

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра агрометеорології та агроекології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Агрометеорологічні умови вирощування сої
у Вінницькій області

Виконав студент групи МКА-18
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Радюков Павло Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Вольвач Оксана Василівна

Консультант _____ - _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут _____
Кафедра _____ агрометеорології та агроекології _____
Рівень вищої освіти _____ бакалавр _____
Спеціальність _____ 103 «Науки про Землю» _____
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Гідрометеорологія _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
агрометеорології та агроекології
_____ Польовий А.М.
« 02 » березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту _____ Радюкову Павлу Васильовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Агрометеорологічні умови вирощування сої у Вінницькій області
керівник роботи _____ Вольвач Оксана Василівна, канд. геогр. наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від « 21 » грудня 2021 року № 267 - С

2. Строк подання студентом роботи _____ 09 червня 2022 року _____

3. Вихідні дані до роботи _____ Ряди середньообласної урожайності сої по
Вінницькій області за період 1999-2020 рр.; щорічні середньообласні дані про
декадну температуру, декадні суми опадів, декадний дефіцит вологості повітря,
запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту під посівами сої
та дати настання основних фаз розвитку культури (сівба, сході, поява бокових
пагонів, початок цвітіння, дозрівання) за період з 2004 по 2018 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) _____ проаналізувати динаміку урожайності сої у Вінницькій області за
методом гармонійних вагів, побудувати лінію тренду та графік відхилень від
тренду; надати ймовірнісну характеристику урожайності; визначити основні
агрометеорологічні показники по чотирьом міжфазним періодам сої та за
вегетаційний період культури у цілому; за допомогою кореляційного аналізу
визначити показники, що найбільше впливають на урожайність сої; провести
уточнення біологічного мінімуму по чотирьом міжфазним періодам.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____ графік
динаміки урожайності та лінія тренду, графік відхилень від лінії тренду. Крива
ймовірності середньообласних урожаїв. Графіки залежності сум активних
температур від тривалості міжфазних періодів. _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 02 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	02.03.2022 р. – 07.03.2022 р.	82	4 (добре)
2.	Написання першого та другого розділів кваліфікаційної роботи.	08.03.2022 р. – 14.03.2022 р.	82	4 (добре)
3.	Аналіз динаміки урожайності сої за методом гармонійних вагів. Проведення ймовірнісного аналізу. Написання третього розділу роботи.	15.03.2022 р.- 20.03.2022 р.	82	4 (добре)
4.	Рубіжна атестація	16.05.2022 р.- 20.05.2022 р.	82	4 (добре)
5.	Визначення показників агрометеорологічних умов міжфазних періодів та всього вегетаційного періоду, уточнення біологічного мінімуму сої.	24.05.2022 р. – 29.05.2022 р.	82	4 (добре)
6.	Проведення кореляційного та регресійного аналізу. Написання четвертого розділу.	30.05.2022 р. – 05.06.2022 р.	82	4 (добре)
7.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	06.06.2022 р - 09.06.2022 р.	82	4 (добре)
	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	09.06.2022 р.- 11.06.2022 р.	-	-
	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	82,0	-

Студент _____

(підпис)

Радюков П.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Вольвач О.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Фізико-географічна характеристика та особливості геологічної будови.....	8
1.2 Кліматичні умови.....	10
2 МОРФОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ.....	13
2.1 Ботанічна характеристика.....	13
2.2 Вимоги сої до екологічних факторів.....	14
2.3 Сучасні сорти сої.....	18
3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЇВ СОЇ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	20
3.1 Дослідження динаміки урожаїв сої за допомогою методу гармонійних вагів.....	20
3.2 Ймовірнісна оцінка урожаїв сої.....	27
4 ЗВ'ЯЗОК УРОЖАЙНОСТІ СОЇ З АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	30
4.1 Агрометеорологічні умови періоду сівба-сходи.....	30
4.2 Агрометеорологічні умови періоду сходи – поява бокових пагонів....	35
4.3 Агрометеорологічні умови періоду поява бокових пагонів - початок цвітіння.....	38
4.4 Агрометеорологічні умови періоду початок цвітіння – дозрівання... сої.....	42
4.5 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду сої.....	45
4.6 Вплив агрометеорологічних умов вирощування на продуктивність сої.....	49
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	56
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Соя – одна з найдревніших сільськогосподарських культур яка використовується в харчових, кормових, технічних і медичних цілях. Соя була введена у культуру в XI ст. до н. е. на території північно-західного Китаю (китайська назва сої у перекладі означає «великий біб») [1].

У першій половині XX ст. Китай вважався найбільшим у світі виробником та експортером сої. З 1950 р. виробництво сої почало швидкими темпами розвиватися у США, натеper США є найбільшою країною-виробником сої. В 1970-х роках вирощування сої розповсюдилося у Бразилії і тепер ця країна займає друге місце у світі серед найбільших виробників сої.

Децо пізніше виробництво сої стало стрімко розвиватися в Аргентині - тепер ця країна є третьою у світовому рейтингу виробників та експортерів сої. Також стрімко розвивається виробництво сої в Індії, але поки що вихід урожаю з одиниці площі є відносно низьким [2].

Україна є найбільшим виробником сої у Європі: за період 2000–2016 рр. посівні площі під соєю зросли з 64,4 тис. га до 2,2 млн га. Промислове виробництво сої в Україні пройшло шлях від становлення і адаптації до місцевих умов з кінця 90–х років XX століття до чіткої тенденції збільшення врожайності та площ під нею у XXI столітті. Порівнюючи галузь виробництва сої України та інших країн, можна відзначити, що на сьогоднішній день вона перебуває в стадії активного розвитку і в рейтингу основних виробників сої посідає перше місце в Європі та сьоме-восьме – у світі [2, 3].

Соя засвоюється організмом на 98 %. Соева олія містить насичені і ненасичені жирні кислоти, біологічно активні сполуки. Соеве насіння містить 35–52 % повноцінного за амінокислотним складом білка, 17–27 % високоякісної за жирнокислотним складом рослинної олії, 18–25 % різноманітних вуглеводів, основні вітаміни, 5 % мінеральних солей, а також

специфічні біологічно активні компоненти, які використовуються з лікувальною метою [1].

Соя – цінна кормова культура. Зелена маса сої використовується для виготовлення силосу, сіна, сінажу, трав'яної муки, гранул, соєва солома переробляється у кормове борошно, гранули та силосується в суміші з зеленими кормами [1].

Соя – гарний попередник зернових та інших небобових культур, може використовуватися для сидерального удобрення [1, 2].

Соя належить до стратегічних культур. Вона є основою в забезпеченні білком і олією продуктів харчування. Наразі Україна є найбільшим виробником цієї культури в Європі та посідає сьоме місце в світі за обсягами експорту. Вітчизняні дослідники відзначають, що Україна має великі можливості та значний потенціал для подальшого збільшення власного виробництва сої. Підтвердженням цього є те, що на зрошуваних землях встановлено світовий рекорд її урожайності – 10,2 т/га. Селекціонерами вітчизняних наукових установ створена низка сортів сої які за вегетаційним періодом та їх урожайністю дозволяють отримувати високі врожаї у всіх областях України [1].

Крім того, у Лісостепу та Степу України соя може забезпечити другий урожай у післяжнивних посівах після збирання ріпаку озимого, ячменю озимого, пшениці озимої, значно поправити економіку господарств після весняно-літньої засухи. За дотримання технології вирощування вона здатна забезпечити в цьому році другий урожай 18-25 ц/га і більше. Післяжнивні посіви її можуть зайняти 500 тис. га в Україні [2].

Світовий ринок соєвих продуктів поділяє їх на продукти харчування, до яких належать ферментовані або кисломолочні продукти (соєвий соус, соєвий сир, соєвий йогурт, соєве масло, майонез й інше) та неферментовані продукти (соєве борошно, соєве волокно, соєве молоко, соєві горіхи); соєві добавки (концентрат соєвого білка, соєвий білок ізолат, текстурований соєвий білок тощо) та соєві масла (лецитин, соєве масло, інші) [3].

Не зважаючи на те, що соя – важлива сільськогосподарська культура, площі вирощування якої постійно збільшуються в Україні, потенційна та реальна урожайність сої значно відрізняються, що свідчить про недостатню ефективність використання екологічних факторів та елементів технології вирощування.

Забезпечити ефективне підвищення продуктивності сої можливо лише за умов раціонального використання усіх ґрунтово-кліматичних ресурсів території, чіткого дотримання елементів агротехніки та повного використання біологічного потенціалу агрофітоценозів. Застосування сучасних елементів технології та правильний підбір сортів сої дозволяє уникнути додаткових затрат на збереження врожаю та повністю розкрити біологічний потенціал рослин.

Актуальність теми досліджень полягає у комплексній оцінці агрометеорологічних факторів: строків настання фаз розвитку, тривалість періоду, суми температур та опадів, середні температури, продуктивна волога у ґрунті, а також аналізі впливу цих факторів на урожайність сої.

У даній кваліфікаційній роботі вирішуються наступні питання:

1. Визначити біологічні особливості сої та вимоги культури до умов навколишнього середовища.
2. Визначити агрометеорологічні умови чотирьох міжфазних періодів сої та вегетаційного періоду у цілому для території Вінницької області.
3. Провести уточнення біологічного мінімуму для кожного міжфазного періоду сої.
4. Проаналізувати динаміку урожайності сої в Вінницькій області.
5. Визначити агрометеорологічні показники, що найбільш впливають на урожайність сої в Вінницькій області.

В якості вихідної інформації використовувались метеорологічні та агрометеорологічні дані спостережень по Вінницькій області за період 2004-2018 рр., а також дані про середньообласну урожайність сої за 1999-2020 роки. Результати досліджень опубліковані у матеріалах XLVI Міжнародної

науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» (Переяслав, 30 квітня 2022 р.).

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вінницька область – одна з областей зони Лісостепу України. Порівняно м'яка зима, помірно вологе й тепле літо та родючі ґрунти створюють найсприятливіші в Україні умови для одержання високих і сталих урожаїв майже всіх тепло- і вологолюбних культур.

При плануванні й проведенні заходів по дальшому розвитку та інтенсифікації сільського господарства необхідно враховувати агрокліматичні умови території. Це дасть змогу максимально використовувати природні ресурси та послабити вплив несприятливих метеорологічних умов на сільськогосподарські культури.

1.1 Фізико-географічна характеристика та особливості геологічної будови

Вінницька область розташована на правобережжі Дніпра в межах Придніпровської та Подільської височин. Площа області 26513 км². Область займає майже 4,5% території України [4].

Подільське плато займає більшу частину області. Максимальна висота – 384 м над рівнем моря. Поблизу села Степашки (Барський район) окрема ділянка плато має відмітку 382 м. Плато не становить суцільної рівної поверхні і дуже порізане долинами численних невеликих річок та ярами. У північно-східній частині області, від верхів'я Сниводи до Гірського Тікичу, лежить Придніпровська височина. Низовин в межах області немає [5].

На території області виявлено близько 50 родовищ гранітів, гнейсів, піщаників, є також родовища фосфоритів, крейди, гіпсу, глини, піску. Паливні ресурси області обмежені і представлені торфом і бурим вугіллям. Ці ресурси

мають місцеве значення. На території області відкриті джерела мінеральних вод [4].

У Вінницькій області є густа мережа річок, що належать до басейнів трьох великих рік – Південного Буга (приблизно 62% території), Дністра (28%) та Дніпра (10%). Вони мають переважно снігове й дощове живлення і належать до типу рівнинних. Взагалі у області протікає 241 річка. Найбільшою річкою, що на значному протязі (317 км) протікає по території області і ділить її на дві майже рівні частини, є Південний Буг. Найбільші притоки: Згар, Рів, Дохна, Соб, Снивода, Постолова, Десна [5].

На південному заході протікає друга за розмірами річка України – Дністер. Притоки: Мурафа, Немиця, Лядова. До басейну Дніпра належать річки крайнього північного сходу області.

В області розташовано 60 водосховищ. Найбільші водосховища – Ладизинське, Сандрацьке, Сутиське і Дмитренківське.

Болота на території Вінничини розташовані по долинах річок. Найбільше боліт у північній і середній частинах області [4, 5].

Найбільш поширеними ґрунтами в області є опідзолені ґрунти (приблизно 1318,6 тис. га), з яких 351,2 тис. га чорноземи опідзолені. Орні землі становлять 82%. Чорноземи типові займають площу приблизно 494 тис. га, з яких 91% розорані. На площі 14,8 тис. га поширені дерново - слабопідзолисті ґрунти, решта типів ґрунтів поширені переважно на незначних площах і становлять 115,3 тис. га. Середній вміст гумусу в ґрунтах області – 2,94% [5].

В сільському господарстві представлені всі галузі сільськогосподарського виробництва, навіть такі унікальні як хмільництво. Провідні зернові культури: озима пшениця, ячмінь, зернобобові, кукурудза, з технічних культур – цукрові буряки. У тваринництві переважає молочно-м'ясне скотарство й свинарство. Розвинені птахівництво, ставкове рибництво та бджільництво [4].

1.2 Кліматичні умови

Клімат області – помірно-континентальний. Середня температура січня: $-3,5^{\circ}\text{C}$, середня температура липня: $19,9^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів складає 611 мм, з них 73% випадають в теплий період. Зима характеризується тривалими й інтенсивними відлигами з підвищенням температури в окремі роки до $12-14^{\circ}\text{C}$. Характерною рисою термічного режиму взимку є порівняно невеликі зміни температури з місяця в місяць. Найбільше підвищення температури по всій зоні спостерігається в періоди березень-квітень та квітень-травень. Далше підвищення температури протікає значно повільніше.

Літній період відзначається високими й сталими температурами без значних змін по території області. В найтеплішому місяці - липні - середня температура становить $19,9^{\circ}\text{C}$. Температура серпня відрізняється від температури липня на 1°C . Найінтенсивніші зниження температури відбуваються протягом жовтня-листопада.

Перехід температур через 0°C навесні спостерігається у кінці третьої декади лютого (27.02), а восени - у третій декаді листопада (25.11), отже, зимовий період у Вінницькій області триває близько 90 днів [5].

В агрокліматології початок та закінчення періоду із середньодобовою температурою повітря вище 5°C є ознакою початку та закінчення вегетаційного періоду. Для середньовимогливих до тепла культур початок та кінець вегетації визначається переходом температури через 10°C , а для теплолюбних культур – через 15°C .

Початок вегетаційного періоду у Вінницькій області спостерігається 31 березня, а його закінчення - 31 жовтня, тобто тривалість вегетаційного періоду для невимогливих до тепла сільськогосподарських культур складає 214 днів. Період активної вегетації (період с температурами вище 10°C) триває в середньому по області 169 днів. Його початок спостерігається 19 квітня, а закінчення – 31 жовтня.

Перехід температур через 15°C навесні відзначається 18 травня, а восени – 7 вересня, тобто тривалість вегетаційного періоду для теплолюбних культур складає 111 днів [5].

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію Вінницької області поділено на два агрокліматичних райони (рис.1.1, табл. 1.1): помірного теплозабезпечення та достатнього зволоження й достатнього теплозабезпечення та достатнього зволоження.

