

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Навчально-науковий інститут
Інститут інформаційних технологій в економіці**

Кафедра математичного моделювання та статистики

Освітньо-професійна програма

Економічна кібернетика і Дата Сайнс

Галузь знань

05 соціальні та поведінкові науки

Спеціальність

051 економіка

Форма навчання: очна (денна)

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Моделювання розвитку глобального ринку зерна у контексті
продовольчої безпеки»

(назва теми)

здобувача Марченко Анастасії Василівни

(ПІБ, підпис)

Науковий керівник: доктор економічних наук,
професор Піскунова О. В.

(науковий ступінь, учене звання, ПІБ)

(підпис)

**Робота допущена до захисту перед екзаменаційною
комісією з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)**

Завідувач кафедри кандидат фізико-математичних наук,
професор Великоіваненко Г.І.

(підпис)

Київ 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	3
 РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ ЗЕРНА У КОНТЕКСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ.....	7
1.1 Сучасні загрози глобальній продовольчій безпеці.....	7
1.2 Індикатори продовольчої безпеки, визначені ООН.....	12
1.3 Роль зернових культур у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки.....	19
1.4 Концептуальні положення моделювання глобального ринку зерна у контексті продовольчої безпеки.....	25
 РОЗДІЛ 2 МОДЕЛЮВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА ПІДГРУНТІ ПАНЕЛЬНИХ РЕГРЕСІЙ.....	30
2.1 Застосування панельних регресій для дослідження факторів врожайності зернових культур.....	30
2.2 Визначення впливу пестицидів на врожайність зернових на підґрунті панельних регресій.....	43
2.3 Дослідження впливу добрив на врожайність зернових за допомогою моделей панельних даних з фіксованими ефектами.....	47
 РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ ЗЕРНА У КОНТЕКСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ.....	52
3.1 Аналіз динаміки ключових показників розвитку глобального ринку зерна.....	52
3.2 Кластерний аналіз країн світу за рівнем продовольчої безпеки.....	59
 ВИСНОВКИ.....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79
ДОДАТКИ.....	86

ВСТУП

Актуальність теми "Моделювання розвитку глобального ринку зерна в контексті продовольчої безпеки" на сучасному етапі зумовлена рядом факторів:

1. Світове населення продовжує зростати, що призводить до збільшення глобального попиту на зернові культури для забезпечення харчування.
2. Зміни клімату призводять до небезпеки для стабільності вирощування зернових культур через екстремальні погодні умови.
3. Глобальні ринки зерна піддані коливанням цін і торговельним обмеженням, що може вплинути на доступність та вартість продуктів харчування.
4. Політичні кризи і геополітичні конфлікти, які постійно виникають в різних точках світової карти, можуть обмежувати обсяги торгівлі зерном, що загрожує розриву транспортних зв'язків, виключення із глобальної економіки цілих держав, а отже, і продуктової кризи, як в окремих країнах, так і в цілих регіонах, особливо якщо вони сильно покладаються на імпорт продовольчих товарів.
5. За всю історію людства, проблема продуктової безпеки ще ні разу не була вирішена, хоча людство, прикладає для цього масу ресурсів.

Всі ці чинники підкреслюють важливість розвитку моделей, які допоможуть прогнозувати та керувати ринком зернових культур для забезпечення стабільної продовольчої безпеки на глобальному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До вирішення проблем продовольчої безпеки доторкнулася багато відомих вчених.

Лоурен Мафра в 2017 р. розглядав продовольчу кризу з виробничого погляду, зосереджуючись на ефективному управлінні ґрунтами та розглядаючи концепцію продовольчого суверенітету як ключове рішення глобального голоду [1].

Otekunrin, O. A., Otekunrin, O. A., Sawicka, B., та Ayinde, I. A. в 2020 році зробили огляд прогресу африканських країн проти голоду за останні три десятиліття за допомогою Глобального індексу голоду (GHI). Серед багатьох причин, які викликали продовольчу кризу в Африці були бідність, корупція, низький рівень розвитку людського капіталу, конфлікти та екстремальні погодні умови [2].

Berchin, Nunes, de Amorim, Zimmer, da Silva, Fornasari, Sima, та de Andrade у 2019 році проаналізували бразильську політику щодо підвищення продовольчої безпеки та сімейного фермерства. Вони використали шість категорій політики: фінансова допомога, продовольча допомога, технічна підтримка, розбудова потенціалу, управління землеволодінням/виробництво продуктів харчування, визначення, класифікація та моніторинг. Автори висунули пропозицію збільшити бюджети для програм сімейних фермерських господарств, сімейне фермерство більше не є альтернативою, а основним вибором[3].

Manap N.M.A. в 2018 році дослідив вплив світових цін на продовольство на відсутність продовольчої безпеки в окремих країнах АСЕАН за період з 2000 по 2016 рік. Усі дані були проаналізовані за допомогою статичного панельного аналізу даних і результати показали, що світові ціни на продовольство значною мірою впливають на відсутність продовольчої безпеки в окремих країнах АСЕАН. Згідно з цим дослідженням, уряди повинні збільшити достатність виробництва продуктів харчування та зменшити залежність від імпорту продуктів харчування, таким чином, зменшиться проблема продовольчої безпеки [4].

Аналізуючи публікації, можна зробити висновок, що автори аналізують лише окремий світовий регіон, і це зрозуміло, адже так результати будуть в рази чіткіші, але при цьому всьому, не знайдено публікацій, які аналізують проблему глобальної продовольчої безпеки в рамках ринку основних зернових культур.

Мета дослідження - моделювання глобального ринку зерна у контексті продовольчої безпеки на підґрунті методів багатовимірної статистики, а саме економетричних методів та методів факторного і кластерного аналізів.

Для досягнення даної мети будуть виконані такі *завдання*:

1. Аналіз сучасних загроз глобальній продовольчій безпеці.
2. Огляд індикаторів продовольчої безпеки, що визначені ООН.
3. Визначення ролі зернових культур у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки.
4. Розробка концептуальних положень моделювання глобального ринку зерна у контексті продовольчої безпеки.
5. Розробка моделей панельних регресій для дослідження впливу пестицидів та мінеральних добрив на врожайність зернових.
6. Проведено розподіл країн за рівнем продовольчої безпеки на основі методів кластерного аналізу.

Об'єкт дослідження - глобальний ринок зерна.

Предмет дослідження - методи моделювання розвитку глобального ринку зерна у контексті продовольчої безпеки.

Методи дослідження - методи та моделі багатовимірної статистики: економетричні методи, а саме моделі лінійної регресії та моделі панельних даних, методи факторного аналізу (метод головних компонент) та методи кластерного аналізу.

Теоретичну, методичну та практичну значущість отриманих результатів полягає у наступному:

1. Побудовані моделі панельних регресій дозволили визначити вплив азотних, фосфатних, калійних добрив і пестицидів на врожайність зернових, та отримати розуміння, як і на скільки вони можуть допомогти збільшити врожайність.
2. Проведений аналіз динаміки ключових показників розвитку глобального ринку зерна в країнах та субрегіонах світу може допомогти розробити заходи щодо запобігання можливим продовольчим кризам.
3. Розподіл країн світу за рівнем продовольчої безпеки дозволяє визначити групи країн, які вимагають підтримки щодо запобігання голоду в цих країнах.

Інформаційною базою дослідження є статистичні дані розміщені на сайті організації FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), яка підпорядковується ООН [5-8].

В даній роботі використовувались такі дані, як:

1. Зібрана площа по країнам та субрегіонах.
2. Врожайність по країнам та субрегіонах.
3. Виробництво по субрегіонах.
4. Імпорт по країнам та субрегіонах.
5. Експорт по країнам та субрегіонах.
6. Добрива по країнам:
 - Азотні
 - Фосфорні
 - Калійні.
7. Пестициди по субрегіонах:
 - Фунгіциди та бактерициди .
 - Фунгіциди обробка насіння.
 - Гербіциди.
 - Інсектициди .
 - Інсектициди обробка насіння .
 - Родентициди.

Апробація результаті дослідження.

29th Ukrainian-Polish-Slovak Scientific Semina: Quantitative Methods In Socio-Economic Analysis – Theory And Applications – Kyiv, October 19, 2023.

Всеукраїнська науково-практична конференція Форум молодих економістів-кібернетиків “Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід”, 24-25 листопада 2023 року. Львів. 2023.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ ЗЕРНА У КОНТЕКСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

1.1 Сучасні загрози глобальній продовольчій безпеці

Проблема глобальної продовольчої безпеки знаходить вираз у формі дефіциту продуктів харчування, що ґрунтується на несприятливих природно-кліматичних умовах, недостатньому розвитку виробничих сил, військових конфліктах або політичних потрясіннях.

У роботах [9-11] досліджуються загрози глобальної продовольчої безпеки. Узагальнюючи ці праці можна виокремити наступні загрози :

Макроекономічні загрози:

- Нестійкість виробництва аграрної продукції в світі через високий рівень виробничих ризиків.
- Зниження рівня продовольчих запасів в світі.
- Інтенсивний вивід із обороту земель сільськогосподарського призначення.

Кон'юнктурна група загроз та ризиків:

- Збільшення тарифів на енергетичні ресурси (газ, нафта, електроенергія і тд) через нестабільну геополітичну ситуацію в світі, накладання санкцій на ряд країн, розірвання довготривалих економічних зв'язків та укладання нових.
- Нестійкість курсів, як національних, так і світових валют.
- Нестійкий стан світових цін на продовольство (їжу).

Воєнно-політичні загрози та ризики :

- Руйнування сільськогосподарської інфраструктури .
- Знищення врожаю.
- Стрімка міграція населення.

- Розірвання стабільних торгових відносин, накладання санкцій, виникнення торгових конфліктів.

Усі перелічені загрози мають пряме відношення як до глобальної продовольчої безпеки, так і до національної безпеки кожної із країн світу.

В працях [11-14] досліджується питання продовольчої безпеки та вирішення відповідних завдань з метою подальшого виявлення та усунення проблем полягає в рамках трьох ключових аспектів :

1. Перший аспект – забезпечення фізичної доступності продовольства. Забезпечення фізичної доступності продовольства можна досягти з допомогою підтримки регіонів без локального виробництва продовольчої продукції, і навіть забезпечення роздрібною торговою мережею гранично широким переліком продуктів харчування різних торгових марок. Велике значення має організація умови для розвитку ринків сировини та продовольства шляхом взаємодії між регіонами та лояльності логістичних зв'язків. Цей тренд буде пов'язаний з розвитком торгових мереж, зводячи до мінімуму кількість торгових ланок та розвиваючи повноцінний цикл виробництва та прямих продажів споживачам від сільськогосподарських виробників.
2. Другий аспект – забезпечення економічної доступності продовольства. Економічна доступність продовольства досягається у вигляді зменшення рівня бідності. Іншим способом може виступити організація підтримки верствам населення, які цього більше потребують, а також підвищити рівень конкуренції в галузі виробництва та реалізації продуктів харчування.
3. Третій аспект – забезпечення безпеки харчування. Для реалізації раніше представленої тенденції необхідно провести комплекс наступних заходів:
 - своєчасно здійснювати контроль за якістю сільськогосподарської сировини та продовольства;

- здійснювати та контролювати сертифікацію реалізованої сільськогосподарської сировини та продовольства та забезпечувати управління якістю;
- створювати пропозиції щодо здійснення контролю за здоров'ям населення, а також його подальшого покращення;
- підвищувати продуктивність праці шляхом різних способів впливу на виконавця, і на предмети та засоби праці.

Дані напрямки розвитку сприятимуть зростанню продовольчої та економічної безпеки, а також гарантуватимуть стабільний рівень життя.

Враховуючи накопичений досвід оцінок та аналізу стану продовольчої безпеки у світі, окремих країнах та регіонах та з урахуванням рекомендацій даних міжнародної агропродовольчої організації ФАО, яка є спеціалізованою структурою ООН, можна виділити такі заходи щодо забезпечення глобальної продовольчої безпеки [15]:

- підвищення субсидування харчового та аграрного секторів, з приділенням особливої уваги країнам з низьким рівнем доходу, для скасування оподаткування за харчовими продуктами;
- формування сприятливих умов з метою залучення інвестицій для розвитку іригаційної інфраструктури, спрямованої на зміцнення потенціалу, що забезпечує всесезонне виробництво овочевої продукції та інших товарів з високою цінністю, що надалі забезпечить наявність більшого обсягу поживних харчових продуктів;
- зростання фінансування розробок (НДР) та наукових досліджень, що дасть можливість нарощення виробництва поживних харчових продуктів та зниження їх вартості,
- розширення доступу до більш сучасних технологій, особливо для дрібних фермерських та сімейних господарств, з метою підтримки рентабельності на необхідному рівні;

- покращення дорожньої мережі держави, транспортної та ринкової інфраструктур може також позитивно впливати на розширення фінансової доступності здорового харчування.
- деякі інші заходи щодо забезпечення глобальної продовольчої безпеки.

На основі праць [16-29] ситуацію по глобальній продовольчій безпеці станом на кінець 2022 року можна охарактеризувати так:

- Глобальний голод, який вимірюється поширеністю недоїдання, залишався відносно незмінним з 2021 по 2022 рік, але все ще значно перевищує рівень до пандемії COVID-19, вражаючи приблизно 9,2 % населення світу у 2022 році порівняно з 7,9 % у 2019 році.
- За оцінками, у 2022 році від 691 до 783 мільйонів людей у світі стикалися з голодом, це на 122 мільйони людей більше, ніж у 2019 році, до пандемії.
- Економічне відновлення після пандемії, яке спостерігалось у 2021 році, сповільнилося в 2022 році. Зростання цін на продовольство, сільськогосподарські ресурси та енергоносії, посилене впливом війни в Україні, підірвало відновлення зайнятості та доходів найбільш вразливих верств населення, перешкоджаючи зниженню рівня голоду.
- Відносна відсутність змін щодо голоду між 2021 і 2022 роками на глобальному рівні приховує значні відмінності на регіональному та субрегіональному рівнях. Хоча в Азії та Латинській Америці було досягнуто прогресу в боротьбі з голодом, голод все ще зростав у Західній Азії, Карибському басейні та всіх субрегіонах Африки.
- Поширеність недоїдання в Африці зросла з 19,4% в 2021 році до 19,7 % в 2022 році, головним чином завдяки зростанню в Північній і Південній Африці. Кількість людей, які страждають від голоду в Африці, зросла на 11 мільйонів людей з 2021 року та на понад 57 мільйонів людей з початку спалаху пандемії.

- Поширеність недоїдання в Азії впала з 8,8 % у 2021 році до 8,5 % у 2022 році – зменшення на понад 12 мільйонів людей, переважно в Південній Азії. Однак це все ще на 58 мільйонів перевищує рівень до пандемії.
- Поворот на краще також стався в Латинській Америці та Карибському басейні, де рівень поширеності недоїдання впав з 7,0 відсотка у 2021 році до 6,5 % у 2022 році – кількість людей, які страждають від голоду, зменшилася на 2,4 мільйона, але все ще на 7,2 мільйона більше, ніж у 2019 році.
- Набагато більша частка населення Африки стикається з голодом порівняно з іншими регіонами світу – майже 20 % порівняно з 8,5 % в Азії, 6,5 % в Латинській Америці та Карибському басейні та 7,0 % в Океанії.
- Прогнозується, що у 2030 році майже 600 мільйонів людей будуть хронічно недоїдати, що вказує на величезну проблему досягнення цілі щодо викорінення голоду. Це приблизно на 119 мільйонів більше, ніж за сценарієм, за якого ні пандемії, ні війни в Україні не було, і приблизно на 23 мільйони більше, ніж за сценарієм, в якому не було б війни в Україні. Очікується, що найбільший прогрес відбудеться в Азії, тоді як у Латинській Америці та Карибському басейні прогресу не передбачається, а в Африці до 2030 року прогнозується значне зростання голоду.
- Після різкого зростання з 2019 по 2020 роки поширеність помірної або серйозної продовольчої незахищеності на глобальному рівні залишалася незмінною другий рік поспіль, але все ще була значно вищою за рівень до пандемії 25,3 %. У 2022 році близько 29,6 % населення планети – 2,4 мільярда людей – відчували помірну або гостру нестачу їжі, що на 391 мільйонів більше, ніж у 2019 році.
- Порівняння продовольчої безпеки серед сільського, приміського та міського населення показує, що глобальна продовольча безпека, на обох рівнях, нижча в міських районах. У 2022 році помірна або серйозна відсутність продовольчої безпеки вплинула на 33,3 % дорослих, які проживають у

сільській місцевості, у порівнянні з 28,8 % в приміських районах і 26,0 % в містах.

- Відсутність продовольчої безпеки більше впливає на жінок, ніж на чоловіків у кожному регіоні світу. Однак гендерний розрив у продовольчій безпеці на глобальному рівні, який збільшився після пандемії COVID-19, скоротився з 3,8 % у 2021 році до 2,4 % у 2022 році. Гендерний розрив помітно зменшився в Азії, Латинській Америці та Карибському басейні, але збільшився в Африці, Північній Америці та Європі.

1.2 Індикатори продовольчої безпеки, визначені ООН

У 2012 році ООН, розробила програму «Нульовий голод».

Програма вимагає наступне [30]:

- Нуль відстаючих у розвитку дітей у віці до двох років.
- 100% доступ до повноцінного харчування цілий рік.
- Стійкість всіх систем харчування.
- 100% збільшення продуктивності та доходу дрібних власників.
- Нульові втрати або відходи їжі.

Ціль сталого розвитку «Покінчити з голодом, досягти продовольчої безпеки та покращити харчування та сприяти сталому сільському господарству» (ЦСР 2) визнає взаємозв'язки між підтримкою сталого сільського господарства, розширенням можливостей дрібних фермерів, просуванням гендерної рівності, подоланням бідності в сільській місцевості, забезпеченням здорового способу життя, боротьбою з кліматом. зміни та інші питання, які розглядаються в рамках набору 17 цілей сталого розвитку в Порядку денному розвитку на період після 2015 року [30].

Окрім достатнього споживання калорій, правильне харчування має й інші аспекти, які заслуговують на увагу, зокрема доступність поживних мікроелементів і здорове харчування. Недостатнє споживання мікроелементів матерями та немовлятами може мати довгостроковий вплив на розвиток. Нездорове харчування та спосіб життя тісно пов'язані зі зростанням захворюваності на неінфекційні захворювання як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються [30].

На сьогодні глобальна ЦСР 2 «Покінчити з голодом, досягти продовольчої безпеки та покращити харчування та сприяти сталому сільському господарству» має 8 під цілей та 14 індикаторів [31]:

Ціль 2.1. Місія: до 2030 року покінчити з голодом і забезпечити доступ усіх людей, зокрема бідних і вразливих верств населення, включаючи немовлят, до безпечної, поживної та достатньої їжі протягом усього року.

Індикатори:

- 2.1.1 Поширеність недоїдання
- 2.1.2 Поширеність серед населення помірної або гострої продовольчої незахищеності на основі шкали досвіду продовольчої безпеки (FIES)

Ціль 2.2. Місія: до 2030 року покінчити з усіма формами недоїдання, в тому числі досягти до 2025 року узгоджених на міжнародному рівні цілей щодо затримки росту та виснаження дітей віком до 5 років, та задовольнити потреби в харчуванні дівчат-підлітків, вагітних жінок, жінок, які годують груддю, та осіб похилого віку.

Індикатори:

- 2.2.1 Поширеність затримки росту (зріст для віку <-2 стандартного відхилення від медіани стандартів росту дитини Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ)) серед дітей віком до 5 років
- 2.2.2 Поширеність недостатнього харчування (маса для зросту $>+2$ або <-2 стандартне відхилення від медіани стандартів росту дитини ВООЗ) серед дітей віком до 5 років за типом (виснаження та надмірна вага)

- 2.2.3 Поширеність анемії серед жінок у віці від 15 до 49 років за станом вагітності (у відсотках)

Ціль 2.3. Місія: до 2030 року подвоїти продуктивність сільського господарства та доходи дрібних виробників продовольства, зокрема жінок, корінних народів, сімейних фермерських господарств, скотарів та рибалок, у тому числі шляхом забезпечення безпечного та рівного доступу до землі, інших виробничих ресурсів та факторів виробництва, знань, фінансових послуг, ринків та можливостей для створення доданої вартості та зайнятості в несіельськогосподарському секторі.

Індикатори:

- 2.3.1 Обсяг виробництва на одиницю робочої сили за класами розміру сільськогосподарських/скотарських/лісогосподарських підприємств.
- 2.3.2 Середній дохід дрібних виробників продуктів харчування, за статтю та статусом корінного населення.

Ціль 2.4. Місія: до 2030 року забезпечити сталі системи виробництва продовольства та впровадити стійкі сільськогосподарські практики, які підвищують продуктивність та обсяги виробництва, сприяють збереженню екосистем, зміцнюють потенціал адаптації до зміни клімату, екстремальних погодних умов, посухи, повеней та інших стихійних лих, а також поступово покращують якість земель та ґрунтів.

Індикатор:

- 2.4.1 Частка сільськогосподарських угідь під продуктивним і сталим сільським господарством

Ціль 2.5. Місія: до 2020 року підтримувати генетичне різноманіття насіння, культивованих рослин, вирощуваних і одомашнених тварин та споріднених з ними диких видів, у тому числі за допомогою раціонально керованих і диверсифікованих банків насіння і рослин на національному, регіональному та міжнародному рівнях, а також сприяти доступу до вигод від використання

генетичних ресурсів і пов'язаних з ними традиційних знань та їх справедливому і рівноправному розподілу відповідно до міжнародних домовленостей.

Індикатори:

- 2.5.1 Кількість (a) генетичних ресурсів рослин і (b) генетичних ресурсів тварин для виробництва продовольства і ведення сільського господарства, забезпечених середньостроковим або довгостроковим збереженням.
- 2.5.2 Частка місцевих порід, класифікованих як такі, що перебувають під загрозою зникнення

Ціль 2.a. Місія: збільшувати інвестиції, в тому числі через посилення міжнародного співробітництва, в сільську інфраструктуру, сільськогосподарські дослідження та дорадчі послуги, розвиток технологій та банків генів рослин і тварин з метою зміцнення виробничого потенціалу сільського господарства в країнах, що розвиваються, зокрема найменш розвинених країнах.

Індикатори:

- 2.a.1 Індекс орієнтації державних витрат на сільське господарство.
- 2.a.2 Загальні офіційні потоки (офіційна допомога розвитку плюс інші офіційні потоки) до сільськогосподарського сектору.

Ціль 2.b. Місія: виправляти та запобігати торговельним обмеженням і викривленням на світових сільськогосподарських ринках, у тому числі шляхом паралельного скасування всіх форм субсидування експорту сільськогосподарської продукції та всіх експортних заходів, що мають еквівалентний ефект, відповідно до мандату Дохійського раунду переговорів з питань розвитку.

Індикатор:

- 2.b.1 Субсидії на експорт сільськогосподарської продукції.

Ціль 2.c. Місія: вжити заходів для забезпечення належного функціонування ринків продовольчих товарів та їх похідних і сприяти своєчасному доступу до ринкової інформації, в тому числі про запаси продовольства, з метою обмеження надмірної волатильності цін на продовольство.

Індикатор:

- 2.с.1 Індикатор аномалії цін на продукти харчування.

Остання інформація по Цілі сталого розвитку №2: [на основі 32-33]:

Ціль 2.1: За оцінками, у 2022 році від голоду страждали від 691 до 783 мільйонів людей у світі. Беручи до уваги прогнозований середній показник (близько 735 мільйонів у 2022 році), у 2022 році голодувало на 122 мільйони людей більше, ніж у 2019 році, до пандемії, як це показано на рис.1.1.

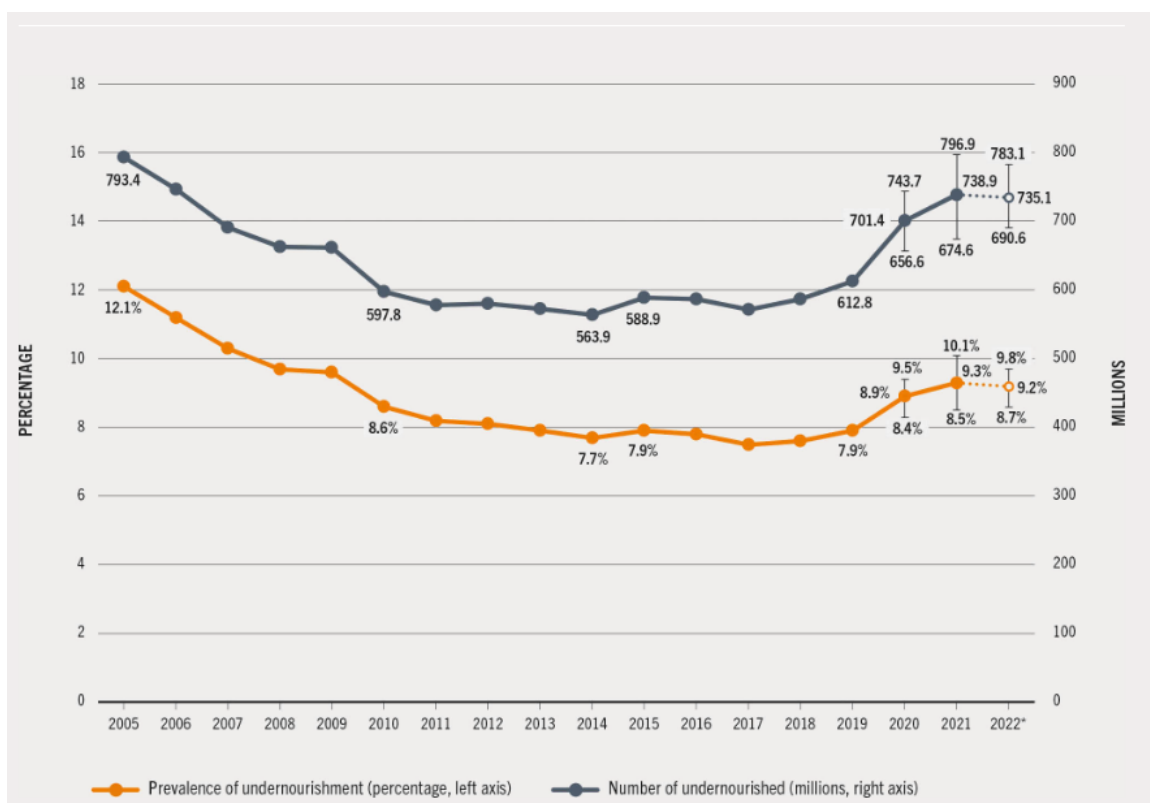


Рисунок 1.1 - Кількість недоїдаючих в числовому та відсотковому вираженні
Джерело: [33]

Відносна відсутність змін у голоді на глобальному рівні з 2021 по 2022 роки приховує значні відмінності на регіональному рівні (Рис.2). Багато місць у світі все ще стикаються з серйозною продовольчою кризою.

В Африці масштаби голоду зростають з 2010 року, при цьому 2020 року показник різко зріс у всіх субрегіонах континенту, а 2021 року його зростання сповільнилося. У 2022 році РН (розповсюдженість недоїдання) в Африці продовжила зростати і досягла 19,7 відсотка в порівнянні з 19,4 відсотка в 2021 році, тобто кількість недоїдаючих за рік збільшилася на 11 млн осіб, а з початку

пандемії - майже на 57 млн осіб. Крім того, у 2022 року зросли масштаби голоду у всіх субрегіонах Африки.

Також високі показники недоїдання в Південній Азії 15,6%, що становить 313,6 млн. людей, та в Західній Азії 10,8% - 31,6 млн. людей.

В Латинській Америці найбільше потерпають країни Карибського басейну — 16,3 % або 7,2 млн. людей.

Загальна кількість тих, що не доїдають в Африці становить 281,6 млн. людей, в Азії — 401,6 млн. людей, в Латинській Америці і Карибському басейні — 43,2 млн. Людей, в Океанії — 3,2 млн. людей. Загалом, як вже було зазначено, від голоду страждає 735 млн. людей і тільки 5,5 млн. людей проживає в Європі та Північній Америці (тобто 0,74% від загального числа), всі інші, в основному, припадають на Азію та Африку (рис.1.2).

Prevalence of undernourishment (%)										
	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020*	2021*	2022*
WORLD	12.1	8.6	7.9	7.8	7.5	7.6	7.9	8.9	9.3	9.2
AFRICA	19.2	15.1	15.8	16.6	16.5	16.6	17.0	18.7	19.4	19.7
Northern Africa	6.2	4.7	5.4	5.7	6.0	6.0	5.8	6.0	6.9	7.5
Sub-Saharan Africa	22.5	17.6	18.2	19.1	18.9	19.1	19.5	21.6	22.2	22.5
Eastern Africa	31.7	23.8	24.6	26.2	26.2	26.0	26.7	28.1	28.4	28.5
Middle Africa	31.9	22.5	23.3	24.7	23.7	24.4	24.8	27.6	28.5	29.1
Southern Africa	5.1	7.2	9.3	8.3	7.8	7.7	8.3	9.5	10.0	11.1
Western Africa	12.2	10.8	10.6	10.7	10.6	11.1	11.0	13.7	14.5	14.6
ASIA	13.9	9.3	8.0	7.5	7.0	7.1	7.4	8.5	8.8	8.5
Central Asia	13.8	6.6	4.0	3.8	3.5	3.1	2.8	3.3	3.2	3.0
Eastern Asia	6.8	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
South-eastern Asia	17.3	11.1	7.5	6.5	5.8	5.5	5.3	5.3	5.3	5.0
Southern Asia	20.2	15.4	14.0	12.9	12.2	12.3	13.3	15.6	16.4	15.6
Western Asia	7.9	6.5	9.1	10.0	9.8	10.3	10.3	10.5	10.2	10.8
Western Asia and Northern Africa	7.1	5.7	7.4	8.0	8.1	8.3	8.2	8.4	8.7	9.2
LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN	9.3	6.2	5.3	6.1	5.8	5.9	5.6	6.5	7.0	6.5
Caribbean	18.4	14.7	13.2	13.5	13.2	14.0	14.2	15.2	14.7	16.3
Latin America	8.6	5.6	4.7	5.5	5.2	5.3	4.9	5.9	6.4	5.8
Central America	8.1	6.8	6.7	6.2	6.1	6.1	5.1	4.8	5.0	5.1
South America	8.8	5.1	3.9	5.2	4.9	5.0	4.9	6.3	7.0	6.1
OCEANIA	6.9	6.5	6.2	6.1	6.1	6.4	6.4	6.0	6.6	7.0
NORTHERN AMERICA AND EUROPE	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5

Рисунок 1.2 - Поширеність недоїдання 2005-2022 рр.

Джерело: [33]

Ціль 2.2: у 2022 році в усьому світі, за оцінками, 22,3% дітей віком до 5 років (148 мільйонів) страждали від затримки росту, порівняно з 24,6% у 2015

році, від надмірної ваги страждали 37,0 мільйона дітей віком до 5 років (або 5,6%), а від виснаження - 45 мільйонів (або 6,8%). Глобальна поширеність надмірної ваги серед дітей стабілізувалася, і якщо нинішні тенденції збережуться, цільового показника 2030 року не буде досягнуто на 17,5 мільйона дітей. Крім того, продовжує викликати тривогу поширеність анемії серед жінок репродуктивного віку, яка з 2000 року залишається на рівні близько 30%. А країни з низьким та нижчим за середній рівнем доходу несуть найбільший тягар низькорослості, виснаження, низької ваги при народженні та анемії.

Ціль 2.5: хоча 71% місцевих порід худоби з відомим статусом перебувають під загрозою зникнення, досягнуто прогресу у кріоконсервуванні: у період з 1995 по 2022 рік кількість місцевих і транскордонних порід, для яких є достатньо матеріалу, зросла з 57 до 287 (з 7688 місцевих порід) і з 31 до 175 (з 1115 транскордонних порід), відповідно. На кінець 2021 року приблизно 5,8 мільйона зразків генетичних ресурсів рослин для виробництва продовольства і ведення сільського господарства зберігалися в середньо- або довгострокових умовах у 846 генних банках у 115 країнах і 17 регіональних та міжнародних дослідницьких центрах, що на 1,1% більше, ніж у 2021 році.

Ціль 2.a: інвестиції в сільське господарство падають. Державні витрати на сільське господарство по відношенню до внеску сільськогосподарського сектору у ВВП знизилися з 0,50 у 2015 році до 0,45 у 2021 році в усіх регіонах, крім Північної Америки та Європи, що було зумовлено переважно заходами реагування на пандемію COVID-19.

