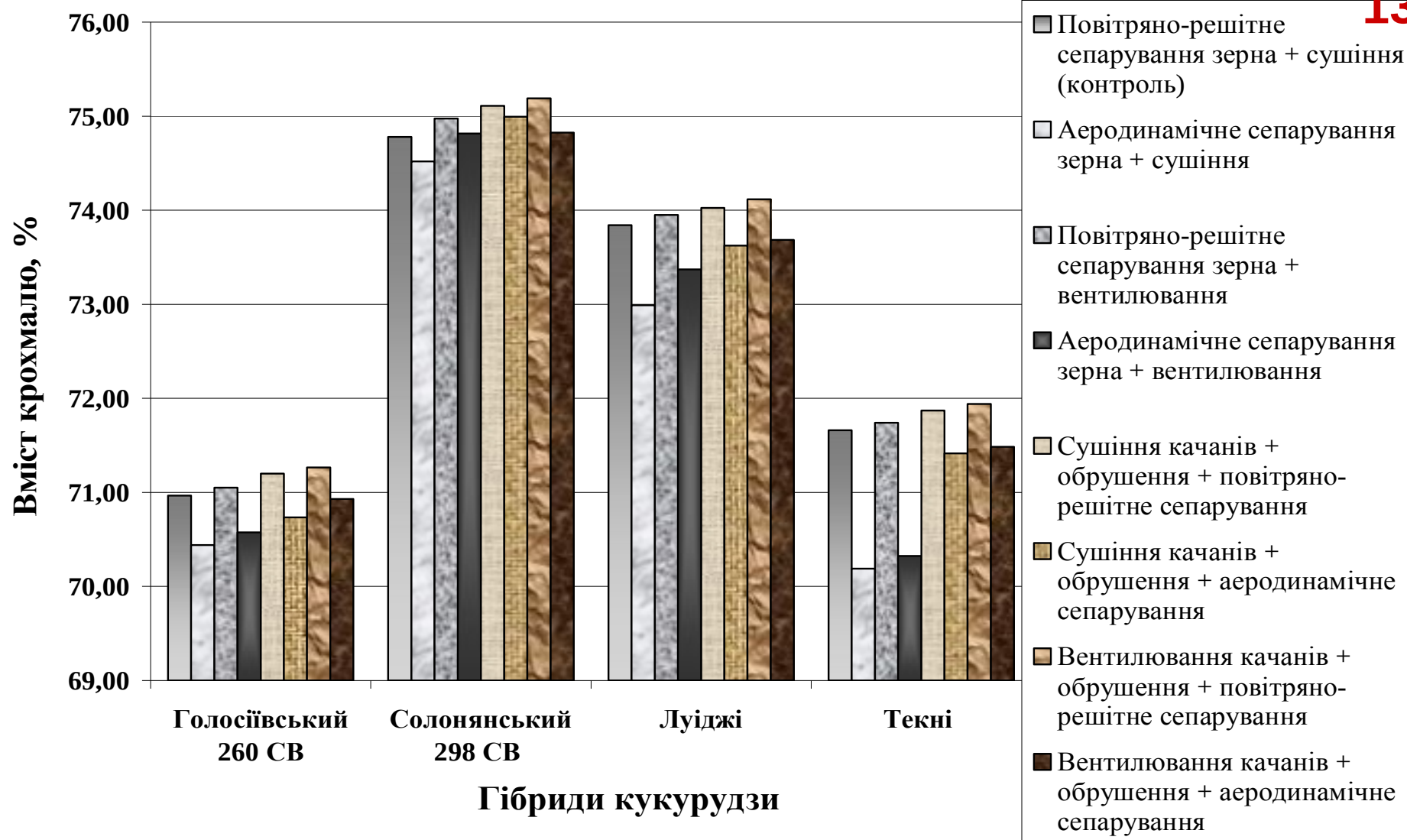


Рисунок 6 – Вплив способів післязбиральної доробки кукурудзи на вміст крохмалю за вологості зерна та качанів відповідно у гібридів: Голосіївський 260 СВ – 20,8 та 26,6 %; Солонянський 298 СВ – 21,3 та 27,0 %; Луїджі – 21,0 та 26,5 %; Текні – 21,2 та 26,8 %