Таблиця 1.1 - Показники агрокліматичного районування області [5]

Агрокліматичний район	Показники агрокліматичних ресурсів за період активної вегетації сільськогосподарських культур		
	сума позитивних температур повітря вище 10 °С	кількість опадів, мм	гідротермічний коефіцієнт (ГТК)
I. Помірного теплозабезпечення, достатнього зволоження	2630 – 2780	430 – 480	1,3 – 1,5
II. Достатнього теплозабезпечення, достатнього зволоження	2780 – 2980	400 – 440	1,2 – 1,3

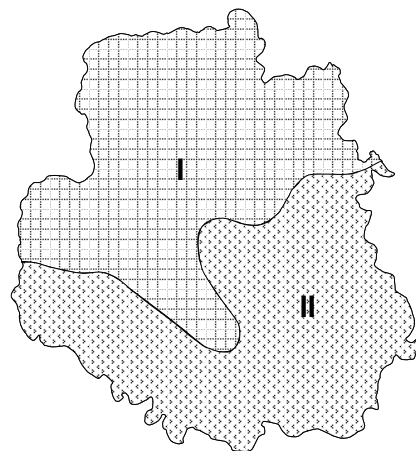


Рисунок 1.1 – Схема агрокліматичного районування території Вінницької області

Тривалість беззаморозкового періоду в повітрі становить 173 дні. В південних районах Вінницької області останні весняні заморозки в повітрі в середньому припадають на другу декаду квітня. У повітрі перші осінні заморозки бувають у середньому в першій декаді жовтня. Проте в окремі роки останні весняні заморозки в повітрі спостерігаються навіть у другій половині травня, а перші осінні - у вересні [5].

2 МОРФОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ

2.1 Ботанічна характеристика

Соя відноситься до родини бобових *Fabaceae*, підродини метеликових *Papilionaceae*, роду соя *Glycine*, виду соя культурна (*G. max.* або *G. hispida*). Ботанічний рід сої *Glycine* об'єднує більш як 40 видів, з яких половина росте в країнах тропічної Африки. Виробниче значення і поширення має вид сої культурної *G. hispida*, у якого є 6 підвидів. В Україні поширений слов'янський підвид. За біологічними особливостями культурна соя - це однорічна рослина з періодом вегетації від 70 до 250 днів [1, 2, 6].

Коренева система сої стрижнева, добре розвинена. Має короткий головний корінь, від якого у верхній частині відходять довгі, розвинені бічні корінці [7]. На важких за гранулометричним складом ґрунтах близько 60-80 % коренів розташовуються у верхньому шарі ґрунту, до 20 см. Лише окремі з них проникають на глибину 2 м і глибше [1, 2].

При інокуляції активними штамми бульбочкових бактерій на головному корені та бічних корінцях утворюються крупні бульбочки, в яких відбувається біологічна фіксація азоту. На корінні однієї рослини за сприятливих умов формується 25-60 бульбочок і більше [8].

Листки черешкові, складні, трійчасті з прилистками та прилисточками для кожного листочка, розміщуються почергово. Листочки цілокраї, широкі, вузькі або проміжні, за формою – широкояйцеподібні, овальні, овально-видовжені, широколанцетні, ромбічні, клиноподібні, з притупленим або гострим кінчиком. Поверхня листочків опушена [7].

Сходи спочатку мають дві сім'ядолі, які під час проростання насіння виносяться на поверхню ґрунту. Пізніше розвиваються два супротивних примордіальних листочки, за формою овальні, округлі, ланцетоподібні, списоподібні, У подальшому утворюються трійчасті листки, різні за формою.

Підсім'ядольне коліно зелене або зелене з антоціаном, що корелює з фіолетовим забарвленням квіток.

Стебло округлої форми висотою від 0,4 до 1,5 м, грубе або ніжне, тонке або товсте, пряме або полягаюче, завтовшки від 3 до 12 мм, колінчасте, з довжиною міжвузлів від 3 до 15 см. Залежно від того, під яким вузлом відхиляються гілочки від головного стебла, кущ буває стиснутий, напіврозлогий, розлогий. Висота прикріплення нижніх гілочок змінюється від 1 до 18 см. При більшій висоті краще проводити механізоване збирання сої [7].

Суцвіття – невелика китиця, розміщена в пазухах листків, на верхівці стебла та на бокових гілках. У кожній китиці від 2 до 20 квіток і більше. Квітки дрібні, майже без запаху, непривабливі, білого, світло-фіолетового або фіолетового кольору. Соя – самозапильна рослина, запліднення відбувається у фазі закритої квітки [7].

Плід сої – біб. Бобів на рослині від 10 до 40 і більше – залежно від сорту й умов вирощування. Висота прикріплення нижніх бобів від 2 до 25 см над поверхнею ґрунту, залежно від густоти рослин і сортових особливостей. Кількість насінин у бобі від однієї до чотирьох, частіше дві-три.

Насіння овальне, кулясте, видовжене, має жовтий, зеленувато-жовтий, коричневий або чорний колір. Маса 1000 насінин у районованих сортів 130-150 г [1].

2.2 Вимоги сої до екологічних факторів

Соя - теплолюбна культура. Насіння її починає проростати при температурі ґрунту 8-10 °С, а дружні сходи з'являються при 15 - 18 °С. Висока вибагливість сої до тепла спостерігається упродовж усього періоду вегетації, особливо під час цвітіння і наливання зерна. Сприятливою середньодобовою температурою для росту й розвитку сої протягом вегетації вважається 18-22 °С, а при цвітінні-наливанні насіння - 22-25 °С. Проте в

молодому віці соя відносно непогано витримує низькі температури. Сходи її практично не пошкоджуються заморозками мінус 2-3 °С, а іноді (при низькій відносній вологості повітря) навіть витримують зниження температури до мінус 5 °С [6, 8].

Оптимальна температура для формування бобів – 20-22 °С, а у період дозрівання вимоги сої до тепла дещо зменшуються і оптимальною температурою вважається для дозрівання – 18-20 °С [1].

Проте, підвищення середньодобової температури на початку вегетації до 24-25 °С призводить до деякого зниження ростових процесів, а температура 35-37 °С негативно впливає на ріст і розвиток рослини в цілому та утворення азотфіксуючих бульбочок [2].

Вимоги до вологи у сої у різні періоди росту неоднакові. Наприклад, при проростанні насіння, яке поглинає не менше 130 - 160 % води від власної маси, потрібний значний запас вологи в ґрунті - близько 30 мм в шарі 0-20 см. На початку вегетації, коли соя в основному вкорінюється, а темпи росту її вегетативної маси сповільнені, рослини до цвітіння добре витримують посуху.

З посиленням росту вегетативної маси потреби сої у волозі збільшуються, досягаючи максимуму під час цвітіння і розвитку плодів. Через нестачу вологи в цей час опадає частина квіток, молодих пагонів.

Транспіраційний коефіцієнт сої у середньому становить 520. Тому високий урожай вона дає при вологості ґрунту 75-80 % НВ, добре витримуючи повітряну посуху. Загальне споживання води посівами сої коливається залежно від місця та умов вирощування в межах 3000 - 5500 м³/га, а коефіцієнт водоспоживання - 150 - 300 м³ на 1 ц зерна [1, 6, 8].

Особливо соя потерпає від повітряних посух в період цвітіння і утворення бобів. При дуже низькій вологості в цей період на рослинах не утворюються нові боби та відбувається скидання сформованих, що дуже негативно відбивається на їх продуктивності.

Найкращі ґрунти для сої - достатньо родючі, багаті на органічну речовину і кальцій, з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7) та добре аеровані, з щільністю 1,1- 1,25 г/см³. Надмірно ущільнений ґрунт чинить механічний опір росту коріння, тому важливе значення має оптимальна щільність та аерація для розвитку бульбочок на коренях [9]. Кислі, засолені, схильні до заболочення ґрунти без відповідного їх поліпшення непридатні для вирощування сої. Не витримує вона тривалого затоплення (більше трьох діб) [8].

Культура досить вибаглива до мінерального живлення – для формування 1 т насіння витрачається близько 70–90 кг азоту, 15–20 кг фосфору, 30–40 кг калію, 8–10 кг магнію, 18–21 кг кальцію. Відомо, що надходження елементів живлення в рослини сої впродовж вегетаційного періоду відбувається нерівномірно. Найбільше їх соя споживає в періоди цвітіння, формування і до початку наливу бобів – відповідно порядку 58–60%, 59–65 і 66–70%, а від початку наливу до кінця дозрівання – 34–36 %, 31–36 і 19–264 % відповідно. Максимальну кількість азоту соя засвоює у фазах цвітіння і формування бобів, фосфору – на початкових фазах росту (від сходів до розгалуження), калію – у фазі формування і наливу бобів [11].

Специфічним є застосування добрив для сої зважаючи на її біологічну здатність засвоювати атмосферний азот за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями-азотфіксаторами і поглинати фосфор з важкодоступних сполук ґрунту. У технології вирощування сої має бути комплексний підхід до вибору системи удобрення з урахуванням таких факторів, як ґрунтово-кліматичні і погодні умови, попередник, сорт, фон інокуляції тощо [12]. Правильно підібрана система застосування добрив дає можливість збільшити врожайність сої в умовах південно-східного Степу України на 20–30 % [13].

За біологічними особливостями соя типова рослина короткого дня, тому умови освітлення відіграють в її розвитку важливу роль. Крім того, це культура мусонного клімату що має підвищені вимоги до забезпечення

вологою і теплом. Потреба в теплі зростає від проростання насіння до сходів, а потім до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання вимоги до температури дещо зменшуються [1, 2, 6, 8].

Оптимальна довжина світлового дня для рослин сої становить 8-12 годин. За вирощування в широтах з довгим днем у неї сильно затягується початок цвітіння, сповільнюються фізіологічні процеси, накопичується значна вегетативна маса та розтягується період вегетації. Водночас при вирощуванні цих же сортів сої в умовах короткого дня практично усі дозрівають за 70-130 днів [10]. Фотоперіодична залежність рослин тісно пов'язана з балансом вуглецю і азоту і визначається змінами, що відбуваються в листках, однак суть цих змін ще точно не встановлена та не описана, адже в деяких публікаціях трапляються дані не про фотоперіодизм, а про так званий гормон цвітіння як своєрідну частинку, що і визначає швидкість проходження фенофаз [10].

Однак, у сої відмічено значну внутрішньовидову мінливість за реакцією на тривалість дня. Оптимальний фотоперіод кожного сорту обумовлений його походженням. Сорти південних широт у більшості випадків пізньостиглі з чітко вираженою короткоденністю, а сорти північних широт – середньо– і скоростиглі із менш вираженою короткоденністю. Зусиллями селекціонерів створено сорти сої з нейтральною та слабкою реакцією на тривалість дня, що сприяє значному розширенню регіонів вирощування цієї культури [1].

На тривалість періоду сходи-цвітіння та періоду вегетації взагалі значно впливають фактори навколишнього середовища в комплексі, а саме: довжина дня та температура повітря при сівбі та під час вегетаційного періоду. Тривалість вегетаційного періоду сої залежно від сорту й району вирощування коливається від 90 - 100 до 150-170 днів. В Україні районовані сорти дозрівають за 115-140 днів [1, 8, 10].

У розвитку сої виділяють три періоди: перший (I-II етапи органогенезу) формування вегетативних органів (коренів, стебел, листя); другий (III - VIII

етапи) - утворення генеративних органів і третій (IX-XII етапи) - дозрівання плодів і насіння.

2.3 Сучасні сорти сої

Україна має найбільший в Європі сортовий потенціал сої. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 рік внесені понад 180 сортів, значна частка з яких української селекції. За останні роки спостерігається негативна тенденція зменшення частки українських сортів, що свідчить про інтенсивну експансію з боку іноземних селекційних фірм. Українські сорти сої створено класичними методами селекції, вони не містять генетичних модифікацій, за урожайністю (3,0–4,9 т/га) і вмістом білка (39–43 %) не поступаються іноземним сортам, адаптовані до місцевих умов і можуть повністю задовільнити вимоги сільгоспвиробників. Сорти охоплюють всі ґрунтово–кліматичні зони України і характеризуються високою урожайністю, якістю насіння, придатністю до механізованого збирання.

Більшість сортів вітчизняної селекції створено провідними науково–дослідними установами: Селекційно–генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення НААН (м. Одеса) – Аркадія одеська, Берегиня, Донька, Ельдорадо, Мельпомена, Фарватер, Ятрань, Симфонія та ін.; Інститут землеробства НААН (с. Чабани) – Анжеліка, Ворскла, Єлена, Київська 27, Київська 98, Устя, Вільшанка та ін.; Інститут зрошуваного землеробства НААН (м. Херсон) – Юг 30, Юг 40, Фаєтон, Оксана, Даная, Діона, Деймос, Витязь 50, Аполон, Святогор та ін.; Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця) – Золотиста, КіВін, Агат, Анатоліївка, Артеміда, Омега вінницька.

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН створено ряд сортів дванадцять з яких занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних

для поширення в Україні на 2016 рік – Романтика, Мрія, Фея, Скеля, Версія, Мальвіна, Подяка, Спритна, Естафета, Байка, Кобза, Перлина [1, 9].

Сортовий склад як сої, так і інших культур весь час поповнюється і змінюється. Селекціонери останнім часом повинні враховувати таке питання, як сучасні та майбутні зміни клімату, тому що, як відзначається у [14], створені сорти сої частіше не користуються попитом у сільськогосподарському виробництві не через зниження рівня потенціалу продуктивності, а через недостатню їх екологічну стабільність і адаптивність. Питання адаптації сучасних сортів сої в контексті кліматичних змін піднімається у роботах провідних українських селекціонерів [15-17].

В даній роботі ми розглядали сорти сої, створені в Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН для вирощування саме у Вінницькій області.

Золотиста – в Реєстрі сортів з 2004 року для Полісся, Лісостепу та Степу. Сорт ранньостиглий (вегетаційний період 100 – 105 діб). Потенціал урожайності – 3,5– 4,0 т/га. Сорт посухостійкий, має високі смакові якості і може використовуватись у харчовій промисловості.

Артеміда – в Реєстрі сортів з 2001 року для Лісостепу та Степу. Сорт ранньостиглий (вегетаційний період 100 – 110 діб). Потенціал урожайності - 3,5–4,0 т/га. Сорт посухостійкий. Властивий високий весняний стартовий ріст.

Хуторяночка – в Реєстрі сортів з 2011 року для Полісся, Лісостепу та Степу. Сорт середньоранньостиглий (вегетаційний період 105-115 діб). Потенціал урожайності – 3,5–4,5 т/га. Сорт посухостійкий, пластичний, відносно чутливий до елементів живлення в період формування генеративних органів.

Монада – в Реєстрі сортів з 2008 року для Лісостепу та Степу. Сорт середньостиглий (вегетаційний період 116 – 125 діб). Потенціал урожайності – 4,5–5,0 т/га. Сорт має оптимальне поєднання холодостійкості та посухостійкості.

3 АНАЛІЗ ДИНАМІКИ УРОЖАЇВ СОЇ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Дослідження динаміки урожаїв сої за допомогою методу гармонійних вагів

Урожай та урожайність - найважливіші результативні показники рослинництва та сільськогосподарського виробництва в цілому. Урожай характеризує загальний обсяг виробництва продукції даної культури, а врожайність - продуктивність цієї культури у конкретних умовах її вирощування. Під урожайністю мається на увазі середній розмір тієї чи іншої продукції рослинництва з одиниці посівної площі цієї культури (зазвичай у центнерах з гектара). Врожайність зернових культур залежить від багатьох факторів: технології вирощування, клімату, сорту та інших факторів, насамперед від родючості ґрунту та погодних умов. Якщо нестачу поживних речовин можна компенсувати внесенням добрив, коригувати погодні умови дуже складно.