Ціль 2.b: у грудні 2015 року члени СОТ прийняли рішення міністрів щодо експортної конкуренції, таким чином офіційно погодившись скасувати всі форми субсидування сільськогосподарського експорту. Загальні річні витрати на експортні субсидії, про які було повідомлено, скоротилися з пікового показника у 218 млн доларів США у 2015 році до майже нульового рівня у 2021 році.

Ціль 2.c: у 2021 році частка країн, які стикаються з помірно або аномально високими цінами на продовольство, становила 21,5%, що значно менше від

рекордного показника 2020 року (48%), коли послаблення обмежувальних заходів, пов'язаних із COVID-19, стимулювало високий попит. Однак це все ще вище середнього показника за 2015-2019 роки (15,2%), що свідчить про подальше зростання цін на продовольство, головним чином через підвищення виробничих і транспортних витрат унаслідок подорожчання добрив та енергії. У країнах Африки на південь від Сахари та серед НРС частка країн з високими цінами на продовольство зросла другий рік поспіль у 2021 році.

1.3 Роль зернових культур у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки

Зернові культури є ключовим елементом глобальної продуктової безпеки, оскільки вони є основною складовою харчування для більшості населення світу.

Важливість зернових полягає в їхній широкій доступності та можливості вирощувати на різних типах ґрунтів і в умовах різних кліматичних зон. Ці культури становлять основу для багатьох продуктів харчування, таких як хліб, каші, тістечка, кукурудзяний крохмаль, що робить їх ключовими у забезпеченні харчами великої кількості людей. Зернові також є важливим компонентом для виробництва кормів для тварин, що впливає на продуктивність та якість м'яса, яєць та молока.

Крім того, ФАО прогнозує, що основні зернові продовжуватимуть відігравати важливу роль у продовольчій безпеці до 2050 року, вносячи майже половину щоденного споживання калорій і білка в країнах з низьким і середнім рівнем доходу. Разом зі зростанням населення це свідчить про необхідність подальшого зростання продуктивності зернових у наступні десятиліття, щоб залишатися в межах планети. Таким чином, основні зернові продукти й надалі відіграватимуть вирішальну роль у забезпеченні адекватного та доступного

споживання калорій та білків у раціоні. Більше того, цільнозернові злаки, такі як пшениця та кукурудза, містять кілька дієтичних компонентів, які можуть допомогти впоратися з потрійним тягарем недоїдання, недоїдання мікроелементів [34].

На сьогодні, можна виділити такі основні культури зернових, за обсягами виробництва (рис. 1.3).

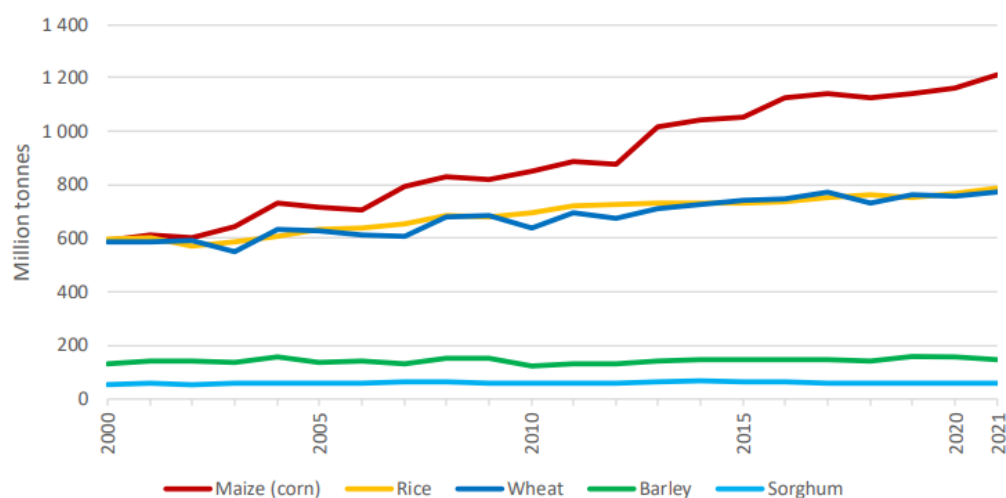


Рисунок 1.3 -Світове виробництво основних зернових культур

Джерело: [35]

Як ми бачимо, із великим відривом в Топ-3 зернових закріпились, на першому місці - кукурудза із 1200 млн тон виробництва за 2021 рік, на другому місці - рис близько 800 млн тон виробництва та на третьому місці — пшениця — близько 770 млн тон виробництва.

На четвертому місці — ячмінь — близько 170 млн тон виробництва, та на п'ятому місці — сорго близько 100 млн тон виробництва [35].

Також, необхідно зазначити, що пшениця, рис та кукурудза, становлять в середньому 42% поживних речовин, які споживає людина в день, тобто 1204 ккал. При цьому на рис приходить 19% ккал, на пшеницю — 18 % ккал, а на кукурудзу — 5% ккал. Чим гірша економічна ситуація в досліджуваному регіоні чи країні, тим більше людина включає в свій раціон дешеві і доступні злакові [36].

Дивлячись на дану статистику, можемо визначити, що кукурудза, рис та пшениця - є основними зерновими за виробництвом, і саме їх аналіз, зробить

значний внесок в продуктову безпеку. Для цього, спочатку проаналізуємо кожну із основних культур.

Пшениця. Світове виробництво пшениці в середньому становить близько 770 мільйонів тонн [35]. Основними виробниками в розвинених країнах є Північна Америка та Європа. В країнах, що розвиваються основним виробником є Азія, зокрема Китай та Індія. У той же час споживання значно перевищує виробництво в Азії, а також в Африці, що робить ці два регіони основними нетто-імпортерами пшениці (рис. 1.4).

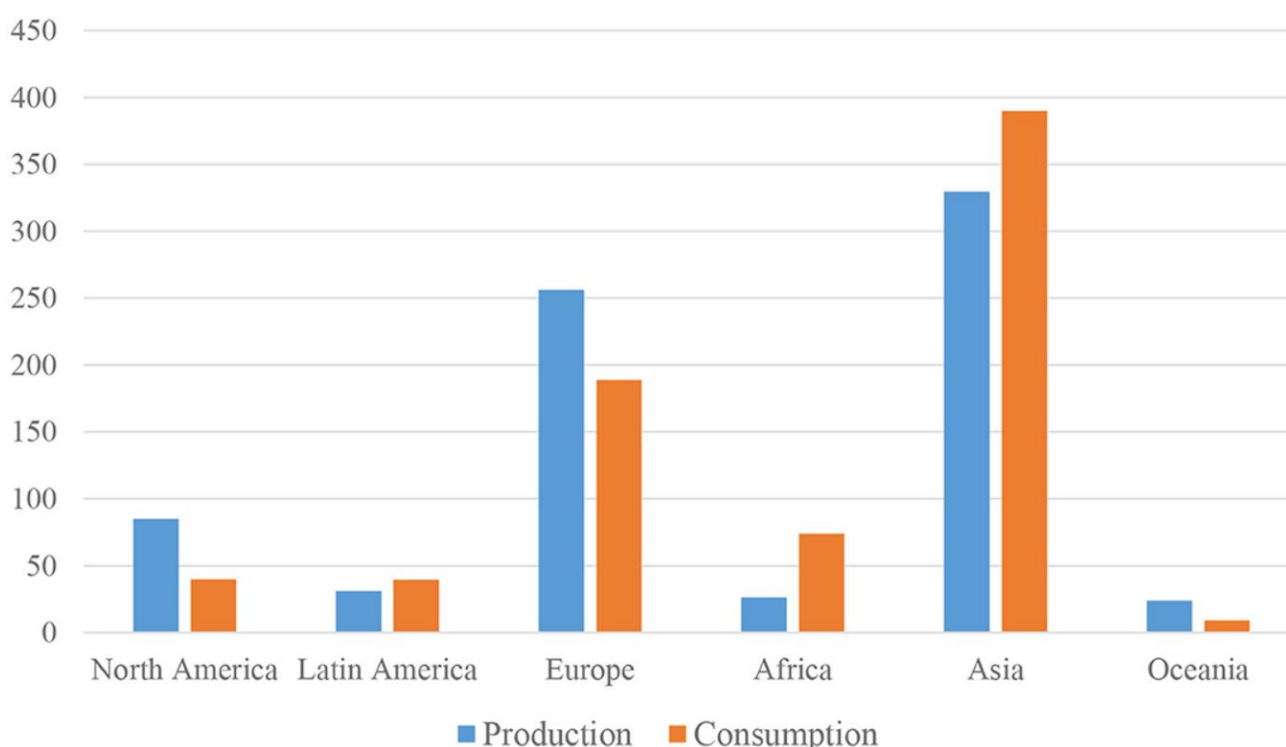


Рисунок 1.4 - Порівняння виробництва та споживання пшениці в основних регіонах

Джерело: [37]

Технологічна інтенсивність виробництва пшениці різна на різних континентах і в межах регіонів. Урожайність пшениці в середньому становить близько 3,5 т/га, але існують великі регіональні відмінності. Середня врожайність вища в країнах Східної Азії та Європейського Союзу (4,3–5,3 т/га). У Південній Азії врожайність становить 3 т/га, а в Африці — 2,6 т/га. Ці відмінності можна частково пояснити відмінностями у вирощуванні (наприклад, використання добрив, зрошення) та агроекології (наприклад, температура, кількість опадів,

якість ґрунту). Для переважно зрошуваного виробництва пшениці в Єгипті середня врожайність становить 6,5 т/га [38].

Пшениця є головною культурою для близько 35% населення світу [39]. Понад двох третин світової пшениці використовується в їжу, а п'ята частина йде на корм худобі [37].

Проте обсяг споживання пшениці на душу населення відрізняється значно - від 170 кг в Центральній Азії до 27 кг в Східній та Південній Африці [40]. Китай та Індія вживають приблизно 17–18% світового обсягу пшениці [41]. Однак, через те, що основною культурою в даних країнах є рис, кількість пшениці на душу населення становить близько 500 ккал харчової енергії на день [38]. Використання кормів, в склад яких входить пшениця, поширене в розвинених економіках, але не в країнах Африки.

В 2022 році глобальний ринок пшениці оцінюється в 748,54 млн. дол. США та, за прогнозами, досягне значення в 904,93 млн. дол. США до 2030 року. Прогнозований сумарний річний темп зростання — 2,4% [41].

Визначними гравцями на ринку пшениці є Farmers Grain Company, Wudeli Flour Mill Group, Manildra Milling, Pvt, General Mills, Allied Pinnacle Pty Limited, Ardent Mills LLC, Archer Daniels Midland Company,. Ltd. Acarsan Flour, Korfez Flour Mills, George Weston Foods Ltd., Hodgson Mill Inc [42].

Аналізуючи зернову культуру — кукурудзу, можемо підсумувати:

1. Кукурудза — це злакове зерно яке багате антиоксидантами, такими як феноли та фітостероли. Є одним із лідерів за виробництвом зернових культур. Загалом 61% світового виробництва кукурудзи використовується як корм для худоби і лише 13% для споживання людиною. Її можна вживати лише після переробки в різні харчові продукти, такі як попкорн, борошно, кукурудзяні пластівці, олія зародків кукурудзи тощо. Продукти з кукурудзи також використовуються в програмах додаткового харчування для годування дітей, які страждають від недоїдання, та покращення їхнього здоров'я.

2. Світове виробництво кукурудзи становить у середньому 1200 млн. тон на рік.
3. Розмір ринку кукурудзи оцінюється в 139,42 мільярда доларів США в 2023 році, і очікується, що він досягне 161,70 мільярда доларів США до 2028 року, зростаючи на CAGR на 3,01% протягом прогнозованого періоду (2023-2028 роки).
4. Кукурудза є одним із ключових інгредієнтів майже кожного типу комбікорму для тварин, таких як жуйні тварини, свійська птиця та аквакультура. Тому, щоб задовольнити підвищений попит на кормові раціони, широко використовується кукурудза. Це збільшило виробництво в глобальному масштабі. Наприклад, за даними ФАО, світове виробництво кукурудзи зросло з 1,14 млрд тонн до 1,16 млрд тонн у 2020 році. Разом з цим, площі під її виробництвом також зросли з 196 млн га в 2019 році до 201 млн га в 2020 році. виробництво, торгівля також заохочується в усьому світі. За даними Міністерства сільського господарства США, світові торговельні поставки кукурудзи в 2021/2022 торговому році склали понад 181 мільйон метричних тонн. Таким чином, зростаючий попит на джерела білка тваринного походження, ймовірно, сприятиме розвитку виробництва та торгівлі кукурудзою на глобальному рівні.
5. Також, кукурудзу використовують у виробництві етанолу. Зростання важливості використання біопалива сприяє зростанню ринку кукурудзи.
6. Кукурудза є основним кормовим зерном США, на нього припадає понад 95% загального виробництва та використання фуражного зерна. Його вирощують майже на 190 мільйонах гектарів приблизно в 165 країнах з широким розмаїттям і методами управління. На його частку припадає 39% світового виробництва зерна, яке в основному використовується для худоби та корму. Він також широко використовується в промислових цілях, включаючи виробництво етанолу. У той час як кількість польових ферм для

виросування кукурудзи в останні роки зменшилася, площа площі на одну ферму для вирощування кукурудзи зросла.

7. Основним виробником та експортером кукурудзи є США — 31% від світового виробництва. Основним імпортером — Японія [43].

Аналізуючи зернову культуру — рис, можемо підсумувати:

1. Рис є найбільш широко споживаним основним продуктом харчування для більшості населення світу, особливо в Азії, на нього припадає майже 90% виробництва та споживання рису. Рис вирощують у більш ніж 120 країнах, причому на Китай та Індію припадає 50% світового виробництва рису. Це основний продукт харчування більше половини населення світу, причому найбільшими споживачами є азійські регіони, країни Африки та Південна Америка.
2. Очікується, що розмір ринку рису зросте з 365,57 мільярдів доларів США у 2023 році до 423,80 мільярдів доларів США до 2028 року при середньорічному темпі зростання 3% протягом прогнозованого періоду (2023-2028 роки).
3. Азійсько-Тихоокеанський регіон є найбільшим ринком рису. Це пояснюється вищим споживанням на душу населення, виробництвом і населенням регіону. Більшість рису вирощують і споживають в азійському регіоні, від Японії на сході до Пакистану на заході. Рис є другою за життєдіяльністю зерновою культурою після пшениці в Азії. Це культура, яка забезпечує продовольчу безпеку в багатьох країнах Південно-Східної та Східної Азії, що розвиваються.
4. За видами рису, ринок сегментований на: довгозернистий, середньозернистий та короткозернистий. У 2021 році на сектор довгозернистого рису припадало понад 63% загального доходу, отриманого на світовому ринку рису. Глобальний попит на спеціальні сорти рису, такі як жасмин та басматі, сприяє розширенню ринку. Крім того, попит на їжу з високим вмістом клітковини та низьким вмістом солі виріс внаслідок

зростання занепокоєння споживачів здоров'ям. Доступність рису як зручного, корисного продукту харчування для клієнтів через канали роздрібної торгівлі є причиною розширення ринку. Головною рушійною силою розширення ринку є зростання наявного доходу споживачів, а також зростання популярності та попиту на фастфуд.

5. Основні компанії на ринку рису: China National Rice Industry Co., Ltd (China), LT Foods Limited (India), Charoen Pokphand Foods PCL (Тайланд), Indofood Sukses Makmur Tbk PT (Indonesia), BRAC Bank Limited (Bangladesh) [44].

1.4 Концептуальні положення моделювання глобального ринку зерна у контексті продовольчої безпеки

Наступні вчені розглядали концептуальні положення моделювання глобального ринку зерна у своїй роботі.

Професор Петков В., у своїй статті розкриває ситуацію на міжнародному ринку пшениці в ретроспективі з акцентом на попередні три роки. Він досліджує зв'язки між початковими показниками, такими як виробництво, споживання, експорт, імпорт та запаси. Похідні показники вивчаються з метою визначення експортної орієнтації та залежності від імпорту на ринку пшениці. В даному дослідженні було розраховано співвідношення між попитом і пропозицією та пояснено функціонування ринкового механізму. Застосовувався балансовий метод, який є дуже адекватним для емпіричного підтвердження взаємодії попиту, пропозиції та цін. Також було висвітлено найбільш вразливі сучасні питання продовольчої безпеки та надано рекомендації, оскільки сільськогосподарська продукція є дуже важливою для життя людини та викликає велике занепокоєння політиків [45]

Kordzaia, N. & Yegorov, B. аналізують існуючі підходи до визначення поняття «продовольча безпека». На основі цього дослідження сформульовано більш систематичне та розгорнуте визначення цього терміну. Крім того, досліджено законодавство країн світу, спрямоване на вирішення проблеми продовольчої безпеки. У роботі вперше запропоновано механізм формування продовольчого ринку. Було встановлено, що він залежить від впливу міжнародної політики та політичних умов у країні, а також від державного устрою та рівня державного регулювання. Цей механізм включає три основні взаємодоповнюючі елементи: організаційно-економічний механізм виробництва продуктів харчування, ступінь технологічного розвитку та спосіб життя населення. Також розроблено модель формування продовольчої безпеки шляхом формування продовольчих ринків. [46].

Rahimi, Jaber & Smerald, Andrew & Moutahir, Hassane & Khorsandi, Mostafa & Butterbach-Bahl, Klaus у своїй статті розглядають продуктову безпеку у регіоні Близького Сходу та Північної Африки (MENA). Вони визначили, що протягом останнього століття спостерігалось значне зростання населення, яке випереджало інші глобальні регіони, що призвело до надмірної залежності від імпорту продовольства. Як наслідок, він став сильно залежним від імпорту зерна, що робить регіон вразливим до перебоїв у торгівлі (наприклад, через російсько-українську війну). В статті вони кількісно оцінюють важливість імпортованих зернових для дієтичного білка та енергії та визначають рівень скорочення імпорту, за якого країнам загрожує сильний голод. Даний аналіз показує, що в регіоні MENA 40% загальної харчової енергії (1261 ккал/душу населення/день) і 63% білка (55 г/душу населення/день) отримують з імпортованих зернових, це включає 164 ккал/душу/день енергії та 11 г/душу/день білка, імпортованого з Росії та України. Якби імпорт із цих країн повністю припинився, регіон зіткнувся б з серйозною проблемою, щоб забезпечити своє населення достатньою кількістю зернових. Це дослідження підкреслює необхідність проактивних заходів для зменшення імпортозалежності у регіоні MENA [47].

Song, Fengjiao & Wang, Shijie & Bai, Xiaoyong & Wu, Luhua & Wang, Jinfeng & Li, Chaojun & Chen, Huan & Luo, Xuling & Xi, Huipeng & Zhang, Sirui & Luo, Guofeng & Yan, Mengqi & Zhen, Qingqing аналізували, чи правильно використовувати в дослідженнях показник площа ріллі, чи потрібно перейти до фактично зібраної площі. Автори зазначали, що хоча площа ріллі вже давно використовується як ключовий показник продовольчої безпеки, проте врожайність зерна залежить не тільки від площі посівної землі. Результати показали, що з 1992 року по 2004 рік світова площа посівних угідь збільшилася на 840 200 км² (99,4%), але врожайність зерна зросла лише на 310 млн т (29,1%), а з 2004 року по 2015 рік площа посівних угідь зменшилась на 39 тис. км² (4,64%), але урожайність зерна зросла на 370 млн т (70,84%). Цей результат показав, що врожайність зернових не корелювала лінійно з площею посівних угідь, і визначення порогу захисту орних земель може не гарантувати продовольчу безпеку. У поєднанні з подальшим кореляційним аналізом автори виявили, що збільшення глобальної врожайності зерна було більш тісно пов'язане з площею зібраних урожаїв ($R^2 = 0,94$), що вказує на те, що зібрана площа є більш науковим і точним показником, ніж площа орних угідь з точки зору гарантії продовольчої безпеки. Тому, якщо уряди хочуть забезпечити продовольчу безпеку, вони повинні вибрати новий і точніший показник: зібрана площа, а не площа орних земель. [48].

Chang, Victor & Xu, Qianwen в своїй статті зазначають, що продовольча безпека є стратегічним питанням, що впливає на економічний розвиток і соціальну стабільність, а сільське господарство завжди було в авангарді національного економічного розвитку. Як велика сільськогосподарська країна і країна з великим населенням, виробництво зерна має велике значення для Китаю. Тому для забезпечення національної продовольчої безпеки та сприяння продовольчому управлінню у прийнятті наукових та ефективних рішень актуальним є вивчення закону дисперсії у виробництві зерна та здійснення точного прогнозу тенденції його розвитку. В даній статті показано побудову ступінчастої регресійної моделі і регресії головних компонентів для аналізу

факторів, що впливають на врожайність зерна відповідно, і порівнюється ці дві моделі з точки зору їх точності прогнозу. Після проведення двох регресій, автори роблять висновок, що обидві моделі ідеально пояснюють дисперсію врожайності зерна, але з точки зору точності прогнозу, регресія головного компонента є більш ефективною, ніж ступінчаста лінійна регресія [49]

Xu, Jiahao & Tang, Sai & Li, Pengyan & Zhang, Hexu на основі літературного огляду факторів впливу та методів прогнозування виробництва зерна, емпіричного аналізу факторів впливу на виробництво зерна в Китаї виконаний за допомогою методу регресії повної підмножини, методу панельної регресії та методу регресії LASSO, прийшли до наступних висновків:

1. Збільшення врожайності зернових культур є основною причиною збільшення виробництва зерна.
2. Використання сільськогосподарських добрив та збільшення споживання електроенергії на селі є рушійними факторами збільшення виробництва зерна.
3. Вплив загальної потужності сільськогосподарської техніки обмежений.
4. Стихійні лиха мають певний негативний вплив на виробництво продуктів харчування [50].

Таким чином на основі проведеного аналізу можна виокремити в якості основних показників розвитку глобального ринку зерна обсяги експорту та імпорту зернових культур за країнами світу, які обумовлюються обсягами виробництва зернових за країнами, враховуючи, що виробництво зерна визначається зібраною площею та врожайністю для моделювання розвитку глобального ринку зерна розглядатимуться наступні показники:

- Зібрана площа.
- Врожайність.
- Виробництво.
- Імпорт.
- Експорт.

Будемо розглядати перелічені показники для основних зернових культур: пшениці, кукурудзи та рису.

За допомогою економетричних моделей буде досліджено фактори, що впливають на врожайність зернових культур та проаналізовано динаміку обраних показників розвитку глобального ринку зерна протягом 1960-2021 років. За допомогою методів факторного та кластерного аналізу будуть визначені групи країн за рівнем продовольчої безпеки, для дослідження будуть використовуватись дані ФАО за 125 країнами світу за період з 2000 по 2020 роки [5-8].

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА ПІДГРУНТІ ПАНЕЛЬНИХ РЕГРЕСІЙ

2.1 Застосування панельних регресій для дослідження факторів врожайності зернових культур

Для визначення факторів, які впливають на врожайність зернових культур застосовуватимуться моделі панельних регресій.

Панельні регресії [51]:

Панельні регресії базуються на панельних даних, які комбінують просторові дані (cross-sectional data) з даними, що представляють часові ряди (time-series data). Завдяки цій специфічній структурі, вони дозволяють розробляти більш глибокі та значущі моделі, що дають відповіді на запитання, недосяжні для моделей, що базуються лише на обмеженому обсязі даних за конкретний момент часу. Зокрема, панельні дані дають змогу аналізувати та враховувати індивідуальні відмінності між економічними одиницями, що неможливо реалізувати за допомогою стандартних регресійних моделей.

Узагальнена модель панельних даних може бути представлена наступним чином:

$$y_{it} = \alpha + \alpha_1 x_{1it} + \alpha_2 x_{2it} + \dots + \alpha_m x_{mit} + \varepsilon_{it}, \quad (2.1)$$

де y_{it} – значення залежної змінної для i -го об'єкта у t -й період часу, α та α_j – невідомі параметри моделі, x_{jit} – значення j -го фактора для i -го об'єкта у t -період часу, ε_{it} – значення випадкової величини; $i = \overline{1, n}$; $t = \overline{1, T}$; $j = \overline{1, m}$.

Моделі панельних регресій можна поділити на моделі з фіксованими ефектами та моделі з випадковими ефектами. Відмінність між ними полягає у тому, як вони трактують виділені компоненти збурень: у першому випадку вони розглядаються як фіксовані, а у другому - як випадкові.

Модель з фіксованими ефектами може бути записана у виді:

$$y_{it} = \mu_i + \alpha_1 x_{1it} + \alpha_2 x_{2it} + \dots + \alpha_m x_{mit} + u_{it}. \quad (2.2)$$

Якщо припускається, що μ_i можуть тлумачитися як реалізація незалежних від X_{it} випадкових величин, то модель (1) належить до класу стандартних моделей панельних даних з випадковими ефектами. У моделях з випадковими ефектами перетини μ_i тлумачаться як випадкові величини, що мають нульове математичне сподівання, а збурення u_{it} припускаються некорельованими для різних періодів часу.

За такими припущеннями модель з випадковими ефектами має вигляд:

$$y_{it} = \alpha + \alpha_1 x_{1it} + \alpha_2 x_{2it} + \dots + \alpha_m x_{mit} + \mu_i + u_{it}, \quad (2.3)$$

Важливою задачею при побудові економетричних моделей є вибір факторів, що мають впливати на залежний показник. У роботах Stoicea, Paula & Chiurciu, IA & Soare, Elena & Adina, Iorga & Dinu, Toma & David, Livia & Micu, Marius & Smedescu, Dragos & Dumitru, Eduard та Saitoh, Kuniyuki & Kuroda, Toshiro & Kumano, Seiichi [52, 53] аналізувався вплив пестицидів та мінеральних добрив на врожайність.

Розглянемо основні теоретичні аспекти впливу добрив та пестицидів на врожайність зернових культур

Так як кількість населення з кожним роком зростає, кількість можливих полів для вирощування зернових не змінюється в кращому випадку, а в гіршому, через виснаження ґрунту, навіть зменшується, кліматичні умови, в багатьох регіонах далекі від оптимальних, виробництво зернових, без використання допоміжних засобів не змогло б покрити потреби населення. Тому, протягом

останніх століть людство активно створює все нові та нові добрива та досліджує їх вплив на рослинні культури, ґрунти та здоров'я людини.

Добрива поділяються на органічні та мінеральні залежно від джерела поживних речовин у їхньому складі. Якщо поживні речовини мають рослинне чи тваринне походження, добриво називається органічним чи біологічним субстратом. Сюди відносяться, наприклад, екстракт морських водоростей, біогумус та рибне борошно. Мінеральні добрива одержують із мінералів, що містяться в камені. Існують також суміші з органічних та мінеральних добрив. Вони називаються органомінеральними добривами [54].

Вплив органічних добрив [54]:

При використанні органічних добрив поживні речовини поглинатимуться не тільки корінням рослини, а й системою ґрунту. Система ґрунту складається з різноманітних мікроорганізмів, які відіграють важливу роль у здоровому розвитку вашої культури та утворенні поживних речовин.

Основні органічні добрива: гній, перегній, компост, торф, відходи бродіння.

Основні переваги: менше впливають на ґрунт, ніж мінеральні, не впливають, або навіть покращують смакові властивості зернових, є більш безпечними для кінцевого споживача.

Основні недоліки: великі об'єми, які важко транспортувати, важко регулювати та систематизувати чіткий склад поживних речовин в кожній партії органічних добрив.

Вплив мінеральних добрив [54]:

Поживні речовини, що входять до складу мінеральних добрив, відразу поглинаються кореневою системою і починають діяти швидше, тим самим прискорюючи зростання культури та підвищуючи врожайність. Додаткова перевага мінеральних добрив – це легкість, з якою можна регулювати склад поживних речовин.

Основні органічні добрива: азотні, калійні, фосфор, кальцій, магній, сірка.

Основні переваги: краще збільшують врожайність, ніж органічні, зручні для транспортування.

Основні недоліки: більш негативно впливають на ґрунт та здоров'я кінцевого споживача.

Так як виробництво, транспортування та вживання органічних добрив в кожному регіоні, та кожній країні дослідити майже не можливо, так як їх використовують в рази менше, ніж мінеральні, дослідимо основні види мінеральних добрив.

Азот. Враховуючи азот як основний елемент росту рослин, його вплив на урожайність та якість зерна є найсуттєвішим. Азот, входячи до складу амінокислот, утворює білок - основну складову клітинної протоплазми, що є матеріальною основою життєвих процесів. Також він бере участь у формуванні нуклеїнових кислот, хлорофілу, ферментів та вітамінів.

Азот сприяє розвитку кореневої системи та надземної маси рослин, подовжує період вегетації та активізує фотосинтез, що сприяє покращенню якості зерна. На ранніх стадіях росту пшениці азот засвоюється найбільш інтенсивно, однак його використання восени є невеликим. Надлишок азоту в цей період може вплинути на зимостійкість рослин та спричинити переростання, підвищуючи схильність до захворювань та вилягання.

Недостатність азоту сповільнює ріст, призводить до блілого забарвлення листя та впливає на формування органів пшениці, зокрема кущіння та кількість квіток у колосі.

У зв'язку з цим, додаткове підживлення азотом на різних етапах вегетації може значно вплинути на кількість та якість врожаю пшениці. Особливо важливо внесення азотних добрив на бідних ґрунтах з низькою родючістю, де це має ключове значення для формування високих показників урожайності, особливо за наявності достатнього калійного та фосфорного харчування [55].

Подивимось, на використання азотних добрив, кожним із регіонів світу (рис. 2.1)

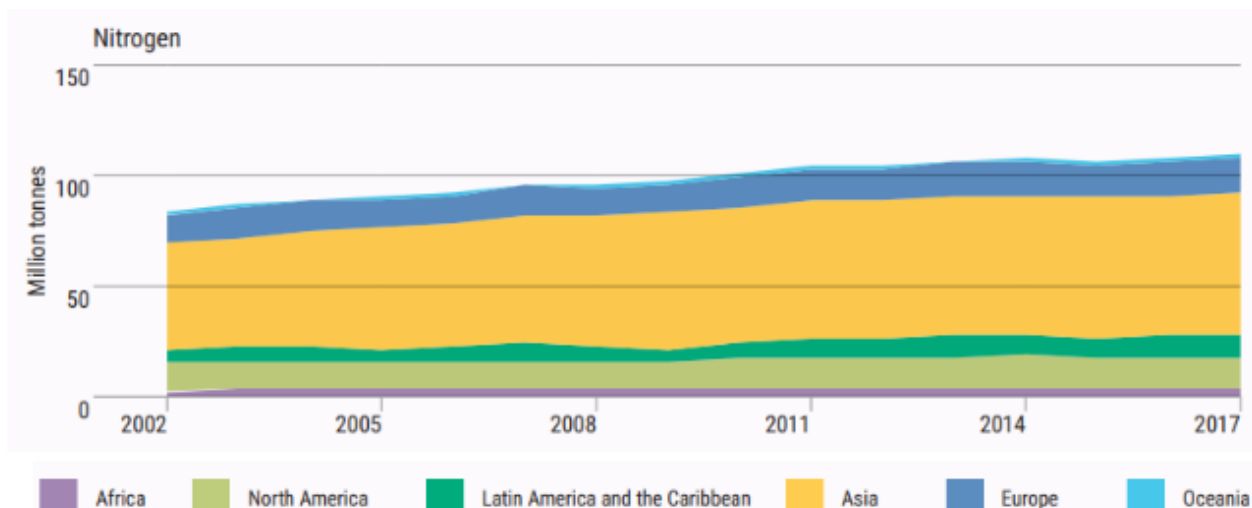


Рисунок 2.1 - Використання азотних добрив в сільському господарстві 2002-2017 рр.

Джерело: [56]

Як ми бачимо, кожний рік вноситься сумарно більше 100 млн. тон. азотних добрив. Найбільше вносить Океанія, Європа та Азія. В рази менше — Північна та Південні Америки та Африка, і це не дивлячись на те, що Африка, другий регіон в світі за кількість недоїдаючих. Тобто економічно не всі регіони можуть собі дозволити купівлю добрив.

Фосфор. Для оптимального розвитку на всіх фазах росту зернових культур необхідна належна кількість фосфору. Цей елемент відіграє ключову роль у синтезі білків, що утворюють клітинне ядро. Його відсутність може сповільнити синтез нуклеїнових кислот і обмежити поділ клітин. Фосфор також активно бере участь у перенесенні енергії, диханні та фотосинтезі, входячи до складу сполук, що накопичують багато енергії. Його достатня наявність дозволяє ефективніше використовувати азот та підвищує інтенсивність фотосинтезу, сприяючи кращому використанню ґрунтової вологи.