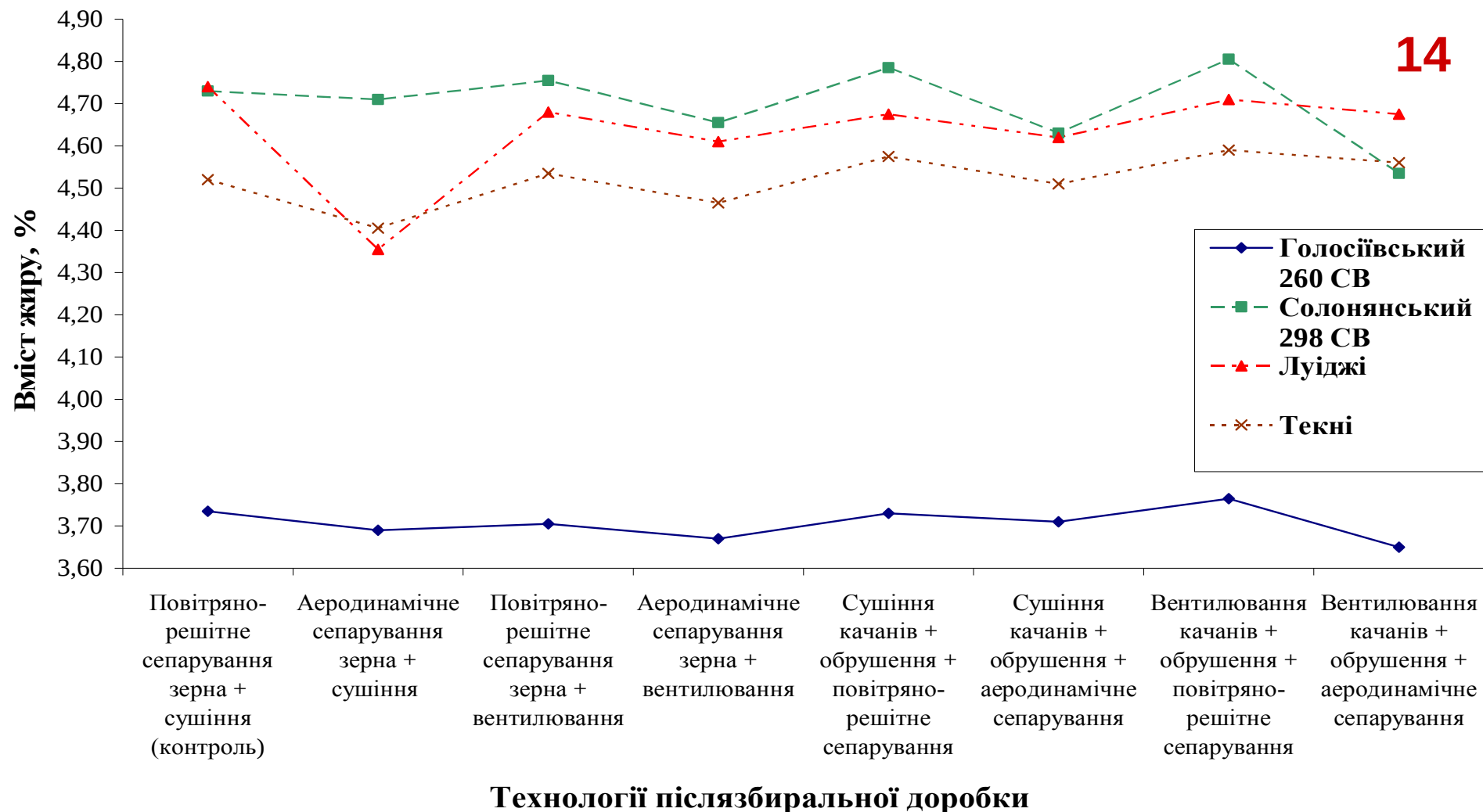


Рисунок 7. – Вплив способів післязбиральної доробки кукурудзи на вміст жиру за вологості зерна та качанів відповідно у гібридів: Голосіївський 260 СВ – 29,4 та 34,8 %; Солонянський 298 СВ – 29,8 та 35,1 %; Луджі – 29,2 та 34,5 %; Текні – 29,7 та 34,9 %