У зв'язку з цим в агрометеорології зазвичай урожайність розглядається як добуток двох складових: по-перше, це ряд факторів, що обумовлюють рівень культури землеробства, а по-друге - метеорологічні фактори.

За теперішнього часу найвищий рівень культури землеробства досягається завдяки поширенню інтенсивної технології вирощування. Інтенсивна технологія - це система обов'язкових до виконання заходів, що охоплюють весь процес отримання високого врожаю конкретної культури, включаючи високу дисципліну праці, тонке знання фізіології рослин, найсуворішу технологічну дисципліну. Вона передбачає найбільш ефективне використання комплексу всіх факторів, що визначають формування врожаю сільськогосподарських культур та його якість: обробка ґрунту, система добрив, правильна сівозміна, інтегрована система захисту рослин за допомогою агротехнічних, біологічних та хімічних методів, меліоративні

прийоми регулювання ґрунтової родючості та водного режиму, застосування високоврожайних сортів та сучасних технологічних засобів.

З іншого боку продуктивність сільськогосподарських культур залежить від відповідності кліматичних ресурсів та погодних умов конкретних років біологічним особливостям та агротехніці вирощування культури. Тобто урожайність є інтегральним показником, який висвітлює вплив всього комплексу умов сільськогосподарського виробництва.

Враховуючи ідею В.М. Обухова (1949) про можливість розкладання часового ряду урожайності будь-якої культури на дві складові: стаціонарну і випадкову, А.М. Польовий [18] рекомендує ряд урожайності Y_t представляти у вигляді такого рівняння:

$$Y_t = f(t) + U_t, \quad (3.1)$$

де $f(t)$ – стаціонарна послідовність, що формує лінію тренду; U_t – випадкова послідовність, що визначає відхилення від лінії тренду.

Лінію тренду у даній роботі було побудовано з використанням методу гармонійних вагів, який в агрометеорології був вперше використаний у дослідженнях А.М. Польового [18].

Нами був проведений аналіз динаміки урожаїв сої по Вінницькій області за 22 роки за період з 1999 по 2020 роки, згідно з даними, представленими статуправлінням Вінницької області [19]. Була розрахована лінія тренда методом гармонічних зважувань, визначені відхилення урожайності від лінії тренда, проаналізована динаміка тенденції урожайності та оцінка кліматичної мінливості урожаїв по території дослідження.

Динаміка урожайності у вигляді ламаної лінії та лінія тренду у вигляді плавної згладженої лінії представлена на рис. 3.1. Як видно з рисунка, за досліджуваний період фактична урожайність сої була досить мінливою. У першій половині досліджуваного періоду (1999-2009 рр.) урожайність не перевищувала 13-14 ц/га, протягом другої половини досліджуваного періоду

середньорічна урожайність була вже більше 15 ц/га, за винятком 2015 р., коли було зібрано урожай 13,3 ц/га.

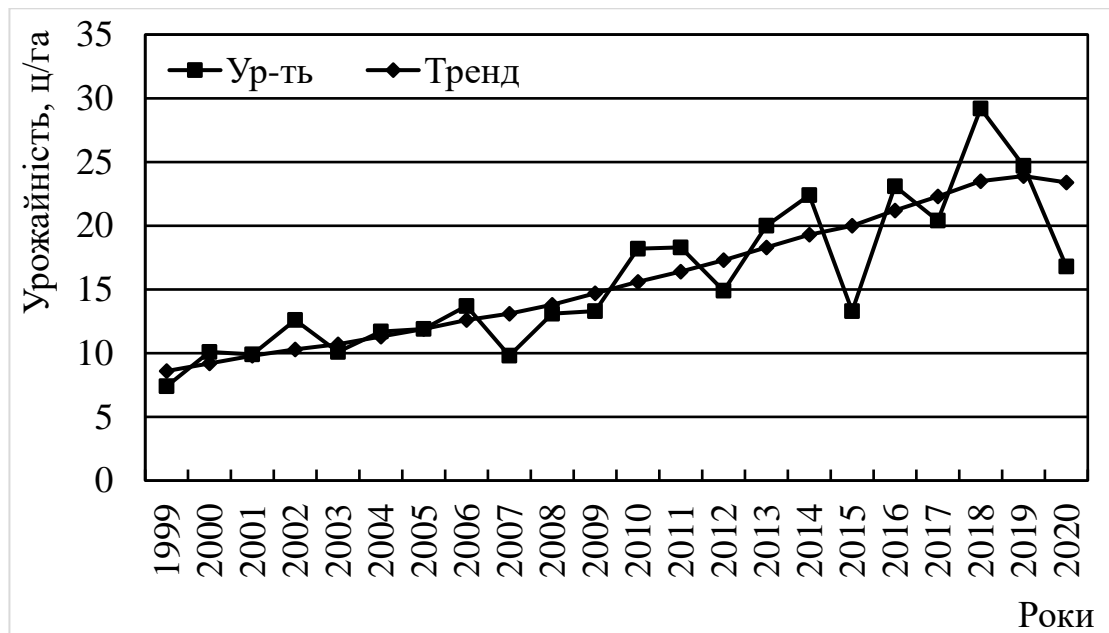


Рисунок 3.1 – Динаміка урожайності сої та лінія тренду у Вінницькій області

В 1999, 2001 та 2007 рр. урожайність була найменшою і становила відповідно 7,4, 9,9 та 9,8 ц/га. Останні досліджувані роки характеризуються найбільшими урожаєм. Так у 2016 р. урожай становив 23,1 ц/га, у 2018 р. було зібрано найбільший за весь період урожай - 29,2 ц/га, у 2019 р. урожай становив відповідно 24,7 ц/га.

Середня за роки досліджень урожайність сої склала 15,7 ц/га. Тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних вагів, додатна і складає 0,6 ц/га.

Як також видно з рис. 3.1, за досліджуваний період відбувся поступовий ріст трендової компоненти, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства. Так, на початку досліджуваного періоду (у 1999 р.) урожайність за трендом становила 8,6 ц/га, а наприкінці періоду досліджень (2019-2020 рр.) її величина зросла до 23,4-23,9 ц/га. Тобто за

рахунок вдосконалення рівня культури землеробства врожайність сої збільшилася майже втричі.

Для виявлення в чистому виді впливу погодних умов окремих років на формування врожаю сої, розглянемо відхилення фактичних урожаїв від лінії тренду (рис. 3.2). Як можна бачити з рисунка за 22 досліджувані роки від'ємні відхилення від лінії тренду спостерігалися лише у 9 випадках. Оскільки вважається, що від'ємні відхилення характеризують роки з несприятливими для вирощування сільськогосподарських культур умовами, то можна сказати, що 2007, 2015 та 2020 рр. були найбільш несприятливими. Саме у ці роки спостерігались найбільші від'ємні відхилення урожайності від лінії тренду, які були досить суттєвими і досягали відповідно -3,3 ц/га, -6,7 ц/га та -6,6 ц/га.

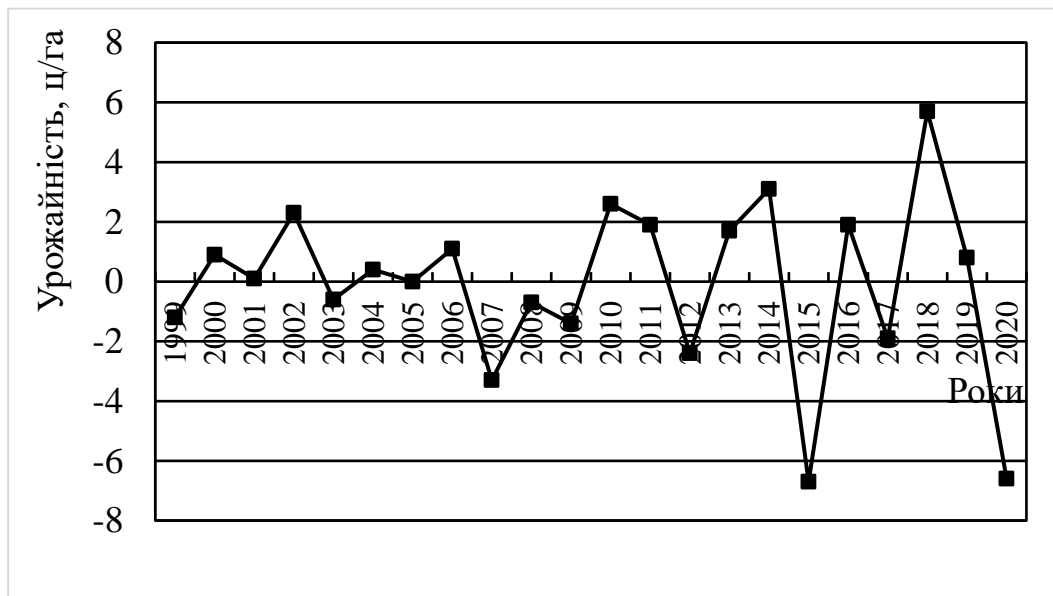


Рисунок 3.2 – Відхилення урожайності сої від лінії тренду у Вінницькій області

Сприятливими за погодними умовами для вирощування сої вважаються роки з додатними відхиленнями урожайності від лінії тренду. Таких років з досліджених 22 було 13. Найбільш сприятливими для вирощування сої були 2010, 2014 та 2018 рр. Саме у цих роках спостерігалися найбільші відхилення

від лінії тренду – 2,6, 3,1 та 5,7 ц/га відповідно. Таким чином, можна зробити висновок, що, незважаючи на підвищення культури землеробства протягом останніх років, залежність урожаю сої в Вінницькій області від клімату залишається досить значною.

Згідно з дослідженнями В.М. Пасова, в будь-якому сільськогосподарському районі динаміку врожайності тієї чи іншої культури можна розглядати як наслідок зміни рівня культури землеробства, на фоні якої відбуваються випадкові коливання (іноді вельми суттєві), що пов'язані з особливостями погоди різних років [20].

Зміни культури землеробства у часі формують лінію тренду. За таким підходом загальну дисперсію урожайності σ^2 можна розглядати як добуток двох складових, одна з яких характеризує внесок, що надає динаміка культури землеробства σ_a^2 , а друге – мінливістю погоди σ_m^2 . Тоді

$$\sigma^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2, \quad (3.2)$$

$$\sigma_m^2 = \sigma^2 - \sigma_a^2. \quad (3.3)$$

Величина σ_m більш стійка у часі ніж σ , тому що до складу останньої входить величина σ_a , що суттєво змінюється у часі.

Розрахунок σ_m можна проводити за наступних формул:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3.4)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3.5)$$

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y})^2}{n-1}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (3.6)$$

де y_i – урожайність конкретного року; \bar{y} – середньобогаторічна урожайність; y_{iT} – динамічна середня величина (урожайність за трендом у конкретному році); n – кількість років дослідження [20].

Для того, щоб вірно оцінити мінливість урожайності, окрім дисперсії необхідно враховувати і рівень врожайності. Є відомим, що урожайність однієї і тієї ж культури в різних кліматичних зонах може відрізнятись на 100% та більше. Тому для оцінки мінливості урожайності краще користуватися коефіцієнтом варіації c_v :

$$c_v = \frac{\sigma}{\bar{y}}. \quad (3.7)$$

Згідно до методики В.М. Пасова [16], оскільки особливий інтерес представляє тільки та частина варіації урожаю, що пов'язана зі змінами погоди, то до формули (3.4) замість σ слід ввести σ_m :

$$c_v = \frac{1}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (3.8)$$

За вищевказаною методикою ми визначили кліматичну складову мінливості урожаїв сої в Вінницькій області. Лінію тренду було побудовано за методом гармонійних вагів [18]. Хід розрахунків наводиться у таблиці 3.1.

$$c_v = \frac{1}{15,7} \sqrt{\frac{681-539}{22-1}} = \frac{1}{15,7} \sqrt{\frac{142}{21}} = \frac{1}{15,7} \sqrt{6,76} = \frac{2,6}{15,7} = 0,17$$

В.М. Пасов [20] стосовно кліматичної складової мінливості урожаїв озимої пшениці та озимого жита для характеристики території вирощування культури пропонує такі градації, які можна застосувати й для інших сільськогосподарських культур:

- зона найменшої мінливості урожаїв або стабільних урожаїв ($c_m \leq 0,20$);

- зона помірно стійких урожаїв ($c_m = 0,21 - 0,29$);
- зона нестійких урожаїв ($c_m \geq 0,30$);
- зона дуже нестійких урожаїв ($c_m \geq 0,50$).

Таблиця 3.1 – Розрахунок кліматичної складової урожаїв сої

n	Рік	y	y_T	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$	$y_{iT} - \bar{y}$	$(y_{iT} - \bar{y})^2$
1	1999	7,4	8,6	-8,3	68,9	-7,1	50,4
2	2000	10,1	9,2	-5,6	31,4	-6,5	42,3
3	2001	9,9	9,8	-5,8	33,6	-5,9	34,8
4	2002	12,6	10,3	-3,1	9,6	-5,4	29,2
5	2003	10,1	10,7	-5,6	31,4	-5	25,0
6	2004	11,7	11,3	-4	16,0	-4,4	19,4
7	2005	11,9	11,9	-3,8	14,4	-3,8	14,4
8	2006	13,7	12,6	-2	4,0	-3,1	9,6
9	2007	9,8	13,1	-5,9	34,8	-2,6	6,8
10	2008	13,1	13,8	-2,6	6,8	-1,9	3,6
11	2009	13,3	14,7	-2,4	5,8	-1	1,0
12	2010	18,2	15,6	2,5	6,3	-0,1	0,0
13	2011	18,3	16,4	2,6	6,8	0,7	0,5
14	2012	14,9	17,3	-0,8	0,6	1,6	2,6
15	2013	20	18,3	4,3	18,5	2,6	6,8
16	2014	22,4	19,3	6,7	44,9	3,6	13,0
17	2015	13,3	20	-2,4	5,8	4,3	18,5
18	2016	23,1	21,2	7,4	54,8	5,5	30,3
19	2017	20,4	22,3	4,7	22,1	6,6	43,6
20	2018	29,2	23,5	13,5	182,3	7,8	60,8
21	2019	24,7	23,9	9	81,0	8,2	67,2
22	2020	16,8	23,4	1,1	1,2	7,7	59,3
Середнє		15,7					
Сума				-0,5	680,7	1,8	538,9

Середню квадратичну помилку кліматичної складової мінливості урожаїв можна визначити за формулою

$$\partial_{c_m} = \frac{c_m \sqrt{1+c_m^2}}{\sqrt{2(n-1)}}, \quad (3.9)$$

де n – довжина ряду.

В нашому випадку $n=22$, отже помилка ∂_{C_m} дорівнює

$$\partial_{C_m} = \frac{0,17\sqrt{1+(0,17)^2}}{\sqrt{2(22-1)}} = \frac{0,17\sqrt{1+0,0289}}{\sqrt{42}} = \frac{0,17\sqrt{1,0289}}{6,48} = \frac{0,17}{6,48} = 0,027.$$

Таким чином стосовно сої Вінницьку область можна віднести до території дуже стабільних урожаїв.

Результати досліджень опубліковані у матеріалах XLVI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» (Переяслав, 30 квітня 2022 р.) [21].

3.2 Ймовірнісна оцінка урожаїв сої

Для всебічної характеристики урожайності будь-якої сільськогосподарської культури на будь-якій території дослідження недостатньо знати середні значення урожайності. Велике практичне значення набуває знання того, яка частота повторюваності кожного з членів ряду значень урожайності. Тому в агрометеорології для ймовірнісної характеристики урожайності широко використовується графо-аналітичний метод Алексєєва [22].