Зернові культури потребують фосфору на всіх етапах росту та на будь-яких типах ґрунтів. Значна частина його засвоюється ще на початкових стадіях проростання насіння. Недостатність фосфору на цьому етапі не компенсується збільшенням його кількості на пізніших стадіях росту, що може призвести до втрати урожаю. Інфраструктура фосфорних добрив, які у великій мірі

випускаються у вигляді малорозчинних форм, рекомендується вносити під час основної обробки ґрунту. Найбільша потреба в фосфорі відчутна на період від початку виходу в трубку до цвітіння, коли рослини активно накопичують його запас для наливу зерна.

Фосфор сприяє усім життєвим процесам рослин, впливаючи на рівномірність сходів, активуючи розвиток кореневої системи й укорінення. Внаслідок використання фосфорних добрив у рослин накопичується більше захисних речовин, збільшується концентрація клітинного соку, що позитивно впливає на морозостійкість та зимостійкість рослин. Рослини стають більш стійкими до вилягання та хвороб, ефективніше використовуючи азотні добрива та швидше досягають зрілості. Фосфор також сприяє більш енергійному куцінню, збільшує густину продуктивних стебел та кількість зерен у колосі, а також їхню довжину.

Низька температура ґрунту ($<10^{\circ}\text{C}$) може призвести до недостатнього засвоєння рослинами фосфору, навіть при достатній його кількості у ґрунті. Підвищення температури ґрунту на 1°C може збільшити вміст фосфору у ґрунтовому розчині на 1-2%. Його засвоєння рослинами може відбуватися через дифузію, взаємодію з кореневою системою та надходження водою. Нестача вологи може ускладнити засвоєння фосфору з ґрунту, однак він має властивість рухатися в рослині від старих до молодих органів та використовуватися повторно (реутилізація). Тому внесення фосфорних добрив на глибину 10-20 см є ефективним, оскільки він малорухливий та не вимивається у глибші шари ґрунту [55].

Подивимось, на використання фосфатних добрив, кожним із регіонів світу (рис. 2.2)

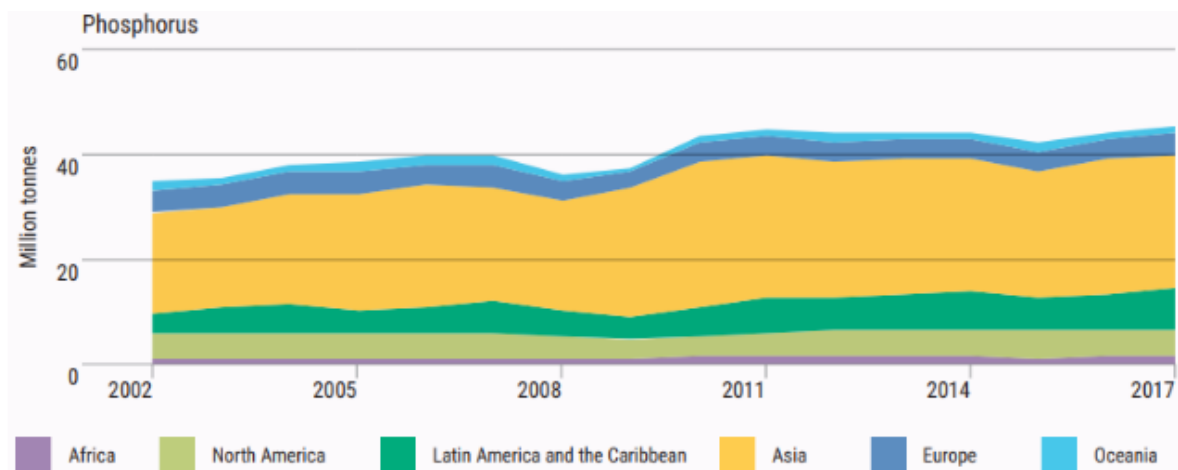


Рисунок 2.2 - Використання фосфорних добрив в сільському господарстві з 2002-2017 рр.

Джерело: [56]

Як ми бачимо, кожний рік вноситься сумарно більше 40 млн. тон. фосфоринх добрив, що більше ніж вдвічі менше азотних. Найбільше вносить Океанія, Європа та Азія. В рази менше — Північна та Південні Америки та Африка, що також вказує на нерівномірність розподілу мінеральних добрив, які можуть в рази покращити ситуацію із продовольчою безпекою в країнах Африки.

Калій. Роль калію у житті рослин має різноманітні аспекти. Він активує ферменти, необхідні для синтезу білків та накопичення цукру, що підвищує стійкість рослин до морозів, холоду та грибкових захворювань.

Вплив калію сприяє формуванню розвиненої кореневої системи, покращує кущіння і розвиток стійкої стеблини, запобігаючи вилягання рослин. Забезпеченість калієм допомагає зменшити негативний вплив перевищення азотних добрив, сприяє нормальному фотосинтезу та підвищує стійкість до посухи. Калій бере участь у всіх обмінних процесах, сприяє переміщенню вуглеводів з вегетативних органів до колосу, що сприяє наливу зерна та підвищує його розмір і якість.

Пшениця активно засвоює калій від початку проростання до цвітіння, особливо інтенсивно - на стадіях виходу в трубку та колосіння. Максимальна його кількість накопичується в рослинах пшениці під час цвітіння.

Калійні добрива вносять разом із фосфорними під час основної обробки ґрунту для забезпечення перемішування належних кількостей на глибину орного шару. Ефективність азотних, фосфорних та калійних добрив значно залежить від кислотності ґрунту.

Калій є запобіжним чинником для збереження врожаю в умовах холодної погоди. Він переміщується в рослині від старшого листа до молодого (реутилізація), тому нестача калію спершу виявляється на старшому листі. Частково він може вимиватися з ґрунту.

Зайва кількість калію може обмежувати засвоєння кальцію та магнію. Зменшення кількості калію в клітинах рослин та збільшення вмісту кальцію може спричинити старіння тканин [55].

Подивимось, на використання калійних добрив, кожним із регіонів світу (рис. 2.3).

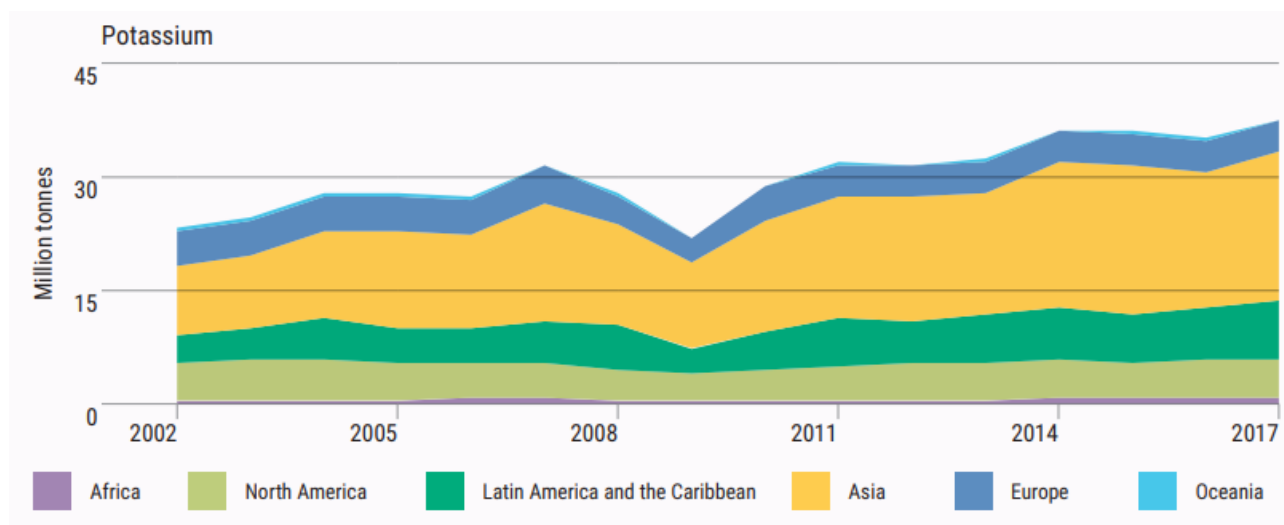


Рисунок 2.3 - Використання калійних добрив в сільському господарстві з 2002-2017 рр.

Джерело: [56]

Як ми бачимо, кожний рік вноситься сумарно близько 40 млн. тон. калійних добрив, тобто, в останні роки, приблизно стільки ж, як і фосфорних. Найбільше вносить Океанія, Європа та Азія. В рази менше — Північна та Південні Америки та Африка.

Норми внесення добрив

Норми внесення добрив для різних культур можуть варіюватися в залежності від конкретних умов вирощування, типу ґрунту, кліматичних умов, сортів рослин, а також рекомендацій від місцевих агрономів та дослідницьких установ.

Проте, загальні рекомендації щодо норм внесення добрив для пшениці, кукурудзи та рису, виглядають так [55]:

Пшениця:

- Азотні добрива - загальна норма азоту для пшениці становить приблизно 100-150 кг/га. Її розділяють на кілька додаткових нормативів, які вносяться на різних стадіях розвитку рослин.
- Фосфорні добрива - зазвичай рекомендують вносити близько 60-100 кг/га фосфору у вигляді фосфатних добрив.
- Калійні добрива - норми внесення калію можуть бути приблизно 60-120 кг/га в залежності від умов вирощування.

Кукурудза:

- Азотні добрива - кукурудза вимагає значно більше азоту, приблизно 150-250 кг/га.
- Фосфорні добрива - норма фосфору може бути подібною до пшениці, близько 60-100 кг/га.
- Калійні добрива - аналогічно до пшениці, норми калію можуть бути 60-120 кг/га.

Рис:

- Азотні добрива - загалом від 100 до 150 кг/га азоту.
- Фосфорні добрива - приблизно 50-80 кг/га фосфору.
- Калійні добрива - приблизно 50-100 кг/га калію.

Вплив добрив на здоров'я людини [на основі 57 -58]:

1. Один із основних ризиків для здоров'я, спричинених хімічними добривами, може статися через макроелементи рослин, які вони містять, зокрема азот, калій і фосфор. Проблема з хімічними добривами полягає в тому, що вони

можуть проникати в ґрунт і через стоки потрапляти до ґрунтових і навіть поверхневих вод, таких як річки та озера, що може призвести до забруднення. Азот може залишатися у воді протягом кількох років, що може містити надмірні рівні нітратів і нітритів. Вода, забруднена нітратами та нітритами, може спричинити захворювання крові під назвою метгемоглобінемія, також відоме як «синдром синього малюка» (який може привести до коми і навіть смерті).

2. Нещодавнє дослідження також виявило зв'язок між збільшенням кількості нітратів у навколишньому середовищі та нашої їжі зі збільшенням смертності від хвороби Альцгеймера та цукрового діабету. Це пов'язано з впливом на людину хімічної реакції між нітритами, які активно використовуються в добривах, і вторинними амінами або білками, що потім викликають пошкодження ДНК, що може призвести до посиленої дегенерації клітин і навіть смерті.
3. Інший великий ризик для здоров'я, пов'язаний із надмірним використанням синтетичних добрив, полягає в тому, що це може збільшити ризик розвитку раку. Дослідження пов'язують високий рівень нітрату натрію в ґрунтових водах з раком шлунка. Синтетичні добрива також потенційно можуть збільшити ризик смерті від різних типів раку до шести разів. До них відносяться рак простати, рак головного мозку, неходжкінська лімфома та лейкоз.

Вплив добрив на навколишнє середовище [на основі 59]:

1. Надмірне використання неорганічних добрив у всьому світі пов'язане з накопиченням забруднювальних речовин, таких як кадмій, миш'як, свинець, ртуть і фтор, у сільськогосподарських ґрунтах.
2. Створення процесу евтрофікації, під час якого водойма отримує надлишкову кількість поживних речовин, таких як азот і фосфор, що в основному відбувається через діяльність людини, яка спричиняє надходження цих поживних речовин у океан. Цей процес створює «мертву

зону». Поживні речовини сприяють зростанню надмірної кількості водних рослин до такої міри, що коли вони гинуть, процес розкладання споживає кисень, необхідний риbam та іншим морським мешканцям для виживання.

Економічні аспекти використання добрив [на основі 56]:

1. Дослідження показали, що використання добрив у більшості випадків економічно вигідно, але може бути і збитковим. В Африці, Азії та Латинській Америці вартість додаткових урожаїв, отриманих за рахунок використання добрив, більш ніж удвічі перевищувала вартість добрив, внесених у багатьох експериментах із зерновими. Однак у деяких випадках вартість добрив перевищувала або дорівнювала вартості додаткового врожаю. Емпіричне правило полягає в тому, що збільшення вартості продукції має як мінімум удвічі перевищувати вартість добрив, перш ніж фермер розгляне можливість використання добрив.
2. В 2020 році виручка від продажу неорганічних добрив склала 151 млрд. дол. США.
3. Добрива сприяють збільшенню виробництва продуктів харчування в світі. Ерісман та ін. (2008) підраховали, що у 2008 році азотні добрива, забезпечували харчуванням близько 48 відсотків населення світу. Вони дійшли висновку, що життя приблизно половини населення світу стало можливим завдяки використанню цих добрив. Але при цьому вміст поживних мікроелементів в їжі скорочується, що по оцінкам вченим, спровокувало те, що 2 мільярда людей в світі страждають від дефіциту мікроелементів (в основному це дефіцит заліза, цинку, йоду та селену).
4. Через розголос впливу добрив на здоров'я людини, все більше і більше людей намагаються перейти на органічну їжу, на жаль даний тренд зараз розвивається лише в розвинених країнах.

Пестициди. Протягом століть люди намагались винайти різні способи боротьби зі шкідниками та бур'янами. Такі способи, як осушення боліт, прополювання, пастки для шкідників і сітки від комах, можуть вважатися

класичними і застосовуються досі. Однак, сьогодні цю проблему намагаються вирішувати за допомогою пестицидів. З кожним днем питання їх розміщення та утилізації стає дедалі актуальнішим. Шкода, завдана отрутохімікатами живій природі, не піддається точній оцінці. Але з абсолютною впевненістю можна сказати, що вона величезна [60].

Пестициди поділяють на групи залежно від того, які організми вони вражають, можна виділити, такі основні види [60]:

- гербіциди застосовують проти бур'янів;
- бактерициди – проти бактерій;
- фунгіциди – проти паразитичних грибів;
- альгіциди – проти водоростей,
- інсектициди - проти комах,
- акарициди - проти кліщів,
- родентициди - проти гризунів,
- авіциди - проти птахів .

Зазвичай пестициди є отрутою, але не завжди, до них також відносяться десиканти (що висушують організм бур'яну) та регулятори росту. [60].

Застосування пестицидів дозволяло не лише отримувати стабільні врожаї, а й обмежувати поширення інфекцій, що передаються тваринами-переносниками, наприклад, малярії та висипного тифу. Проте непередумане використання пестицидів має негативні наслідки. Воно веде до появи стійких до них видів організмів, особливо серед комах; губить хижаків (природних ворогів шкідників) та інших корисних тварин. Забруднюючи довкілля, пестициди загрожують і людині: зараз їх виявляють навіть у ґрунтових водах [60].

Зростаюча тривога стосовно використання пестицидів призвела до розробки правил в їхньому застосуванні, що прийняті в індустріальних країнах. Ці правила охоплюють всі аспекти обробки цих засобів: транспортування,

зберігання, утилізацію порожніх контейнерів, допустимі залишкові кількості та інші аспекти [60].

Хоча за кількістю назв у продаж надходить найбільше різних інсектицидних препаратів, за кількістю лідирують гербіциди та інсектициди [60].

Застосування пестицидів продовжує зростати, і ця тенденція, мабуть, збережеться і надалі (рис. 2.4.).

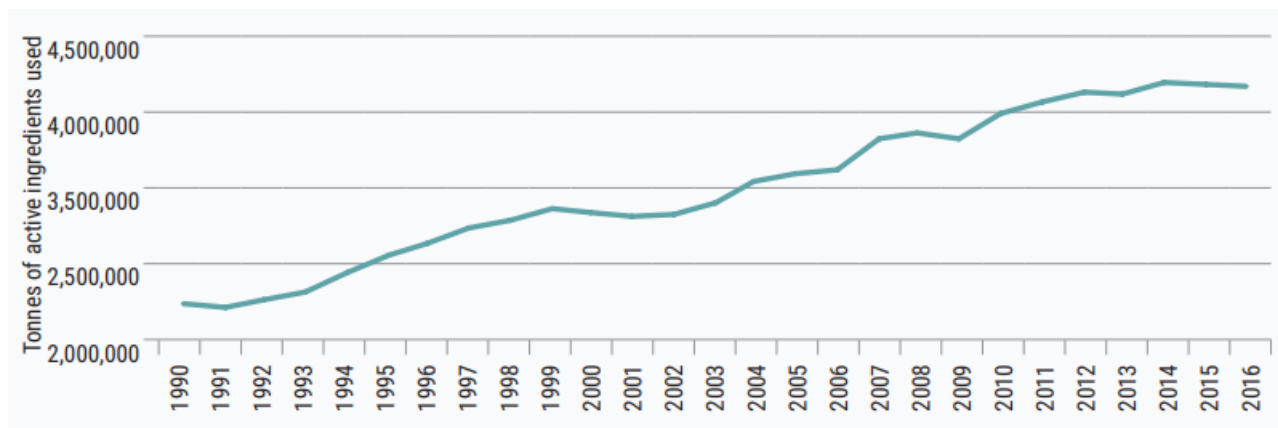


Рисунок 2.4 - Глобальне використання пестицидів у сільському господарстві.

Джерело: [56]

Як ми бачимо, на 2016 р. зафіксовано використання 4,25 млн. тон пестицидів всіх видів. І не зважаючи на те, що вже доказово встановлений їх згубний вплив, як на навколишню середу, так і на цілі екосистеми, поки що використання пестицидів є як економічно вигідним для використання, так і технічно. Адже користь при боротьбі із різними шкідниками, поки що в рази більша, для забезпечення продуктової безпеки регіонів, чим, хоч і вже помітна, але все ще повільна смерть екосистеми і негативний вплив на здоров'я людини, як на кінцеву ланку, в даному ланцюзі.

2.2 Визначення впливу пестицидів на врожайність зернових на підґрунті панельних регресій

Згідно аналізу, представленому у пункті 2.1, були обрані наступні фактори для побудови економетричних моделей:

В даній частині роботи був проаналізований вплив пестицидів:

Незалежні змінні:

1. fungicides — обсяги використання у сільському господарстві країни фунгіцидів та бактерицидів (т) .
2. fungseed — обсяги використання у сільському господарстві країни фунгіцидів для обробки насіння (т).
3. herbicides - обсяги використання у сільському господарстві країни гербіцидів (т).
4. insecticides - обсяги використання у сільському господарстві країни інсектицидів (т).
5. insectseed - обсяги використання у сільському господарстві країни інсектицидів для обробки насіння (т).
6. rodenticides - обсяги використання у сільському господарстві країни родентицидів (т).

В якості залежної змінної, розглядалась:

В моделі 1 — prodwheat — врожайність пшениці (т/га).

В моделі 2 — prodcorn — врожайність кукурудзи (т/га).

В моделі 3 — prodcorn — врожайність рису (т/га).

Для побудови панельних регресій використовувались дані за період 1990 - 2020 роки за субрегіонами. Опис субрегіонів наведено в Додатках А.

Моделі побудовані за допомогою програмного пакету: STATA.

Були побудовані наступні моделі панельних регресій:

1. Fixed effects or within estimator.
2. Random effects estimator

Тест, за яким перевірялась краща модель: Тест Хаусмана.

При аналізі впливу добрив та пестицидів на врожайність пшениці, за тестом Хаусмана, кращою виявилась модель Random effects estimator (рис. А.1), яка показала наступні результати (рис. 2.5):

1. Модель значима.
2. R^2 – within = 11.7 % , between = 12.96% , overall = 12.79% .
3. За t-stat – значимими є змінні fungicides, insecticides та rodenticides, незначимі - fungseed, herbicides та insectseed.
4. При обробці полів fungicide та insecticides врожайність зростає, при обробці rodenticides — зменшується .
5. Відсоток варіації, який пояснюється рандомним ефектом складає — 92,43%.

Random-effects GLS regression			Number of obs = 608			
Group variable (i): id_region			Number of groups = 19			
R-sq: within = 0.1168			Obs per group: min = 32			
between = 0.1296			avg = 32.0			
overall = 0.1279			max = 32			
Random effects u_i ~ Gaussian			Wald chi2(6) = 79.65			
corr(u_i, X) = 0 (assumed)			Prob > chi2 = 0.0000			
theta = .94950642						
prodwheat	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
fungicides	.000012	2.70e-06	4.44	0.000	6.70e-06	.0000173
fungseed	.0002654	.0001481	1.79	0.073	-.0000249	.0005557
herbicides	-1.01e-06	7.69e-07	-1.32	0.187	-2.52e-06	4.92e-07
insecticides	4.66e-06	2.14e-06	2.18	0.029	4.74e-07	8.85e-06
insectseed	3.28e-06	.0000187	0.18	0.861	-.0000334	.0000399
rodenticides	-.0000549	.0000182	-3.01	0.003	-.0000906	-.0000192
_cons	2.409846	.3826426	6.30	0.000	1.659881	3.159812
sigma_u	1.647585					
sigma_e	.47120875					
rho	.92438887	<fraction of variance due to u_i>				

Рисунок 2.5- Вплив пестицидів на врожайність пшениці при Random effects estimator

Джерело: розроблено автором на основі [5,8].

При аналізі впливу добрив та пестицидів на врожайність кукурудзи, за тестом Хаусмана, кращою виявилась модель Fixed effects or within estimator (рис. А.2), яка показала наступні результати (рис. 2.6):

1. За F-stat – модель значима
2. R^2 – within = 15,35% , between = 9,42% , overall = 10,17%
3. За t-stat – значимими є змінні fungicides, fungseed, insecticides та rodenticides, незначимі - herbicides та insectseed.

4. При обробці полів fungicides, fungseed та insecticides врожайність зростає, при обробці rodenticides — зменшується
5. Відсток варіації, який пояснюється фіксованим ефектом складає — 82,85%.

```

* Fixed effects or within estimator
xtreg $ylist $xlist, fe

```

Fixed-effects (within) regression		Number of obs = 640	
Group variable (i): id_region		Number of groups = 20	
R-sq: within = 0.1535		Obs per group: min = 32	
between = 0.0942		avg = 32.0	
overall = 0.1017		max = 32	
corr(u_i, Xb) = -0.1837		F(6,614) = 18.56	
		Prob > F = 0.0000	

prodcorn	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
fungicides	.000029	6.14e-06	4.72	0.000	.0000169 .0000411
fungseed	.0009014	.0003309	2.72	0.007	.0002515 .0015514
herbicides	-1.15e-06	1.75e-06	-0.66	0.509	-4.58e-06 2.27e-06
insecticides	.0000102	4.81e-06	2.11	0.035	7.11e-07 .0000196
insectseed	7.01e-07	.0000418	0.02	0.987	-.0000814 .0000828
rodenticides	-.0001155	.0000409	-2.82	0.005	-.0001959 -.0000351
_cons	3.165346	.1343511	23.56	0.000	2.901502 3.429189

sigma_u	2.311376				
sigma_e	1.0515885				
rho	.82850694	<fraction of variance due to u_i>			

F test that all u_i=0:	F(19, 614) = 114.17	Prob > F = 0.0000
------------------------	---------------------	-------------------

Рисунок 2.6 - Вплив пестицидів на врожайність кукурудзи при Fixed effects or within estimator

Джерело: розроблено автором на основі [5,8].

Аналізуючи фіксовані ефекти бачимо, що в топ — позитивних фіксованих ефектів входять наступні регіони: Північна Америка, Західна Європа, Австралії та Нової Зеландії, тобто країни де на рекордну врожайність впливає клімат та науково-технічний прогрес.

В топ — негативних регіонів по фіксованим ефектам входять: Карибський басейн, Середня Африка, та Південна Америка, скоріш за все через посушливий клімат.

При аналізі впливу добрив та пестицидів на врожайність рису, за тестом Хаусмана, кращою виявилась модель Random effects estimator (рис. А.3), яка показала наступні результати (рис. 2.7):

1. Модель значима.
2. R^2 – within = 25,05 % , between = 7,82% , overall = 9,46% .

3. За t-stat – значимими є змінні fungicides, fungseed, незначимі - herbicides, insecticides, insectseed та rodenticides.
4. При обробці полів fungicides та fungseed врожайність зростає.
5. Відсток варіації, який пояснюється рандомним ефектом складає — 92,85%.

```

. * Random effects estimator
. xtreg $ylist $xlist, re theta

```

Random-effects GLS regression		Number of obs	=	608
Group variable (i): id_region		Number of groups	=	19
R-sq: within	= 0.2505	Obs per group: min	=	32
between	= 0.0782	avg	=	32.0
overall	= 0.0946	max	=	32
Random effects u_i ~ Gaussian		Wald chi2(6)	=	196.96
corr(u_i, X)	= 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000
theta	= .9510157			

prodrice	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
fungicides	.000025	3.88e-06	6.43	0.000	.0000174 .0000326
fungseed	.0006771	.0002224	3.04	0.002	.0002411 .001113
herbicides	1.44e-06	1.11e-06	1.30	0.192	-7.25e-07 3.61e-06
insecticides	-2.44e-06	3.07e-06	-0.79	0.427	-8.45e-06 3.57e-06
insectseed	-.0000149	.0000269	-0.55	0.580	-.0000677 .0000379
rodenticides	-.0000367	.0000261	-1.41	0.160	-.000088 .0000145
_cons	3.683192	.5651963	6.52	0.000	2.575428 4.790957

sigma_u	2.4398967
sigma_e	.67690072
rho	.92853318

<fraction of variance due to u_i>

Рисунок 2.7 - Вплив пестицидів на врожайність рису при Random effects estimator

Джерело: розроблено автором на основі [5,8].

2.3 Дослідження впливу добрив на врожайність зернових за допомогою моделей панельних даних з фіксованими ефектами

Згідно аналізу, представленому у пункті 2.1, були обрані наступні фактори для побудови економетричних моделей:

В даній частині роботи був проаналізований вплив добрив:

Незалежні змінні:

1. nitrogen - обсяги використання у сільському господарстві країни азотних добрив (кг/га) .
2. phosphate - обсяги використання у сільському господарстві країни фосфатних добрив (кг/га) .
3. potassium - обсяги використання у сільському господарстві країни калійних добрив (кг/га).
4. pesticides обсяги використання у сільському господарстві країни пестицидів (кг/га).

В якості залежної змінної, розглядалась:

В моделі 1 — prodwheat — врожайність пшениці (т/га).

В моделі 2 — prodcorn — врожайність кукурудзи (т/га).

В моделі 3 — prodcorn — врожайність рису (т/га).

Для побудови панельних регресій використовувались дані за період 1990 - 2020 роки по країнам.

Моделі побудовані за допомогою програмного пакету: STATA.

Були побудовані наступні моделі панельних регресій:

1. Fixed effects or within estimator.
2. Random effects estimator.

Тест, за яким перевірялась краща модель: Тест Хаусмана.

При аналізі впливу добрив та пестицидів на врожайність пшениці, за тестом Хаусмана, кращою виявилась модель Fixed effects or within estimator (рис. А.4), яка показала наступні результати (рис. 2.8):

- За F-stat – модель значима
- R^2 – within = 1,84 % , between = 17,68% , overall = 15,65%
- За t-stat – значимими є змінні nitrogen, pesticides, незначимі - phosphate та potassium.

- При обробці полів при обробці полів азотними добривами врожайність зростає (при збільшенні на 1 кг/га добрива врожайність зростає на 0,002т/га)
- При обробці полів при обробці полів пестицидами врожайність зростає (при збільшенні на 1 кг/га добрива врожайність зростає на 0,04т/га)
- Відсоток варіації, який пояснюється фіксованим ефектом складає — 89,61%.

```

. * Fixed effects or within estimator
. xtreg $ylist $xlist, fe

```

Fixed-effects (within) regression		Number of obs = 2625	
Group variable (i): id_region		Number of groups = 125	
R-sq: within = 0.0184		Obs per group: min = 21	
between = 0.1768		avg = 21.0	
overall = 0.1565		max = 21	
corr(u_i, Xb) = 0.2791		F(4,2496) = 11.71	
		Prob > F = 0.0000	

prodwheat	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
nitrogen	.002148	.0007005	3.07	0.002	.0007745 .0035216
phosphate	.0023061	.0015115	1.53	0.127	-.0006578 .00527
potassium	-.0003786	.0008858	-0.43	0.669	-.0021157 .0013585
pesticides	.0444538	.0104263	4.26	0.000	.0240087 .0648989
_cons	2.752371	.0453221	60.73	0.000	2.663498 2.841244

sigma_u	1.8118727				
sigma_e	.61694262				
rho	.89610533	<fraction of variance due to u_i>			

F test that all u_i=0:	F(124, 2496) = 129.40	Prob > F = 0.0000
------------------------	-----------------------	-------------------

Рисунок 2.8 - Вплив добрив та пестицидів на врожайність пшениці при Fixed effects or within estimator

Джерело: розроблено автором на основі [5,7].

Аналізуючи фіксовані ефекти, ми можемо побачити, наскільки сильний вплив інших факторів, що не входять до регресорів. В топ-20 країн із позитивними фіксованими ефектами входять країни, де скоріш за все основним впливом на врожайність пшениці є клімат (Ірландія, Бельгія, Нова Зеландія) та науково технічні досягнення — наприклад використання сучасних теплиць із контролем клімату (Саудівська Аравія та Нідерланди). В топ-20 країн із негативними фіксованими ефектами, входять країни де дія посушливого клімату настільки сильна, що поки що не може нівелюватись добривами та пестицидами.

Найменші фіксовані ефекти, мають наступні країни: Чорногорія, ПАР, Іспанія, Сполучені Штати Америки та Індія, тобто в даних країнах добрива та пестициди вносять найбільший вклад у врожайність пшениці (рис А.5).

При аналізі впливу добрив та пестицидів на врожайність кукурудзи, за тестом Хаусмана, кращою виявилась модель Fixed effects or within estimator (рис. А.6), яка показала наступні результати (рис. 2.9):

- За F-stat – модель значима.
- R^2 – within = 3,55 % , between = 14,91% , overall = 12,69% .
- За t-stat – значимими є змінні nitrogen, phosphate та pesticides, незначимі - potassium.
- При обробці полів при обробці полів азотними добривами врожайність зростає (при збільшені на 1 кг/га добрива врожайність зростає на 0,013т/га).
- При обробці полів фосфатними добривами врожайність падає (при збільшені на 1 кг/га добрива врожайність зменшується на 0,02т/га).
- При обробці полів при обробці полів пестицидами врожайність зростає (при збільшені на 1 кг/га добрива врожайність зростає на 0,19т/га)
- Відсток варіації, який пояснюється фіксованим ефектом складає — 81,01%.

. * Fixed effects or within estimator						
. xtreg \$ylist \$xlist, fe						
Fixed-effects (within) regression			Number of obs	=	2394	
Group variable (i): id_region			Number of groups	=	114	
R-sq: within	=	0.0355	Obs per group: min	=	21	
between	=	0.1491	avg	=	21.0	
overall	=	0.1269	max	=	21	
corr(u_i, %b) = 0.1636			F(4,2276)	=	20.92	
			Prob > F	=	0.0000	
prodcorn	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
nitrogen	.0130073	.0021091	6.17	0.000	.0088712	.0171433
phosphate	-.0213562	.0045432	-4.70	0.000	-.0302654	-.0124469
potassium	-.0035878	.0026602	-1.35	0.178	-.0088046	.0016289
pesticides	.1936416	.0329917	5.87	0.000	.1289447	.2583386
_cons	4.169595	.1361706	30.62	0.000	3.902563	4.436626
sigma_u	3.7954849					
sigma_e	1.8370822					
rho	.81019339	<fraction of variance due to u_i>				
F test that all u_i=0:		F(113, 2276) =	69.08	Prob > F = 0.0000		

Рисунок 2.9 - Вплив добрив та пестицидів на врожайність кукурудзи при Fixed effects or within estimator

Джерело: розроблено автором на основі [5,7].

Аналізуючи фіксовані ефекти бачимо, що в топ — позитивних фіксованих ефектів входять: Об'єднані Арабські Емірати, Кувейт, Ізраїль, Катар та Іспанія,

тобто країни де на рекордну врожайність впливає клімат та науково-технічний прогрес.

В топ — негативних країн по фіксованим ефектам входять: Есватіні, Швеція, Туркменістан, Колумбія та Ботсвана (рис. А.7).