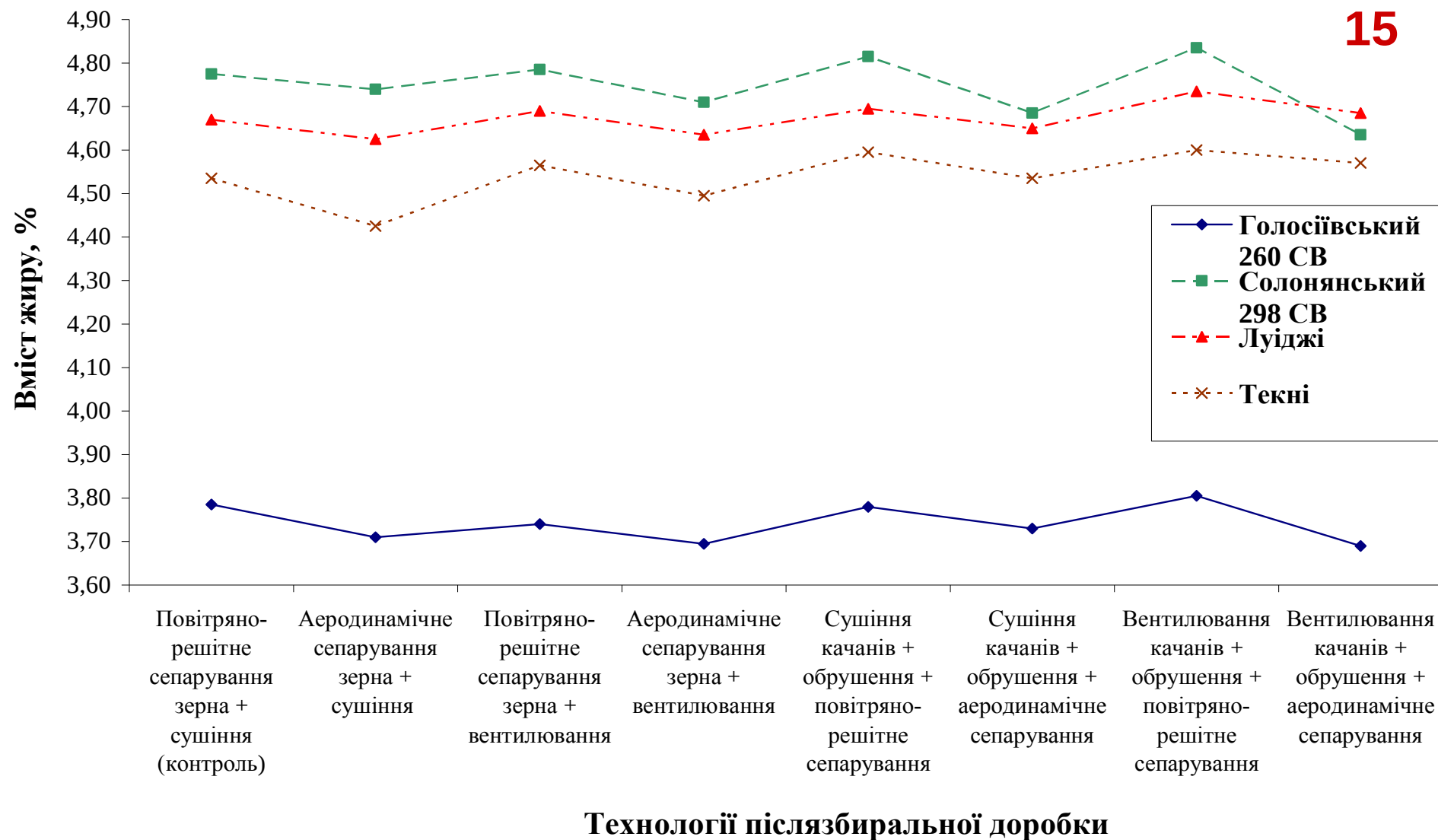


Рисунок 8 – Вплив способів післязбиральної доробки кукурудзи на вміст жиру за вологості зерна та качанів відповідно у гібридів: Голосіївський 260 СВ – 20,8 та 26,6 %; Солонянський 298 СВ – 21,3 та 27,0 %; Луджі – 21,0 та 26,5 %; Текні – 21,2 та 26,8 %

Таблиця 1 – Вплив способів збирання та післязбиральної доробки кукурудзи на вміст в ній мікотоксинів АF-В1, мкг/кг