Виходячи з теоретичних і практичних міркувань він запропонував для побудови емпіричної кривої сумарної ймовірності формулу:

$$P_{(x_m)} = \frac{m - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

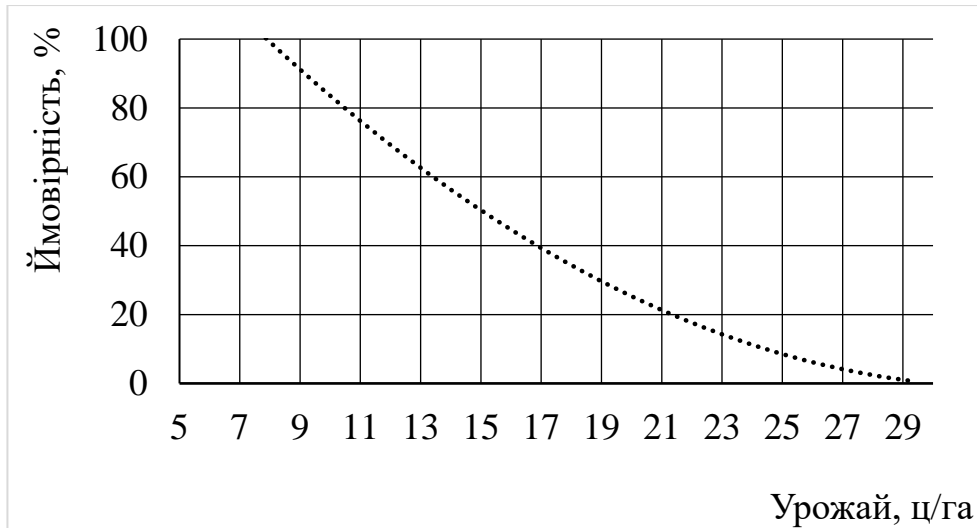
де $P_{(x_m)}$ - забезпеченість у відсотках, значення якої послідовно зростають, $m = 1, 2, \dots, n$ – порядковий номер членів статистичного ряду, розташованих в порядку зменшення, n – число років або спостережень в ряді.

Вказаний метод був застосований нами для визначення міжрічної мінливості урожаю сої для Вінницької області. Використовувалися щорічні дані про урожайність за період з 1996 по 2020 роки. Результати розрахунків представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок ймовірності урожаїв сої в Вінницькій області

Рік	N	Ряд урожайності, ц/га		P _x , %
		Фактичний	Ранжований	
1999	1	7,4	29,2	3
2000	2	10,1	24,7	8
2001	3	9,9	23,1	12
2002	4	12,6	22,4	17
2003	5	10,1	20,4	21
2004	6	11,7	20	26
2005	7	11,9	18,3	30
2006	8	13,7	18,2	34
2007	9	9,8	16,8	39
2008	10	13,1	14,9	43
2009	11	13,3	13,7	48
2010	12	18,2	13,3	52
2011	13	18,3	13,3	57
2012	14	14,9	13,1	61
2013	15	20	12,6	66
2014	16	22,4	11,9	70
2015	17	13,3	11,7	74
2016	18	23,1	10,1	79
2017	19	20,4	10,1	83
2018	20	29,2	9,9	88
2019	21	24,7	9,8	92
2020	22	16,8	7,4	97

Рисунок 3.3 – Крива ймовірності урожаїв сої в Вінницькій області



Таблиця 3.3 - Забезпеченість урожаїв сої в Вінницькій області

\bar{y} , ц/га	Забезпеченість, %										
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
15,7	27	24,5	21,5	19	17	15	13,5	12	10,5	9	8

у

Вінницькій області урожаї сої порядку 24,5 ц/га отримують з ймовірністю 10 % (тобто раз в десять років), урожаї порядку 12 ц/га отримують з ймовірністю 70 % (тобто 7 разів в десять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише не вище 7-8 ц/га.

З аналізу матеріалів по характеристиці ймовірності фактичних урожаїв сої по Вінницькій області України можна зробити висновок, що спостерігається досить значна часова мінливість урожайності сої на цій території. Тому необхідна детальна оцінка агрокліматичних ресурсів у поєднанні з раціональним розміщенням існуючих сортів і науковим обґрунтуванням отримання урожаїв більш високого рівня.

4 ЗВ'ЯЗОК УРОЖАЙНОСТІ СОЇ З АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

У даній роботі було проведено комплексну агрометеорологічну оцінку умов вегетації сої по міжфазним періодам та за весь вегетаційний період. Були визначені параметри, які характеризують тепло- і вологозабезпеченість посівів. Для більшої деталізації вегетаційний період сої був поділений на такі міжфазні періоди: сівба – сходи; сходи – поява бокових пагонів; поява бокових пагонів - початок цвітіння і початок цвітіння – дозрівання. Оскільки соя є теплолюбною рослиною, сорти якої потребують різного температурного режиму у різних періодах росту та розвитку [24], були уточнені біологічні мінімуми сої для всіх чотирьох міжфазних періодів.

4.1 Агрометеорологічні умови періоду сівба-сходи

Для отримання дружних і повноцінних сходів сої в Лісостепу потрібно ефективно використати запаси ґрунтової вологи верхнього шару ґрунту для швидкого проходження фаз розвитку рослин та дозрівання. Дослідження, проведені фахівцями Вінницького національного аграрного університету на території Вінницької області [25] показали, що за сучасних умов оптимальним строком сівби, який забезпечує отримання 88-91 % польової схожості насіння є сівба за температурним режимом ґрунту 10°C, тобто II-III декада квітня. Фахівці Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН вважають, що календарні строки сівби в більшості зон України припадають на період третьої декади квітня - першої декади травня [26].

Проведення ранньої сівби сортів сої за умов, коли температурний режим ґрунту досяг показників 6-8 °C, може призвести до значних зріджених посівів, або їх загибелі. Сівба сої у пізні строки веде до зниження польової схожості на 5-7% [25].

Агрометеорологічні умови вирощування сої у період сівба – сходи наводяться у табл. 4.1. Як видно з таблиці, сівба сої в Вінницькій області в середньому за досліджуваний період відбувається 7 травня, сходи з'являються в середньому 18 травня. В залежності від метеорологічних умов конкретного року тривалість періоду, а також дати настання фаз суттєво відрізняються. Так найраніша дата сівби відзначається у 2016 р. – 10 квітня, у цей же рік найраніше з'явилися сходи – 28 квітня. Найпізніше сівба сої відбувалась у 2006 та 2010 рр. – 22 травня, у цих же роках відзначалися найпізніші сходи – 31 травня.

Тривалість першого періоду вегетації рослин - від сівби до сходів - обумовлюється в першу чергу температурою проростання насіння і коливається по роках залежно від температури повітря. В Вінницькій області тривалість першого міжфазного періоду сої становить у середньому 12 днів, при цьому середня температура за цей період становить 14,2 °С.

Найкоротший період – 8 днів відмічається у 2008 р., найдовший – 18 днів – у 2016 р. Найнижча середня температура періоду сівба-сходи у сої спостерігалася у 2007 р. і становила 10,1 °С, а у 2013 р. спостерігалася найвища середня температура за всі досліджувані роки – 18,2°С.

Забезпеченість теплом будь-якого міжфазного періоду характеризується сумою активних та ефективних температур, за біологічний мінімум сої прийнята температура 10°С. Середня сума активних температур за 15-річний період від сівби до сходів становить 163°С, найбільша сума за цей період становила 227 °С в 2015 р., а найменша - 101°С в 2007 р. Середньобагаторічна сума ефективних температур за період сівба - сходи склала 48°С, найбільша сума ефективних температур за цей період становила 97°С в 2015 р., а найменша – 1°С в 2007 р.

Умови зволоження характеризуються перш за все сумами опадів, які випадають протягом міжфазного періоду сої. Опади характеризуються великою мінливістю по роках, в середньому за період сівба - сходи випадає

19 мм, найбільша кількість опадів - 61 мм зафіксована у 2010 р.,
найменша

Таблиця 4.1 - Агрометеорологічні показники умов вирощування сої в період від сівби до сходів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$		T _{ср} , $^{\circ}\text{C}$	ΣR , мм	Запаси вологи			
	Сівба	Сходи		Акт.	Еф			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	12.05	22.05	10	116	16	11,6	3	28	70	145	84
2005	7.05	18.05	12	138	18	11,5	20	32	80	172	99
2006	22.05	31.05	9	125	35	13,9	50	23	58	137	79
2007	30.04	10.05	10	101	1	10,1	6	7	18	91	53
2008	12.05	20.05	8	119	39	14,9	8	31	78	162	94
2009	16.05	28.05	12	176	56	14,7	34	20	50	139	80
2010	22.05	31.05	9	142	52	15,8	61	25	63	141	82
2011	7.05	18.05	11	158	48	14,4	6	29	73	133	77
2012	28.04	10.05	12	217	97	18,1	4	24	60	127	73
2013	02.05	12.05	10	182	82	18,2	2	24	60	131	76
2014	30.04	16.05	16	214	54	13,4	36	40	100	164	95
2015	18.05	31.05	13	227	97	17,5	10	27	68	130	75
2016	10.04	28.04	18	209	29	11,6	24	38	95	161	93
2017	05.05	14.05	9	110	20	12,2	7	29	73	131	76
2018	02.05	16.05	14	213	73	15,2	20	24	60	128	74
Ср.	7.05	18.05	12	163	48	14,2	19	27	67	139	81
Найменш.	10.04	28.04	8	101	1	10,1	2	7	18	91	53
Найбільш.	2.05	31.05	18	227	97	18,2	61	40	100	172	99

кількість опадів спостерігалася в 2013 р, коли їх у період сівба-сходи випало лише 2 мм.

Запаси вологи орного шару ґрунту під посівами сої у Вінницькій області в перший міжфазний період складають в середньому 27 мм (67 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році - 40 мм (100 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2007 р. та склали 7 мм (18 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Вінницькій області за період сівба – сходи складають в середньому 139 мм (83% від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2005 році - 172 мм (99 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2007 р. та склали 91 мм (53 % від НВ).

Кожна сільськогосподарська культура починає свій розвиток за конкретних значень температури. Протягом життєвого циклу потреби рослин у теплі змінюються, відповідно змінюється і біологічний мінімум.

Зі значенням біологічного мінімуму безпосередньо пов'язані такі поняття, як активна і ефективна температури. Для багатьох сільськогосподарських культур біологічні мінімуми давно відомі і широко застосовуються для успішного вирішення цілого ряду агрометеорологічних завдань. Це такі завдання, як агрометеорологічне прогнозування, агрокліматичне районування і т.д.

Але в останній час було введено у сільськогосподарське виробництво нові сорти, вдосконалені прийоми агротехніки, а головне, відбуваються суттєві зміни клімату, що потребує уточнення показників розвитку рослин за умов сьогодення.

Для уточнення біологічного мінімуму сої ми використовували методику, представлену в [27], у відповідності з якою біологічний мінімум визначається при визначенні параметрів прямої

$$y = Bn + A, \quad (4.1)$$

де y – сума активних температур, °C; B – біологічний мінімум розвитку, °C; n – тривалість періоду, дні; A – сума ефективних температур.

Щоб побудувати графік залежності між сумами додатних температур за період ($SumT$) і тривалістю міжфазного періоду (N) ми скористалися методом найменших квадратів [28]. Ми розглянули залежність між сумами додатних температур і тривалістю міжфазного періоду, яка описується рівнянням лінійної регресії виду (4.1).

Залежність між сумами температур та тривалістю періоду сівба - сході сої в Вінницькій області представлена на рис. 4.1. Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_1 = 12,2N_1 + 22, \quad (4.2)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °C; 12,2 – біологічний мінімум, °C; N – тривалість періоду, дні; 22 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °C, 1 – номер міжфазного періоду.

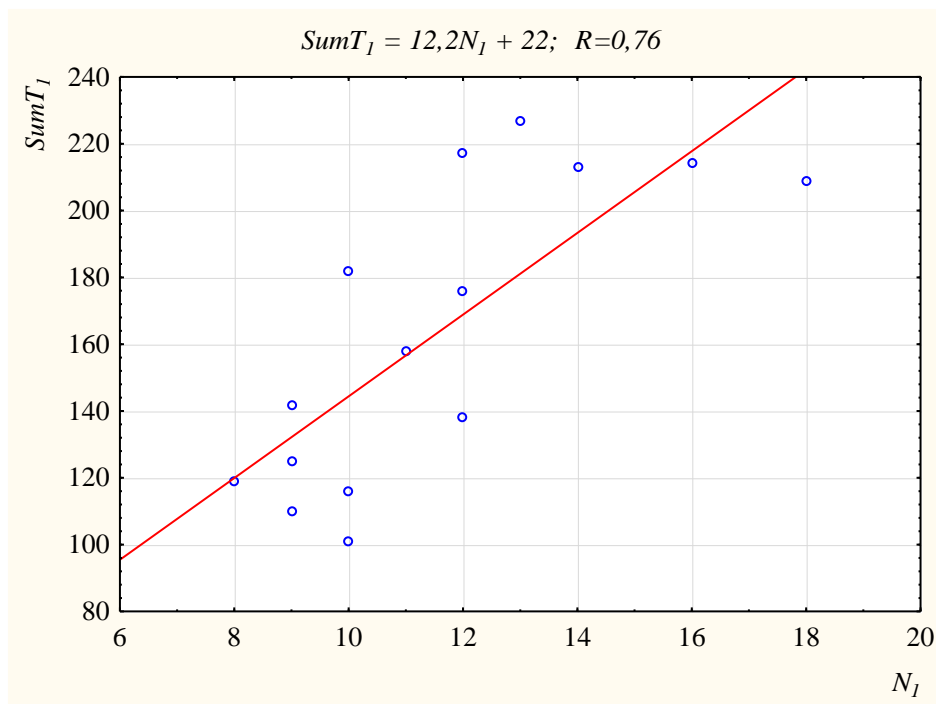


Рисунок 4.1 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сівба - сході сої

R – коефіцієнт кореляції, що є мірою тісноти прямолінійного зв'язку, у даному випадку дорівнює 0,76. Це свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку є досить тісний зв'язок.

4.2 Агрометеорологічні умови період сходи – поява бокових пагонів

З усіх бобових культур фазу утворення п'ятого справжнього листа і наступну за нею фазу появи бокових пагонів (розгалуження) відзначають лише у сої. Фаза розгалуження зазвичай починається розкриттям першого або другого трійчастого листа і завершується переважно з появою перших квіток. Помітних сортових відмінностей у швидкості зростання окремих листків немає. До початку цвітіння на головному стеблі, зазвичай, залежно від зовнішніх умов, утворюється 5–14 листків, а на всій рослині – 16–65. Розгалуження у ранніх та середньостиглих форм починається на 5-20-й день після сходів.

У культурних зернових сортів перші гілки зазвичай розташовуються у пазухах 4-8 листків. До цвітіння рослин енергійно розвивається коренева система, йде накопичення поживних речовин у листі і формуються перші квітки. За умов, що сприяють зростанню (досить довгий день, тепла і волога погода), нижні міжвузля дещо подовжуються, що призводить до підвищення розгалуження. Надмірно ранні посіви і великі площі живлення сприяють зниженому закладенню гілок, а отже, низькому прикріпленню бобів [1, 2].