При аналізі впливу добрив та пестицидів на врожайність рису, за тестом Хаусмана, кращою виявилась модель Fixed effects or within estimator (рис. А.8), яка показала наступні результати (рис. 2.10):

- За F-stat – модель значима
- R^2 – within = 3,59 % , between = 28,83% , overall = 25,4%
- За t-stat – значимими є змінні nitrogen та pesticides, незначимі - phosphate та potassium.
- При обробці полів при обробці полів азотними добривами врожайність зростає (при збільшенні на 1 кг/га добрива врожайність зростає на 0,0055т/га)
- При обробці полів при обробці полів пестицидами врожайність зростає (при збільшенні на 1 кг/га добрива врожайність зростає на 0,049т/га)
- Відсток варіації, який пояснюється фіксованим ефектом складає — 86,35%.

```

. * Fixed effects or within estimator
. xtreg $ylist $xlist, fe

```

Fixed-effects (within) regression		Number of obs	=	1575
Group variable (i): id_region		Number of groups	=	75
R-sq: within	= 0.0359	Obs per group: min	=	21
between	= 0.2883	avg	=	21.0
overall	= 0.2540	max	=	21
corr(u_i, Xb) = 0.3222		F(4,1496)	=	13.92
		Prob > F	=	0.0000

prodrice	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
nitrogen	.0055799	.0014687	3.80	0.000	.0026988 .0084609
phosphate	-.0007507	.0029933	-0.25	0.802	-.0066222 .0051209
potassium	.0046466	.0027376	1.70	0.090	-.0007233 .0100164
pesticides	.0491581	.0152969	3.21	0.001	.0191525 .0791638
_cons	3.698152	.0666541	55.48	0.000	3.567406 3.828897
sigma_u	1.8607913				
sigma_e	.73967309				
rho	.86355047	<fraction of variance due to u_i>			

```

F test that all u_i=0:      F(74, 1496) = 112.79      Prob > F = 0.0000

```

Рисунок 2.10 - Вплив добрив та пестицидів на врожайність рису при Fixed effects or within estimator

Джерело: розроблено автором на основі [5,7]..

Аналізуючи фіксовані ефекти бачимо, що в топ — позитивних фіксованих ефектів входять: Австралія, Єгипет, Сполучені Штати Америки, Греція та Туреччина, тобто країни де на рекордну врожайність впливає в основному клімат, а саме система зрошувальних каналів.

В топ — негативних країн по фіксованим ефектам входять: Ангола, Демократична Республіка Конго, Зімбабве, Мозамбік та Саудівська Аравія, тобто країни із настільки посушливим кліматом, чого рис дуже не любить, що добрива та пестициди тут мало допоможуть (рис. А.9).

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ ЗЕРНА У КОНТЕКСТІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

3.1 Аналіз динаміки ключових показників розвитку глобального ринку зерна

Для дослідження розвитку глобального ринку зерна, проаналізовано динаміку ключових показників за період 1961-2021 років [розроблено автором на основі 5, 6], визначених в розділі 1.4. Розглянемо отримані результати по основним зерновим культурам.

Аналіз динаміки показників пшениці, дозволив зробити такі висновки:

1. Зібрана площа - можна зазначити, що з плином років середня зібрана площа зростає. Присутня певна циклічність. Найбільше садили пшеницю в 1975-1990 рр. На першому місці на 2021 рік - Південна Азія, яка планомірно з кожним роком збільшує площу посівів пшениці, і не дивно, так як являється одним із густонаселених регіонів. На другому місці - Східна Європа, в якій навпаки пік посівів був до 1990 року. На третьому місці - Північна Америка, яка також поступово скорочує площу посівів пшениці, можливо перерозподіляючи землі на інші культури. Всі субрегіони мають гарні погодні умови для вирощення пшениці. Менше всього саджають пшеницю Західна та Центральна Африки, а також Південно-Східна Азія, через максимально несприятливий клімат (рис. Б.1-Б.2).
2. Врожайність - врожайність з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. Врожайність зростає, скоріш за все через удосконалення методів посадки культур, виведенню нових культур, використанню добрив. На

першому місці на 2021 рік - Західна Європа (7 т/га), з сприятливим кліматом та значним науково-технічним прогресом в с/г. На другому місці - Північна Європа (6,2 т/га), яка показує, наскільки можна розвинути галузь с/г, навіть із суворими погодними умовами. На третьому місці - Центральна Америка (5,9 т/га) із гарними погодними умовами. По врожайності, найгірша картина в Західній та центральній Африці — близько 1 т/га (рис. Б.3-Б.4).

3. Виробництво - виробництво з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. Виробництво зростає, через удосконалення методів збільшення врожайності культур (в основному) та збільшенню зібраної площі, в певних регіонах . На першому місці на 2021 рік - Південна Азія. На другому місці - Східна Європа. На третьому місці - Східна Азія. Всі країни мають гарні погодні умови, які надають можливість збирати урожай 2-3 рази на рік. Також, необхідно зазначити, що дані регіони мають як великі зібрані площі, так і середні показники по врожайності (табл. 3.1)).
4. Імпорт - кількість імпорту з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. Кількість імпорту зростає, через зростання виробництва в одних регіонах, та зростання чисельності населення в інших. На першому місці на 2021 рік - Південно-Східна Азія, регіон виробляє в 264 рази менше, чим необхідно, що свідчить про значну залежність від імпорту в самому важливому аспекті виживання - продовольчій безпеці. На другому місці - Західна Азія (основний потік йде в країни Аравійського пів-острова, де переважно пустелі і не має змоги вирощувати пшеницю). Необхідно сказати, що на Азію припадає 425 млн населення, яке недоїдає. На третьому місці - Північна Африка (які виробляють лише 60% необхідної їм пшениці і потребують імпорту). Також значна загроза продуктивній безпеці в Західній та Центральній Африці (виробляють в 84 та в 161 раз менше, чим споживають). Країни Карибського басейну взагалі не вирощують пшеницю і імпортують її повністю, також в 4828 раз більше, чим виробляє імпортує Меланезія, але тут зрозуміло, адже регіон острівний і не з сприятливим

кліматом, що унеможливилює збільшення власного виробництва. Менш всього залежать від чужої волі (в плані продовольчої безпеки пшениці) - Австралія та Нова Зеландія, Північна Америка та Східна Європа (табл. 3.1)).

5. Експорт - кількість експорту з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Східна Європа, яка експортує 44,9% всього виробленого, на другому місці - Північна Америка, яка експортує 67,9% виробленого, на третьому місці - Австралія та Нова Зеландія, яка експортує - 79% виробленого. Також тут може бути момент, що дані регіони можуть собі дозволити імпортувати більш дешеве зерно із інших регіонів та експортувати його в пікові місяці (зима, початок весни) за вищими цінами, так роблять, наприклад Карибський басейн, який не виробляє пшениці, але може потім експортувати надлишок (попередньо до цього імпортований) та Меланезія - дані регіони експортують більше, чим виробляють, тому в їх випадку дуже гарно прослідковується дана тенденція. Менше всього експортують Центральна та Північні Африки, та Східна Азія (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 — Показники експорту, імпорту та виробництва пшениці.
Частка експорту та імпорту в виробництві за 2021 рік

Субрегіон	Імпорт_2021	Виробництво_2021	Різниця	Субрегіон	Експорт_2021	Виробництво_2021	Різниця
Південно-східна Азія	26711120	101318	263,64	Східна Європа	69217259	154170358	0,44897
Західна Азія	25647618	26986998	0,95	Північна Америка	45560639	67086460	0,67913
Північна Африка	23483226	20635234	1,14	Австралії та Нової Зеландії	25564078	32345386	0,79035
Східна Азія	20992413	138731877	0,15	Західна Європа	24743693	62620022	0,39514
Південна Азія	18567865	154261473	0,12	Південна Америка	11488630	29293948	0,39218
Західна Європа	15297944	62620022	0,24	Північна Європа	7309603	30037550	0,24335
Південна Європа	14696849	22356308	0,66	Південна Азія	6099210	154261473	0,03954
Південна Америка	13798018	29293948	0,47	Центральна Азія	3875110	20380683	0,19014
Західна Африка	10255834	122629	83,63	Південна Європа	3148574	22356308	0,14084
Східна Африка	6960631	6163935	1,13	Західна Азія	448607	26986998	0,01662
Центральна Америка	5877399	3285161	1,79	Центральна Америка	315589	3285161	0,09606
Центральна Азія	4466188	20380683	0,22	Південна Африка	264453	2283531	0,11581
Північна Європа	3530797	30037550	0,12	Карибський басейн	37647	0	37647,00000
Середня Африка	2269902	14118	160,78	Південно-східна Азія	36039	101318	0,35571
Східна Європа	2181934	154170358	0,01	Східна Африка	12512	6163935	0,00203
Південна Африка	1950140	2283531	0,85	Західна Африка	9703	122629	0,07913
Карибський басейн	1704740	0	1704740	Східна Азія	4397	138731877	0,00003
Північна Америка	1668572	67086460	0,02	Північна Африка	2601	20635234	0,00013
Австралії та Нової Зеландії	540444	32345386	0,02	Меланезія	1001	85	11,84639
Меланезія	407940	85	4827,69	Середня Африка	1	14118	0,00004

Джерело: розроблено автором на основі 5, 6

Аналіз динаміки показників кукурудзи дозволив зробити такі висновки:

1. Зібрана площа - зібрана площа з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Східна Азія. На другому місці - Північна Америка. На третьому місці - Південна Азія. Всі країни мають гарні погодні умови, які надають можливість засівати велику кількість полів. Останні місця займають Північна Європа, Меланезія та Мікронезія (рис. Б.5-Б.6).
2. Врожайність - врожайність з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. Для порівняння із пшеницею, середня врожайність кукурудзи більша на 2 т на кожному гектарі. Як ми бачимо за врожайністю в топ-3 входять регіони із високою науковою технологічністю в галузі с/г, сприятливим кліматом для кукурудзи та можливістю використовувати передові добрива на повному циклі вирощування культури, це Північна Америка (11 т/га), Західна (10 т/га) та Південна (8 т/га) Європи. Найгірша врожайність — в Центральній Африці (1 т/га) (рис. Б.7-Б.8).
3. Виробництво - виробництво з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Північна Америка (з великим відривом). На другому місці - Східна Азія. На третьому місці - Південна Америка. Всі країни мають гарні погодні умови, які надають можливість збирати урожай 2-3 рази на рік (стосується Азії та Південної Америки). Також, необхідно зазначити, що дані регіони мають як великі зібрані площі (всі входять в топ-3), так і середні показники по врожайності, а Північна Америка - найвищі показники по врожайності і 2 по площі (табл. 3.2)).
4. Імпорт - кількість імпорту з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. Причому в останні 10 років відбувається стрімкий ріст імпорту кукурудзи. На першому місці на 2021 рік - Східна Азія (з великим відривом). На другому місці - Центральна Америка. На третьому місці - Південно-Східна Азія. Як ми бачимо ситуація в рази краще ніж із пшеницею. Велика різниця між виробництвом та імпортом кукурудзи в Північній Європі, але за рахунок інших культур та стабільній економіці це не становить для неї

ніяких проблем та в Карибському басейні - імпортують в 4,64 рази більше ніж виробляють. Найменш імпортозалежна - Північна Америка - імпортують 1%, від загально виробленої кукурудзи (табл. 3.2)).

5. Експорт - кількість експорту з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік -Північна Америка - 18% власного виробництва, на другому місці - Південна Америка - 36,5% власного виробництва, на третьому місці - Східна Європа - 45% власного виробництва. Найменше в відсотковому відношені до виробництва експортує Центральна Африка - 0,006%, та Східна Азія — 0,002% (табл. 3.2)).

Таблиця 3.2 — Показники експорту, імпорту та виробництва кукурудзи.

Субрегіон	Імпорт 2021	Виробництво 2021	Різниця	Субрегіон	Експорт 2021	Виробництво 2021	Різниця
Східна Азія	59907230	275140291	0.22	Північна Америка	71729591	397926859	0,18026
Центральна Америка	22456575	31644210	0.71	Південна Америка	59351438	162282562	0,36573
Південно-східна Азія	17773582	42457482	0.42	Східна Європа	43316804	95852115	0,45191
Південна Європа	17290609	22855145	0.76	Західна Європа	6205624	22975586	0,27010
Південна Америка	16368808	162282562	0.10	Південна Азія	4281606	50402698	0,08495
Північна Африка	14454973	7593944	1.90	Південна Європа	4192668	22855145	0,18345
Південна Азія	12235250	50402698	0.24	Південна Африка	3333054	17220010	0,19356
Західна Європа	11875530	22975586	0.52	Південно-східна Азія	1704564	42457482	0,04015
Західна Азія	11244404	8197539	1.37	Східна Африка	640124	36907482	0,01734
Північна Європа	4420033	164850	26.81	Західна Азія	519872	8197539	0,06342
Північна Америка	3495828	397926859	0.01	Північна Європа	412608	164850	2,50293
Карибський басейн	2331968	502699	4.64	Центральна Америка	124942	31644210	0,00395
Східна Європа	2154328	95852115	0.02	Австралії та Нової Зеландії	89527	514937	0,17386
Східна Африка	1358722	36907482	0.04	Західна Африка	88228	27088742	0,00326
Західна Африка	902919	27088742	0.03	Центральна Азія	63213	2658363	0,02378
Південна Африка	690708	17220010	0.04	Північна Африка	9487	7593944	0,00125
Середня Африка	147425	7827136	0.02	Східна Азія	6868	275140291	0,00002
Австралії та Нової Зеландії	112487	514937	0.22	Карибський басейн	4735	502699	0,00942
Центральна Азія	95644	2658363	0.04	Середня Африка	484	7827136	0,00006
Меланезія	916	22393	0.04	Меланезія	4	22393	0,00019
Мікронезія	24	92	0.26	Мікронезія	0	92	0,00000

Частка експорту та імпорту в виробництві за 2021 рік

Джерело: розроблено автором на основі 5, 6

Аналіз динаміки показників рису, дозволив зробити такі висновки:

1. Зібрана площа - зібрана площа з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Південна Азія. На другому місці - Східна Азія. На третьому місці - Південно-Східна Азія. Всі регіони мають гарні погодні умови, великі площі та найбільшу кількість населення

в світі. Також, необхідно зазначити, що історично в даних регіонах найбільш поширеною зерновою культурою був рис. Найменші зібрані площі в Південній Африці, Меланезії та Мікронезії (рис. Б.9-Б.10).

2. Врожайність - врожайність з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. Для порівняння із пшеницею, середня врожайність рису більша майже на 2 т на кожному гектарі, в порівнянні з кукурудзою на 0,3 т менша на кожному гектарі. Станом на 2021 рік на першому місці - Північна Африка — 10 т/га (в основному за рахунок Єгипту, який знаходиться в дельті Нілу і кліматично може собі дозволити велику сітку зрошуючих полів, також має дуже вдалі кліматичні умови для рису). На другому місці - Австралія та Нова Зеландія (9,4 т/га), на третьому - Північна Америка (8,6 т/га), найгірша врожайність в Центральній Африці — 1 т/га (рис. Б.11-Б.12).
3. Виробництво - виробництво з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Південна Азія. На другому місці - Східна Азія. На третьому місці - Південно-Східна Азія. Всі країни мають гарні погодні умови, які надають можливість збирати урожай 2-3 рази на рік. Також, необхідно зазначити, що дані регіони мають як великі зібрані площі (всі входять в топ-3), так і середні показники по врожайності (табл. 3.3)).
4. Імпорт - Як ми бачимо кількість імпорту з роками зростає, особливо великий скачок був на початку 1990-х років. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Центральна Америка (імпортує стільки ж, скільки і виробляє). На другому місці - Південна Азія (Імпортує лише 0,28% від власного виробництва, тобто тут питання більше об'ємів, ніж прямій загрозі нестачі риса). На третьому місці - Південна Америка (також імпортує лише 1,9% від власного виробництва). Найбільше, по відношенню до виробництва імпортує Північна Європа (але необхідно зазначити, що вона просто не вирощує рис) та Північна Африка - в 2,39 рази більше, ніж виробляє. Тобто порівнюючи пшеницю, кукурудзу та рис,

можна зазначити, що найбільший розрив між імпортом/виробництвом у нас по пшениці (табл. 3.3).

5. Експорт - кількість експорту з роками зростає. Присутній прямий лінійний тренд. На першому місці на 2021 рік - Північна Америка - експортує 17,3% від власного виробництва, на другому місці - Південна Азія - 0,26% від власного виробництва, на третьому місці - Південна Америка - 1,9% від власного виробництва. Необхідно зазначити, що 2 та 3 регіон за виробництвом рису - Східна та Південно-Східна Азії - експортують 0,01% та 0,02% відповідно. Найменше експортують регіони - Карибського басейну та Центральної, та Північної Африки (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 — Показники експорту, імпорту та виробництва рису. Частка

	Імпорт 2021	Виробництво 2021	Різниця		Експорт 2021	Виробництво 2021	Різниця
Центральна Америка	1399361	1432055	0.98	Північна Америка	1507176	8699720	0,17324
Південна Азія	782049	279219293	0.00	Південна Азія	724025	279219293	0,00259
Південна Америка	498373	26215991	0.02	Південна Америка	493860	26215991	0,01884
Західна Азія	139922	1433339	0.10	Південна Європа	83857	2513002	0,03337
Південна Європа	115624	2513002	0.05	Східна Європа	73189	1208512	0,06056
Північна Африка	71748	4917542	0.01	Південно-східна Азія	41706	194466471	0,00021
Південно-східна Азія	61975	194466471	0.00	Східна Азія	25163	231995148	0,00011
Східна Африка	47526	8484102	0.01	Західна Європа	12220	62340	0,19602
Західна Європа	26160	62340	0.42	Східна Африка	11077	8484102	0,00131
Західна Африка	19826	21571677	0.00	Південна Африка	3643	4080	0,89271
Карибський басейн	16254	1387698	0.01	Західна Африка	2656	21571677	0,00012
Східна Європа	12286	1208512	0.01	Західна Азія	1600	1433339	0,00112
Східна Азія	11660	231995148	0.00	Центральна Азія	1253	1034163	0,00121
Південна Африка	9764	4080	2.39	Центральна Америка	998	1432055	0,00070
Північна Європа	6763	0	6763.00	Північна Європа	193	0	193,00000
Меланезія	3562	13995	0.25	Меланезія	36	13995	0,00260
Центральна Азія	3025	1034163	0.00	Австралії та Нової Зеландії	32	422978	0,00008
Середня Африка	764	2211587	0.00	Карибський басейн	4	1387698	0,00000
Північна Америка	483	8699720	0.00	Середня Африка	1	2211587	0,00000
Австралії та Нової Зеландії	350	422978	0.00	Північна Африка	0	4917542	0,00000
Мікронезія	18	175	0.10	Мікронезія	0	175	0,00000

експорту та імпорту в виробництві за 2021 рік

Джерело: розроблено автором на основі 5, 6

Отже, аналізуючи, навіть такі поверхневі результати, можна зазначити, що в деяких субрегіонах проблема продовольчої безпеки та імпортозалежності від основних зернових стоїть дуже гостро.

Аналізуючи виробництво зернових, цілком зрозуміло, що воно обчислюється шляхом множення зібраної площі на врожайність, і якщо зібрану

площу фізично важко збільшити (хоча зрозуміло, що можна будувати великі підвісні поля, як в Скандинавських країнах), але навряд чи такі наукові звершення економічно потягнуть країни із незакритою потребою в продовольстві. Тому вирішено було звернути увагу на врожайність основних зернових культур та на можливість її збільшення шляхом додавання мінеральних добрив та обробкою пестицидів, від шкідників.

3.2 Кластерний аналіз країн світу за рівнем продовольчої безпеки

Для розподілу країн світу за рівнем продовольчої безпеки використовувались такі методи кластерного аналізу [61]:

1. Метод “ліктя” (elbow method) розглядає характер зміни розкиду W_{total} із збільшенням числа груп k . Об'єднавши всі n спостережень в одну групу, маємо найбільшу внутрішньокластерну дисперсію, яка знижуватиметься до 0 при $k \rightarrow n$. На якомусь етапі можна побачити, що зниження цієї дисперсії сповільнюється - на графіці це відбувається в точці, що називається "ліктем" (родич "кам'янистої осипу" для аналізу основних компонент).

2. Ієрархічна кластеризація

Алгоритм одиночного зв'язку, або "найближчого сусіда" (single linkage clustering), коли відстань між кластерами оцінюється як мінімальна з дистанцій між парами об'єктів, один з яких входить до першого кластеру, а інший - до другого.

Алгоритм повного зв'язку або "далекого сусіда" (complete linkage clustering), коли обчислюється відстань між найбільш віддаленими об'єктами.

Метод Варда (Ward-Method) - спочатку в обох кластерах для всіх наявних спостережень виробляється розрахунок середніх значень окремих змінних. Потім обчислюються квадрати евклідових відстаней від окремих спостережень кожного

кластера до цього кластерного середнього значення. Ці дистанції підсумовуються. Потім в новий кластер об'єднуються ті кластери, які дають найменший приріст загальної суми дистанцій

3. Метод k-середніх - це метод кластерного аналізу, мета якого є поділ m спостережень (з простору R^n) на k кластерів, при цьому кожне спостереження відноситься до того кластера, до центру (центроїду) якого воно найближче.

Як міру близькості використовують Евклідову відстань — відстань між двома точками: $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ та $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$:

$$\rho(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_p - y_p)^2}, \text{ де } x, y \in R^n \quad (3.1)$$

При подальшому кластерному аналізі, були проведені дослідження як по кожній культурі:

- Пшениця (125 країн).
- Кукурудза (114 країн).
- Рис (75 країн).

Так і загальний аналіз, для більш чіткої інтерпритації результатів. Опис країн в кожній культурі в Додатку В.

Для кожної культури розглянуто такі показники:

- Динаміка врожайності.
- Динаміка зібраної площі.
- Динаміка імпорту.
- Динаміка експорту.
- Фіксовані ефекти — взяті із попереднього аналізу планових регресій.
- Середні значення, в різних конфігураціях.

Для побудови панельних регресій використовувались дані за період 2000 - 2020 років за країнами.

Моделі побудовані за допомогою програмного пакету: Statistica.

Аналізуючи результати по кожному із видів зернових, можемо зазначити:

Пшениця. Так як змінних, навіть при аналізі окремо по видам зернових багато (17), було прийнято рішення звести їх до декількох факторів, що також допоможе усунути можливі лінійні кореляції між змінними.

1. Спочатку за методом ліктя (*Plot of Eigenvalues*) визначили необхідну кількість факторів, їх виявилось 4 (рис. В.1), але при подальшому аналізі четвертого факторів, було виявлено:

- Його інтерпретація перекликається із 1 фактором, що заважає в подальшому аналізі.
- При розподілу країн на групи показав свою нелогічність (в одних групах були країни максимальні антиподи).

Через це було вирішено провести аналіз по 3 факторам.

Аналіз факторів:

- Фактор 1 — Кількісні ресурси зерновиробництва (великі значення зібраної площі, яка визначає високі значення експорту, його позитивну динаміку).
- Фактор 2 — Врожайність (високі значення середньої врожайності по країнам та значні фіксовані ефекти моделей врожайності).
- Фактор 3 — Імпорт (високі значення імпорту) (рис. В.2).

Частка пояснювальної дисперсії — 69,5%(головні компоненти пояснюють 69,5% вихідної системи).

2. Далі при їєрархічному аналізі Complete Linkage, було виділено необхідну кількість кластерів — 5 (Рис. В.3).

3. За допомогою методу кластеризації К-середніх, були побудовані наступні кластери (рис. 3.1).

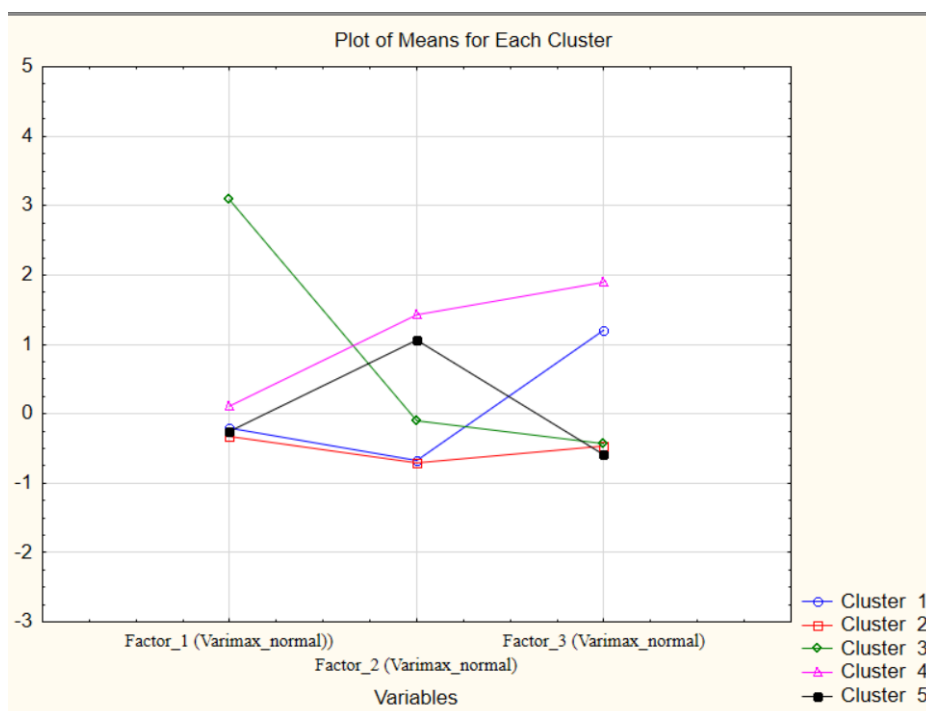


Рисунок 3.1 - Пшениця. Кластеризація К-середніх по 3 факторам

Джерело: розроблено автором на основі [5,6,7].

Аналіз кластерів:

- 1 кластер — Низькі значення експорту/площі, низькі значення — врожайності, одні із найвищих значень імпорту. Тобто можна сказати, що країни в даному кластері не можуть повністю покрити свої потреби в пшениці і їм потрібно її імпортувати (тобто вони можуть стикнутися із проблемою продуктової безпеки). Але тут необхідно з акцентувати увагу, що високі значення імпорту також вказують, що, скоріш за все це країни із високою кількістю населення та економічно можуть собі дозволити скуповувати такі об'єми пшениці.
- 2 кластер — Найнижчі значення експорту/площі, найнижчі значення — врожайності, одні із найнижчих значень імпорту. Тобто можна сказати, що країни в даному кластері не можуть повністю покрити свої потреби в пшениці, ні по площі, ні по врожайності, але, ще гірше, що вони економічно не можуть собі дозволити імпортувати необхідну кількість пшениці (тобто країни в даному кластері, вже зараз, гостро стикаються із проблемою продуктової безпеки).

- 3 кластер — Найвищі значення експорту/площі, середні значення — врожайності, одні із найнижчих значень імпорту. Тобто можна сказати, що країни в даному кластері є світовими експортерами пшениці, можуть задовольнити, як власні потреби, так і експортувати значну частину врожаю, не потребують імпорту та не стикаються із проблемою продуктової безпеки (в аспекті пшениці) на сьогоднішній день.
- 4 кластер — Середні значення експорту/площі, найвищі значення — врожайності, найвищі значень імпорту. Скоріш за все в дану групу входять високорозвинені країни, які змогли досягти високої врожайності за рахунок високих наукових здобутків в сільське господарство або країни, які мають як гарний клімат, так і високі наукові здобутки. Але при цьому всьому, скоріш через високу кількість населення, вони потребують значного імпорту пшениці.
- 5 кластер — Низькі значення експорту/площі, одні із найвищих значень — врожайності, найнижчі значення імпорту. Скоріш за все в дану групу входять високорозвинені країни, які змогли досягти високої врожайності за рахунок високих наукових здобутків, а також країни із невисокою кількістю населення, тобто, які повністю задовільняють свої потреби в пшениці і не потребують імпорту.

Найбільш захищені в плані продуктової безпеки по пшениці це країни в 3 та 5 кластерах (тобто, 3 кластер задовільняє свої потреби за рахунок великих площ, а 5 — за рахунок високої врожайності).

Найменш захищені, в яких проблема продуктової безпеки стоїть гостро — це країни 2 кластеру (тобто вони не можуть собі економічно дозволити імпортувати достатньо пшениці).

Країни в 1 та 4 кластері мають, скоріш за все, велику кількість населення, але при цьому можуть собі дозволити значний імпорт. Тобто, при стабільній гео-полі-економічній ситуації їм не загрожує проблема продуктової безпеки, але в

наші часи стабільність дуже сумнівна і тому, я б їх віднесла в зону із середнім ризиком.

Подивимось, на країни в кожному із кластерів:

- 1 кластер - Азербайджан, Алжир, Бангладеш, Бразилія, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Ємен, Ізраїль, Іран (Ісламська Республіка), Іспанія, Кенія, Китай, провінція Тайвань, Колумбія, Марокко, Нігерія, Об'єднані Арабські Емірати, Перу, Південна Африка, Португалія, Республіка Корея, Судан, Таїланд, Туніс, Туреччина (рис. В.4).
- 2 кластер - Ангола, Афганістан, Болівія (Багатонаціональна Держава), Ботсвана, Бурунді, Бутан, Вірменія, Гватемала, Гондурас, Греція, Грузія, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Еритрея, Ефіопія, Ірак, Йорданія, Камерун, Катар, Киргизстан, Кіпр, Корейська Народно-Демократична Республіка, Лесото, Ліван, Лівія, М'янма, Мавританія, Мадагаскар, Малаві, Мозамбік, Монголія, Непал, Нігер, Нова Каледонія, Об'єднана Республіка Танзанія, Пакистан, Палестина, Парагвай, Північна Македонія, Республіка Молдова, Руанда, Сирійська Арабська Республіка, Сомалі, Таджикистан, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Уругвай, Чад (рис. В.5).
- 3 кластер - Австралія, Аргентина, Індія, Казахстан, Канада, Російська Федерація, Сполучені Штати Америки, Україна, Франція (рис. В.6).
- 4 кластер - Бельгія, Єгипет, Італія, Китай, материк, Мексика, Нідерланди (Королівство), Німеччина, Саудівська Аравія, Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії, Японія (рис. В.7).
- 5 кластер - Австрія, Албанія, Білорусь, Болгарія, Боснія і Герцеговина, Данія, Естонія, Замбія, Зімбабве, Ірландія, Кувейт, Латвія, Литва, Люксембург, Малі, Мальта, Намібія, Нова Зеландія, Норвегія, Оман, Польща, Румунія, Сербія, Словаччина, Словенія, Угорщина, Узбекистан, Фінляндія, Хорватія, Чехія, Чилі, Чорногорія, Швейцарія, Швеція (рис. В.8).

Кукурудза. Так як змінних, навіть при аналізі окремо по видам зернових багато (17), було прийнято рішення звести їх до декількох факторів, що також допоможе усунути можливі лінійні кореляції між змінними.

1. Спочатку за методом ліктя (*Plot of Eigenvalues*) визначили необхідну кількість факторів, їх виявилось 4 (рис В.9), але при подальшому аналізі 4 факторів, було виявлено:

- Його інтерпретація перекликається із 1 фактором, що заважає в подальшому аналізі.
- При розподілу країн на групи показав свою нелогічність (в одних групах були країни максимальні антиподи).
- Фактор 3, при подальшому аналізі виявився не значимим.

Через це було вирішено провести аналіз по 3 факторам.

Аналіз факторів:

- Фактор 1 — Кількісні ресурси зерновиробництва (великі значення зібраної площі, яка визначає високі значення експорту, його позитивну динаміку).
- Фактор 2 — Врожайність (високі значення середньої врожайності по країнам та значні фіксовані ефекти моделей врожайності).
- Фактор 3 — Імпорт (високі значення імпорту) (Рис. В.10).

Частка пояснювальної дисперсії — 66,4%(головні компоненти пояснюють 66,4% вихідної системи).

2. Далі при ієрархічному аналізі Ward's method, було виділено необхідну кількість кластерів — 4 (Рис. В.11).

3. За допомогою методу кластеризації К-середніх, були побудовані наступні кластери (рис. 3.2).