№ п\п	Варіанти досліджень	Гібриди							
		Голосіївський 260 СВ		Солонянський 298 СВ		Луїджі		Текні	
		Вологість, %							
		20,8 ¹⁾ ; 26,6 ²⁾	29,4 ¹⁾ ; 34,8 ²⁾	21,3 ¹⁾ ; 27,0 ²⁾	29,8 ¹⁾ ; 35,1 ²⁾	21,0 ¹⁾ ; 26,5 ²⁾	29,2 ¹⁾ ; 34,5 ²⁾	21,2 ¹⁾ ; 26,8 ²⁾	29,7 ¹⁾ ; 34,9 ²⁾
1	Повітряно-решітне сепарування зерна + сушіння (контроль)	15,1	20,2	18,4	32,1	7,7	12,5	7,4	12,2
2	Аеродинамічне сепарування зерна + сушіння	20,1	25,1	18,9	32,9	7,9	16,9	7,5	14,5
3	Повітряно-решітне сепарування зерна + вентилявання	27,4	32,0	20,8	42,8	7,7	13,1	7,8	14,8
4	Аеродинамічне сепарування зерна + вентилявання	29,2	41,5	21,5	44,4	8,4	18,1	7,9	15,9
5	Сушіння качанів + обрушення + повітряно-решітне сепарування	8,4	12,8	8,3	14,8	6,7	11,9	6,9	11,7
6	Сушіння качанів + обрушення + аеродинамічне сепарування	4,1	7,4	6,2	9,3	сліди	8,3	сліди	8,1
7	Вентилювання качанів + обрушення + повітряно-решітне сепарування	8,9	14,3	8,0	15,4	7,9	12,8	8,0	12,9
8	Вентилювання качанів + обрушення + аеродинамічне сепарування	7,2	10,2	8,1	13,0	5,2	10,8	5,1	10,8

1) – початкова вологість зерна кукурудзи; 2) – початкова вологість кукурудзи в качанах.