Агрометеорологічні умови вирощування сої в період сходи – поява бокових пагонів в Вінницькій області представлені в табл. 4.2. Як видно з таблиці, бокові пагони починають утворюватися в середньому 19 червня, найраніше фаза почалася в 2007 р. – 1 червня, найпізніше – в 2006 р. – 6 липня. Тривалість другого міжфазного періоду сої в середньому складає 31 день. Найдовшим цей період був в 2008 році – 45 днів, а найкоротшим в 2010 році – 20 днів.

Середня сума активних температур за п'ятнадцятирічний період досліджень склала 544°C. Найменша сума активних температур за цей період склала 393 °С в 2010 році, а найбільша - 773 °С в 2008 році. Середня сума ефективних температур за період сходи – поява бокових пагонів склала 232°C. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 2008 р. і становила 323 °С, а найменша сума спостерігалась у 2017 р. - 153°C.

На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 17,7 °С, екстремальні значення становлять відповідно 14,4 та 21,9°C і відзначались відповідно в 2017 та 2007 рр.

Опадів в середньому за досліджений період випадає 70 мм, найбільша кількість опадів - 154 мм зафіксована у 2006 р., найменша кількість опадів спостерігалася в 2018 р, коли їх у період сходи - поява бокових пагонів випало лише 9 мм.

Запаси вологи орного шару ґрунту в Вінницькій області в другий міжфазний період сої складають в середньому 24 мм (60 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році - 40 мм (100 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2011 р. та склали 16 мм (40 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Вінницькій області за другий міжфазний період складають в середньому 132 мм (77 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році - 173 мм (100 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2011 р. та склали 108 мм (62 % від НВ).

Для уточнення біологічного мінімуму періоду сходи – поява бокових пагонів ми розглянули залежність сум активних температур від тривалості другого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.2.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_2 = 13,1N_2 + 145, \quad (4.3)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °C; 13,1 – біологічний мінімум, °C; N – тривалість періоду, дні; 145 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °C, 2 – номер міжфазного періоду. Дуже високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,89, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує дуже тісний зв'язок.

Таблиця 4.2 - Агрометеорологічні показники умов вирощування сої в період від сходів до появи бокових пагонів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 10 °C		T _{ср} , °C	ΣR, мм	Запаси вологи			
	Сходи	Поява бокових пагонів		Акт.	Еф.			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	22.05	22.06	31	480	170	15,5	23	22	55	132	76
2005	18.05	19.06	32	545	225	17,0	79	23	58	140	81
2006	31.05	6.07	36	620	260	17,2	154	30	75	148	86
2007	10.05	01.06	21	460	250	21,9	30	21	53	109	63
2008	20.05	04.07	45	773	323	17,2	53	19	48	132	76
2009	28.05	30.06	33	603	273	18,3	153	20	50	132	76
2010	31.05	20.06	20	393	193	19,7	72	26	65	141	82
2011	18.05	19.06	32	635	315	19,8	33	16	40	108	62
2012	10.05	04.06	25	415	165	16,6	48	21	53	122	71
2013	12.05	12.06	31	532	222	17,2	152	30	75	141	82
2014	16.05	18.06	33	591	261	17,9	92	40	100	173	100
2015	31.05	26.06	26	499	239	19,2	19	19	48	115	66
2016	28.04	10.06	43	653	223	15,2	81	35	88	157	91
2017	14.05	18.06	35	503	153	14,4	47	22	55	118	68
2018	16.05	10.06	25	458	208	18,3	9	19	48	119	69
Ср.	18.05	19.06	31	544	232	17,7	70	24	60	132	77
Найменш.	28.04	1.06	20	393	153	14,4	9	16	40	108	62
Найбільш.	31.05	6.07	45	773	323	21,9	154	40	100	173	100

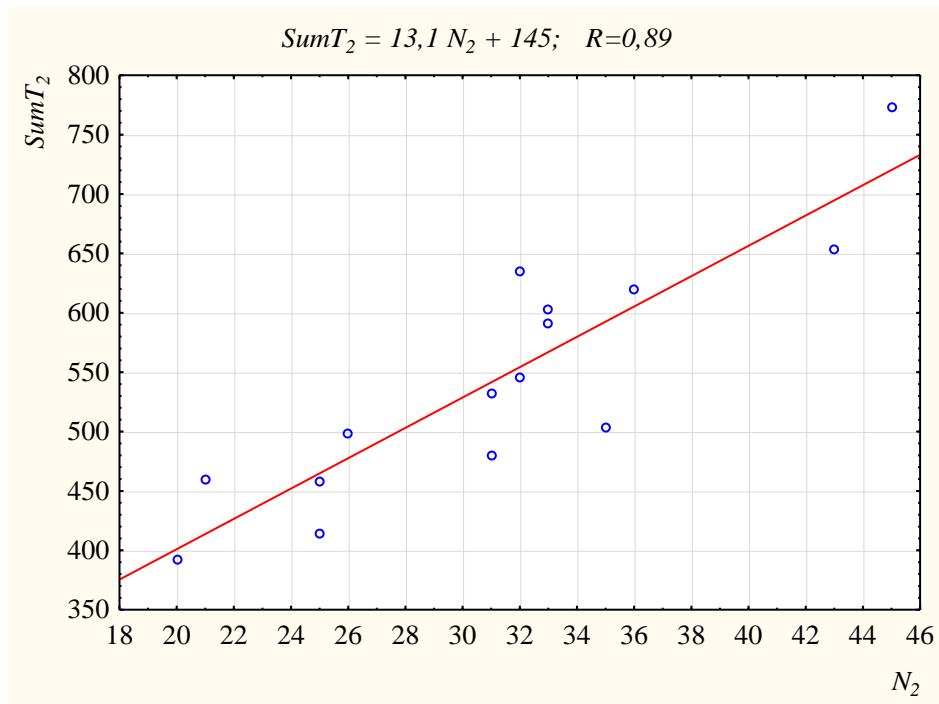


Рисунок 4.2 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду сходи - поява бокових пагонів сої

4.3 Агрометеорологічні умови періоду поява бокових пагонів - початок цвітіння

Залежно від періоду вегетації та характеру зростання цвітіння по кущі поширюється неоднаково. У ранніх форм з незакінченим і проміжним зростанням, як правило, перші квітки з'являються на 1-3-му міжвузлі головного стебла, піднімаючись вгору; у середньостиглих і пізніх вони закладаються вище - на 5-8-му міжвузлі, поширюючись вгору і вниз; у карликових форм корейського підвиду із закінченим зростанням квітки розвиваються майже відразу по всій рослині [1, 10].

Агрометеорологічні умови вирощування сої в період поява бокових пагонів - початок цвітіння в Вінницькій області представлені в табл. 4.3.

Як видно з таблиці, початок цвітіння в середньому спостерігається 2 липня, найраніше фаза починалася в 2012, 2013 та 2016 рр. – 20 червня, найпізніше – в 2004 та 2006 рр. - 20 липня. Тривалість третього міжфазного періоду в середньому складає 14 днів. Найдовшим цей період був в 2004 році – 28 днів, а найкоротшим в 2013 та 2015 рр. – всього 8 днів.

Середня сума активних температур третього міжфазного періоду сої за 15-річний період склала 300°C. Найменша сума активних температур за цей же період склала 160°C в 2015 році, а найбільша - 503 °C в 2004 році. Середня сума ефективних температур за період поява бокових пагонів – початок цвітіння склала 123°C. Найбільша сума ефективних температур за цей же період накопичилася у 2007 р. і становила 240 °C, а найменша сума спостерігалась у 2014 р. - 71°C.

На досліджуваній території середня температура повітря становила за період – 19,1 °C, екстремальні значення становлять відповідно 15,9 та 20,7°C і відзначались відповідно в 2014 та 2008 рр.

В середньому за період поява бокових пагонів – початок цвітіння випадає 41 мм опадів, найбільша їх кількість - 121 мм зафіксована у 2011 р., найменша кількість опадів спостерігалася в 2015 р. – лише 5 мм.

Запаси вологи орного шару ґрунту в Вінницькій області в третій міжфазний період сої складають в середньому 22 мм (55 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2006 та 2013 рр. - 35 мм (88 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2011 р. та склали 7 мм (18 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Вінницькій області в третій міжфазний період сої складають в середньому 122 мм (71 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2014 році - 165 мм (95 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2011 р. та склали 90 мм (52 % від НВ).

Для уточнення біологічного мінімуму періоду поява бокових пагонів – початок цвітіння ми також розглянули залежність сум активних температур від тривалості третього міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.3. Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_3 = 18,5N_3 + 6, \quad (4.4)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 18,5 – біологічний мінімум, °С; N – тривалість періоду, дні; 6 – сума ефективних температур вище уточненого мінімуму, °С, 3 – номер міжфазного періоду.

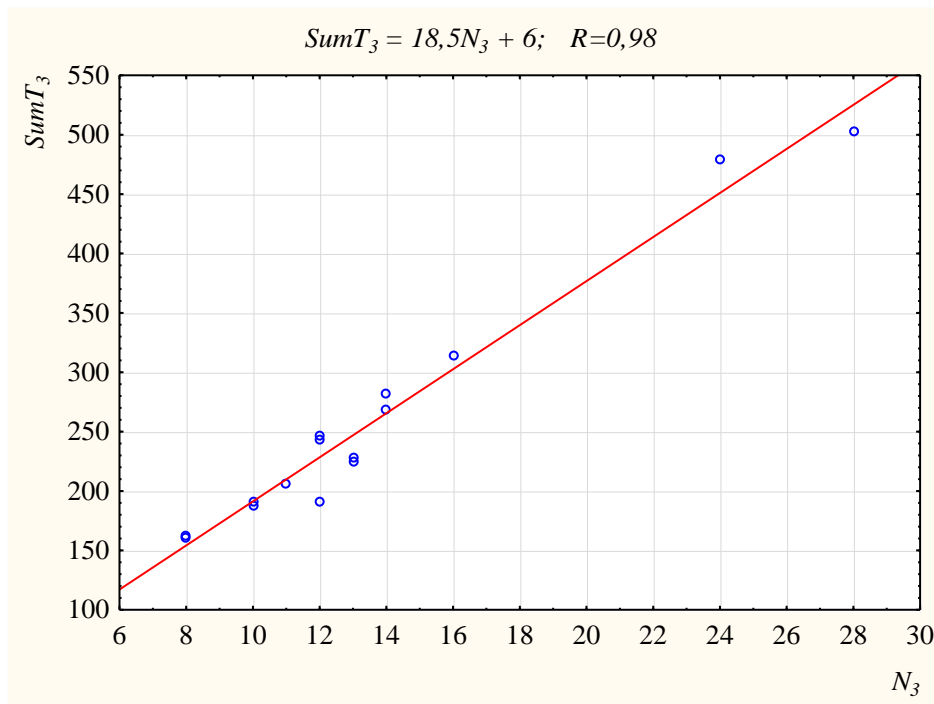


Рисунок 4.3 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду поява бокових пагонів – початок цвітіння сої

Дуже високе значення коефіцієнту кореляції, що становить 0,98, свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду в даному випадку існує дуже тісний зв'язок, близький до функціонального.

Таблиця 4.3 - Агрометеорологічні показники умов вирощування сої в період від появи бокових пагонів до початку цвітіння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 10°C		T _{ср} , °C	ΣR, мм	Запаси вологи			
	Поява бокових пагонів	Початок цвітіння		Акт.	Еф.			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	22.06	20.07	28	503	223	18,0	68	15	38	116	67
2005	19.06	2.07	13	229	99	17,6	10	13	33	108	62
2006	6.07	20.07	14	268	128	19,1	30	35	88	162	94
2007	1.06.	24.06	24	480	240	20,0	55	29	73	110	64
2008	04.07	14.07	10	207	107	20,7	23	11	28	101	58
2009	30.06	14.07	14	282	142	20,1	29	22	55	133	77
2010	20.06	30.06	10	187	87	18,7	54	29	73	144	83
2011	19.06	2.07	13	225	95	17,3	121	7	18	90	52
2012	04.06	20.06	16	315	155	19,7	64	25	63	118	68
2013	12.06	20.06	8	162	82	20,3	57	35	88	148	86
2014	18.06	30.06	12	191	71	15,9	17	31	78	165	95
2015	26.06	04.07	8	160	80	20,0	5	14	35	99	57
2016	10.06	20.06	10	191	91	19,1	19	25	63	128	74
2017	18.06	30.06	12	243	123	20,3	16	17	43	93	54
2018	10.06	22.06	12	246	126	20,5	53	23	58	120	69
Ср.	19.06	2.07	14	300	123	19,1	41	22	55	122	71
Найменш.	1.06	20.06	8	160	71	15,9	5	7	18	90	52
Найбільш.	6.07	20.07	28	503	240	20,7	121	35	88	165	95

4.4 Агрометеорологічні умови періоду початок цвітіння – дозрівання

В агрометеорологічному плані фазу дозрівання відзначають, коли перші боби у рослин пожовтіли (побурили, почорніли), а їх насіння має характерне забарвлення для даного сорту [29]. Повну стиглість автори [1, 7] рекомендують відзначати, коли 95% бобів на головній стебліні набули кольору стиглого бобу. Також вони відзначають, що візуальних ознак того, що соя дозріла, існують ще трак звані агрономічні етапи дозрівання – це фізіологічна стиглість та стиглість урожаю. Стиглість урожаю відзначається, коли рівень вологи, що міститься у насінні, дозволяє провести польові збиральні роботи.

Фізіологічна стиглість, як правило, настає тоді, коли насіння сої припиняє свій ріст та досягає максимальної сухої ваги. Створення, накопичення та пересування пластичних речовин після фізіологічної стиглості припиняється. На цьому етапі досягається максимальний урожай зерна [7].

Агрометеорологічні умови вирощування сої в період початок цвітіння - дозрівання в Вінницькій області представлені в табл. 4.4.

Як видно з таблиці, дозріває соя в середньому 5 вересня, найраніше фаза відзначалася в 2017 р. – 10 серпня, найпізніше – в 2006 р. – 22 вересня. Тривалість періоду початок цвітіння - дозрівання в середньому складає 65 днів. Найдовшим цей період був в 2007 році – 78 днів, а найкоротшим в 2017 році – 41 день.

Відомо, що за підвищення температури у пізні фази розвитку рослин, прискорюється дозрівання насіння, посилюється синтез жирів, знижується накопичення вуглеводів, а за низьких температур, навпаки, підвищується вміст у насінні вуглеводів та гальмується синтез білків [7]. Тому температурний режим, що складається для сої під час процесу дозрівання, істотно впливає не тільки на кількість, але й на якість урожаїв.

Середня сума активних температур четвертого міжфазного періоду сої за 15-річний період склала 1267°C. Найменша сума активних температур за цей же період склала 838 °С в 2017 році, а найбільша - 1509 °С в 2007 році. Середня сума ефективних температур за цей же період становила 620°C. Найбільша сума ефективних температур накопичилася у 2016 р. і становила 768 °С, а найменша сума спостерігалась у 2017 р. - 428°C.

На досліджуваній території середня температура повітря становила за період початок цвітіння - дозрівання 19,6°C, екстремальні значення становлять відповідно 17,5 та 22,2°C і відзначались відповідно в 2004 і 2006 та у 2010 рр.

Опадів у середньому за четвертий міжфазний період сої випадає 156 мм, найбільша їх кількість - 325 мм зафіксована у 2007 р., найменша кількість опадів спостерігалася в 2015 р. - 23 мм.

Запаси вологи орного шару ґрунту в Вінницькій області в четвертий міжфазний період сої складають в середньому 20 мм (50 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2009 році - 30 мм (75 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2015 р. та склали 5 мм (13 % від НВ).