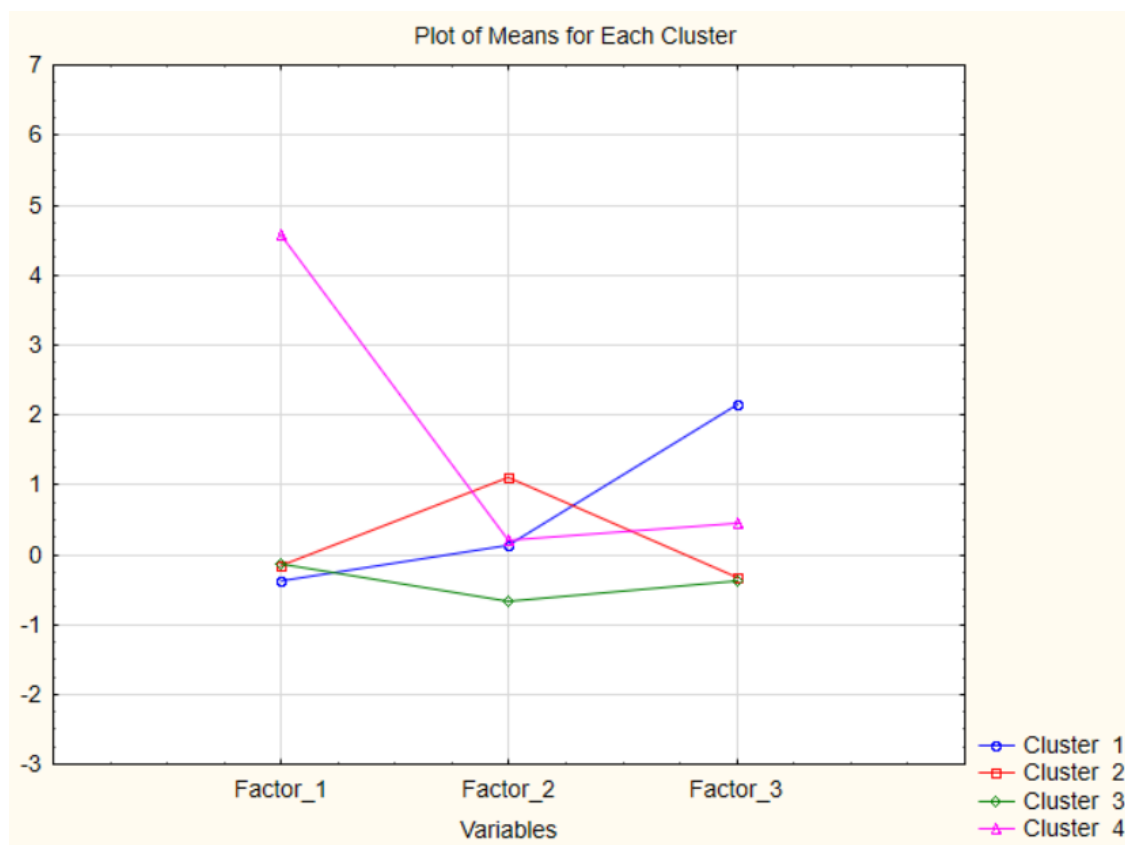


Рисунок 3.2 - Кукурудза. Кластеризація К-середніх по 3 факторам

Джерело: розроблено автором на основі [5,6,7].

Аналіз кластерів:

- *1 кластер* — Найнижчі значення експорту/площі, середні значення — врожайності, найвищі значень імпорту. Тобто можна сказати, що країни в даному кластері не можуть повністю покрити свої потреби в кукурудзі і їм потрібно її імпортувати (тобто вони можуть стикнутися із проблемою продуктової безпеки). Але тут необхідно з акцентувати увагу, що високі значення імпорту також вказують, що, скоріш за все це країни із високою кількістю населення та економічно можуть собі дозволити скуповувати такі об'єми кукурудзи, також з огляду на найнижчу площу можемо зазначити, що країни або фізично малі по площі, або кліматично не можуть обробляти всі землі.
- *2 кластер* — Середні значення експорту/площі, найвищі значення — врожайності, одні із найнижчих значень імпорту. Тобто можна сказати, що

країни в даному кластері або за рахунок врожайності, або за рахунок площ, можуть собі дозволити не бути імпортозалежними від поставок кукурудзи.

- *3 кластер* — Середні значення експорту/площі, найнижчі значення — врожайності, одні із найнижчих значень імпорту. Тобто можна сказати, що країни в даному кластері ні за рахунок врожайності/площі, ні за рахунок імпорту не можуть на достатньому рівні забезпечити себе кукурудзою. Скоріш за все, гостро стоїть проблема продуктової безпеки
- *4 кластер* — Найвищі значення експорту/площі, середні значення — врожайності, середні значення імпорту. Зрозуміло, що в дану групу входять основні виробники та експортери по пшениці, але також потрібно зазначити, що скоріш за все в дану групу входять країни із високою кількістю населення, які все ще потребують імпорту.

Найбільш захищені в плані продуктової безпеки по кукурудзі це країни в 2 та 4 кластерах (тобто, 4 кластер задовольняє свої потреби за рахунок великих площ, а 2 — за рахунок високої врожайності та малому кількості населення).

Найменш захищені, в яких проблема продуктової безпеки стоїть гостро — це країни 3 кластеру (тобто вони не можуть собі економічно дозволити імпортувати достатньо кукурудзи).

Країни в 1 мають, скоріш за все, мають або велику кількість населення, або несприятливі кліматичні умови, але при цьому можуть собі дозволити значний імпорт. Тобто, при стабільній гео-полі-економічній ситуації їм не загрожує проблема продуктової безпеки, але в наші часи стабільність дуже сумнівна і тому, я б їх віднесла в зону із середнім ризиком.

Подивимось, на країни в кожному із кластерів:

- *1 кластер* - Алжир, Бельгія, Єгипет, Іран (Ісламська Республіка), Іспанія, Італія, Китай, провінція Тайвань, Колумбія, Мексика, Нідерланди (Королівство), Німеччина, Перу, Республіка Корея, Саудівська Аравія, Японія (Рис. В.12).

- 2 кластер - Австралія, Австрія, Азербайджан, Албанія, Бангладеш, Болгарія, Вірменія, Греція, Ізраїль, Йорданія, Канада, Катар, Киргизстан, Кувейт, Люксембург, Нова Зеландія, Нова Каледонія, Об'єднані Арабські Емірати, Оман, Польща, Португалія, Російська Федерація, Сербія, Словаччина, Словенія, Таджикистан, Туреччина, Угорщина, Узбекистан, Україна, Франція, Хорватія, Чехія, Чилі, Швейцарія (Рис. В.13).
- 3 кластер - Ангола, Афганістан, Білорусь, Болівія (Багатонаційна Держава), Боснія і Герцеговина, Ботсвана, Бурунді, Бутан, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Гватемала, Гондурас, Грузія, Данія, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Ерітрея, Ефіопія, Ємен, Замбія, Зімбабве, Індія, Ірак, Казахстан, Камерун, Кенія, Корейська Народно-Демократична Республіка, Лесото, Литва, Ліван, Лівія, М'янма, Мавританія, Мадагаскар, Малаві, Малі, Марокко, Мозамбік, Намібія, Непал, Нігер, Нігерія, Об'єднана Республіка Танзанія, Пакистан, Парагвай, Південна Африка, Північна Македонія, Республіка Молдова, Руанда, Румунія, Сирійська Арабська Республіка, Сомалі, Судан, Таїланд, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Уругвай, Чад, Чорногорія, Швеція (Рис. В.14).
- 4 кластер - Аргентина, Бразилія, Китай, материк, Сполучені Штати Америки (Рис. В.15).

Рис. Так як змінних, навіть при аналізі окремо по видам зернових багато (17), було прийнято рішення звести їх до декількох факторів, що також допоможе усунути можливі лінійні кореляції між змінними.

1. Спочатку за методом ліктя (*Plot of Eigenvalues*) визначили необхідну кількість факторів, їх виявилось 5 (рис. В.16), але при подальшому аналізі 4 факторів, було виявлено:

- Його інтерпретація перекликається із 2 та 4 фактором, що заважає в подальшому аналізі.
- При розподілу країн на групи показав свою нелогічність (в одних групах були країни максимальні антиподи).

Через це було вирішено провести аналіз по 3 факторам.

Аналіз факторів:

- Фактор 1 — Врожайність (високі значення середньої врожайності по країнам та значні фіксовані ефекти моделей врожайності).
- Фактор 2 — Площа (великі значення зібраної площі).
- Фактор 3 — Імпорт (високі значення імпорту).
- Фактор 4 — Експорт (високі значення експорту) (рис. В.17).

Частка пояснювальної дисперсії — 72,5% (головні компоненти пояснюють 72,5% вихідної системи)

2. Далі при ієрархічному аналізі Ward's method, було виділено необхідну кількість кластерів — 5 (рис. В.18).

3. За допомогою методу кластеризації К-середніх, були побудовані наступні кластери (рис. 3.3).

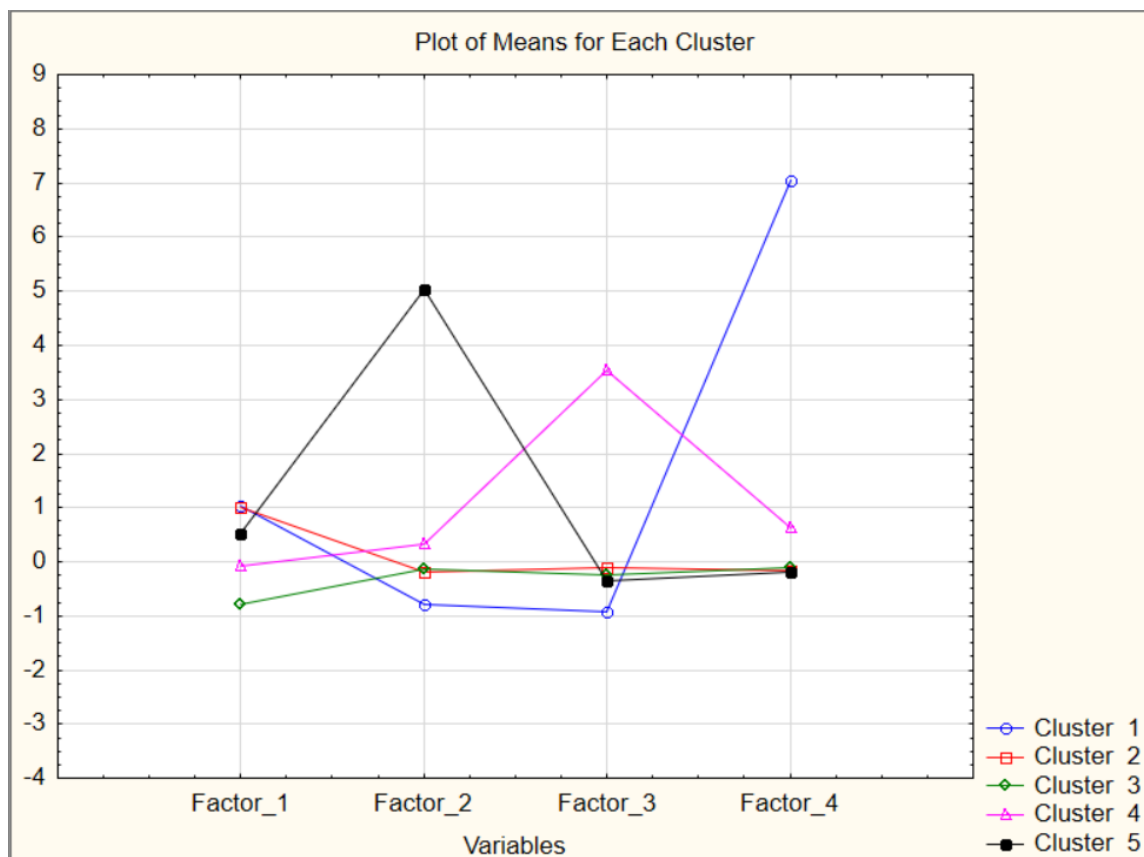


Рисунок 3.3 - Рис. Кластеризація К-середніх по 3 факторам

Джерело: розроблено автором на основі [5,6,7].

Аналіз кластерів:

- 1 кластер — найвищі значення по врожайності, найнижчі значення — площа та імпорту, найвищі експорту. В даний кластер входить тільки США, яка повністю задовольняє свої потреби в рисі і може його максимально експортувати.
- 2 кластер — найвижчі значення по врожайності, середні значення — площа, одні із найнижчих по імпорту та експорту. В даний кластер також входять країни, які задовольняють потреби в рисі, тобто в них не має необхідності його імпортувати, але при цьому вони і не є значними експортерами рису (деякі просто не виробляють стільки рису, щоб його масово експортувати, в деяких велика кількість населення і їм вистачає рівно на свої потреби).
- 3 кластер — найнижчі значення по врожайності, середні значення — площа, середні по імпорту та експорту. Дані країни, на мою думку, якраз і можуть стикатись із проблемами продовольчої безпеки, так як при низькій врожайності та площі, вони й не імпортують рис.
- 4 кластер — середні значення по врожайності та площі, найвищі по імпорту та середні по експорту. Як ми бачимо, скоріш через кліматичні умови — врожайність низька і саме через це дані країни імпортують найбільше рису, але необхідно сказати, що надлишки вони також успішно експортують.
- 5 кластер — середні значення по врожайності, найвищі значення — площа, низькі значення по імпорту та експорту. В даний кластер входять 2 країни, які є водночас найбільшими виробниками рису і в той же час його найбільшими споживачами (через високу кількість населення) — це Індія та Китай. І тут також можна зазначити, що наприклад Китай заготовляє рис в сховищах, через хвилювання з приводу власної продуктової безпеки, а не експортує його на продаж.

Отже, найбільше із проблемами продовольчої безпеки можуть стикнутись країни в 3 та 4 кластерах.

Подивимось на країни в кожному із кластерів:

- 1 кластер — Сполучені Штати Америки (рис. В19).

- 2 кластер - Австралія, Аргентина, Бангладеш, Болгарія, Гондурас, Греція, Єгипет, Іран (Ісламська Республіка), Іспанія, Італія, Китай, провінція Тайвань, Колумбія, Корейська Народно-Демократична Республіка, Мавританія, Марокко, Парагвай, Перу, Північна Македонія, Португалія, Республіка Корея, Російська Федерація, Таджикистан, Туреччина, Узбекистан, Україна, Уругвай, Франція, Чилі, Японія (рис. В.20).
- 3 кластер - Азербайджан, Алжир, Ангола, Афганістан, Болівія (Багатонаційна Держава), Бурунді, Бутан, Гватемала, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Ефіопія, Замбія, Зімбабве, Ірак, Казахстан, Камерун, Кенія, Киргизстан, М'янма, Мадагаскар, Малаві, Малі, Мозамбік, Нігер, Нігерія, Об'єднана Республіка Танзанія, Пакистан, Південна Африка, Руанда, Румунія, Саудівська Аравія, Сомалі, Судан, Таїланд, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Угорщина, Чад (рис. В.21).
- 4 кластер - Бразилія, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Мексика, Непал (рис. В.22).
- 5 кластер — Індія, Китай, материк (рис. В.23).

Як ми бачимо, хоча по всіх 3 культурам в країни із загрозою продовольчої безпеки потрапляли майже однакові країни (країни Африки, Центральної, Південної та Південно-Східної Азії), але були і значні викиди.

Наприклад:

- Пшениця, під загрозу продовольчої безпеки потрапили: Греція та Грузія.
- Кукурудза, під загрозу продовольчої безпеки потрапили: Грузія, Данія, Казахстан, Литва, Румунія, Чорногорія, Швеція.
- Рис, під загрозу продовольчої безпеки потрапили: Румунія та Угорщина.

Зрозуміло, що в даних країнах кліматично та економічно не вигідно вирощувати ту чи іншу культуру, але чи ставить це їх прямо під загрозу продовольчої безпеки, чи вони вдало замінюють одну культуру іншою.

Саме для цього, на мою думку, слід провести загальний кластерний аналіз по всім трьом культурам, щоб чітко зрозуміти, які країни комплексно знаходяться під загрозою продовольчої безпеки.

Загальні дані. Так як змінних багато (51), було прийнято рішення звести їх до декількох факторів, що також допоможе усунути можливі лінійні кореляції між змінними.

1. Спочатку за методом ліктя (*Plot of Eigenvalues*) визначили необхідну кількість факторів, їх виявилось 6 (рис. В.24), але при подальшому аналізі 6 факторів, було виявлено що ще більше роздробились площа/ врожайність/ експорт і хоча компоненти пояснюють більше початкової системи, але на мою думку кінцева інтерпретація буде майже не можлива.

Через це було вирішено провести аналіз по 5 факторам (рис. В.25).

Аналіз факторів:

- Фактор 1 — Кількісні ресурси зерновиробництва (включає великі значення зібраної площі (Пшениця + Кукурудза) та високі значення експорту (Рис + Кукурудза).
- Фактор 2 — Імпорт (включає високі значення імпорту (Пшениця + Кукурудза) та Врожайність (Рису).
- Фактор 3 — Врожайність (високі значення середньої врожайності по країнам та значні фіксовані ефекти моделей врожайності).
- Фактор 4— Площа (включає великі значення зібраної площі (Пшениця + Рис + Кукурудза).
- Фактор 5 — Експорт пшениці (включає високі значення експорту Пшениця).

Частка пояснювальної дисперсії — 60%(головні компоненти пояснюють 60% вихідної системи), різниця із 6 факторами всього 4%

2. Далі при їєрархічному аналізі Ward's method, було виділено необхідну кількість кластерів — 6 (рис. В.26).

3. За допомогою методу кластеризації К-середніх, були побудовані наступні кластери (рис. 3.4).

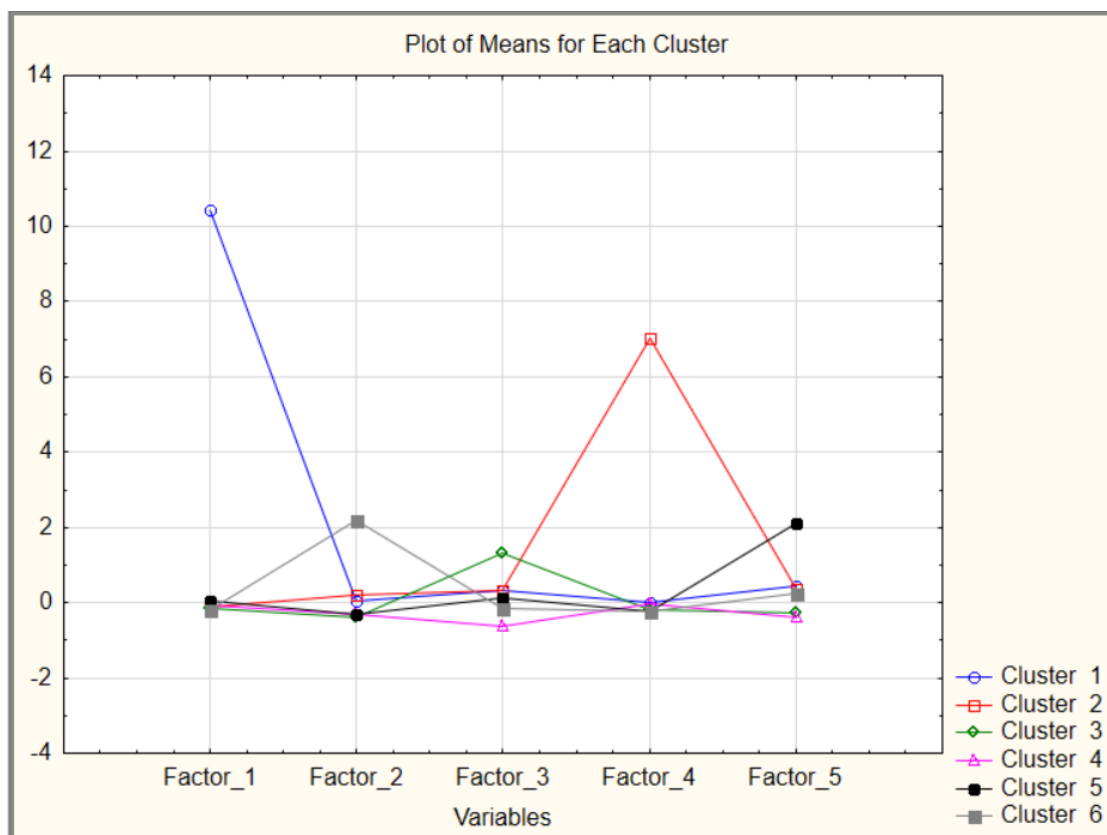


Рисунок 3.4 - Загальні дані. Кластеризація К-середніх по 3 факторам

Джерело: розроблено автором на основі [5,6,7].

Аналіз кластерів:

- 1 кластер — висока площа (П+К) + високий експорт (К+Р) , всі інші на середньому рівні. В даний кластер ввійшло лише США.
- 2 кластер — середні показники по імпорту/врожайності, низькі по експорту. Сюди входять 2 країни із найбільшим населенням (через що вони мало експортують зерна) та високою площею. Індія та Китай.
- 3 кластер — країни із низьким імпортом/експортом/площею, але високою врожайністю, які за рахунок врожайності можуть задовільнити свої основні потреби.
- 4 кластер — країни із всіма низькими показниками — найбільш незахищені в продуктивній безпеці.

- 5 кластер — країни із низьким імпортом, але високим експортом Пшениці і середньою врожайністю по всім видам зернових. Тобто країни, які самі себе забезпечують та є світовими експортерами пшениці.
- 6 кластер — країни із середніми показниками в усьому, але високим імпортом (П+К) та врожайністю Р — друга група із нестабільною продуктовою безпекою.

Найбільш захищеними є країни:

- 1 кластеру — Сполучені Штати Америки (рис. В.27).
- 3 кластеру - Австрія, Албанія, Бельгія, Білорусь, Данія, Замбія, Ізраїль, Ірландія, Катар, Кувейт, Литва, Люксембург, Намібія, Нідерланди (Королівство), Німеччина, Нова Зеландія, Об'єднані Арабські Емірати, Оман, Польща, Саудівська Аравія, Сербія, Словаччина, Словенія, Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії, Угорщина, Узбекистан, Хорватія, Чехія, Чилі, Швейцарія, Швеція (рис. В.28).
- 5 кластеру - Австралія, Аргентина, Болгарія, Греція, Казахстан, Канада, Парагвай, Російська Федерація, Румунія, Таджикистан, Україна, Уругвай, Франція (рис. В.29).

Країни із середньою продовольчою безпекою:

- 2 кластер (небезпека в кількості населення) — Індія, Китай, материк (рис. В.30).
- 6 кластер (виникне небезпека при нестабільній геополітичній ситуації, так як дані країни залежать від імпорту зернових) - Алжир, Бразилія, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Єгипет, Іран (Ісламська Республіка), Іспанія, Італія, Китай, провінція Тайвань, Колумбія, Марокко, Мексика, Перу, Португалія, Республіка Корея, Туреччина, Японія (рис. В.31).

Країни із критичною загрозою в продовольчій безпеці:

- 4 кластер - Азербайджан, Ангола, Афганістан, Бангладеш, Болівія (Багатонаціональна Держава), Боснія і Герцеговина, Ботсвана, Бурунді,

Бутан, Вірменія, Гватемала, Гондурас, Грузія, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Ерітрея, Естонія, Ефіопія, Ємен, Зімбабве, Ірак, Йорданія, Камерун, Кенія, Киргизстан, Кіпр, Корейська Народно-Демократична Республіка, Латвія, Лесото, Ліван, Лівія, М'янма, Мавританія, Мадагаскар, Малаві, Малі, Мальта, Мозамбік, Монголія, Непал, Нігер, Нігерія, Нова Каледонія, Норвегія, Об'єднана Республіка Танзанія, Пакистан, Палестина, Південна Африка, Північна Македонія, Республіка Молдова, Руанда, Сирійська Арабська Республіка, Сомалі, Судан, Таїланд, Туніс, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Фінляндія, Чад, Чорногорія (рис. В.32).

Як ми бачимо основні представники це країни Азії та Африки. З приводу країн Європи, хочу зазначити, що в даній роботі аналізувались суто зернові показники, і саме через це країни із малою площею, які не вирощують або слабо вирощують певні культури і потрапили в даний список, аналізувалися б ще додаткові змінні (економічні фактори, населення), можливо ситуація склалася б інша.

ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано ситуацію щодо глобальної продовольчої безпеки. Визначено, що у 2021-2022 роках поширеність гострої та помірної продовольчої незахищеності населення залишалась на стабільному рівні, але все ще була більшою за до пандемічний рівень. Відносна відсутність змін щодо голоду між 2021 і 2022 роками на глобальному рівні приховує значні відмінності на регіональному та субрегіональному рівнях, ситуація все ще продовжує погіршуватись в Західній Азії, Карибському басейні та всіх субрегіонах Африки і незначно покращується в Азії та Латинській Америці. Також було встановлено, що глобальна продовольча безпека, нижча в міських районах, в порівнянні із приміськими районами та селами. Гендерний розрив також за останні 2 роки зменшився, але відсутність продовольчої безпеки все ще більше впливає на жінок. І хоча очікується що кількість хронічно тих хто не доїдає до 2030 року зменшиться, нестабільна геополітична ситуація може знову спровокувати новий виток росту голоду в світі.

Виділено основні зернові культури, які впливають на продовольчу безпеку, та зібрано актуальну інформацію по ним. Визначено, що такими основними зерновими культурами є: пшениця, кукурудза та рис, вони становлять близько 60% від всіх вироблених зернових культур, і створюють в середньому 42% поживної цінності в харчуванні кожної людини в світі. Встановлено, що найбільше зростає ринок кукурудзи, за ним йде ринок рису і тільки потім пшениці. Також необхідно зазначити, що дані зернові культури використовуються не тільки в харчуванні людей, а й для виготовлення кормів для худоби, що робить їх вплив на глобальну продовольчу безпеку більш значним.

Зібрано статистичні дані за країнами та субрегіонами світу щодо ключових показників розвитку глобального ринку зерна за 1961-2021 роки.

Проаналізовано динаміку зібраної площі, врожайності, виробництва, імпорту та експорту в кожному субрегіоні світу. Визначено, що зібрана площа пшениці падає, через переорієнтацію країн на більш врожайні культури кукурудзи та рису. Врожайність, виробництво, імпорт та експорт всіх культур зростає. Вже на даному етапі дослідження видно, що країни Центральної, Східної та Західної Африки та Центральної, Південно-Східної та Західної Азії є імпортозалежними від постачання основних зернових культур. Найбільшим експортером всіх трьох культур є Північна Америка, лідируючі позиції по експорту пшениці також займають: Східна Європа та Австралія, кукурудзи: Східна Європа та Південна Америка, рису: Південна Азія та Південна Америка.

Побудовано моделі панельних даних з фіксованими та випадковими ефектами, на основі яких досліджено вплив азотних, фосфатних, калійних добрив та пестицидів на врожайність, а разом із цим, проаналізовано, як і на скільки вони можуть допомогти збільшити врожайність. При аналізі впливу пестицидів, виявлено, що найбільше на врожайність впливають фунгіциди та бактерициди (при збільшенні на 1 т пестицидів врожайність зростає на 0,000012 — 0,000029 т/га в залежності від зернової культури). При аналізі добрив, виявлено, що найбільше на врожайність впливає азотні добрива (при збільшенні на 1 кг/га азотних добрив врожайність зростає на 0,005 — 0,01 т/га в залежності від зернової культури), а пестициди в загальному впливають при збільшенні на 1 кг/га пестицидів врожайність зростає на 0,04 — 0,19 т/га в залежності від зернової культури.

За допомогою методу кластерного аналізу к-середніх проведено розподіл країн за рівнем продовольчої безпеки. Визначено, що найбільше проблема продовольчої безпеки країни актуальна у всіх субрегіонах Африки, Західної Азії, частково країни Південної Азії, Південної Америки та Центральної Азії. Найбільш захищеними є країни Північної Америки, Європи, Австралії та Нової Зеландії. Інші країни можна віднести до країн із середньою продовольчою безпекою, через велику кількість населення або не зовсім сприятливий клімат, вони не можуть почувати себе повністю захищеними від продовольчих криз. І як

вже зазначалось, деякі країни Європи увійшли в групу “незахищених” від продовольчих криз, через те, що аналізувались суто зернові показники, а не економічні, але це не значить, що даний аналіз не вірний, це означає, що при нестабільній політико-економічній ситуації, дані країни не зможуть забезпечити самі себе основними зерновими, що може загрожувати їм продовольчою кризою.

Проведене у кваліфікаційній магістерській роботі дослідження, а саме оцінювання за допомогою панельних регресій впливу пестицидів і мінеральних добрив на врожайність зернових культур, аналіз динаміки ключових показників розвитку глобального ринку зерна, а також визначення основних груп країн за рівнем продовольчої безпеки, можуть бути використані при розробці заходів щодо підвищення продовольчої безпеки України,

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Maffra, L. Food sovereignty: sustainable solution to world hunger and climate change. *Ámbitos: Revista Internacional de Comunicación*. 2017. №37, P. 1-11.
2. Otekunrin, O. A., Otekunrin, O. A., Sawicka, B., & Ayinde, I. A. Three decades of fighting against hunger in Africa: Progress, challenges and opportunities. *World Nutrition*. 2020. 11(3), P. 86-111.
3. Berchin, I. I., Nunes, N. A., de Amorim, W. S., Zimmer, G. A. A., da Silva, F. R., Fornasari, V. H., & de Andrade, J. B. S. O. The contributions of public policies for strengthening family farming and increasing food security: The case of Brazil. *Land Use Policy*. 2019. №82, P. 573-584 .
4. Manap, N.M.A. The impact of world food price on food insecurity in selected Asean countries. *Journal of Education and Social Sciences*. 2018. 10(1), P. 90-97.
5. FAO. 2023. FAOSTAT: Area harvested, Yield and Production: Crops and livestock products. In: FAO. Rome. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed: 01.10.2023).
6. FAO. 2023. FAOSTAT: Import and Export: Crops and livestock products. In: FAO. Rome. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL> (accessed: 01.10.2023).
7. FAO. 2023. FAOSTAT: Fertilizers by Product. In: FAO. Rome. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFB> (accessed: 15.10.2023).
8. FAO. 2023. FAOSTAT: Pesticides Use. In: FAO. Rome. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP> (accessed: 15.10.2023).
9. World Economic and Social Survey 2013. Sustainable Development Challenges. United Nations publication. Sales No. E.13.II.C.1. United Nations, 2013. 216 p.
10. Timmer C.P. Food Price Policy: The Rationale for Government Intervention. *Food Policy*. 1989. № 14(1). P. 17-27.

11. Díaz-Bonilla, Eugenio. Macroeconomics, agriculture, and food security: A guide to policy analysis in developing countries. *Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI)*. 2015. P. 130-135.
12. Herforth, A., Bai, Y., Venkat, A., Mahrt, K., Ebel, A. & Masters, W.A. Cost and affordability of healthy diets across and within countries. Background paper for The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. *FAO Agricultural Development Economics Technical Study*. 2020. №9. URL: <https://doi.org/10.4060/cb2431en> (accessed: 20.11.2023).
13. Reardon, T., Liverpool-Tasie, L. S., Belton, B., Dolislager, M., Minten, B., Popkin, B. M., & Vos, R. The rapid rise in domestic value chains of nutrient-dense foods (fruits, vegetables, and animal products) in Sub-Saharan Africa: Policy implications. *Intl Food Policy Res Inst*. 2023. P. 2-5.
14. Verguet S, Limasalle P, Chakrabarti A, Husain A, Burbano C, Drake L, et al. The broader economic value of school feeding programs in low-and middle-income countries: estimating the multi-sectoral returns to public health, human capital, social protection, and the local economy. *Front Publ Health*. 2020. №8. P. 3-7.
15. World Health Organization. The state of food security and nutrition in the world 2020: transforming food systems for affordable healthy diets. *Food & Agriculture Org*. 2020. URL: <https://doi.org/10.4060/ca9692en> (accessed: 20.11.2023).
16. Leal Filho, W., Fedoruk, M., Paulino Pires Eustachio, J. H., Barbir, J., Lisovska, T., Lingos, A., & Baars, C. How the War in Ukraine Affects Food Security. *Foods*. 2023. №12(21). P. 3-10.
17. FSIN (Food Security Information Network) & Global Network Against Food Crises. *Global Report on Food Crises (GRFC)* 2023. URL: www.fsinplatform.org/global-report-food-crises-2023 (accessed: 20.11.2023).
18. FAO. FAO Food Price Index. In: *FAO | World Food Situation*. FAO. URL: www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex (accessed: 21.11.2023).