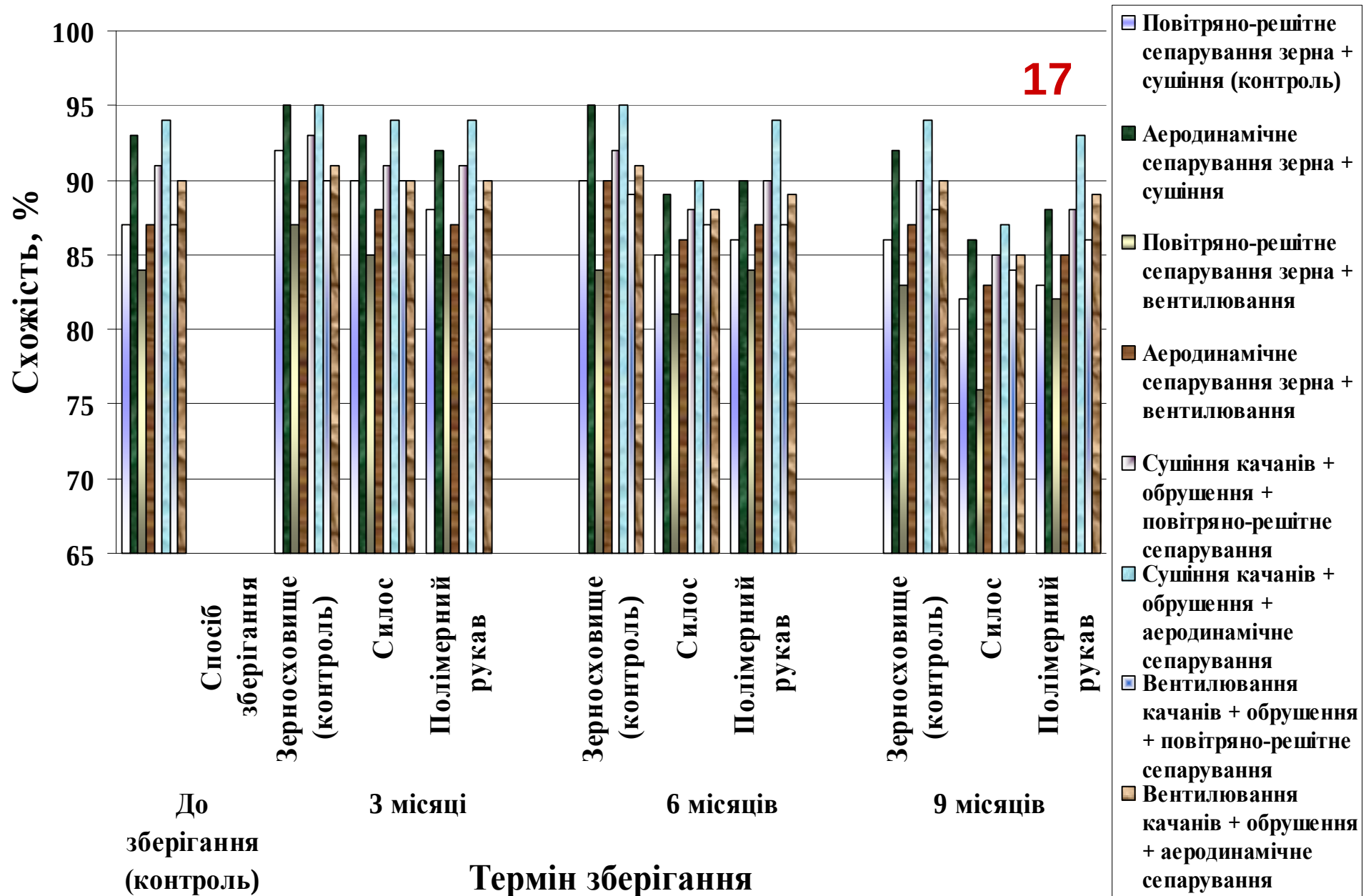


Рисунок 9 – Динаміка схожості зерна кукурудзи гібриду Голосіївський 260 СВ за різних способів зберігання залежно від технологій післязбиральної доробки

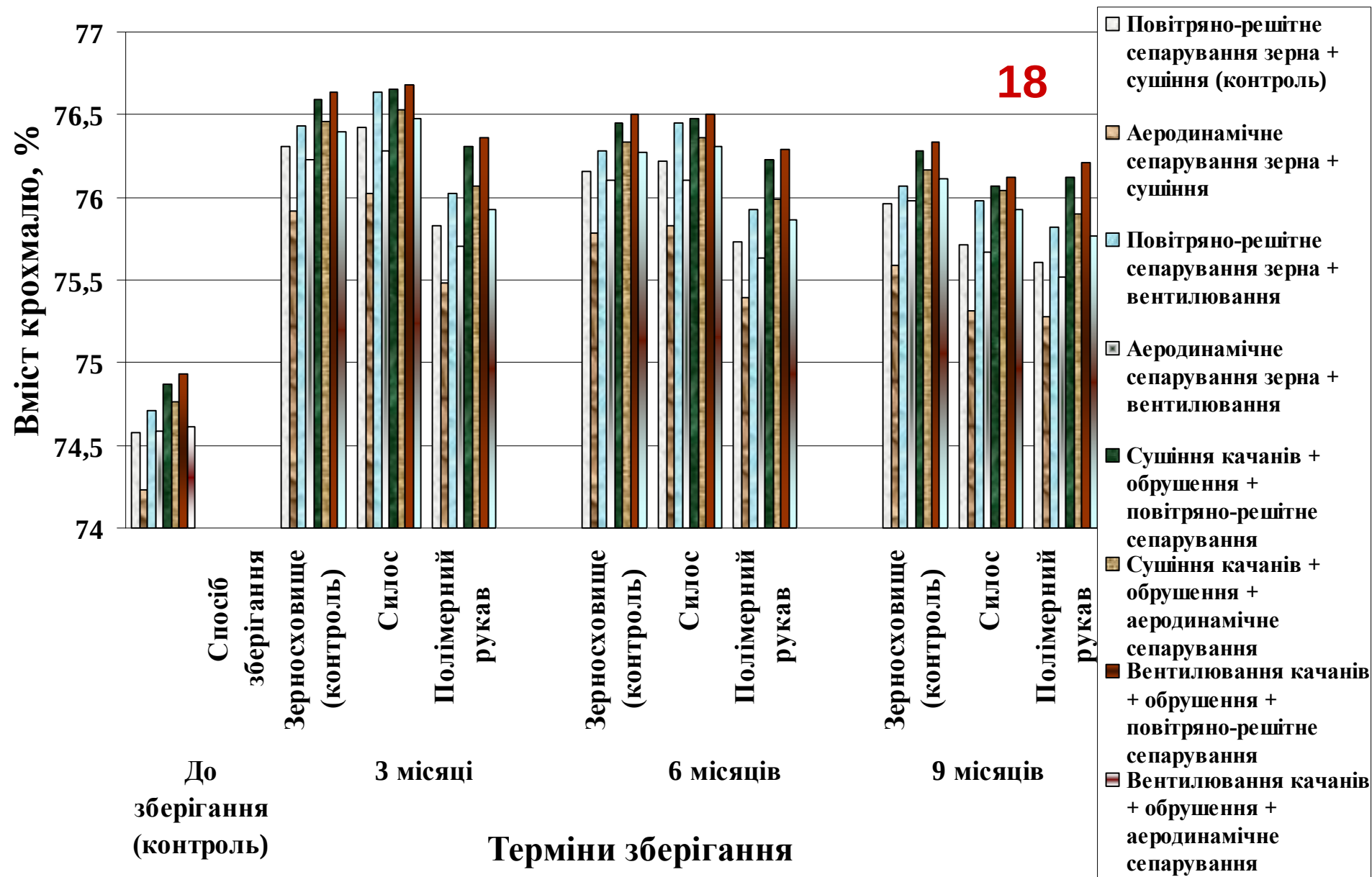


Рисунок 10 – Динаміка вмісту крохмалю в зерні кукурудзи гібриду Солонянський 298 СВ за різних способів зберігання залежно від технологій післязбиральної доробки