Запаси вологи метрового шару ґрунту в Вінницькій області в четвертий міжфазний період сої складають в середньому 100 мм (58 % від НВ), найбільше значення запасів вологи було відмічене в 2011 році - 138 мм (80 % від НВ), найменші запаси вологи були в 2015 р. та склали 46 мм (27 % від НВ).

Для уточнення біологічного мінімуму періоду початок цвітіння - дозрівання ми також розглянули залежність сум активних температур від тривалості четвертого міжфазного періоду. Ця залежність представлена на рис. 4.4.

Рівняння зв'язку має вигляд:

$$SumT_4 = 18,4N_4 + 73, \quad (4.5)$$

де $SumT$ – сума додатних температур, °С; 18,4 – біологічний мінімум, °С;
 N – тривалість періоду, дні; 73 – сума ефективних температур вище
уточненого мінімуму, °С, 4 – номер міжфазного періоду. В цьому випадку
також спостерігається дуже високе значення коефіцієнту кореляції, що

Таблиця 4.4 - Агрометеорологічні показники умов вирощування сої в період від початку цвітіння до дозрівання

Роки	Дати настання фаз		N, дні	$\Sigma T > 10^{\circ}\text{C}$		T _{ср} , °C	ΣR , мм	Запаси вологи			
	Початок цвітіння	Дозрівання		Акт.	Еф.			0-20	% НВ	0-100	% НВ
2004	20.07	20.09	62	1085	465	17,5	304	23	58	118	68
2005	2.07	5.09	65	1335	685	20,5	202	12	30	80	46
2006	20.07	22.09	64	1120	480	17,5	258	19	48	107	62
2007	24.06	10.09	78	1509	729	19,3	325	16	40	79	46
2008	14.07	14.09	66	1182	522	17,9	175	13	33	77	45
2009	14.07	20.09	68	1236	556	18,2	56	30	75	130	75
2010	30.06	31.08	62	1379	759	22,2	51	27	68	123	71
2011	2.07	5.09	65	1247	597	19,2	137	29	73	138	80
2012	20.06	31.08	72	1480	760	20,6	158	20	50	96	55
2013	20.06	28.08	69	1321	631	19,1	108	21	53	111	64
2014	30.06	04.09	66	1285	625	19,5	164	25	63	136	79
2015	04.07	04.09	62	1302	682	21,0	23	5	13	46	27
2016	20.06	31.08	72	1488	768	20,7	128	11	28	75	43
2017	30.06	10.08	41	838	428	20,4	79	21	53	63	36
2018	22.06	20.08	59	1198	608	20,3	176	27	68	114	66
Ср.	2.07	5.09	65	1267	620	19,6	156	20	50	100	58
Найменш.	20.06	10.08	41	838	428	17,5	23	5	13	46	27
Найбільш.	20.07	22.09	78	1509	768	22,2	325	30	75	138	80

становить 0,86 та свідчить про те, що між сумою температур та тривалістю періоду також існує дуже тісний зв'язок.

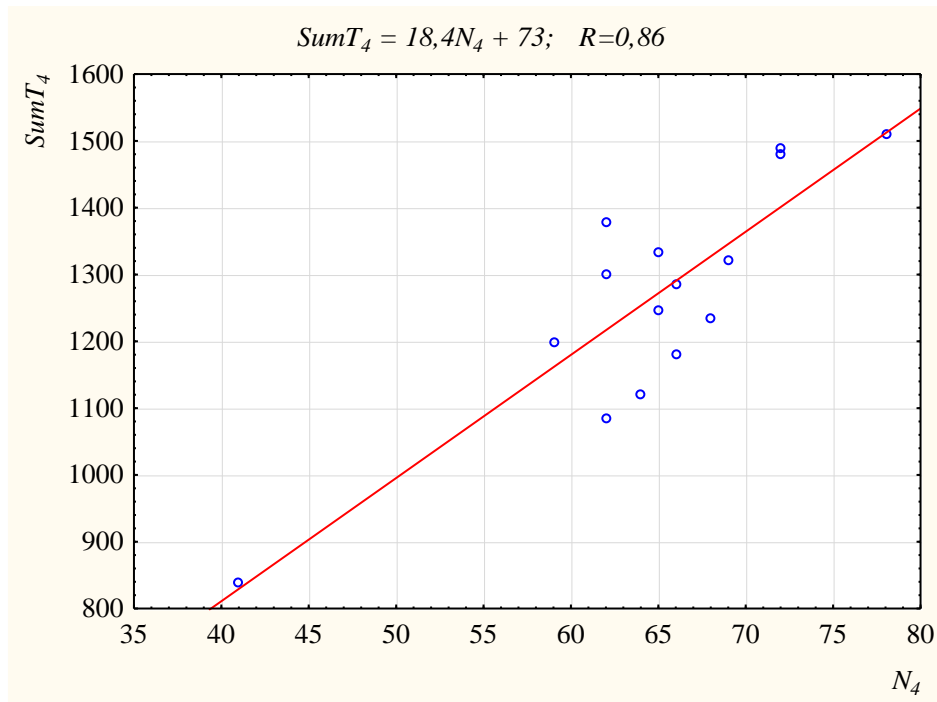


Рисунок 4.4 - Залежність сум активних температур від тривалості періоду початок цвітіння – дозрівання сої

4.5 Характеристика агрометеорологічних умов вегетаційного періоду сої

Тривалість періоду вегетації залежить від біологічних особливостей сорту та умов вирощування (погодних умов року). Зміна цих показників призводить до більш суттєвих відхилень а ніж інші існуючі фактори.

На думку фахівців [30] такі особливості проходження рослинами міжфазних періодів та вегетаційного періоду в цілому пов'язані з тим що генетичні чинники, що впливають на тривалість проходження фенофаз, чинять набагато сильніший вплив ніж контрольовані фактори. Тому автор окремо наголошує та тому, що селекція ультраскоростиглих сортів сої спрямована на досягнення максимально короткого періоду вегетації за умови формування максимальної індивідуальної продуктивності. За таких умов

відбувається формування рослин з відносно коротким періодом вегетації, тому відхилення міжфазного періоду більше ніж на 2-3 дні для сучасних сортів сої відбувається винятково лишень за умови дії погодних чинників.

Агрометеорологічні умови вирощування сої в Вінницькій області представлені в табл. 4.5. Середньобагаторічна дата сівби – 7 травня, а дата дозрівання – 5 вересня.

Середня тривалість вегетаційного періоду сої від сівби до дозрівання за 15-річними даними склала 121 день. Найтриваліший період спостерігався в 2016 р. - 143 днів, найкоротший - в 2017 р. і склала 97 днів.

Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 2233°C, найбільша сума активних температур становить 2550°C і спостерігалась вона в 2007 році, найменша сума активних температур відзначена у 2017 р. і становить 1694 °C.

Сума ефективних температур за період в середньому становить 1022°C, найбільша сума ефективних температур становила 1220°C в (2007 р.), а найменша - 724°C (2017 р.).

Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 287 мм, найменша кількість опадів спостерігалась у 2015 р. і становила 57 мм, найбільша - у 2006 році - 492 мм.

Дуже важливим є питання забезпеченості вологою вегетаційного періоду сільськогосподарських рослин, тому що від цього значною мірою залежить і їхня продуктивність. Вологозабезпеченість вегетаційного періоду посівів сої визначалася за допомогою біологічного методу, запропонованого О.М. Алпат'євим.

Вологопотреба рослин (E_o), що прирівнюється до випаровуваності, розраховується за формулою:

$$E_o = k \sum d , \quad (4.6)$$

де k – біофізичний коефіцієнт випаровуваності даної культури, визначається

Таблиця 4.5 - Агрометеорологічні умови вирощування сої в період сівба – дозрівання

Роки	Дата настання фаз		Тр-ть п-ду	Сума т-р вище 10°C		Сума опадів, мм	Показник зволоження за Конторщиковим		ΔW , мм	Еф, мм	Ео, мм	V,%	Кількість декад	
	Сівба	Дозрівання		Акт.	Еф.		%	рік					Зас.	Сух.
2004	12.05	20.09	131	2184	874	398	139	Вологий	15	413	414	100	5	0
2005	7.05	5.09	122	2247	1027	311	108	Нормальний	79	390	416	94	5	1
2006	22.05	22.09	123	2133	903	492	171	Надмірно вологий	6	498	500	100	3	1
2007	30.04	10.09	133	2550	1220	416	145	Надмірно вологий	18	434	522	83	2	5
2008	12.05	14.09	130	2281	981	259	90	Нормальний	110	369	459	80	4	2
2009	16.05	20.09	127	2297	1027	272	95	Нормальний	76	348	451	77	1	0
2010	22.05	31.08	101	2101	1091	238	83	Нормальний	83	321	396	81	0	0
2011	7.05	5.09	121	2265	1055	297	103	Нормальний	67	364	468	78	2	1
2012	28.04	31.08	125	2427	1177	274	95	Нормальний	58	332	519	64	4	1
2013	02.05	28.08	118	2197	1017	319	111	Нормальний	76	395	419	94	3	2
2014	30.04	04.09	127	2281	1011	309	108	Нормальний	108	417	461	90	0	1
2015	18.05	04.09	109	2188	1098	57	20	Сухий	125	182	584	31	2	6
2016	10.04	31.08	143	2541	1111	252	88	Нормальний	106	358	530	68	2	3
2017	05.05	10.08	97	1694	724	149	52	Засушливий	64	213	378	56	3	1
2018	02.05	20.08	110	2115	1015	258	90	Нормальний	33	291	435	67	3	1
Сер.	7.05	5.09	121	2233	1022	287	100	Нормальний	68	355	463	78	3	2
Найм.	10.04	10.08	97	1694	724	57	20	Сухий	6	182	378	31	0	0
Найб.	2.05	22.09	143	2550	1220	492	171	Надмірно вологий	125	498	584	100	5	6

літературних джерел: якщо ж він не визначений, то приймають його значення 0,65; $\sum d$ - сума дефіцитів насичення вологою повітря за період, мм.

За методом Алпат'єва вологозабезпеченість рослин визначають як різницю між вологопотребою рослин та фактичним випаровуванням (вологоспоживанням).

Розрахунки фактичного вологоспоживання виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_{\Phi} = \sum r + (W_H - W_K) \quad (4.7)$$

де $\sum r$ - кількість опадів, мм; W_H и W_K - запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту на початок і кінець вегетації, мм.

Вологозабезпеченість розраховується за формулою:

$$V = \frac{E_{\Phi}}{E_o} 100\% , \quad (4.8)$$

Вологозабезпеченість культури слід оцінювати за такими критеріями: 85 % і вище - відмінна; 84 - 75 % - хороша; 74 - 65 % - задовільна; 64 - 50 % - погана; менше 50 % - дуже погана.

Проаналізувавши результати розрахунків, представлені в табл. 4.5, можна зробити наступні висновки. Фактичне вологоспоживання сої за вегетаційний період в середньому склало 355 мм, найбільше значення відзначалось у 2006 р. і становило 498 мм, найменше - 182 мм (2015 р.). Величина вологопотреби сої за вегетаційний період становить 463 мм, коливаючись від 378 мм (2017 р.) до 584 мм (2015 р.). Значення вологозабезпеченості коливалися від 31 % (2015 р.) до 100 % (2004 та 2006 рр.). Середнє ж значення вологозабезпеченості, що дорівнює 78%, говорить про те, що на досліджуваній території посіви сої добре забезпечені вологою.

Незважаючи на добре забезпечення вологою вегетаційного періоду сої, інколи протягом вегетації бувають періоди із засушливими умовами. Особливо актуальним є це явище у зв'язку з сучасними змінами клімату, зокрема, збільшенню його посушливості.

В роботі засушливі умови протягом вегетації сої аналізувалися за методом М.С. Кулика, який вважає посушливою декаду з запасами продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менше 20 мм, а сухою – менше 10 мм, а також за методом Конторщикова, тобто по відношенню сум опадів конкретного року до норми (середньобагаторічного значення).

З таблиці 4.5 видно, що за кількістю опадів вегетаційного періоду переважна більшість досліджених років (10 років) вважається нормальною. У двох роках спостерігаються умови надлишкового зволоження, по одному року були сухими, засушливими та вологими.

З таблиці 4.5 можна бачити, що протягом вегетації сої в Вінницькій області у середньому спостерігається по 3 засушливі декади і по 2 сухі. Максимальна кількість засушливих декад – 5 – спостерігалась в 2004 та 2005 рр. Максимальна кількість сухих декад – 6 – у 2015 р. Але в той же час, були й роки з повною відсутністю як засушливих, так і сухих декад. Засушливих декад не було у 2010 і 2014 рр., а сухих – у 2004, 2009 та 2010 рр.

Однак у цілому можна сказати, що посіви сої у Вінницькій області добре забезпечені теплом і вологою, тому лімітуючим фактором при вирощуванні цієї культури може стати вологозабезпеченість вегетаційного періоду в окремі роки.

4.6 Вплив агрометеорологічних умов вирощування на продуктивність сої

Одним з основних напрямків розвитку агрометеорології є вивчення зв'язків урожаю з тими агрометеорологічними факторами, що обумовлюють цей урожай. Це зумовлено потребою розробки методики прогнозів

урожайності основних сільськогосподарських культур з великою завчасністю, наявністю значного обсягу матеріалів спостережень мережі метеорологічних станцій за умовами погоди та урожаєм, а також створенням математичних методів обробки матеріалів цих спостережень.

Нами було проведено кореляційний аналіз для встановлення статистично значимих зв'язків між рядом показників тепло й вологозабезпеченості, а також показниками стану посівів сої (біометричними характеристиками) й урожайністю в окремі роки. Для цього були розраховані з використанням програми Statistica досліджені парні залежності між урожайністю сої і такими факторами, як тривалість міжфазних періодів (сівба - сходи, сходи – поява бокових пагонів, поява бокових пагонів - початок цвітіння, початок цвітіння - дозрівання), суми активних температур за ці періоди, середня температура цих періодів, сума опадів по міжфазним періодам, запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту за міжфазні періоди, суми температур та опадів за весь вегетаційний період, вологопотреба та вологозабезпеченість вегетаційного періоду.

Крім того, до розрахунків були долучені показники стану рослин - кількість продуктивних рослин на m^2 , маса зерна, $г/m^2$ перед збиранням, висота рослин перед збиранням, см, загальна кількість сформованих бобів з m^2 , маса 1000 зерен, г. Також були визначені парні коефіцієнти кореляції між усіма цими показниками. Фактичні дані для побудови кореляційної матриці представлені у таблиці 4.6.

Проаналізувавши кореляційну матрицю, представлену у Додатку Б, можна зробити висновки, що найбільш тісний зв'язок існує між урожайністю сої і такими показниками, як де $\Sigma T1$ – сума температур за період сівба – сходи, $^{\circ}C$; $\Sigma T3$ – сума температур за період поява бокових пагонів – початок цвітіння, $^{\circ}C$; N – загальна кількість сформованих бобів з m^2 .