19. Schmidhuber, J. & Qiao, B. Global food import bill set to increase at a slower pace in 2022, nevertheless to another record level. In: FAO, ed. *Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets*. 2022. P. 76–78.
20. World Bank. Global Economic Prospects. *Washington, DC*. 2023. URL: <http://hdl.handle.net/10986/38030> (accessed: 21.11.2023).
21. ILO (International Labour Organization). World Employment and Social Outlook. Trends 2023. *Geneva: International Labour Office*. 2023. URL: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---inst/documents/publication/wcms_865387.pdf (accessed: 21.11.2023).
22. World Bank. Poverty and Shared Prosperity 2022. Correcting course. *Washington, DC*. 2022. URL: www.worldbank.org/en/publication/poverty-and-shared-prosperity (accessed: 21.11.2023).
23. World Bank. Macro Poverty Outlook for Middle East and North Africa. Country-by-country analysis and projections for the developing world. Annual Meetings 2023. *Washington, DC*. 2023. URL: www.worldbank.org/en/publication/macro-poverty-outlook/mpo_mena (accessed: 21.11.2023).
24. World Bank. Macro Poverty Outlook for South Asia. Country-by-country analysis and projections for the developing world. Annual Meetings 2023. *Washington, DC*. 2023. URL: www.worldbank.org/en/publication/macro-poverty-outlook/mpo_sar (accessed: 21.11.2023).
25. World Bank. Macro Poverty Outlook for Latin America and the Caribbean. Country-by-country analysis and projections for the developing world. Annual Meetings 2023. *Washington, DC*. 2023. URL: www.worldbank.org/en/publication/macro-poverty-outlook/mpo_lac (accessed: 21.11.2023).
26. European Union, FAO, UN-Habitat (United Nations Human Settlements Programme), OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) & World Bank. Applying the Degree of Urbanisation. A methodological manual

- to define cities, towns and rural areas for international comparisons. 2021 edition. *Luxembourg, Publications Office of the European Union*. 2021. P. 23-28.
27. FAO. Gendered impacts of COVID-19 and equitable policy responses in agriculture, food security and nutrition. *Rome*. 2020. P. 3-12.
 28. Mane, E., Macchioni, G.A., Cafiero, C. & Viviani, S. Why are women more food insecure than men? Exploring socio-economic drivers and the role of COVID-19 in widening the global gender gap. Background paper for The status of women in agrifood systems 2023. *Rome, FAO*. P. 5-8.
 29. FAO. The status of women in agrifood systems. *Rome*. 2023. P. 73-85.
 30. World Health Organization. Health in 2015: from MDGs, millennium development goals to SDGs, Sustainable Development Goals. 2015. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/200009> (accessed: 23.11.2023).
 31. Ritchie R, Mispy O.-O. Measuring progress towards the sustainable development goals. 2018. URL: <https://sdg-tracker.org> (accessed: 23.11.2023).
 32. United Nations Division for Sustainable Development (UNSD). 2023. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/> (accessed: 24.11.2023).
 33. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2023. The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. *Rome, FAO*. 2023. P 15-21.
 34. FAO. The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges. *Rome: FAO*. 2017. URL: <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf> (accessed: 25.11.2023).
 35. FAO. Agricultural production statistics. 2000–2021. *FAOSTAT Analytical Brief Series*. 2022. №60. P. 5-10.
 36. Elert, E. Rice by the numbers: A good grain. *Nature*. 2014. №514 (7524). P. 4-7.
 37. OECD/FAO . OECD-FAO Agricultural Outlook. *Paris: OECD Agriculture Statistics*. 2019. P. 5-8.
 38. Dixon, J., Braun, H. J., Kosina, P., and Crouch, J., (eds.). Wheat Facts and Futures 2009. *Mexico, D.F.: CIMMYT*. 2009. URL: <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1265> (accessed: 26.11.2023).

39. IDRC. Facts and Figures on Food and Biodiversity. *Canada: IDRC Communications, International Development Research Centre*. 2010. URL: <https://www.idrc.ca/en/research-in-action/facts-figures-food-and-biodiversity> (accessed: 26.11.2023).
40. Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., and Muricho, G. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Secur.* 2013. №5. P. 291–317.
41. RaboResearch. Global Wheat Consumption. *Utrecht: Rabobank*. 2017. URL: https://research.rabobank.com/far/en/sectors/grains-oilseeds/global_wheat_demand_article_1.html (accessed: 26.11.2023).
42. Mordor Intelligence. Wheat Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 — 2028). 2023. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/wheat-value-chain-analysis> (accessed: 27.11.2023).
43. Mordor Intelligence. Maize Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 — 2028). 2023. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/maize-market> (accessed: 27.11.2023).
44. Mordor Intelligence. Rice Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2023 — 2028). 2023. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/rice-market> (accessed: 27.11.2023).
45. Petkov, Vasil. The International Market of Wheat and the Food Security. *Journal of Economics and Public Finance*. 2023. №9. P. 83.
46. Kordzaia, N. & Yegorov, B. FOOD MARKETS AND FOOD SECURITY: SCIENTIFIC BASIS OF FORMATION. *Food science and Technology*. 2018. №12. P. 66 - 71.

47. Rahimi J, Smerald A, Moutahir H, Khorsandi M and Butterbach-Bahl K. The potential consequences of grain-trade disruption on food security in the Middle East and North Africa region. *Frontiers in Nutrition*. 2023. №10. P. 8-10.
48. Song, Fengjiao & Wang, Shijie & Bai, Xiaoyong & Wu, Luhua & Wang, Jinfeng & Li, Chaojun & Chen, Huan & Luo, Xuling & Xi, Huipeng & Zhang, Sirui & Luo, Guofeng & Yan, Mengqi & Zhen, Qingqing. A New Indicator for Global Food Security Assessment: Harvested Area Rather Than Cropland Area. *Chinese Geographical Science*. 2022. №32. P-11-15.
49. Chang, Victor & Xu, Qianwen. Analysis of influencing factors of grain yield based on multiple linear regression. *International Journal of Business and Systems Research*. 2021. №15. P. 6-9.
50. Xu, Jiahao & Tang, Sai & Li, Pengyan & Zhang, Hexu. Empirical Study on the Grain Output Based on Regression Analysis. *Journal of Sensors*. 2022. № 5. P. 1-10.
51. Математичні моделі у фінансах: навч. посіб. / О.А. Рядно, Л.В. Рибальченко, О.В. Піскунова, Я.В. Хрущ. — Дніпропетровськ: Дніпропетровська державна фінансова академія, 2011. 188 с.
52. Stoicea, Paula & Chiurciu, IA & Soare, Elena & Adina, Iorga & Dinu, Toma & David, Livia & Micu, Marius & Smedescu, Dragos & Dumitru, Eduard. The Use of Fertilizers and Pesticides in Wheat Production in the Main European Countries. *Sustainability*. 2023. №15. P. 18-22.
53. Saitoh, Kuniyuki & Kuroda, Toshiro & Kumano, Seiichi. Effects of Organic Fertilization and Pesticide Application on Growth and Yield of Field-Grown Rice for 10 Years. *Japanese journal of crop science*. 2001. №70. P. 530-540.
54. United Nations Environment Programme, World Health Organization, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. Exposure to Pesticides and Fertilizers and Human Health – Part A; Annex to Environmental and Health Impacts of Pesticides and Fertilizers and Ways of Minimizing Them: Envisioning a chemical-safe world. *Epidemiological Evidence Review Report*. 2020. P. 80-88.

55. YAHAYA, S. M., MAHMUD, A. A., ABDULLAHI, M., & HARUNA, A. Recent advances in the chemistry of nitrogen, phosphorus and potassium as fertilizers in soil: A review. *Pedosphere*. 2023. №33(3). P. 385-406.
56. United Nations Environment Programme. Synthesis Report on the Environmental and Health Impacts of Pesticides and Fertilizers and Ways to Minimize Them. *Geneva*. 2022. P. 7-28.
57. Di Renzo L. et al. Is antioxidant plasma status in humans a consequence of the antioxidant food content influence? *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2007. №11(3). P. 185-92.
58. Killin et al. Environmental risk factors for dementia: a systematic review. *BMC Geriatr*. 2016. №16. P. 175.
59. Chen J. et al. Environmentally friendly fertilizers: A review of materials used and their effects on the environment. *Sci Total Environ*. 2018. P. 613-614.
60. Robin, D.C. and Marchand, P.A. Evolution of the biocontrol active substances in the framework of the European Pesticide Regulation. *Pest Management Science*. 2018. №75(4). P. 950-958.
61. Шитиков В. К., Мостицкий С. Е. Класифікація, регресія, алгоритми Data Mining. 2017. URL: <https://github.com/ranalytics/data-mining> (дата звернення: 29.11.2023).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Опис субрегіонів:

Африка:

- Східна Африка: Бурунді, Коморські острови, Джибуті, Еритрея, Ефіопія, Кенія, Мадагаскар, Малаві, Маврикій, Мозамбік, Руанда, Сомалі, Південний Судан, Уганда, Об'єднана Республіка Танзанія, Замбія, Зімбабве.
- Центральна Африка: Ангола, Камерун, Центральноафриканська Республіка, Чад, Конго, Демократична Республіка Конго.
- Північна Африка: Алжир, Єгипет, Лівія, Марокко, Судан, Туніс.
- Південна Африка: Ботсвана, Есватіні, Лесото, Намібія, Південна Африка (ПАР).
- Західна Африка: Бенін, Малі, Мавританія, Нігер, Нігерія.

Америка:

- Північна Америка: Канада, Сполучені Штати Америки.
- Центральна Америка: Гватемала, Гондурас, Мексика.
- Карибський басейн: Антигуа і Барбуда, Багамські острови, Барбадос, Куба, Домініка, Домініканська республіка, Гренада, Гаїті, Ямайка, Пуерто Ріко, Сент-Люсія, Сент-Вінсент і Гренадини, Тринідад і Тобаго.
- Південна Америка: Аргентина, Болівія (Багатонаціональна Держава), Бразилія, Чилі, Колумбія, Еквадор, Гайана, Парагвай, Перу, Сурінам, Уругвай, Венесуела (Боліваріанська Республіка).

Азія:

- Центральна Азія: Казахстан, Киргистан, Таджикистан, Туркменістан, Узбекистан.
- Східна Азія: Китай, САР Гонконг, Китай, провінція Тайвань, Китай, материк, Корейська Народно-Демократична Республіка, Японія, Монголія, Республіка Корея.

- Південна Азія: Афганістан, Бангладеш, Бутан, Індія, Іран (Ісламська Республіка), Мальдіви, Непал, Пакистан, Шрі Ланка.
- Південно - Східна Азія: Бруней Даруссалам, Камбоджа, Індонезія, Лаоська Народно-Демократична Республіка, Малайзія, М'янма, Філіппіни, Таїланд, Тимор-Лешті, В'єтнам.
- Західна Азія: Вірменія, Азербайджан, Кіпр, Грузія, Ірак, Ізраїль, Йорданія, Кувейт, Ліван, Оман, Палестина, Катар, Саудівська Аравія, Сирійська Арабська Республіка, Туреччина, Об'єднані Арабські Емірати, Ємен.

Європа:

- Східна Європа: Білорусь, Болгарія, Чехія, Угорщина, Польща, Республіка Молдова, Румунія, Російська Федерація, Словаччина, Україна.
- Північна Європа: Данія, Естонія, Фінляндія, Ірландія, Латвія, Литва, Норвегія, Швеція, Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії.
- Південна Європа: Албанія, Боснія і Герцеговина, Хорватія, Греція, Італія, Мальта, Чорногорія, Північна Македонія, Португалія, Сербія, Словенія, Іспанія.
- Західна Європа: Австрія, Бельгія, Франція, Німеччина, Люксембург, Нідерланди (Королівство), Швейцарія.

Океанія:

- Австралія та Нова Зеландія : Австралія, Нова Зеландія.
- Меланезія: Фіджі, Нова Каледонія, Папуа-Нова Гвінея, Соломонові острови, Вануату.
- Мікронезія: Мікронезія (Федеративні Штати).

```
. hausman fixed random
```

	Coefficients			
	 fixed	 random	<b-B> Difference	sqrt<diag<U_b-U_B>> S.E.
fungicides	.0000114	.000012	-5.69e-07	5.14e-07
fungseed	.0002541	.0002654	-.0000113	.0000111
herbicides	-9.50e-07	-1.01e-06	6.45e-08	1.45e-07
insecticides	5.02e-06	4.66e-06	3.57e-07	2.96e-07
insectseed	3.77e-06	3.28e-06	4.86e-07	1.33e-06
rodenticides	-.0000553	-.0000549	-3.83e-07	2.18e-06

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg
 Test: Ho: difference in coefficients not systematic
 $\chi^2(6) = \langle b-B \rangle' [\langle U_b - U_B \rangle^{-1}] \langle b-B \rangle$
 = 3.64
 Prob>chi2 = 0.7253

Рисунок А.1 -Тест Хаусмана для моделей фіксованих та випадкових ефектів.

Пестициди. Пшениця.

```
. hausman random fixed
```

	Coefficients			
	 random	 fixed	<b-B> Difference	sqrt<diag<U_b-U_B>> S.E.
fungicides	.9395531	.9938694	-.0543163	.
fungseed	.1562643	.1601338	-.0038695	.
herbicides	-.0346032	-.1226992	.088096	.
insecticides	.3481883	.4385528	-.0903645	.
insectseed	-.0072322	.0009835	-.0082157	.
rodenticides	-.2312301	-.2786433	.0474132	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg
 Test: Ho: difference in coefficients not systematic
 $\chi^2(6) = \langle b-B \rangle' [\langle U_b - U_B \rangle^{-1}] \langle b-B \rangle$
 = 19.65
 Prob>chi2 = 0.0032

Рисунок А.2 -Тест Хаусмана для моделей фіксованих та випадкових ефектів.

Пестициди. Кукурудза.

```
. hausman fixed random
```

	Coefficients			
	 fixed	 random	<b-B> Difference	sqrt(diag(U_b-U_B)) S.E.
fungicides	.0000254	.000025	3.84e-07	7.55e-07
fungseed	.0006886	.0006771	.0000115	.000021
herbicides	1.33e-06	1.44e-06	-1.11e-07	2.12e-07
insecticides	-2.32e-06	-2.44e-06	1.15e-07	4.47e-07
insectseed	-.0000145	-.0000149	3.87e-07	2.42e-06
rodenticides	-.0000391	-.0000367	-2.39e-06	3.39e-06

```

      b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
      B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

      chi2(6) = <b-B>'[<U_b-U_B>^(-1)]<b-B>
              =      0.80
      Prob>chi2 =      0.9920

```

Рисунок А.3 - Тест Хаусмана для моделей фіксованих та рандомних ефектів. Пестициди. Рис.

	Coefficients			
	 fixed	 random	<b-B> Difference	sqrt(diag(U_b-U_B)) S.E.
nitrogen	.002148	.0032937	-.0011456	.0001231
phosphate	.0023061	.0018264	.0004797	.0000805
potassium	-.0003786	-.0004534	.0000748	.
pesticides	.0444538	.0440159	.0004379	.0025052

```

      b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
      B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

      chi2(4) = <b-B>'[<U_b-U_B>^(-1)]<b-B>
              =      98.68
      Prob>chi2 =      0.0000

```

Рисунок А.4 - Тест Хаусмана для моделей фіксованих та рандомних ефектів. Добрива. Пшениця.

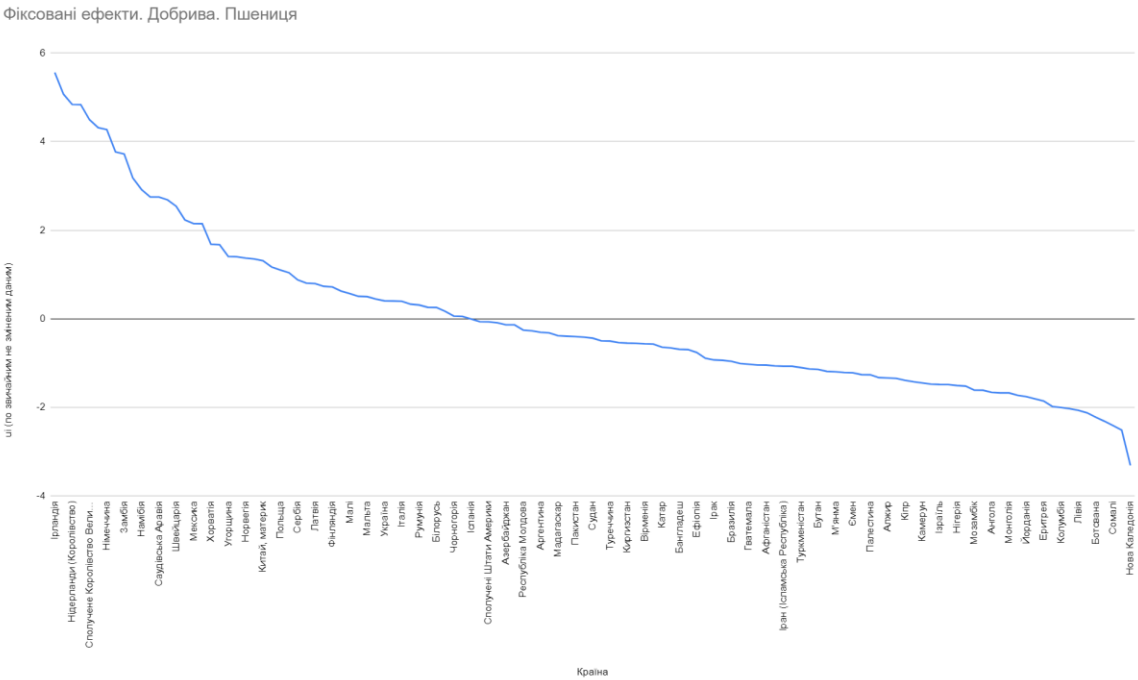


Рисунок А.5 - Фіксовані ефекти. Добрива. Пшениця.

	Coefficients			
	 fixed	 random	<b-B> Difference	sqrt<diag<U_b-U_B>> S.E.
nitrogen	.0130073	.015453	-.0024457	.0005647
phosphate	-.0213562	-.0224136	.0010574	.0007054
potassium	-.0035878	-.0020571	-.0015307	.0002912
pesticides	.1936416	.1963842	-.0027425	.0117123

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(4) = <b-B>'[<U_b-U_B>^(-1)]<b-B>
= 95.38
Prob>chi2 = 0.0000

Рисунок А.6 - Тест Хаусмана для моделей фіксованих та рандомних ефектів. Добрива. Кукурудза.

Фіксовані ефекти. Добрива. Кукурудза

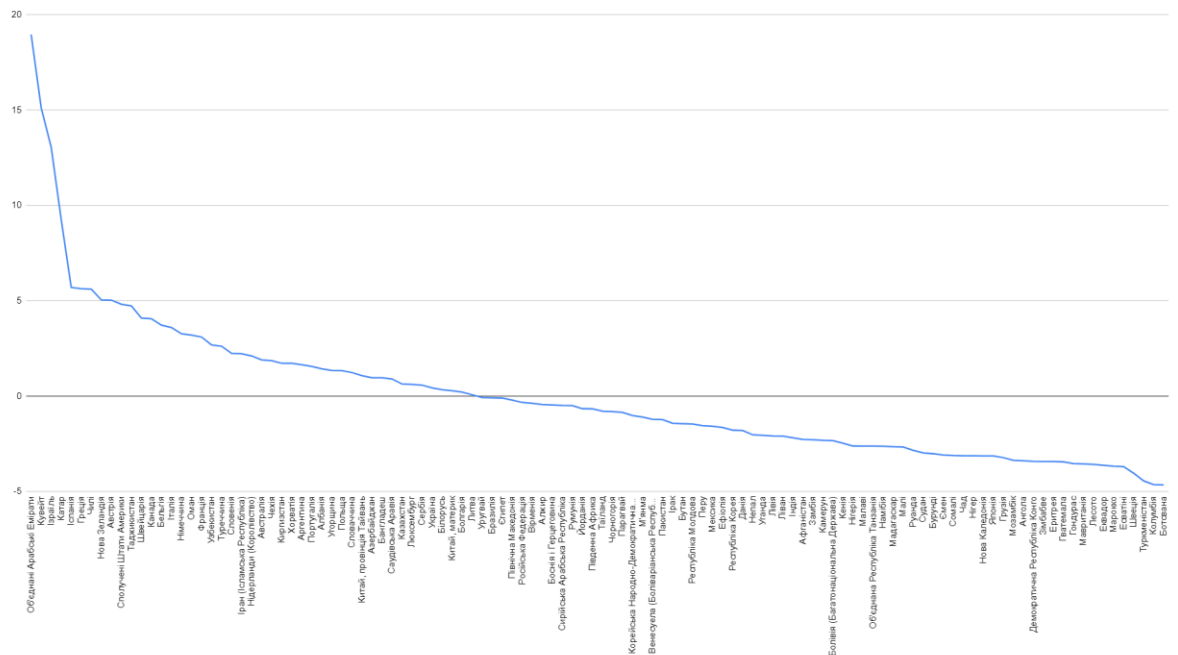


Рисунок А.7 - Фіксовані ефекти. Добрива. Кукурудза.

```

. hausman fixed random

```

	— Coefficients —			
	 fixed	 random	<b-B> Difference	sqrt(diag(U_b-U_B)) S.E.
nitrogen	.0055799	.0064367	-.0008568	.00041
phosphate	-.0007507	.0003413	-.001092	.000448
potassium	.0046466	.0038663	.0007803	.0004696
pesticides	.0491581	.054388	-.0052299	.0030911

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg
 Test: Ho: difference in coefficients not systematic
 $\chi^2(4) = (b-B)' [U_b - U_B]^{-1} (b-B)$
 = 14.83
 Prob>chi2 = 0.0051

Рисунок А.8 - Тест Хаусмана для моделей фіксованих та рандомних ефектів. Добрива. Рис.

Фіксовані ефекти. Добрива. Рис

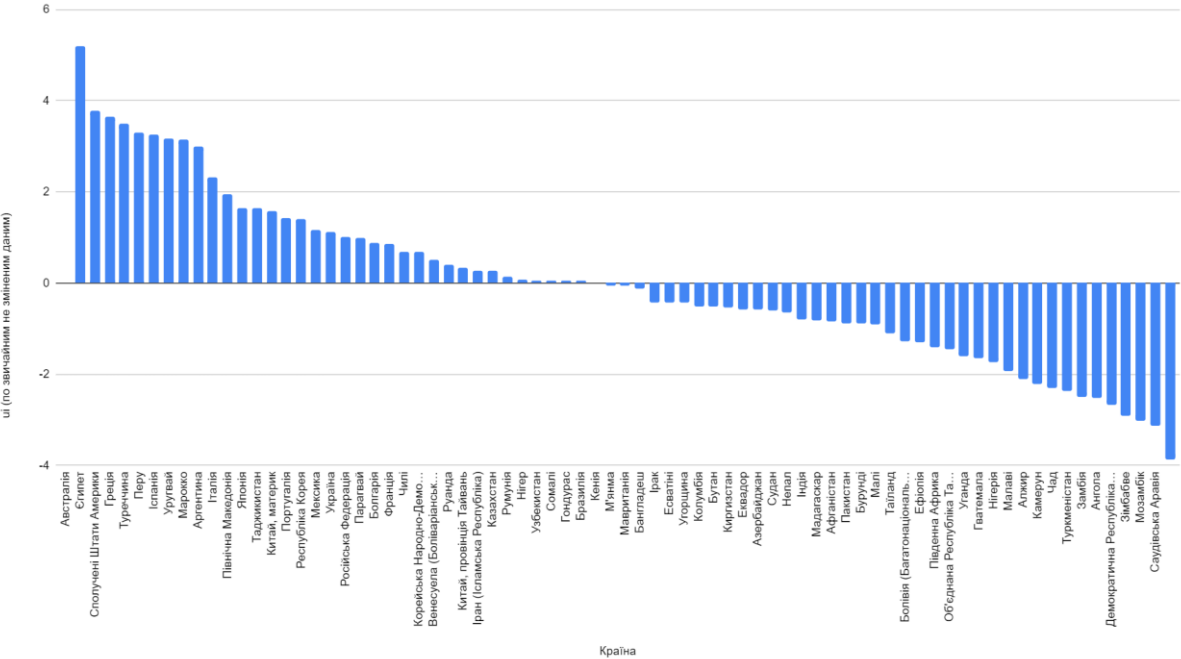


Рисунок А.9 - Фіксовані ефекти. Добрива. Рис.

ДОДАТОК Б

ТОП-3 групи країн по зібраній площі пшениці

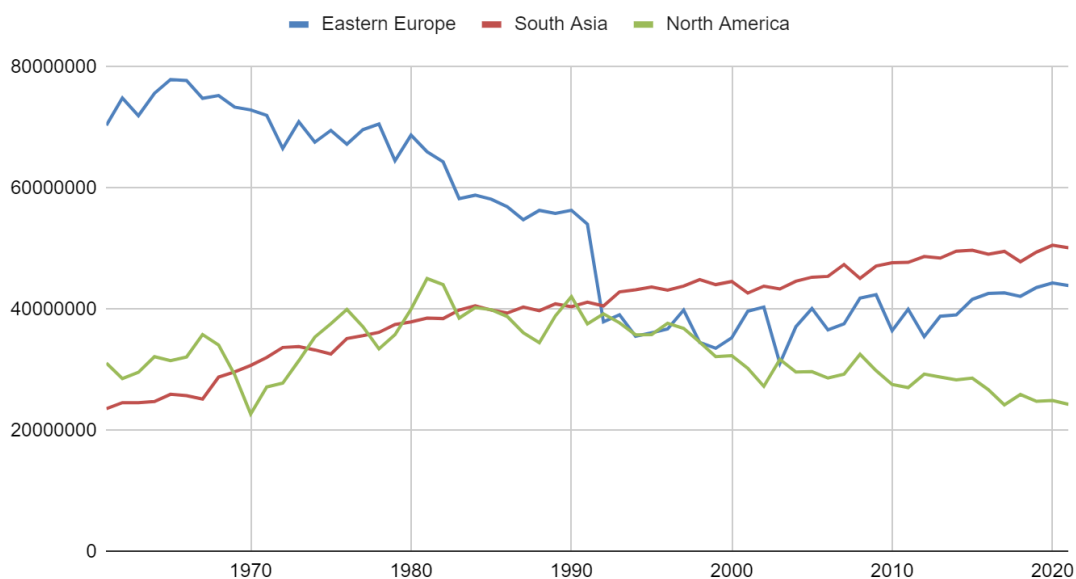


Рисунок Б.1 - Зібрана площа. Пшениця. Топ — субрегіонів.

	Зібрана Площа 2021 (га)
Південна Азія	50126486
Східна Європа	43890555
Північна Америка	24286490
Східна Азія	24260473
Центральна Азія	15172564
Австралії та Нової Зеландії	12686752
Західна Азія	10767226
Південна Америка	10372370
Західна Європа	8914328
Північна Африка	6667596
Південна Європа	5211968
Північна Європа	4806640
Східна Африка	2334855
Центральна Америка	550248
Південна Африка	535115
Західна Африка	92070
Південно-східна Азія	71244
Середня Африка	12573
Меланезія	187

Рисунок Б.2 - Зібрана площа. Пшениця. Рейтинг субрегіонів.

ТОП-3 групи країн по врожайності пшениці

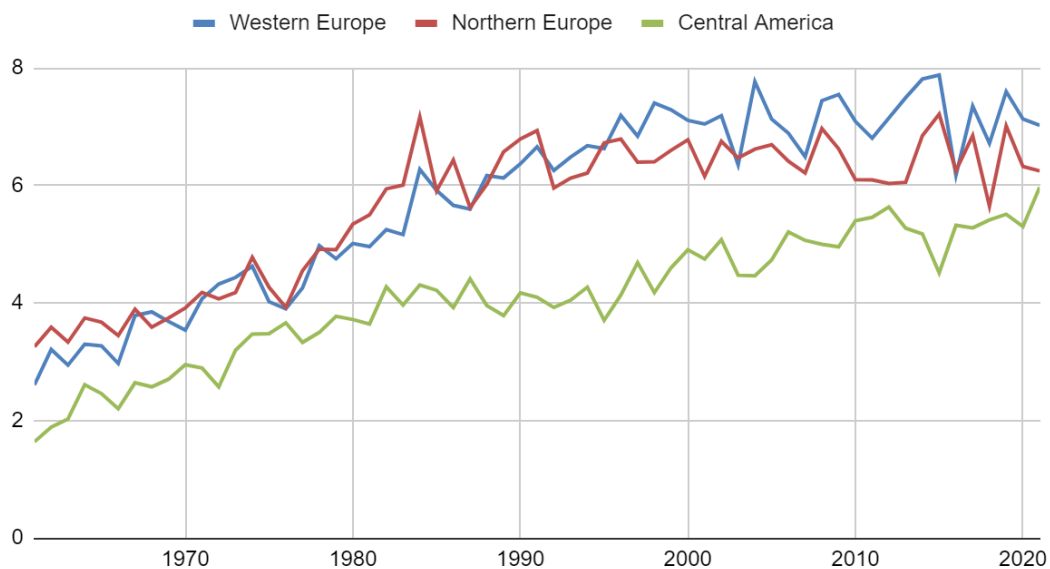


Рисунок Б.3 - Врожайність. Пшениця. Топ — субрегіонів.

	Врожайність_2021 (т/га)
Західна Європа	7,0246
Північна Європа	6,2492
Центральна Америка	5,9703
Східна Азія	5,7184
Південна Європа	4,2894
Південна Африка	4,2674
Східна Європа	3,5126
Північна Африка	3,0949
Південна Азія	3,0774
Південна Америка	2,8242
Північна Америка	2,7623
Східна Африка	2,64
Австралії та Нової Зеландії	2,5495
Західна Азія	2,5064
Південно-східна Азія	1,4221
Центральна Азія	1,3433
Західна Африка	1,3319
Середня Африка	1,1229
Меланезія	0,4522

Рисунок Б.4 - Врожайність. Пшениця. Рейтинг субрегіонів.

ТОП-3 Регіони по зібраній площі кукурудзи

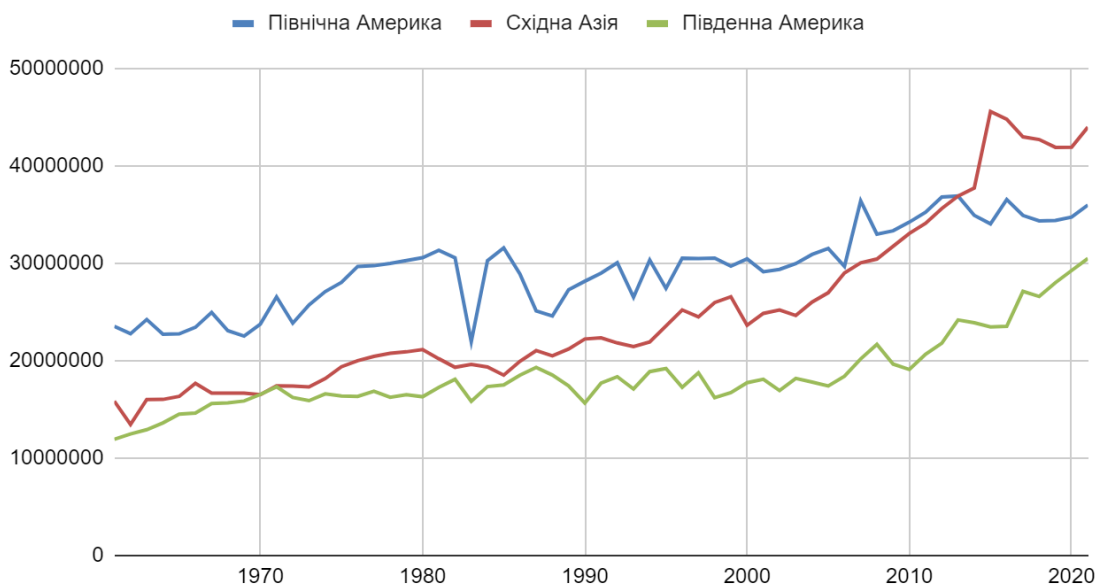


Рисунок Б.5 - Зібрана площа. Кукурудза. Топ — субрегіонів.

	Зібрана площа 2021 (га)
Східна Азія	43956121
Північна Америка	35946170
Південна Америка	30461671
Східна Африка	17025842
Східна Європа	14614052
Західна Африка	13520502
Південна Азія	13229472
Південно-східна Азія	9166226
Центральна Америка	9042193
Середня Африка	7322685
Південна Африка	3433703
Південна Європа	2781199
Західна Європа	2276410
Північна Африка	1153934
Західна Азія	1055374
Карибський басейн	410106
Центральна Азія	379092
Австралії та Нової Зеландії	64100
Північна Європа	26010
Меланезія	5091
Мікронезія	64

Рисунок Б.6 - Зібрана площа. Кукурудза. Рейтинг субрегіонів.