Таблиця 2 – Зміна вмісту білка в зерні кукурудзи гібриду Голосіївського 260 СВ за різних способів зберігання залежно від технологій післязбиральної доробки

19

Термін зберігання, місяців	Технології збирання та післязбиральної доробки. Способи зберігання зерна							
	Повітряно-решітне сепарування зерна + сушіння (контроль)	Аеро-динамічне сепарування зерна + сушіння	Повітряно-решітне сепарування зерна + вентилювання	Аеро-динамічне сепарування зерна + вентилювання	Сушіння качанів + обрушення + повітряно-решітне сепарування	Сушіння качанів + обрушення + аеро-динамічне сепарування	Вентилювання качанів + обрушення + повітряно-решітне сепарування	Вентилювання качанів + обрушення + аеро-динамічне сепарування
До зберігання (контроль)	10,92	11,09	10,94	11,18	10,96	11,2	11,44	11,57
Зберігання зерна в звичайних складських приміщеннях (контроль)								
3	11,13	11,23	11,12	11,36	11,12	11,4	11,67	11,73
6	11,16	11,27	11,14	11,38	11,15	11,43	11,70	11,76
9	11,18	11,29	11,17	11,4	11,18	11,44	11,72	11,78
Зберігання зерна в силосах								
3	10,99	11,09	10,99	11,26	11,02	11,27	11,5	11,6
6	10,94	11,04	10,93	11,22	10,98	11,24	11,46	11,58
9	10,89	11,01	10,9	11,21	10,95	11,22	11,41	11,55
Зберігання зерна в полімерних рукавах								
3	11,06	11,18	11,05	11,29	11,07	11,32	11,54	11,67
6	11,04	11,16	11,04	11,28	11,06	11,32	11,53	11,67
9	11,03	11,15	11,02	11,27	11,05	11,31	11,52	11,67