ТОП-3 Регіони по врожайності кукурудзи

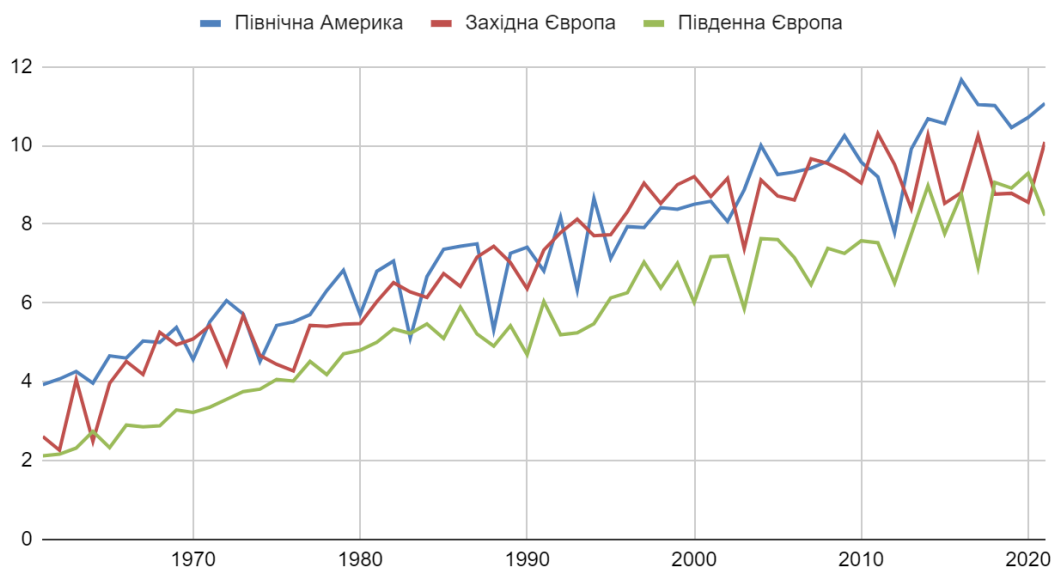


Рисунок Б.7 - Врожайність. Кукурудза. Топ — субрегіонів.

	Врожайність_2021(т/га)
Північна Америка	11,0701
Західна Європа	10,0929
Південна Європа	8,2177
Австралії та Нової Зеландії	8,0334
Західна Азія	7,7674
Центральна Азія	7,0124
Північна Африка	6,5809
Східна Європа	6,5589
Північна Європа	6,3379
Східна Азія	6,2594
Південна Америка	5,3274
Південна Африка	5,015
Південно-східна Азія	4,6319
Меланезія	4,3987
Південна Азія	3,8099
Центральна Америка	3,4996
Східна Африка	2,1677
Західна Африка	2,0035
Мікронезія	1,4328
Карибський басейн	1,2258
Середня Африка	1,0689

Рисунок Б.8 - Врожайність. Кукурудза. Рейтинг субрегіонів.

ТОП - 3 групи країн по зібраній площі рису

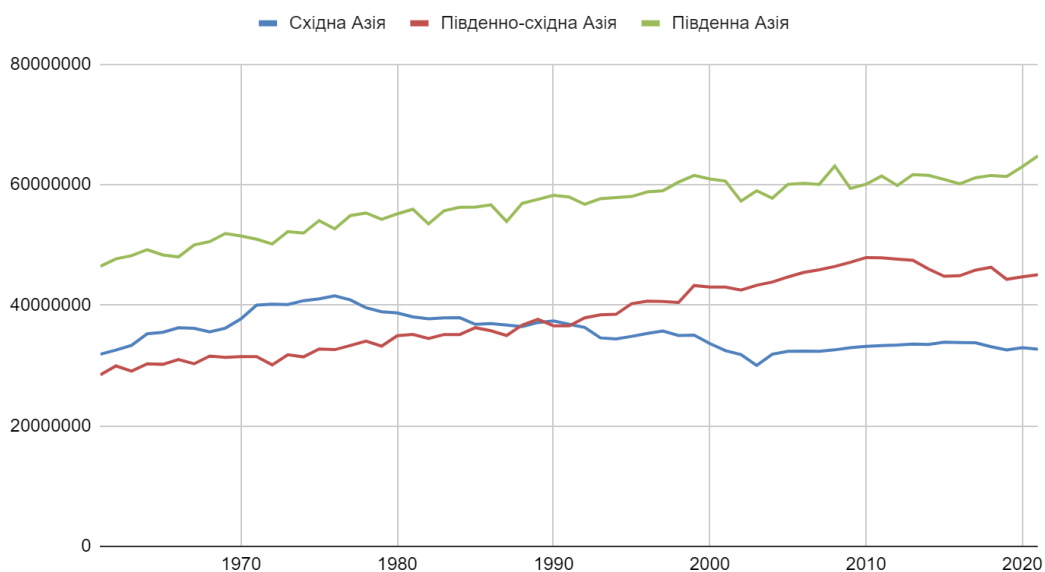


Рисунок Б.9 - Зібрана площа. Рис. Топ — субрегіонів.

	Зібрана площа_2021 (га)
Південна Азія	64812936
Південно-східна Азія	45086935
Східна Азія	32745685
Західна Африка	10104389
Південна Америка	4105452
Східна Африка	3289855
Середня Африка	1942118
Північна Америка	1006870
Північна Африка	490729
Південна Європа	379081
Карибський басейн	307198
Центральна Америка	279301
Західна Азія	229052
Східна Європа	216629
Центральна Азія	191091
Австралії та Нової Зеландії	45084
Західна Європа	12290
Меланезія	4416
Південна Африка	1413
Мікронезія	96

Рисунок Б.10 - Зібрана площа. Рис. Рейтинг субрегіонів.

ТОП - 3 групи країн по врожайності рису

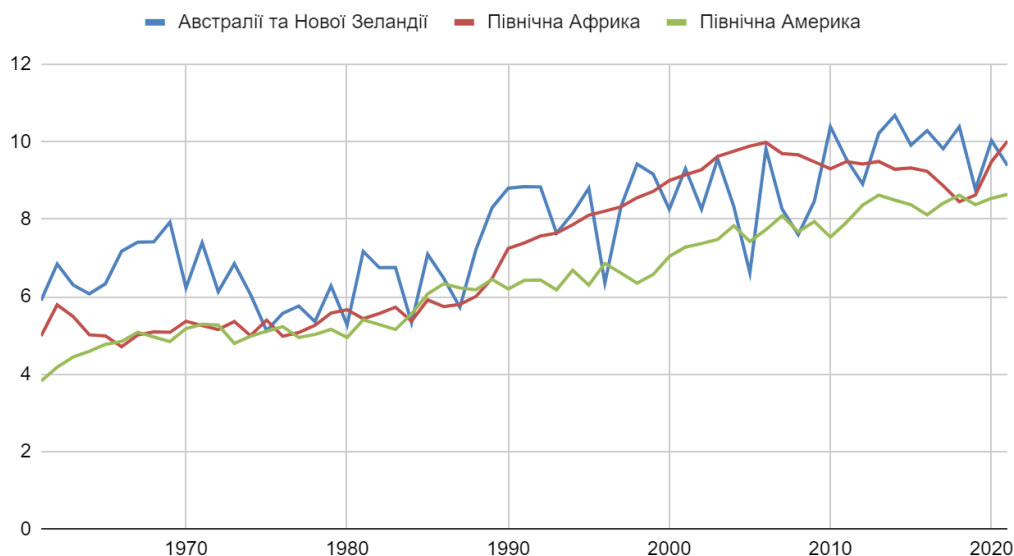


Рисунок Б.11 - Врожайність. Рис. Топ — субрегіонів.

	Врожайність 2021 (т/га)
Північна Африка	10,0209
Австралії та Нової Зеландії	9,382
Північна Америка	8,6404
Східна Азія	7,0848
Південна Європа	6,6292
Південна Америка	6,3857
Західна Азія	6,2577
Східна Європа	5,5787
Центральна Азія	5,4119
Центральна Америка	5,1273
Західна Європа	5,0724
Карибський басейн	4,5173
Південно-східна Азія	4,3131
Південна Азія	4,3081
Меланезія	3,1693
Південна Африка	2,8869
Східна Африка	2,5789
Західна Африка	2,1349
Мікронезія	1,8113
Середня Африка	1,1388

Рисунок Б.12 - Врожайність. Рис. Рейтинг субрегіонів.

ДОДАТОК В

Опис країн, які використовувались при кластерному аналізі пшениці, кукурудзи та рису :

Пшениця: Австралія, Австрія, Азербайджан, Албанія, Алжир, Ангола, Аргентина, Афганістан, Бангладеш, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Болівія (Багатонаціональна Держава), Боснія і Герцеговина, Ботсвана, Бразилія, Бурунді, Бутан, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Вірменія, Гватемала, Гондурас, Греція, Грузія, Данія, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Еритрея, Естонія, Ефіопія, Єгипет, Ємен, Замбія, Зімбабве, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран (Ісламська Республіка), Ірландія, Іспанія, Італія, Йорданія, Казахстан, Камерун, Канада, Катар, Кенія, Киргизстан, Китай, материк, Китай, провінція Тайвань, Кіпр, Колумбія, Корейська Народно-Демократична Республіка, Кувейт, Латвія, Лесото, Литва, Ліван, Лівія, Люксембург, М'янма, Мавританія, Мадагаскар, Малаві, Малі, Мальта, Марокко, Мексика, Мозамбік, Монголія, Намібія, Непал, Нігер, Нігерія, Нідерланди (Королівство), Німеччина, Нова Зеландія, Нова Каледонія, Норвегія, Об'єднана Республіка Танзанія, Об'єднані Арабські Емірати, Оман, Пакистан, Палестина, Парагвай, Перу, Південна Африка, Північна Македонія, Польща, Португалія, Республіка Корея, Республіка Молдова, Російська Федерація, Руанда, Румунія, Саудівська Аравія, Сербія, Сирійська Арабська Республіка, Словаччина, Словенія, Сомалі, Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії, Сполучені Штати Америки, Судан, Таджикистан, Таїланд, Туніс, Туреччина, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Угорщина, Узбекистан, Україна, Уругвай, Фінляндія, Франція, Хорватія, Чад, Чехія, Чилі, Чорногорія, Швейцарія, Швеція, Японія.

Кукурудза: Австралія, Австрія, Азербайджан, Албанія, Алжир, Ангола, Аргентина, Афганістан, Бангладеш, Бельгія, Білорусь, Болгарія, Болівія (Багатонаціональна Держава), Боснія і Герцеговина, Ботсвана, Бразилія, Бурунді, Бутан, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Вірменія, Гватемала, Гондурас, Греція, Грузія, Данія, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Еритрея, Ефіопія,

Єгипет, Ємен, Замбія, Зімбабве, Ізраїль, Індія, Ірак, Іран (Ісламська Республіка), Іспанія, Італія, Йорданія, Казахстан, Камерун, Канада, Катар, Кенія, Киргизстан, Китай, материк, Китай, провінція Тайвань, Колумбія, Корейська Народно-Демократична Республіка, Кувейт, Лесото, Литва, Ліван, Лівія, Люксембург, М'янма, Мавританія, Мадагаскар, Малаві, Малі, Марокко, Мексика, Мозамбік, Намібія, Непал, Нігер, Нігерія, Нідерланди (Королівство), Німеччина, Нова Зеландія, Нова Каледонія, Об'єднана Республіка Танзанія, Об'єднані Арабські Емірати, Оман, Пакистан, Парагвай, Перу, Південна Африка, Північна Македонія, Польща, Португалія, Республіка Корея, Республіка Молдова, Російська Федерація, Руанда, Румунія, Саудівська Аравія, Сербія, Сирійська Арабська Республіка, Словаччина, Словенія, Сомалі, Сполучені Штати Америки, Судан, Таджикистан, Таїланд, Туреччина, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Угорщина, Узбекистан, Україна, Уругвай, Франція, Хорватія, Чад, Чехія, Чилі, Чорногорія, Швейцарія, Швеція, Японія.

Рис: Австралія, Азербайджан, Алжир, Ангола, Аргентина, Афганістан, Бангладеш, Болгарія, Болівія (Багатонаціональна Держава), Бразилія, Бурунді, Бутан, Венесуела (Боліваріанська Республіка), Гватемала, Гондурас, Греція, Демократична Республіка Конго, Еквадор, Ефіопія, Єгипет, Замбія, Зімбабве, Індія, Ірак, Іран (Ісламська Республіка), Іспанія, Італія, Казахстан, Камерун, Кенія, Киргизстан, Китай, материк, Китай, провінція Тайвань, Колумбія, Корейська Народно-Демократична Республіка, М'янма, Мавританія, Мадагаскар, Малаві, Малі, Марокко, Мексика, Мозамбік, Непал, Нігер, Нігерія, Об'єднана Республіка Танзанія, Пакистан, Парагвай, Перу, Південна Африка, Північна Македонія, Португалія, Республіка Корея, Російська Федерація, Руанда, Румунія, Саудівська Аравія, Сомалі, Сполучені Штати Америки, Судан, Таджикистан, Таїланд, Туреччина, Туркменістан, Есватіні, Уганда, Угорщина, Узбекистан, Україна, Уругвай, Франція, Чад, Чилі, Японія.

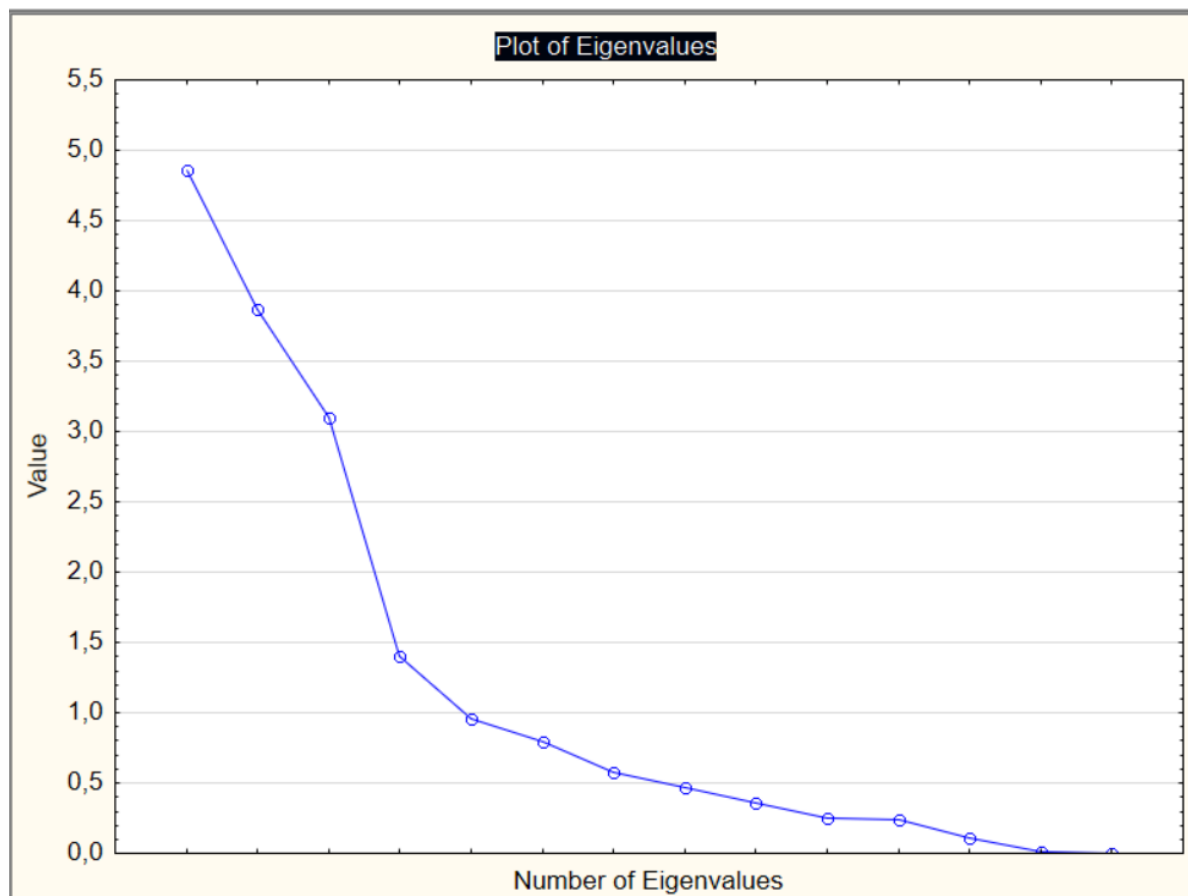


Рисунок В.1 — Факторний аналіз. Метод ліктя. Пшениця.

		Factor Loadings (Varimax normalized) (Дані_ПШЕНИЦЯ.sta)		
		Extraction: Principal components		
		(Marked loadings are > ,600000)		
Variable		Factor 1	Factor 2	Factor 3
Динаміка_Врожайність_Значимі_Значення	ui (Фіксовані ефекти)	0,166122	0,274034	-0,082703
Динаміка_Площа_Значимі_Значення		0,034056	0,974921	0,084093
Динаміка_Імпорт_Значимі_Значення		0,245185	-0,035743	-0,222551
Динаміка_Експорт_Значимі_Значення		-0,017628	0,097114	0,711307
Врожайність_СРЗНАЧ		0,658543	0,065409	-0,201491
Врожайність_Якщо менше середньої світової =0, більше =1		0,022493	0,972987	0,125963
Врожайність_Відсоток від середньої світової		-0,048912	0,881099	0,013677
Площа_СРЗНАЧ		0,022493	0,972987	0,125963
Площа_Якщо менше середньої світової =0, більше =1		0,870207	-0,054159	0,113715
Площа_Відсоток від середньої світової		0,763739	0,008880	0,318565
Імпорт_СРЗНАЧ		0,870207	-0,054159	0,113715
Імпорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1		0,025487	0,053511	0,948041
Імпорт_Відсоток від середньої світової		0,001278	-0,047780	0,859758
Експорт_СРЗНАЧ		0,025487	0,053511	0,948041
Експорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1		0,858727	0,081446	-0,046510
Експорт_Відсоток від середньої світової		0,782870	0,225115	-0,139267
Expl.Var		0,858727	0,081446	-0,046510
Prp.Totl		4,713093	3,788195	3,329734
		0,277241	0,222835	0,195867

Рисунок В.2 - Факторний аналіз. Аналіз факторів. Пшениця.

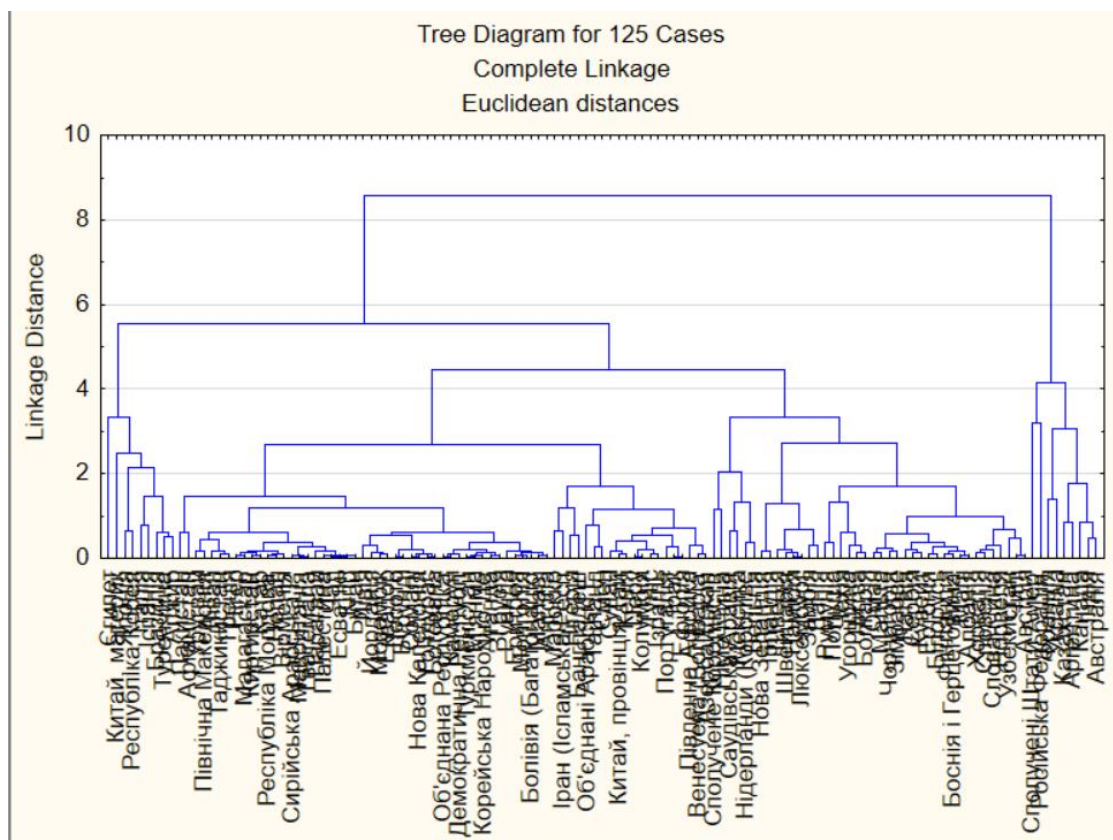


Рисунок В.3 - Кластерний аналіз. Визначення необхідної кількості кластерів

		Members of Cluster Number 1 (Дані_ПШЕНИЦЯ.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 23 cases			
		Distance			
Азербайджан		0.463919			
Алжир		1.060884			
Бангладеш		0.416161			
Бразилія		0.767966			
Венесуела (Боліваріанська Республіка)		0.510348			
Ємен		0.145350			
Ізраїль		0.377767			
Іран (Ісламська Республіка)		0.461574			
Іспанія		0.644716			
Кенія		0.374964			
Китай, провінція Тайвань		0.423107			
Колумбія		0.364458			
Марокко		0.488744			
Нігерія		0.431710			
Об'єднані Арабські Емірати		0.560997			
Перу		0.338798			
Південна Африка		0.424244			
Португалія		0.450918			
Республіка Корея		0.523386			
Судан		0.321289			
Таїланд		0.290679			
Туніс		0.324537			
Туреччина		1.105444			

Рисунок В.4 - Кластерний аналіз. Кластер 1. Пшениця

		Members of Cluster Number 2 (Дані_ПШЕНИЦЯ.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 49 cases				
		Distance				
Ангола		0,172113				
Афганістан		0,347513				
Болівія (Багатонаціональна Держава)		0,148166				
Ботсвана		0,294676				
Бурунді		0,234761				
Бутан		0,109224				
Вірменія		0,196032				
Гватемала		0,096672				
Гондурас		0,296281				
Греція		0,253161				
Грузія		0,042066				
Демократична Республіка Конго		0,099795				
Еквадор		0,194675				
Еритрея		0,191674				
Ефіопія		0,455748				
Ірак		0,429321				
Йорданія		0,153839				
Камерун		0,104422				
Катар		0,146367				
Киргизстан		0,142617				
Кіпр		0,080811				
Корейська Народнo-Демократична Республіка		0,069269				
Лесото		0,220751				
Ліван		0,275743				
Лівія		0,305933				
М'янма		0,029736				
Мавританія		0,082742				
Мадагаскар		0,198353				
Малаві		0,129392				
Мозамбік		0,140521				
Монголія		0,146565				
Непал		0,189038				
Нігер		0,185243				
Нова Каледонія		0,339396				
Об'єднана Республіка Танзанія		0,081443				
Пакистан		0,689309				
Палестина		0,087756				
Парагвай		0,136832				
Північна Македонія		0,367646				
Республіка Молдова		0,232776				
Руанда		0,101307				
Сирійська Арабська Республіка		0,088368				
Сомалі		0,318573				
Таджикистан		0,274905				
Туркменістан		0,038369				
Есватіні		0,098211				
Уганда		0,064407				
Уругвай		0,302855				
Чад		0,092919				

Рисунок В.5 - Кластерний аналіз. Кластер 2. Пшениця

Members of Cluster Number 3 (Дані_ПШЕНИЦЯ.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 9 cases	
	Distance
Австралія	0,392002
Аргентина	0,808038
Індія	0,287809
Казахстан	0,875639
Канада	0,248025
Російська Федерація	1,617783
Сполучені Штати Америки	1,220020
Україна	0,613960
Франція	1,252563

Рисунок В.6 - Кластерний аналіз. Кластер 3. Пшениця

Members of Cluster Number 4 (Дані_ПШЕНИЦЯ.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 10 cases	
	Distance
Бельгія	0,717663
Єгипет	1,407498
Італія	0,791343
Китай, материк	1,125191
Мексика	0,401364
Нідерланди (Королівство)	0,651206
Німеччина	0,839693
Саудівська Аравія	0,603000
Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії	0,841654
Японія	0,670596

Рисунок В.7 - Кластерний аналіз. Кластер 4. Пшениця

Members of Cluster Number 5 (Дані_ПШЕНИЦЯ.sta) and Distances from Respective Cluster Center Cluster contains 34 cases	
	Distance
Ірландія	0,966990
Кувейт	0,159077
Латвія	0,185857
Литва	0,421778
Люксембург	0,292222
Малі	0,211883
Мальта	0,390745
Намібія	0,273924
Нова Зеландія	0,881017
Норвегія	0,177186
Оман	0,370941
Польща	0,685364
Румунія	0,858217
Сербія	0,191238
Словаччина	0,090042
Словенія	0,118038
Угорщина	0,373422
Узбекистан	0,342610
Фінляндія	0,293509
Хорватія	0,116023
Чехія	0,437665
Чилі	0,231631
Чорногорія	0,426933
Швейцарія	0,258452
Швеція	0,324670

Рисунок В.8 - Кластерний аналіз. Кластер 5. Пшениця

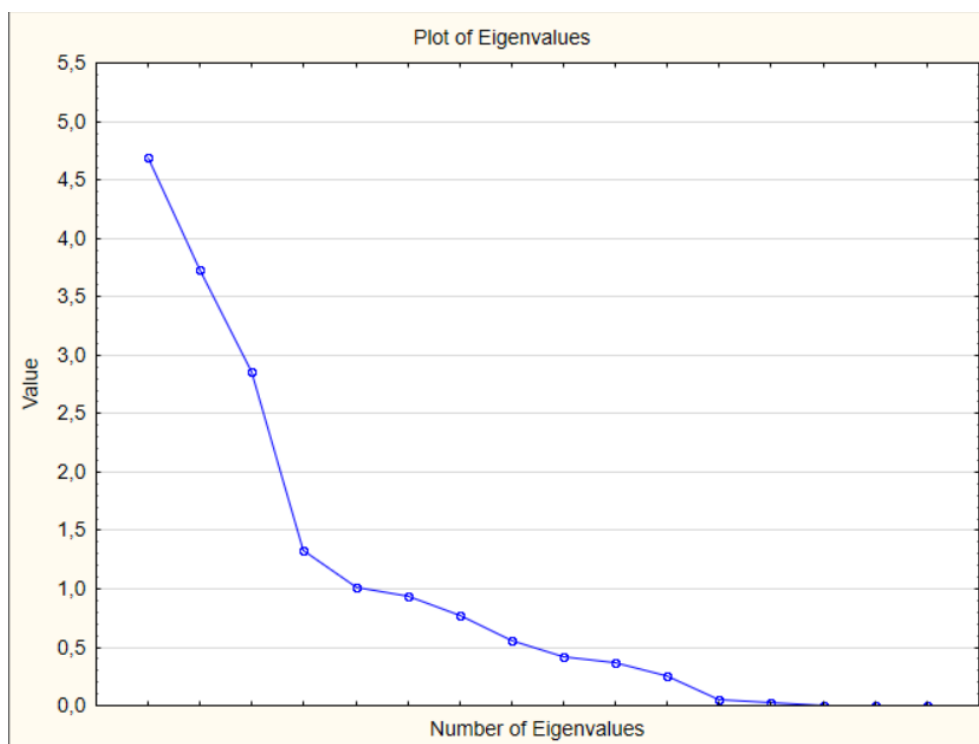


Рисунок В.9 — Факторний аналіз. Метод ліктя. Кукурудза.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Дані_КУ Extraction: Principal components (Marked loadings are >.600000))		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Динаміка_Врожайність_Значимі_Значення	0,028384	0,289841	-0,175576
ui (Фіксовані ефекти)	0,048718	0,962994	0,061305
Динаміка_Площа_Значимі_Значення	0,755533	-0,083490	0,159941
Динаміка_Імпорт_Значимі_Значення	0,127137	0,049708	0,731616
Динаміка_Експорт_Значимі_Значення	0,357895	0,043121	-0,151093
Врожайність_СРЗНАЧ	0,029669	0,972894	0,141779
Врожайність_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,115855	0,811855	0,135309
Врожайність_Відсоток від середньої світової	0,029669	0,972894	0,141779
Площа_СРЗНАЧ	0,925208	-0,042666	0,194025
Площа_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,035232	-0,087705	0,072503
Площа_Відсоток від середньої світової	0,925208	-0,042666	0,194025
Імпорт_СРЗНАЧ	-0,077975	-0,007298	0,916165
Імпорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,012139	0,159311	0,849337
Імпорт_Відсоток від середньої світової	-0,077975	-0,007298	0,916165
Експорт_СРЗНАЧ	0,863583	0,122150	-0,049565
Експорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,720327	0,039493	-0,099618
Експорт_Відсоток від середньої світової	0,863583	0,122150	-0,049565
Expl.Var	4,469435	3,643042	3,172244
Prp.Totl	0,262908	0,214297	0,186603

Рисунок В.10 - Факторний аналіз. Аналіз факторів. Кукурудза.

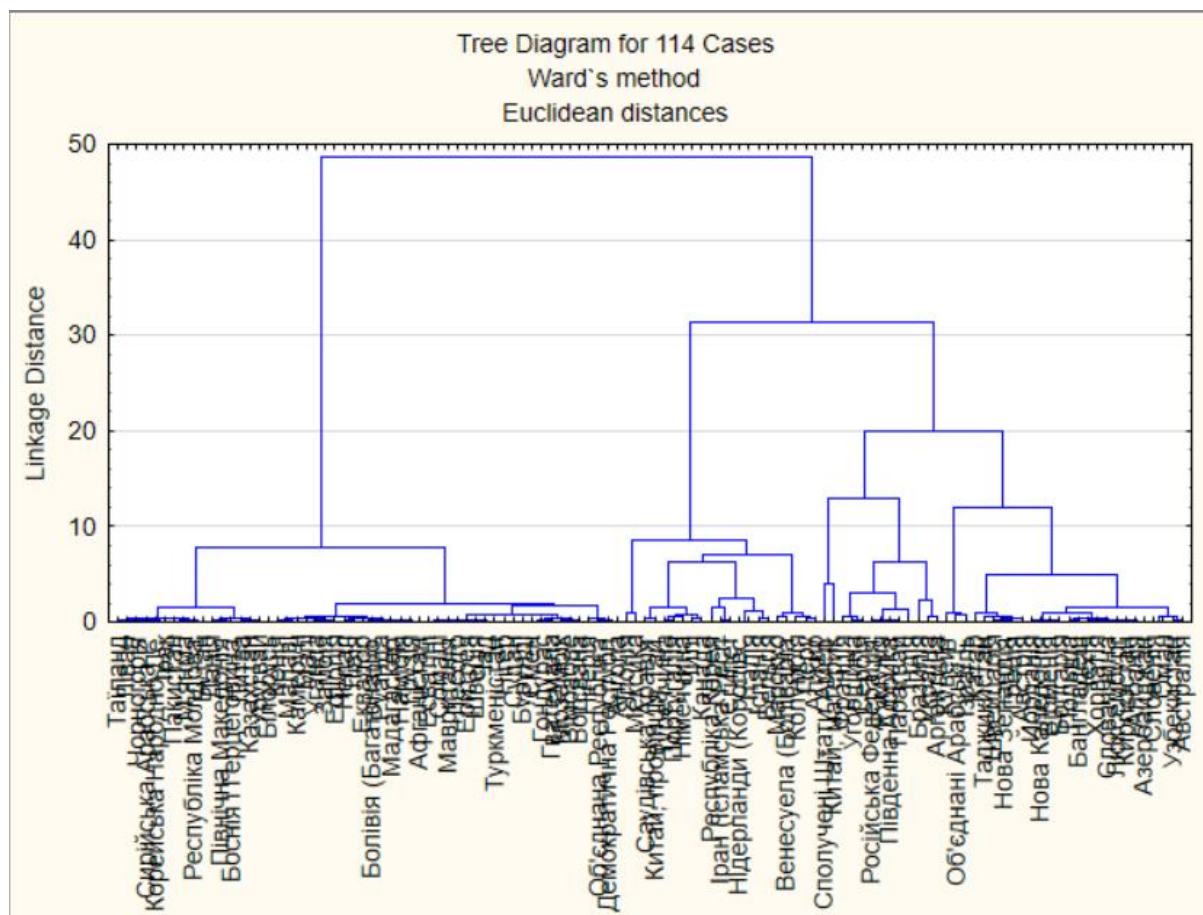


Рисунок В.11 - Кластерний аналіз. Визначення необхідної кількості кластерів.

		Members of Cluster Number 1 (Дані and Distances from Respective Cluster contains 15 cases			
		Distance			
Алжир	0.535402				
Бельгія	0.523157				
Єгипет	0.234034				
Іран (Ісламська Республіка)	0.227564				
Іспанія	0.662901				
Італія	0.571177				
Китай, провінція Тайвань	0.497686				
Колумбія	0.648056				
Мексика	1.456903				
Нідерланди (Королівство)	0.550736				
Німеччина	0.764508				
Перу	0.727091				
Республіка Корея	0.615572				
Саудівська Аравія	0.664778				
Японія	1.431571				

Кукурудза.

Рисунок В.12 - Кластерний аналіз. Кластер 1. Кукурудза

		Members of Cluster Number 2 (and Distances from Respective Cluster contains 34 cases)	
		Distance	
Албанія	0,323665		
Бангладеш	0,318028		
Болгарія	0,405680		
Вірменія	0,454901		
Греція	0,213591		
Ізраїль	1,533108		
Йорданія	0,503552		
Канада	0,457774		
Катар	0,586646		
Киргизстан	0,318690		
Кувейт	1,210407		
Люксембург	0,289807		
Нова Зеландія	0,237130		
Нова Каледонія	0,492259		
Об'єднані Арабські Емірати	1,769497		
Оман	0,159489		
Польща	0,343965		
Португалія	0,634615		
Сербія	0,535283		
Словаччина	0,292072		
Словенія	0,144657		
Таджикистан	0,348729		
Туреччина	0,575848		
Угорщина	0,508836		
Узбекистан	0,182974		
Україна	1,405697		
Франція	0,518746		
Хорватія	0,248543		
Чехія	0,232089		
Чилі	0,620266		
Швейцарія	0,147788		

Рисунок В.13 - Кластерний аналіз. Кластер 2. Кукурудза

3 кластер

Members of Cluster Number 3 (Дані_KU
and Distances from Respective Cluster (C)
Cluster contains 61 cases

	Distance			
Ангола	0,216350			
Афганістан	0,098427			
Білорусь	0,334446			
Болівія (Багатонаціональна Держава)	0,069957			
Боснія і Герцеговина	0,282678			
Ботсвана	0,281489			
Бурунді	0,153593			
Бутан	0,137750			
Венесуела (Боліваріанська Республіка)	0,637484			
Гватемала	0,194598			
Гондурас	0,153060			
Грузія	0,102988			
Данія	0,277367			
Демократична Республіка Конго	0,239429			
Еквадор	0,088082			
Еритрея	0,191169			
Ефіопія	0,090937			
Ємен	0,177161			
Замбія	0,039215			
Зімбабве	0,194194			
Індія	0,846399			
Ірак	0,140030			
Казахстан	0,353569			
Камерун	0,070902			
Кенія	0,124350			
Корейська Народно-Демократична Республіка	0,162114			
Лесото	0,211337			
Литва	0,390439			
Ліван	0,140601			
Лівія	0,118970			
М'янма	0,151202			
Мавританія	0,207990			
Мадагаскар	0,116671			
Малаві	0,079845			
Малі	0,051144			
Марокко	0,775854			
Мозамбік	0,193594			
Намібія	0,106158			
Непал	0,047373			
Нігер	0,158486			
Нігерія	0,363370			
Об'єднана Республіка Танзанія	0,230764			
Пакистан	0,194927			
Парагвай	0,456172			
Південна Африка	0,439948			
Північна Македонія	0,251436			
Республіка Молдова	0,099829			
Російська Федерація	0,578964			
Руанда	0,116800			

Продовження

Румунія	0,531026
Сирійська Арабська Республіка	0,199219
Сомалі	0,172235
Судан	0,154414
Таїланд	0,186772
Туркменістан	0,169168
Есватіні	0,177291
Уганда	0,040959
Уругвай	0,326708
Чад	0,157401
Чорногорія	0,210892
Швеція	0,171066

Рисунок В.14 - Кластерний аналіз. Кластер 3. Кукурудза

Members of Cluster Number and Distances from Respective Cluster contains 4 cases	
	Distance
Аргентина	1,396540
Бразилія	0,671187
Китай, материк	1,421437
Сполучені Штати Америки	1,627455

Рисунок В.15 - Кластерний аналіз. Кластер 4. Кукурудза

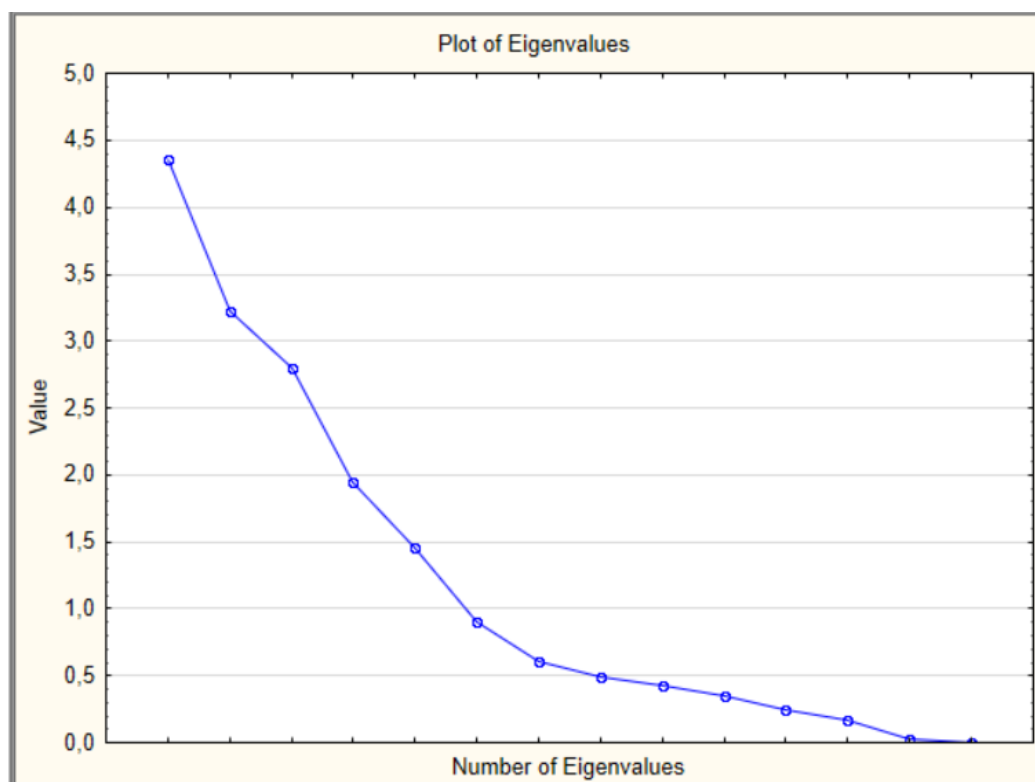


Рисунок В.16 — Факторний аналіз. Метод ліктя. Рис.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Spread: Extraction: Principal components (Marked loadings are >.600000))			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Динаміка_Врожайність_Значимі_Значення	0.362437	-0.096672	0.021763	0.162513
ui (Фіксовані ефекти)	0.960393	0.069277	0.010573	0.113754
Динаміка_Площа_Значимі_Значення	-0.087973	-0.337550	-0.231088	-0.432362
Динаміка_Імпорт_Значимі_Значення	-0.044991	0.026093	0.693371	-0.058805
Динаміка_Експорт_Значимі_Значення	-0.021377	-0.556783	0.202464	0.417372
Врожайність_СРЗНАЧ	0.979212	0.025103	0.022989	0.093101
Врожайність_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0.860560	0.021810	0.187091	0.076269
Врожайність_Відсоток від середньої світової	0.979212	0.025103	0.022989	0.093101
Площа_СРЗНАЧ	0.038907	-0.946357	-0.059550	0.004598
Площа_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	-0.040978	-0.837883	-0.011186	-0.008504
Площа_Відсоток від середньої світової	0.038907	-0.946357	-0.059550	0.004598
Імпорт_СРЗНАЧ	0.086191	0.003778	0.919869	-0.010598
Імпорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0.114567	0.017627	0.819342	0.041768
Імпорт_Відсоток від середньої світової	0.086191	0.003778	0.919869	-0.010598
Експорт_СРЗНАЧ	0.143102	0.016797	-0.094067	0.874829
Експорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0.215651	-0.328564	-0.012607	0.698581
Експорт_Відсоток від середньої світової	0.143102	0.016797	-0.094067	0.874829
Expl.Var	3.842365	3.042597	3.000516	2.447846
Prp.Totl	0.226021	0.178976	0.176501	0.143991

Рисунок В.17 - Факторний аналіз. Аналіз факторів. Рис.

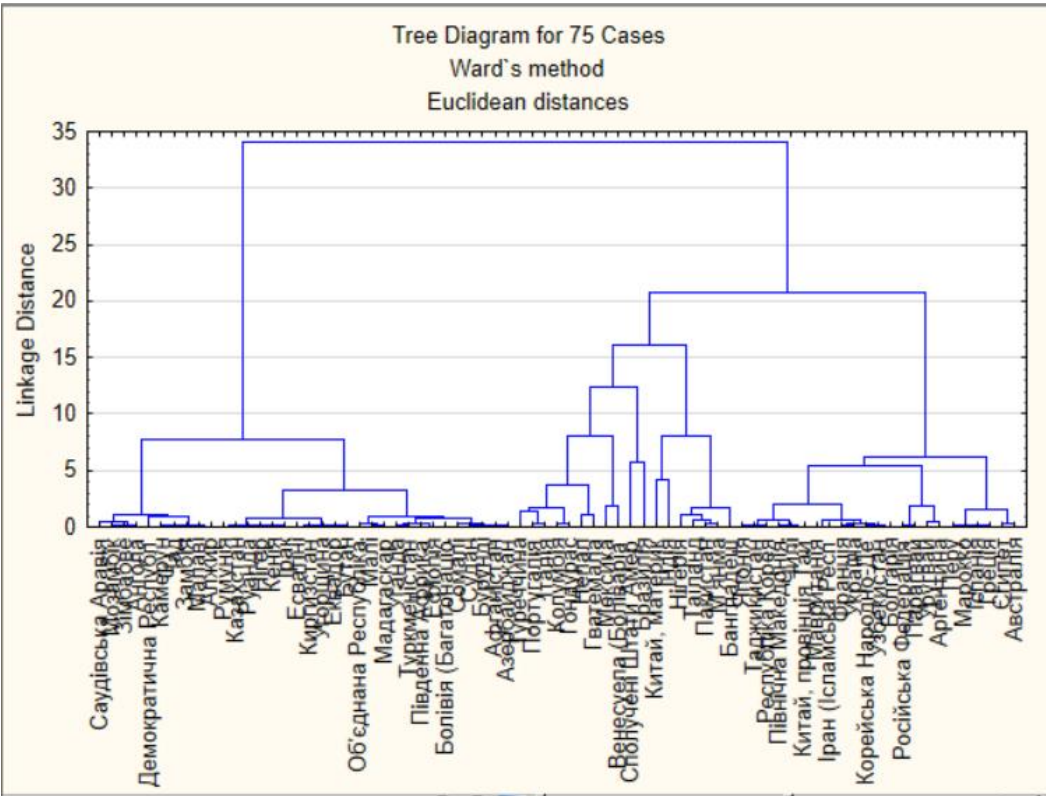


Рисунок В.18 - Кластерний аналіз. Визначення необхідної кількості кластерів.

Рис.

	Members of Cluster Number 1 and Distances from Respective Cluster contains 1 cases	
	Distance	
Сполучені Штати Америки	0.00	

Рисунок В.19 - Кластерний аналіз. Кластер 1. Рис

	Members of Cluster Number 2 and Distances from Respective Cluster contains 29 cases	
	Distance	
Австралія	0,792795	
Аргентина	0,427504	
Бангладеш	1,184252	
Болгарія	0,205721	
Гондурас	0,848961	
Греція	0,371177	
Єгипет	0,633465	
Іран (Ісламська Республіка)	0,369007	
Іспанія	0,314923	
Італія	0,399917	
Китай, провінція Тайвань	0,172823	
Колумбія	0,694777	
Корейська Народнo-Демократична Республіка	0,288628	
Мавританія	0,361108	
Марокко	0,356585	
Парагвай	0,746627	
Перу	0,390809	
Північна Македонія	0,176399	
Португалія	0,394921	
Республіка Корея	0,148176	
Російська Федерація	0,694770	
Таджикистан	0,141253	
Туреччина	0,879199	
Узбекистан	0,243069	
Україна	0,208781	
Уругвай	0,583696	
Франція	0,251174	
Чилі	0,172757	
Японія	0,169925	

Рисунок В.20 - Кластерний аналіз. Кластер 2. Рис

		Members of Cluster Number 3 and Distances from Respective Cluster contains 39 cases	
		Distance	
Азербайджан		0,144148	
Алжир		0,240321	
Ангола		0,351813	
Афганістан		0,117708	
Болівія (Багатонаціональна Держава)		0,101387	
Бурунді		0,119406	
Бутан		0,214288	
Гватемала		0,782643	
Демократична Республіка Конго		0,382739	
Еквадор		0,245608	
Ефіопія		0,098546	
Замбія		0,293865	
Зімбабве		0,444478	
Ірак		0,268584	
Казахстан		0,330410	
Камерун		0,242605	
Кенія		0,282644	
Киргизстан		0,177506	
М'янма		0,748536	
Мадагаскар		0,082599	
Малаві		0,223813	
Малі		0,141849	
Мозамбік		0,421272	
Нігер		0,295745	
Нігерія		0,920955	
Об'єднана Республіка Танзанія		0,110744	
Пакистан		0,636629	
Південна Африка		0,116958	
Руанда		0,317220	
Румунія		0,354081	
Саудівська Аравія		0,530630	
Сомалі		0,204316	
Судан		0,140835	
Таїланд		0,882753	
Туркменістан		0,174775	
Есватіні		0,184450	
Уганда		0,135627	
Угорщина		0,218873	
Чад		0,266465	

Рисунок В.21 - Кластерний аналіз. Кластер 3. Рис

Members of Cluster Number 4 and Distances from Respective Cluster contains 4 cases	
	Distance
Бразилія	1,631530
Венесуела (Боліваріанська Республіка)	0,606951
Мексика	1,248125
Непал	0,813105

Рисунок В.22 - Кластерний аналіз. Кластер 4. Рис

Members of Cluster Number 5 and Distances from Respective Cluster contains 2 cases	
	Distance
Індія	1,030336
Китай, материк	1,030336

Рисунок В.23 - Кластерний аналіз. Кластер 5. Рис

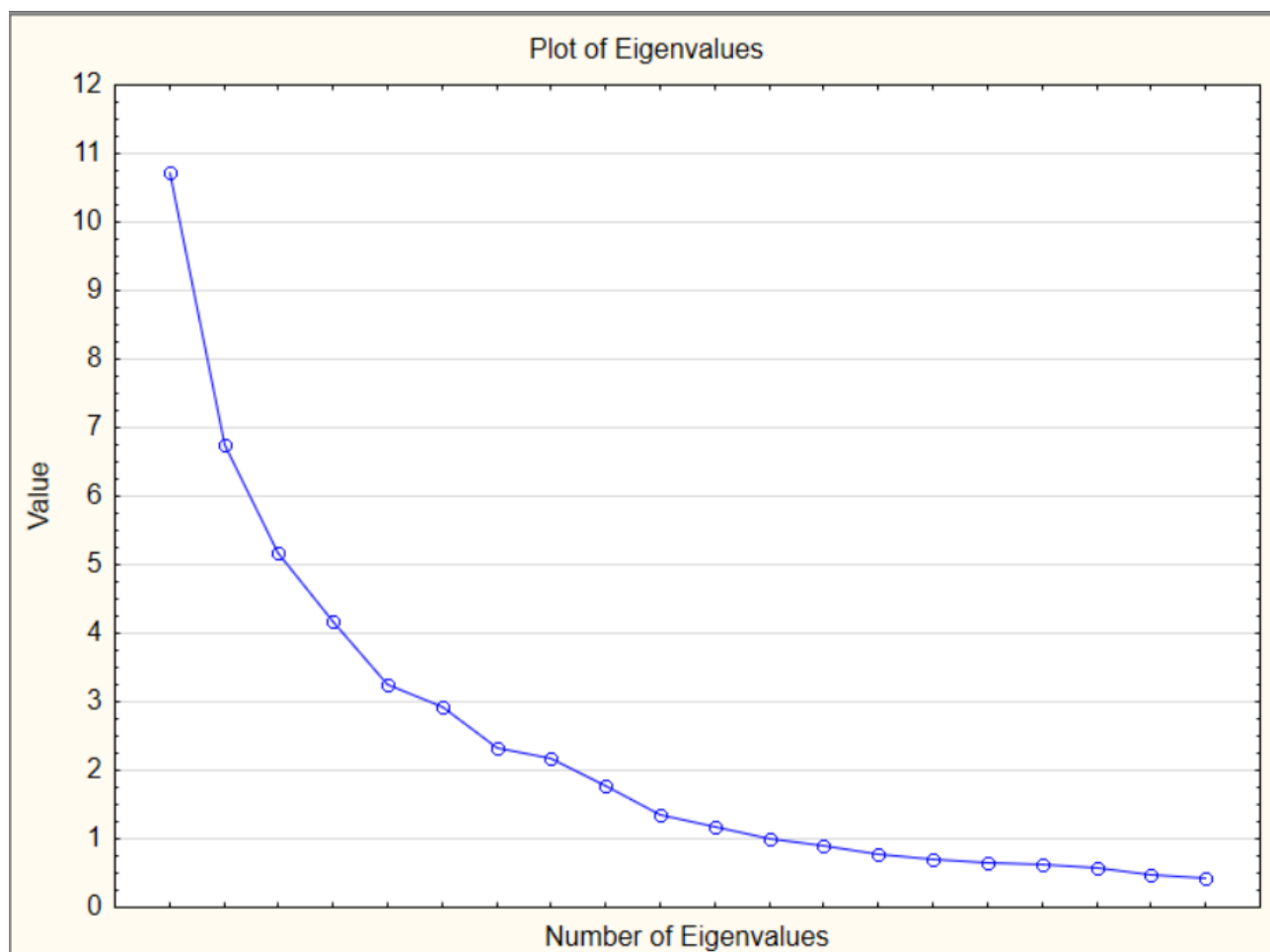


Рисунок В.24 — Факторний аналіз. Метод ліктя. Загальні дані.

Variable	Factor Loadings (Varimax normalized) (Дані_Загальні.sta) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.600000)				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Пшениця_Динаміка_Врожайність_Значимі_Значення	-0,009898	-0,051920	0,182605	0,145264	0,203272
Пшениця_уі (Фіксовані ефекти)	-0,033112	-0,020707	0,830973	0,067587	-0,087023
Пшениця_Динаміка_Площа_Значимі_Значення	-0,665290	-0,174856	-0,080227	0,408945	0,385046
Пшениця_Динаміка_Імпорт_Значимі_Значення	0,050560	0,479266	0,204029	0,245397	-0,193255
Пшениця_Динаміка_Експорт_Значимі_Значення	-0,100569	-0,172744	0,092927	0,048940	0,694913
Пшениця_Врожайність_СРЗНАЧ	-0,032819	0,029290	0,850318	0,066268	-0,086936
Пшениця_Врожайність_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	-0,100197	-0,018630	0,761330	0,026051	-0,112809
Пшениця_Врожайність_Відсоток від середньої світової	-0,032819	0,029290	0,850318	0,066268	-0,086936
Пшениця_Площа_СРЗНАЧ	0,273803	0,009906	0,064507	0,671541	0,550612
Пшениця_Площа_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,214099	0,180922	0,143142	0,316013	0,580986
Пшениця_Площа_Відсоток від середньої світової	0,273803	0,009906	0,064507	0,671541	0,550612
Пшениця_Імпорт_СРЗНАЧ	0,041595	0,814566	0,189865	0,137808	-0,007920
Пшениця_Імпорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,137677	0,723829	0,126797	0,117819	-0,110315
Пшениця_Імпорт_Відсоток від середньої світової	0,041595	0,814566	0,189865	0,137808	-0,007920
Пшениця_Експорт_СРЗНАЧ	0,577573	-0,113481	0,187134	0,015558	0,610672
Пшениця_Експорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,210288	-0,212181	0,265269	0,133218	0,638775
Пшениця_Експорт_Відсоток від середньої світової	0,577573	-0,113481	0,187134	0,015558	0,610672
Кукурудза_Динаміка_Врожайність_Значимі_Значення	-0,011137	-0,005690	0,077008	-0,051985	0,227287
Кукурудза_уі (Фіксовані ефекти)	0,123379	0,045136	0,640097	-0,155292	0,187987
Кукурудза_Динаміка_Площа_Значимі_Значення	0,362743	0,100204	0,021050	0,732446	0,052712
Кукурудза_Динаміка_Імпорт_Значимі_Значення	0,029736	0,721809	0,192691	0,201218	-0,108332
Кукурудза_Динаміка_Експорт_Значимі_Значення	0,096556	0,050693	-0,096733	-0,100682	0,510529
Кукурудза_Врожайність_СРЗНАЧ	0,110532	0,168743	0,645497	-0,148004	0,213064
Кукурудза_Врожайність_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,149826	0,123159	0,691426	-0,074770	0,199540
Кукурудза_Врожайність_Відсоток від середньої світової	0,110532	0,168743	0,645497	-0,148004	0,213064
Кукурудза_Площа_СРЗНАЧ	0,715685	0,181722	0,014702	0,602311	0,051682
Кукурудза_Площа_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,013068	0,212407	-0,016774	0,028054	0,112964
Кукурудза_Площа_Відсоток від середньої світової	0,715685	0,181722	0,014702	0,602311	0,051682
Кукурудза_Імпорт_СРЗНАЧ	-0,069275	0,746627	0,229747	-0,034566	-0,029711
Кукурудза_Імпорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	-0,053639	0,802889	0,251992	0,046802	0,053409
Кукурудза_Імпорт_Відсоток від середньої світової	-0,069275	0,746627	0,229747	-0,034566	-0,029711
Кукурудза_Експорт_СРЗНАЧ	0,922464	0,027916	0,028917	0,067035	0,273683
Кукурудза_Експорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,336589	-0,052022	0,054637	0,401874	0,545729
Кукурудза_Експорт_Відсоток від середньої світової	0,922464	0,027916	0,028917	0,067035	0,273683
РИС_Динаміка_Врожайність_Значимі_Значення	0,033393	0,256037	-0,123545	0,077051	0,456446
РИС_уі (Фіксовані ефекти)	0,226720	0,390072	0,191284	-0,126999	0,440781
РИС_Динаміка_Площа_Значимі_Значення	-0,021298	-0,069571	0,008694	0,495795	-0,305503
РИС_Динаміка_Імпорт_Значимі_Значення	-0,017759	0,299566	-0,181241	-0,045036	-0,061159
РИС_Динаміка_Експорт_Значимі_Значення	-0,041365	0,127717	-0,169297	0,404285	0,334768
РИС_Врожайність_СРЗНАЧ	0,193729	0,608394	-0,192470	0,064146	0,463452
РИС_Врожайність_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,159171	0,631839	-0,023694	-0,016011	0,487783
РИС_Врожайність_Відсоток від середньої світової	0,193729	0,608394	-0,192470	0,064146	0,463452
РИС_Площа_СРЗНАЧ	-0,037994	0,045908	-0,028740	0,912140	0,066124
РИС_Площа_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	-0,004185	0,118169	-0,129336	0,719801	-0,000540
РИС_Площа_Відсоток від середньої світової	-0,037994	0,045908	-0,028740	0,912140	0,066124
РИС_Імпорт_СРЗНАЧ	-0,003841	0,579276	-0,113852	-0,037746	-0,023241
РИС_Імпорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,002364	0,560879	-0,226593	-0,086683	0,061452
РИС_Імпорт_Відсоток від середньої світової	-0,003841	0,579276	-0,113852	-0,037746	-0,023241
РИС_Експорт_СРЗНАЧ	0,936940	0,016825	0,009811	0,058073	0,112160
РИС_Експорт_Якщо менше середньої світової =0, більше =1	0,356610	-0,000488	-0,144701	0,274014	0,571056
РИС_Експорт_Відсоток від середньої світової	0,936940	0,016825	0,009811	0,058073	0,112160
Expl.Var	6,495724	7,205298	5,316952	5,617751	5,462561
Prp.Totl	0,127367	0,141280	0,104254	0,110152	0,107109

Рисунок В.25 - Факторний аналіз. Аналіз факторів. Загальні дані.

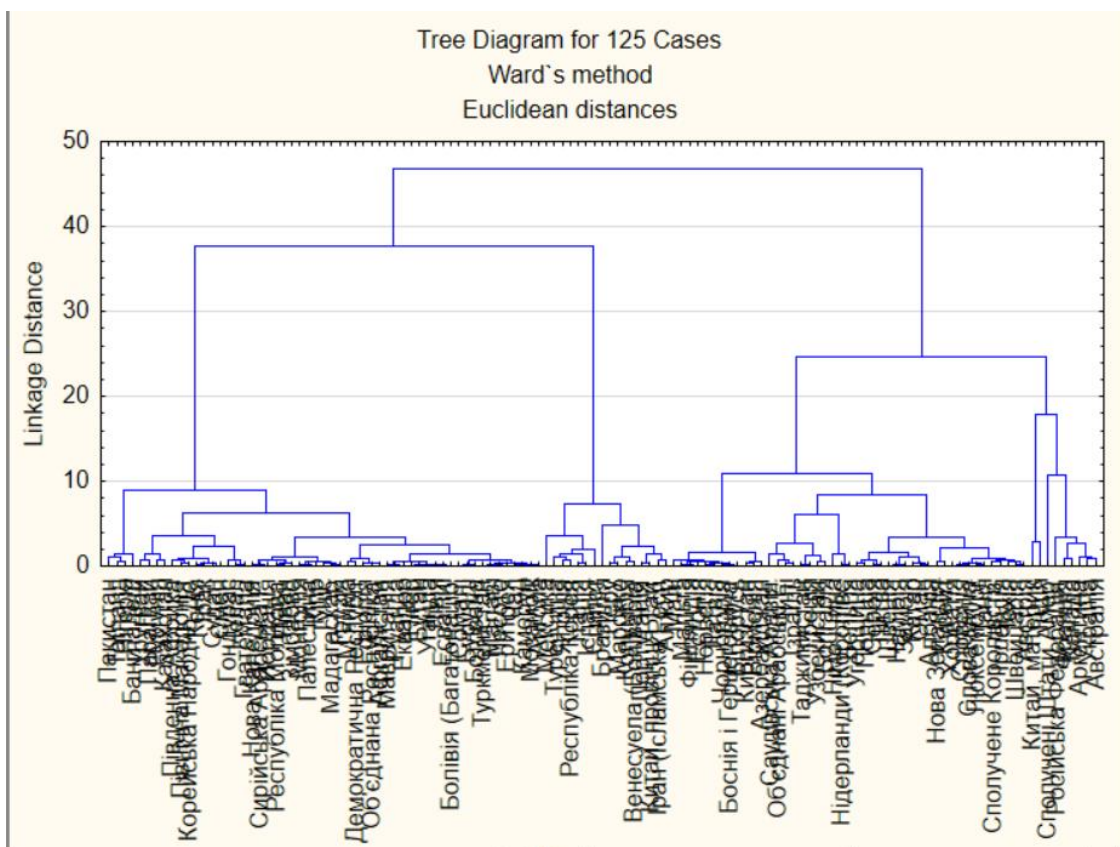


Рисунок В.26 - Кластерний аналіз. Визначення необхідної кількості кластерів.

Загальні дані.

	Members of Cluster Number 1 and Distances from Respective Cluster contains 1 cases
	Distance
Сполучені Штати Америки	0,00

Рисунок В.27 - Кластерний аналіз. Кластер 1. Загальні дані

	Members of Cluster Number 3 and Distances from Respective Cluster contains 30 cases		
	Distance		
Ірландія	0,422294		
Катар	0,348672		
Кувейт	0,386806		
Литва	0,464527		
Люксембург	0,190984		
Намібія	0,405763		
Нідерланди (Королівство)	0,920492		
Німеччина	0,723186		
Нова Зеландія	0,502417		
Об'єднані Арабські Емірати	0,432281		
Оман	0,253554		
Польща	0,413965		
Саудівська Аравія	0,551155		
Сербія	0,345944		
Словаччина	0,214201		
Словенія	0,148110		
Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії	0,253486		
Угорщина	0,480350		
Узбекистан	0,504260		
Хорватія	0,178170		
Чехія	0,293542		
Чилі	0,539950		
Швейцарія	0,176026		
Швеція	0,394555		

Рисунок В.28 - Кластерний аналіз. Кластер 3. Загальні дані

	Members of Cluster Number 5 and Distances from Respective Cluster contains 13 cases		
	Distance		
Австралія	0,359436		
Аргентина	0,747698		
Болгарія	0,488803		
Греція	0,710915		
Казахстан	0,485205		
Канада	0,481650		
Парагвай	0,643542		
Російська Федерація	2,000932		
Румунія	0,319015		
Таджикистан	0,564701		
Україна	0,583382		
Уругвай	0,635606		
Франція	0,884611		

Рисунок В.29 - Кластерний аналіз. Кластер 5. Загальні дані

Members of Cluster Number 2 and Distances from Respective Cluster contains 2 cases	
	Distance
Індія	1,328828
Китай, материк	1,328828

Рисунок В.30 - Кластерний аналіз. Кластер 2. Загальні дані

Members of Cluster Number 6 and Distances from Respective Cluster contains 16 cases	
	Distance
Алжир	0,518702
Бразилія	1,397720
Венесуела (Боліваріанська Республіка)	0,571957
Єгипет	0,974226
Іран (Ісламська Республіка)	0,308805
Іспанія	0,576544
Італія	0,484003
Китай, провінція Тайвань	0,492959
Колумбія	0,522738
Марокко	0,496768
Мексика	1,245191
Перу	0,484589
Португалія	0,457839
Республіка Корея	0,240864
Туреччина	0,265033
Японія	0,422469

Рисунок В.31 - Кластерний аналіз. Кластер 6. Загальні дані

	Members of Cluster Number 4 and Distances from Respective Cluster contains 63 cases		
	Distance		
Азербайджан	0,367962		
Ангола	0,265856		
Афганістан	0,215275		
Бангладеш	0,941103		
Білорусь	0,439871		
Болівія (Багатонаціональна Держава)	0,198249		
Боснія і Герцеговина	0,450889		
Ботсвана	0,289215		
Бурунді	0,253268		
Бутан	0,253403		
Вірменія	0,331455		
Гватемала	0,390026		
Гондурас	0,727065		
Грузія	0,127182		
Демократична Республіка Конго	0,430389		
Еквадор	0,257384		
Еритрея	0,224473		
Естонія	0,390307		
Ефіопія	0,158158		
Ємен	0,259817		
Зімбабве	0,359423		
Ірак	0,337274		
Йорданія	0,265886		
Камерун	0,177915		
Кенія	0,240666		
Киргизстан	0,327394		
Кіпр	0,198380		
Корейська Народно-Демократична Республіка	0,415412		
Латвія	0,447695		
Лесото	0,240270		
Ліван	0,188929		
Лівія	0,139985		
М'янма	0,403512		
Мавританія	0,303308		
Мадагаскар	0,066104		
Малаві	0,186945		
Малі	0,335369		
Мальта	0,399520		
Мозамбік	0,251746		
Монголія	0,208107		
Непал	0,487142		
Нігер	0,220527		
Нігерія	1,087524		
Нова Каледонія	0,229778		
Норвегія	0,486680		
Об'єднана Республіка Танзанія	0,261235		
Пакистан	0,708157		
Палестина	0,196719		
Південна Африка	0,276495		
Північна Македонія	0,444278		
Республіка Молдова	0,184772		
Руанда	0,238479		
Сирійська Арабська Республіка	0,192018		
Сомалі	0,295941		
Судан	0,196982		

Продовження

Таїланд	0,672648
Туніс	0,154745
Туркменістан	0,178459
Есватіні	0,173463
Уганда	0,123883
Фінляндія	0,410456
Чад	0,173671
Чорногорія	0,377259

Рисунок В.32 - Кластерний аналіз. Кластер 4. Загальні дані