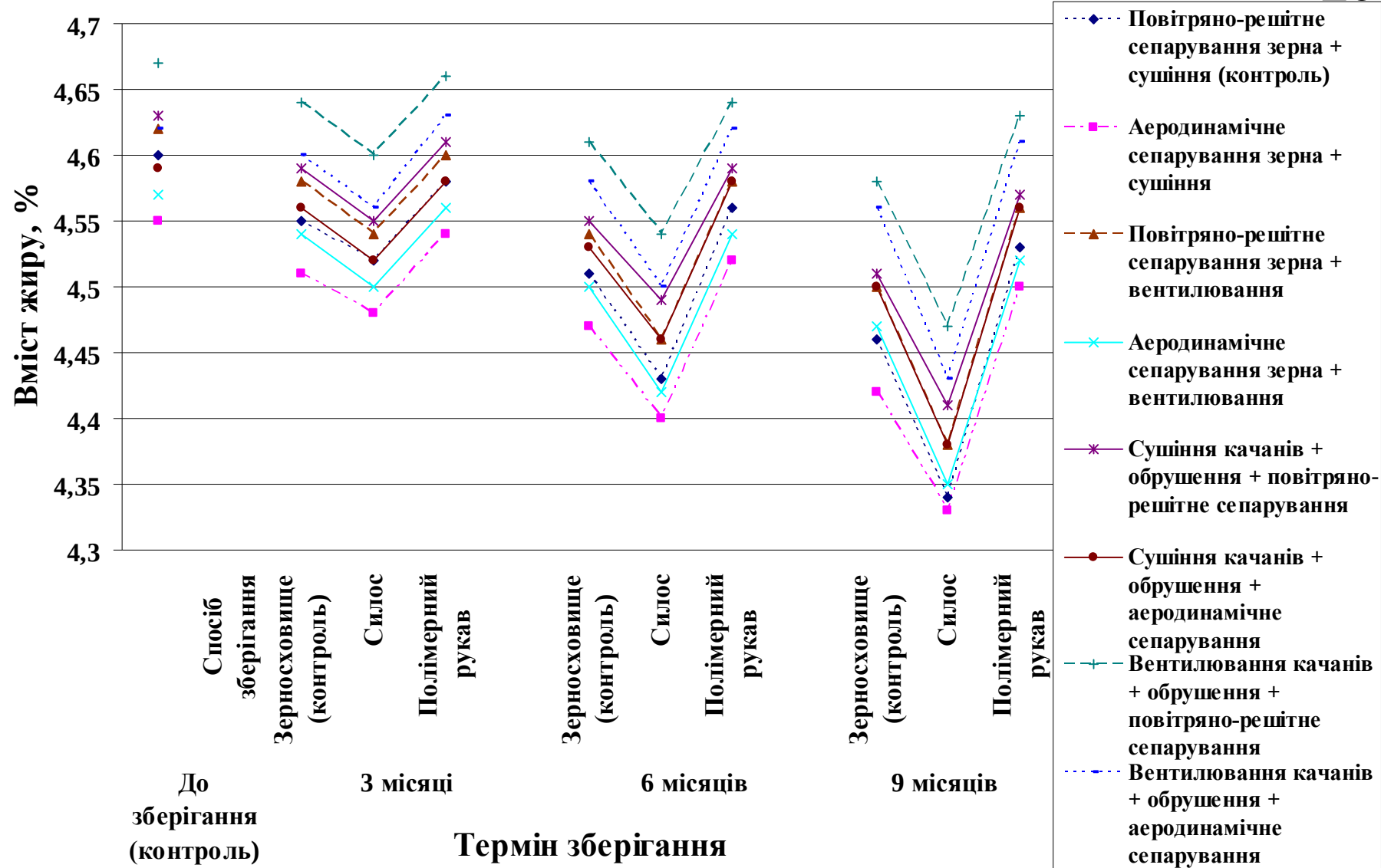


Рисунок 11 – Динаміка вмісту жиру в зерні кукурудзи гібриду Луїджі за різних способів зберігання залежно від технологій післязбиральної доробки

Висновки

1. Спосіб збирання кукурудзи в качанах та технологія їх вентилювання, з подальшим обрушенням та сепаруванням на повітряно-решітних машинах забезпечує мінімальні показники вмісту смітної та зернової домішок. Використання вентиляційних установок для сушіння зерна дає можливість покращити якість зернової маси кукурудзи, зменшуючи вміст зернової домішки за рахунок меншої кількості битих (травмованих) зерен. Повнота очищення смітної та зернової домішок вища у варіантах, де застосовувалися повітряно-решітні машини для очищення не залежно від гібриду та початкової вологості.

2. Формування високих показників натури та маси 1000 зерен забезпечує варіант збирання кукурудзи в качанах, сушіння її, обрушення та повітряно-решітне сепарування.

3. Зерно кукурудзи досліджуваних гібридів характеризувалося показниками схожості в межах 73–95 %, що дозволяє використання його на технічні цілі. За початковими показниками схожості та енергії проростання зерно кукурудзи отримане за збиранням його прямим комбайнуванням відзначалося нижчими показниками у порівнянні із збиранням у качанах. Зерно яке отримали під час збирання у качанах з подальшим його сушінням, обрушенням та аспіраційною сепарацією мало вищі показники енергії проростання та схожості у порівнянні з іншими варіантами досліджень.

4. Високими показниками вміст білка після проходження післязбиральної доробки характеризувалося зерно кукурудзи гібридів Голосіївський та Текні (на 20- 30 % більше у порівнянні з іншими гібридами), тому зерно цих гібридів може забезпечити високу якість крупи, борошна та корму для тварин. Високі показники крохмалю були в зерна кукурудзи гібридів Солонянський та Луїджі, які дозволяють отримати високий вихід крохмалю, солоду та спирту. Значний вміст жиру був у зерна кукурудзи гібридів Солонянський, Луїджі та Текні (більше 4 %), яке може бути використане для виробництва олії.

5. Найвищі біохімічні показники зерна кукурудзи отримано за збирання в качанах, останнє подовжує процес накопичення та синтезу складних сполук із простих. Найкращою технологією для отримання високобілкового зерна кукурудзи є: збирання в качанах + вентилявання + обрушення + аеродинамічне сепарування. Вищі показники крохмалю та жиру забезпечує технологія: збирання в качанах + вентилявання + обрушення + повітряно-решітне сепарування.
6. Причинами широкого поширення і високого токсигенного потенціалу грибів *A. flavus* є сукупність умов (сортіві особливості, температурно-вологісний режим, тривалість та кількість технологічних операцій післязбиральної доробки). Тому, з метою отримання якісної і екологічно безпечної товарної продукції з точки зору токсигенного впливу мікотоксинів доцільною є технологія збирання кукурудзи в качанах (з вологістю не вище 25-27 %), їх сушіння, обрушення та аеродинамічне сепарування.
7. Найкращий спосіб тривалого зберігання зерна кукурудзи, яке не повністю пройшло післязбиральне дозрівання, є зберігання в звичайних складських приміщеннях. За умови повної фізіологічної стиглості зерна високоефективним (без суттєвих змін технологічних показників) є зберігання зерна в полімерних рукавах. Зберігання товарного зерна кукурудзи в силосах – є також ефективним альтернативним способом, але не тривалий період (протягом 3-6 місяців).
8. Під час зберігання зерна кукурудзи вищі та стабільніші технологічні показники були у всіх варіантах де застосовували збирання качанів кукурудзи з подальшою доробкою у порівнянні зі збиранням зерна. Протягом всього періоду зберігання зерна кукурудзи показники енергії проростання та схожості були найвищі за технології сушіння качанів + обрушення + аеродинамічне сепарування, а показники натури за технології сушіння качанів + обрушення + повітряно-решітного сепарування.

9. Після трьох місяців зберігання зерна кукурудзи всіх досліджуваних варіантах відбулося зростання вмісту крохмалю: найбільше – за зберігання зерна кукурудзи в силосі та в гібридів Текні і Луїджі ; найменше – в полімерних рукавах. Протягом шести-дев'яти місяців зберігання спостерігали поступове зниження вмісту крохмалю і найбільш суттєве – за зберігання в силосах. Також, більші втрати вмісту крохмалю були встановлені за технологій збирання кукурудзи в зерні у порівнянні із збирання в качанах, особливо там де застосовували повітряно-решітне сепарування зерна. На кінець зберігання дещо вищий вміст крохмалю в гібридів Солонянський 298 СВ та Луїджі забезпечує зберігання зерна кукурудзи в звичайних складських приміщеннях, а у гібридів Голосіївського 260 СВ та Текні показники крохмалю за зберігання в полімерних рукавах та зерноскладах були майже однакові.
10. Вищі показники вмісту білка в зерні кукурудзи різних гібридів та технологій післязбиральної доробки забезпечує зберігання в звичайних складських приміщеннях, а найнижчі зберігання – в силосах. Вищі показники вмісту білка забезпечують технології за збирання кукурудзи в качанах, ніж за збирання зерна. Одночасно найвищі показники білка протягом всього періоду зберігання забезпечує технологія вентилявання качанів з подальшим їх обрушенням та аеродинамічним сепарування, яка сприяє найменшому травмування зерна.
11. Процес зберігання зерна кукурудзи супроводжується поступовим зменшенням вмісту жиру. На кінець зберігання найбільші втрати вмісту жиру були за зберігання зерна кукурудзи в силосах, дещо менші – в звичайних складських приміщеннях та найменш помітні – в полімерних рукавах. Найкращий спосіб зберігання зерна кукурудзи, який забезпечує найбільший вміст жиру протягом тривалого часу – є зберігання в полімерних рукавах. Також, краще зарекомендувала себе технологія збирання зерна в качанах та за подальшого їх вентилявання, обрушення та повітряно-решітного сепарування.

1. Зерно кукурудзи гібридів Голосіївський 260 СВ і Текні слід використовувати для виробництва крупи та борошна, гібридів Солонянський 298 СВ і Луїджі - крохмалю та спирту. Також зерно гібридів Солонянський 298 СВ, Луїджі та Текні може бути використане для виробництва олії.

2. Для отримання якісної, з високими посівними показниками, екологічно безпечної товарної продукції кукурудзи найкращою є технологія збирання її в качанах з подальшим сушінням, обрушенням та аспіраційною сепарацією.

3. Найкращою технологією для отримання високобілкового зерна кукурудзи є: збирання в качанах, їх вентилявання, обрушення та аеродинамічне сепарування. Вищі показники крохмалю та жиру забезпечить технологія: збирання в качанах, їх вентилявання, обрушення та повітряно-решітне сепарування.

4. Найкращим для тривалого зберігання зерна кукурудзи, яке не повністю пройшло післязбиральне дозрівання, є зберігання в звичайних складських приміщеннях, а за умови повної фізіологічної стиглості зерна високоефективним є зберігання зерна в полімерних рукавах. Протягом 3-6 місяців можливе зберігання товарного зерна кукурудзи в силосах.

5. Для збереження протягом тривалого часу високого вмісту білка та крохмалю зерно кукурудзи слід зберігати в складських приміщеннях, а для збереження жиру – в полімерних рукавах.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