Таблиця 4.6 – Вихідні дані для розрахунку парних коефіцієнтів кореляції

У, ц/га Var1	Предиктори																				
	Var 2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22
	N ₁	ΣT ₁	\bar{t}_1	R ₁	W1 ₀₋₂₀	N ₂	ΣT ₂	\bar{t}_2	R ₂	W2 ₀₋₂₀	N ₃	ΣT ₃	\bar{t}_3	R ₃	W3 ₀₋₂₀	N ₄	ΣT ₄	\bar{t}_4	R ₄	W4 ₀₋₂₀	ΣT
11,7	10	116	11,6	3	28	31	480	15,5	23	22	28	503	18,0	68	15	62	1085	17,5	304	23	2184
11,9	12	138	11,5	20	32	32	545	17,0	79	23	13	229	17,6	10	13	65	1335	20,5	202	12	2247
13,7	9	125	13,9	50	23	36	620	17,2	154	30	14	268	19,1	30	35	64	1120	17,5	258	19	2133
9,8	10	101	10,1	6	7	21	460	21,9	30	21	24	480	20,0	55	29	78	1509	19,3	325	16	2550
13,1	8	119	14,9	8	31	45	773	17,2	53	19	10	207	20,7	23	11	66	1182	17,9	175	13	2281
13,3	12	176	14,7	34	20	33	603	18,3	153	20	14	282	20,1	29	22	68	1236	18,2	56	30	2297
18,2	9	142	15,8	61	25	20	393	19,7	72	26	10	187	18,7	54	29	62	1379	22,2	51	27	2101
18,3	11	158	14,4	6	29	32	635	19,8	33	16	13	225	17,3	121	7	65	1247	19,2	137	29	2265
14,9	12	217	18,1	4	24	25	415	16,6	48	21	16	315	19,7	64	25	72	1480	20,6	158	20	2427
20	10	182	18,2	2	24	31	532	17,2	152	30	8	162	20,3	57	35	69	1321	19,1	108	21	2197
22,4	16	214	13,4	36	40	33	591	17,9	92	40	12	191	15,9	17	31	66	1285	19,5	164	25	2281
13,3	13	227	17,5	10	27	26	499	19,2	19	19	8	160	20,0	5	14	62	1302	21,0	23	5	2188
23,1	18	209	11,6	24	38	43	653	15,2	81	35	10	191	19,1	19	25	72	1488	20,7	128	11	2541
20,4	9	110	12,2	7	29	35	503	14,4	47	22	12	243	20,3	16	17	41	838	20,4	79	21	1694
29,2	14	213	15,2	20	24	25	458	18,3	9	19	12	246	20,5	53	23	59	1198	20,3	176	27	2115

продовження таблиці 4.6

У, ц/га Var1	Предиктори*												
	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35
	ΣR	E _φ	E _o	V	W _{1 0-100}	W ₂₀₋₁₀₀	W _{3 0-100}	W _{4 0-100}					
11,7	398	413	414	100	145	132	116	118	907	49	165,3	139	177,9
11,9	311	390	416	94	172	140	108	80	1282	63	502	102	155
13,7	492	498	500	100	137	148	162	107	1288	59	882,1	46	135
9,8	416	434	522	83	91	109	110	79	1282	63	502	102	155
13,1	259	369	459	80	162	132	101	77	1533	63	488,3	91	150,8
13,3	272	348	451	77	139	132	133	130	460	85	180,8	11	89,8
18,2	238	321	396	81	141	141	144	123	2023	82	440,4	46	223
18,3	297	364	468	78	133	108	90	138	1282	63	502	102	155
14,9	274	332	519	64	127	122	118	96	488	50	358,4	63	157,4
20	319	395	419	94	131	141	148	111	2457	75	1391,1	160	208,1
22,4	309	417	461	90	164	173	165	136	562	71	182,4	59	145,7
13,3	57	182	584	31	130	115	99	46	947	72	289	93	118,9
23,1	252	358	530	68	161	157	128	75	1512	72	447,6	111	119,7
20,4	149	213	378	56	131	118	93	63	1462	58	433,1	86	134,7
29,2	258	291	435	67	128	119	120	114	1756	23	770,4	70	195,1

* Var34 – кількість продуктивних рослин на м²; Var33 - маса зерна, г/м² перед збиранням; Var32 – висота рослин перед збиранням, см; Var31 - загальна кількість сформованих бобів з м²; Var35 – маса 1000 зерен, г

Наступним кроком нашого дослідження було проведення множинного регресійного аналізу для визначення залежності урожайності сої від трьох вибраних предикторів. Було використано методику, запропоновау в агрометеорології Є.С. Улановою та О.Д. Сиротенком [28].

Рівняння цієї залежності має вигляд

$$u = ax + by + cz + d,$$

де u – урожайність, x , y , z – предиктори, a , b , c , d – параметри рівняння. Треба обов'язково враховувати, що незалежні величини (предиктори) можуть корелювати між собою, тому цей факт необхідно обов'язково враховувати при визначенні коефіцієнтів рівняння регресії.

Отримане рівняння множинної регресії для визначення врожайності сої за вегетаційний період має наступний вигляд:

$$Y=0,07 \cdot \Sigma T1 - 0,001 \cdot \Sigma T3 + 0,01 \cdot N - 0,43, \quad R = 0,70.$$

Множинний коефіцієнт кореляції, що становить 0,70, говорить про те, що це рівняння статистично значиме, воно може бути використане в прогностичних цілях для оцінки агрометеорологічних умов формування урожайності сої та розрахунку очікуваного врожаю.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Був проведений аналіз середньообласної динаміки урожайності сої у Вінницькій області за 1999-2000 рр.

В 1999, 2001 та 2007 рр. урожайність сої була найменшою і становила відповідно 7,4, 9,9 та 9,8 ц/га. Останні досліджувані роки характеризуються найбільшими урожаями. Так у 2016 р. урожай становив 23,1 ц/га, у 2018 р. було зібрано найбільший за весь період урожай - 29,2 ц/га, у 2019 р. урожай становив відповідно 24,7 ц/га.

Середня за роки досліджень урожайність сої склала 15,7 ц/га. Тенденція урожайності, визначена за допомогою методу гармонійних вагів, додатна і складає 0,6 ц/га. За досліджуваний період відбувся поступовий ріст трендової компоненти, що свідчить про суттєве підвищення рівня культури землеробства.

У 2007, 2015 та 2020 рр. спостерігались найбільші від'ємні відхилення урожайності сої від лінії тренду, які були досить суттєвими і досягали відповідно -3,3 ц/га, -6,7 ц/га та -6,6 ц/га. Ці роки були найбільш несприятливими по погодним умовам. Найбільш сприятливими для вирощування сої були 2010, 2014 та 2018 рр. Саме у цих роках спостерігалися найбільші відхилення від лінії тренду – 2,6, 3,1 та 5,7 ц/га відповідно.

За кліматичною складовою стосовно сої Вінницьку область можна віднести до території дуже стабільних урожаїв. У Вінницькій області урожаї сої порядку 24,5 ц/га отримують з ймовірністю 10 % (тобто раз в десять років), урожаї порядку 12 ц/га отримують з ймовірністю 70 % (тобто 7 разів в десять років), а щорічно тут забезпечені урожаї лише не вище 7-8 ц/га.

2. Для уточнення біологічного мінімуму сої по міжфазних періодах були отримані рівняння зв'язку між тривалістю періоду і сумами активних температур. Вони мають вигляд:

- період сівба – сходи: $SumT_1 = 12,2N_1 + 22$;

- період сходи – поява бокових пагонів: $SumT_2 = 13,1N_2 + 145$;

- період поява бокових пагонів - початок цвітіння: $SumT_3 = 18,5N_3 + 6$;

- період початок цвітіння – дозрівання: $SumT_4 = 18,4N_4 + 73$.

Значення коефіцієнтів кореляції свідчать проте, що отримані зв'язки є тісними. Уточненні біологічні мінімуми становлять відповідно 12,2, 13,1, 18,5, 18,4 °С. Можна сказати, що вимоги рослин до тепла збільшуються протягом вегетації.

Середньобагаторічна дата сівби сої в Вінницькій області – 7 травня, а дата дозрівання – 5 вересня.

Середня тривалість вегетаційного періоду сої від сівби до дозрівання за 15 - річними даними склала 121 день. Сума активних температур за період вегетації становить у середньому 2233°С. Сума ефективних температур в середньому становить 1022°С. Кількість опадів за вегетаційний період в середньому становить 287 мм.

Фактичне вологоспоживання за вегетаційний період в середньому склало 355 мм, величина вологопотреби сої за вегетаційний період становить 463 мм. Середнє значення вологозабезпеченості, що дорівнює 78 %, говорить про те, що на досліджуваній території вологозабезпеченість посівів сої є доброю, а теплом ранньостиглі і середньостиглі сорти сої повністю забезпечені.

Проведений множинний регресійний аналіз показав, що урожайність сої в Вінницькій області залежить від суми температур за період сівба – сходи (ΣT_1); суми температур за період поява бокових пагонів – початок цвітіння (ΣT_3); загальної кількості сформованих бобів з м² (N).

Коефіцієнт множинної кореляції становить 0,70, що свідчить про статистичну значущість отриманої залежності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О.О. Посилаєва, П.В. Чернишенко: монографія / НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2016. 400 с.
2. Гурикбал Сингх Соя: біологія, виробництво, використання. Київ: Издательский дом «Зерно», 2014. 656 с.
3. Казакова І.В., Кондратюк Н.В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі. Ефективна економіка. 2015. № 5. [Електронний ресурс] Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4070> (дата звернення: 27.03.2022).
4. Географічна енциклопедія України: В 3-х т./ Редкол.: О.М. Маринич (відповід. редактор) та інш. Київ: “Українська Радянська енциклопедія” ім. М.П. Бажана, 1989. Т.1: А-Ж. 416 с.
5. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області (1986 – 2005 рр) / за ред. І.З. Федика, Т.І. Адаменко. [Електронний ресурс]. Вінниця, 2013. 214 с. 1 електрон. опт. диск (CD-R).
6. Рожков А. О., Огурцов Є.М. Рослинництво: навч. посібник. Харків: Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.
7. Огурцов Є.М., Міхеєв В.Г., Белінський Ю.В., Клименко І.В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. Харків: ХНАУ, 2016. 272 с.
8. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
9. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ: Урожай, 1993. 432 с.
10. Лещенко А.К. Культура сои. Киев: Наукова думка, 1978. 236 с.

11. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. Пропозиція. 2013. №3. С 66–70.
12. Міленко О.В. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. Молодий вчений, 2015. №6. Ч.1. С.52-54.
13. Дудкіна А.П., Бондарева О.Б. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої в умовах південно-східного Степу України. Миронівський вісник. 2019. Вип. 8. С. 133-143.
14. Адаменко Т.І. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. Агроном. 2006. №3. С. 12-15.
15. Мазур О.В., Полторецький С.П. Оцінка сортозразків сої за селекційними індексами. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 20. С. 170-178. DOI:10.37128/2707-5826-2021-13
16. Белявская Л. Г., Белявский Ю. В., Диянова А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои. Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. №4 (28). С. 42-49. DOI:10.24411/2309-348x-2018-11048.
17. Монарх В.В., Городиська І.М., Ліщук А.М., Чуб А.О. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2018. №9. С. 89-18. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.
19. Сайт статистичного управління Вінницької області. Режим доступу <https://www.vn.ukrstat.gov.ua/>
20. Пасов В.М. Изменчивость урожаев и оценка ожидаемой продуктивности зерновых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 128 с.
21. Вольвач О.В., Радюков П.В. Аналіз трендової та кліматичної складових урожайності сої в Вінницькій області. Матеріали XLVI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії». Переяслав, 30 апреля 2022 р. С. 14-17.

22. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 362 с.
24. Мазур О.В. Вивчення мінливості цінних господарських ознак сортів рослин сої. Вісник Львівського національного аграрного університету. Львів. 2012. Вип. 16 (1). С. 147-151.
25. Поліщук І.С., Поліщук М.І., Мазур О.В., Юрченко Н.А. Польова схожість насіння сортів сої залежно від строків сівби за температурним режимом ґрунту. Сільське господарство та лісівництво. 2018. №11. С.36-43.
26. Колісник С.І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 71. С. 41-48.
27. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: Конспект лекцій. Одеса: "ТЕС", 2004. 150 с.
28. Уланова Е.С., Сиротенко О.Д. Методы статистического анализа в агрометеорологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 198 с.
29. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агрометеорології: Підручник. Одеса: "ТЕС", 2012. 250 с.
30. Димитров В.Г. Класифікація сортів сої за комплексом господарсько-цінних ознак. Агробіологія. 2017. № 1 (130). С. 69-76.

ДОДАТКИ

РОЗРАХУНОК ТЕНДЕНЦІЇ УРОЖАЮ ЗА МЕТОДОМ
ГАРМОНІЙНИХ ВАГІВ

$N = 22$ $K = 12$

N - довжина ряду, K - параметр згладжування

Фактичні значення урожаю по роках, ц/га

7.4 10.1 9.9 12.6 10.1 11.7 11.9 13.7 9.8 13.1 13.3 18.2

18.3 14.9 20.0 22.4 13.3 23.1 20.4 29.2 24.7 16.8

+++++

Згладжені значення урожаю - тренд, ц/га

8.6 9.2 9.8 10.3 10.7 11.3 11.9 12.6 13.1 13.8 14.7 15.6

16.4 17.3 18.3 19.3 20.0 21.2 22.3 23.5 23.9 23.4

+++++

Фактичні значення урожаю мінус тренд, ц/га

-1.2 0.9 0.1 2.3 -0.6 0.4 -0.0 1.1 -3.3 -0.7 -1.4 2.6

1.9 -2.4 1.7 3.1 -6.7 1.9 -1.9 5.7 0.8 -6.6

+++++

Прогноз тенденції урожаю на наступний рік

$ws=0.622$ $yr=24.04$

$sumy1 = 344.900$ $ysr = 15.68$ $disSum = 32.42$

$disz = 25.69$ $cp = 0.17$

Кореляційна матриця

STATISTICA - Workbook1* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook1* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Regression Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance QC Charts Multivariate Predictive Process Analysis DOE Six Sigma STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats

Variable	Means	Std.Dev.	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17
Var1	16,887	5,3622	1,000000	0,511520	0,515363	0,171864	0,145191	0,416133	0,060562	-0,046282	-0,213454	-0,061666	0,341631	-0,476662	-0,488881	0,050751	0,219335	-0,312906	
Var2	11,533	2,7997	0,511520	1,000000	0,764315	-0,090706	0,083113	0,489393	0,119795	0,071475	-0,120693	-0,049240	0,471487	-0,210453	-0,260481	-0,323063	-0,243426	0,104917	0,253574
Var3	163,133	44,7946	0,515363	0,764315	1,000000	0,563399	0,025209	0,346796	-0,103431	-0,094967	-0,013042	0,004702	0,249340	-0,475932	-0,492127	-0,057757	-0,107516	0,152281	0,202864
Var4	14,207	2,5184	0,171864	-0,090706	0,563399	1,000000	-0,016285	-0,022306	-0,225363	-0,159168	0,091572	0,157810	-0,135336	-0,541789	-0,506759	0,314131	0,140680	0,139751	0,029973
Var5	19,400	18,3568	0,145191	0,083113	0,025209	-0,016285	1,000000	0,107122	-0,076145	-0,014941	0,155752	0,466580	0,446131	-0,259018	-0,292728	-0,269112	-0,251181	0,464944	-0,025931
Var6	26,733	7,7226	0,416133	0,489393	0,346796	-0,022306	0,107122	1,000000	0,590064	0,427001	-0,578371	0,018288	0,479258	-0,430786	-0,548344	-0,519221	-0,296008	-0,253176	-0,276540
Var7	31,200	7,1134	0,060562	0,119795	-0,103431	-0,225363	-0,076145	0,590064	1,000000	0,890157	-0,607115	0,312246	0,267610	-0,258255	-0,280326	-0,012624	-0,332848	-0,238020	-0,101113
Var8	544,000	102,0889	-0,046282	0,071475	-0,094967	-0,159168	-0,014941	0,427001	0,890157	1,000000	-0,193186	0,321068	0,148320	-0,293863	-0,314929	-0,068471	-0,192218	-0,269522	0,118023
Var9	17,693	1,9547	-0,213454	-0,120693	-0,013042	0,091572	0,155752	-0,578371	-0,607115	-0,193186	1,000000	-0,151979	-0,277291	0,069501	0,095768	-0,031185	0,330446	0,091510	0,452457
Var10	69,667	49,3959	-0,061666	-0,049240	0,004702	0,157810	0,466580	0,018288	0,312246	0,321068	-0,151979	1,000000	0,515555	-0,292212	-0,294310	-0,020693	-0,234813	0,572255	0,195859
Var11	24,200	6,7316	0,341631	0,471487	0,249340	-0,135336	0,446131	0,479258	0,267610	0,148320	-0,277291	0,515555	1,000000	-0,209836	-0,282634	-0,434009	-0,361842	0,669840	0,166121
Var12	13,600	5,5523	-0,476662	-0,210453	-0,475932	-0,541789	-0,259018	-0,430786	-0,258255	-0,293863	0,069501	-0,292212	-0,209836	1,000000	0,983903	-0,163388	0,346572	-0,048744	0,208652
Var13	259,267	103,8367	-0,488881	-0,260481	-0,492127	-0,506759	-0,292728	-0,548344	-0,280326	-0,314929	0,095768	-0,294310	-0,282634	0,983903	1,000000	0,006578	0,320868	-0,019103	0,217837
Var14	19,153	1,3999	-0,026446	-0,323063	-0,057757	0,314131	-0,269112	-0,519221	-0,012624	-0,068471	-0,031185	-0,020693	-0,434009	-0,163388	0,006578	1,000000	-0,162250	0,062409	-0,081796
Var15	41,400	30,4157	0,050751	-0,243426	-0,107516	0,140680	-0,251181	-0,296008	-0,332848	-0,192218	0,330446	-0,234813	-0,361842	0,346572	0,320868	-0,162250	1,000000	-0,118218	0,202413
Var16	22,067	8,8678	0,219335	0,104917	0,152281	0,139751	0,464944	-0,253176	-0,238020	-0,269522	0,091510	0,572255	0,669840	-0,048744	-0,019103	0,062409	-0,118218	1,000000	0,304173
Var17	64,733	8,1632	-0,312906	0,253574	0,202864	0,029973	-0,025931	-0,276540	-0,101113	0,118023	0,452457	0,195859	0,166121	0,208652	0,217837	-0,081796	0,202413	0,304173	1,000000
Var18	1267,000	174,5459	-0,103395	0,412052	0,398860	0,130631	0,061818	-0,173174	-0,325499	-0,164558	0,474241	0,015194	0,185597	-0,023290	-0,012737	-0,089069	0,119031	0,296542	0,862343
Var19	19,593	1,3900	0,370672	0,331367	0,402447	0,202433	0,171434	0,150207	-0,456417	-0,535475	0,115921	-0,323054	0,049772	-0,436285	-0,428560	-0,008247	-0,144047	0,026115	-0,152507
Var20	156,267	89,4048	-0,331998	-0,166123	-0,488899	-0,578568	-0,187478	-0,283562	-0,003122	0,013860	0,057888	-0,155929	0,030170	0,774222	0,755434	-0,193702	0,221706	0,111602	0,337365
Var21	19,933	7,3238	0,339555	-0,130519	-0,046129	0,087163	0,277550	-0,130417	-0,246519	-0,183138	0,132191	0,177832	-0,043175	0,166169	0,133024	-0,225350	0,575383	0,169445	-0,159219
Var22	2233,400	203,6281	-0,247758	0,424344	0,263314	-0,102300	-0,098228	-0,137694	0,001568	0,178811	0,355623	0,024947	0,144176	0,229736	0,232866	-0,120028	0,145632	0,142823	0,954062
Var23	286,733	103,7714	-0,274829	-0,223209	-0,446029	-0,384997	0,163847	-0,303411	0,034913	0,105789	0,101937	0,355377	0,244262	0,583702	0,553019	-0,271896	0,327909	0,416146	0,438630
Var24	355,000	81,4739	-0,275741	-0,111167	-0,350313	-0,346873	0,221603	-0,117158	0,185364	0,293183	0,102622	0,468508	0,402564	0,420956	0,369335	-0,383452	0,221686	0,416414	0,558249
Var25	463,467	57,5362	-0,229347	0,392998	0,438777	0,146584	-0,120975	-0,130074	-0,018220	0,131990	0,304256	-0,132492	0,011176	-0,034701	0,001663	0,116549	-0,127094	0,051453	0,542598
Var26	77,533	18,4579	-0,189078	-0,258848	-0,469536	-0,335070	0,240493	-0,024988	0,147647	0,184110	-0,029591	0,469481	0,352052	0,389744	0,317743	-0,425773	0,244257	0,323567	0,288288
Var27	139,467	19,9674	0,133489	0,309556	0,136166	-0,099358	0,277150	0,861995	0,633948	0,520144	-0,518756	0,240315	0,408446	-0,349329	-0,455436	-0,467044	-0,409033	-0,241421	-0,119692
Var28	132,467	18,2155	0,212093	0,410828	0,212237	0,100366	0,559169	0,606319	0,409439	0,303618	0,366055	0,581478	0,608070	0,245948	0,334555	0,176746	0,434003	0,466010	0,147432

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready Spreadsheet2 C34,V26 6.8974921902E-02 CAP NUM 3AN

0:28 18.06.2022

Продовження кореляційної матриці

STATISTICA - Workbook1* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook1* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Regression Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Neural Nets Mult/Exploratory PLS, PCA, ... Power Analysis Variance

QC Charts Process Analysis Multivariate DOE Predictive Six Sigma

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats

Variable	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35
Var1	-0,103395	0,370672	-0,331998	0,339555	-0,247758	-0,274829	-0,275741	-0,229347	-0,189078	0,133489	0,242093	0,223784	0,244348	0,363477	-0,305437	0,270878	-0,021108	0,275091
Var2	0,412052	0,331367	-0,166123	-0,130519	0,424344	-0,223209	-0,111167	0,392998	-0,258848	0,309556	0,410828	0,196796	0,021454	-0,285851	-0,016149	-0,247996	-0,046612	-0,308497
Var3	0,398860	0,402447	-0,488899	-0,046129	0,263314	-0,446029	-0,350313	0,438777	-0,469536	0,136166	0,212237	0,222352	0,073671	-0,210580	-0,012028	-0,035872	-0,135212	-0,117753
Var4	0,130631	0,202433	-0,578568	0,087163	-0,102300	-0,384997	-0,346873	0,146584	-0,335070	-0,099358	-0,100366	0,152710	0,109487	0,127446	0,086361	0,321554	-0,119317	0,243928
Var5	0,061818	0,171434	-0,187478	0,277550	-0,098228	0,163847	0,221603	-0,120975	0,240493	0,277150	0,559169	0,674747	0,367257	0,030516	0,343222	-0,070543	-0,685250	0,030405
Var6	-0,173174	0,150207	-0,283562	-0,130417	-0,137694	-0,303411	-0,117158	-0,130074	-0,024988	0,861995	0,606312	0,094180	0,030194	-0,068709	0,077328	-0,218276	0,109056	-0,113450
Var7	-0,325499	-0,456417	-0,003122	-0,246519	0,001568	0,034913	0,185364	-0,018220	0,147647	0,633948	0,409432	-0,020169	-0,148221	-0,011098	0,126721	0,015589	0,126932	-0,466883
Var8	-0,164558	-0,535475	0,013860	-0,183138	0,178811	0,105789	0,293183	0,131990	0,184110	0,520144	0,303648	-0,020524	-0,007288	-0,039987	0,237626	0,030677	0,019433	-0,483411
Var9	0,474241	0,115921	0,057888	0,132191	0,355623	0,101937	0,102622	0,304256	-0,029591	-0,518756	-0,356055	-0,012947	0,202054	0,028757	0,186537	0,011086	-0,205747	0,158724
Var10	0,015194	-0,323054	-0,155929	0,177832	0,024947	0,355377	0,468508	-0,132492	0,469481	0,240315	0,584478	0,707342	0,316569	0,081851	0,555661	0,391491	-0,246548	-0,180659
Var11	0,185597	0,049772	0,030170	-0,043175	0,144176	0,244262	0,402564	0,011176	0,352052	0,408446	0,908070	0,784579	0,180614	0,069921	0,319308	0,137319	0,016752	0,014393
Var12	-0,023290	-0,436285	0,774222	0,166169	0,229736	0,583702	0,420956	-0,034701	0,389744	-0,349329	-0,245248	-0,125967	0,157347	-0,382472	-0,326392	-0,337113	0,156370	0,031783
Var13	-0,012737	-0,428560	0,755434	0,133024	0,232866	0,553019	0,369335	0,001663	0,317743	-0,455436	-0,334565	-0,166934	0,074847	-0,341590	-0,347142	-0,284900	0,130150	0,012238
Var14	-0,089069	-0,008247	-0,193702	-0,225350	-0,120028	-0,271896	-0,383452	0,116549	-0,425773	-0,467044	-0,476746	-0,265531	-0,489067	0,320255	-0,145533	0,347528	-0,002586	-0,043390
Var15	0,119031	-0,144047	0,221706	0,575383	0,145632	0,327909	0,221686	-0,127094	0,244257	-0,409033	-0,434003	-0,164798	0,577283	0,129271	-0,236627	0,166354	0,215861	0,452629
Var16	0,296542	0,026115	0,111602	0,169445	0,142823	0,416146	0,416414	0,051453	0,323567	-0,241421	0,496019	0,851626	0,243576	0,208595	0,163468	0,443237	-0,179566	0,238427
Var17	0,862343	-0,152507	0,337365	-0,159219	0,954062	0,438630	0,558249	0,542598	0,288288	-0,119692	0,147432	0,258989	0,156606	-0,147723	0,240463	0,065549	0,079606	-0,031326
Var18	1,000000	0,368421	0,050299	-0,240490	0,855926	0,096392	0,217381	0,530762	-0,006718	-0,114381	0,113269	0,176892	-0,000348	-0,025567	0,264800	0,016622	0,040828	0,103087
Var19	0,368421	1,000000	-0,535329	-0,167741	-0,082663	-0,626886	-0,609784	0,041394	-0,554153	-0,022527	-0,061096	-0,132388	-0,288674	0,218284	0,091888	-0,090854	-0,085281	0,246110
Var20	0,050299	-0,535329	1,000000	-0,047860	0,327735	0,819150	0,721772	0,036341	0,615104	-0,161403	-0,005390	0,049802	0,087750	-0,108183	-0,478191	0,056196	0,272780	0,140622
Var21	-0,240490	-0,167741	-0,047860	1,000000	-0,240274	0,261159	0,172138	-0,561506	0,351131	-0,138490	-0,000821	0,291529	0,878262	-0,032994	-0,086040	-0,004669	-0,365015	0,296345
Var22	0,855926	-0,082663	0,327735	-0,240274	1,000000	0,319546	0,444595	0,618503	0,145284	-0,039559	0,125408	0,105127	0,050421	-0,262475	0,166450	-0,123543	0,081363	-0,173657
Var23	0,096392	-0,626886	0,819150	0,261159	0,319546	1,000000	0,949037	-0,090409	0,867558	-0,095528	0,245279	0,450664	0,460460	-0,010956	-0,156130	0,271048	0,059708	0,173205
Var24	0,217381	-0,609784	0,721772	0,172138	0,444595	0,949037	1,000000	-0,033919	0,899839	0,113895	0,442721	0,534440	0,469147	-0,021077	0,048036	0,241794	0,068975	0,112278
Var25	0,530762	0,041394	0,036341	-0,561506	0,618503	-0,090409	-0,033919	1,000000	-0,444293	-0,249149	-0,118148	-0,066200	-0,385930	-0,378682	0,078956	-0,152936	-0,057712	-0,492025
Var26	-0,006718	-0,554153	0,615104	0,351131	0,145284	0,867558	0,899839	-0,444293	1,000000	0,246380	0,461352	0,509818	0,579544	0,145158	0,037609	0,276053	0,139131	0,339351
Var27	-0,114381	-0,022527	-0,161403	-0,138490	-0,039559	-0,095528	0,113895	-0,249149	0,246380	1,000000	0,692518	0,188112	0,085209	-0,073312	0,192842	-0,206559	-0,021420	-0,121910
Var28	0,113269	0,061096	0,005390	0,000821	0,145284	0,245279	0,442721	0,118148	0,461352	0,692518	1,000000	0,784086	0,274764	0,010392	0,241855	0,010765	0,115628	0,015562

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready Spreadsheet2 C34.V26 6.8974921902E-02 CAP NUM 3AT

0:29 18.06.2022

Продовження кореляційної матриці

STATISTICA - Workbook1* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook1* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Regression Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Neural Nets Mult/Exploratory PLS, PCA, ... Power Analysis Variance

QC Charts Process Analysis Multivariate DOE Predictive Six Sigma

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats

Variable	Means	Std.Dev.	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17
Var9	17,693	1,9547	-0,213454	-0,120693	-0,013042	0,091572	0,155752	-0,578371	-0,607115	-0,193186	1,000000	-0,151979	-0,277291	0,069501	0,095768	-0,031185	0,330446	0,091510	0,452457
Var10	69,667	49,3959	-0,061666	-0,049240	0,004702	0,157810	0,466580	0,018288	0,312246	0,321068	-0,151979	1,000000	0,515555	-0,292212	-0,294310	-0,020693	-0,234813	0,572255	0,195859
Var11	24,200	6,7316	0,341631	0,471487	0,249340	-0,135336	0,446131	0,479258	0,267610	0,148320	-0,277291	0,515555	1,000000	-0,209836	-0,282634	-0,434009	-0,361842	0,669840	0,166121
Var12	13,600	5,5523	-0,476662	-0,210453	-0,475932	-0,541789	-0,259018	-0,430786	-0,258255	-0,293863	0,069501	-0,292212	-0,209836	1,000000	0,983903	-0,163388	0,346572	-0,048744	0,208652
Var13	259,267	103,8367	-0,488881	-0,260481	-0,492127	-0,506759	-0,292728	-0,548344	-0,280326	-0,314929	0,095768	-0,294310	-0,282634	0,983903	1,000000	0,006578	0,320868	-0,019103	0,217837
Var14	19,153	1,3999	-0,026446	-0,323063	-0,057757	0,314131	-0,269112	-0,519221	-0,012624	-0,068471	-0,031185	-0,020693	-0,434009	-0,163388	0,006578	1,000000	-0,162250	0,062409	-0,081796
Var15	41,400	30,4157	0,050751	-0,243426	-0,107516	0,140680	-0,251181	-0,296008	-0,332848	-0,192218	0,330446	-0,234813	-0,361842	0,346572	0,320868	-0,162250	1,000000	-0,118218	0,202413
Var16	22,067	8,8678	0,219335	0,104917	0,152281	0,139751	0,464944	-0,253176	-0,238020	-0,269522	0,091510	0,572255	0,669840	-0,048744	-0,019103	0,062409	-0,118218	1,000000	0,304173
Var17	64,733	8,1632	-0,312906	0,253574	0,202864	0,029973	-0,025931	-0,276540	-0,101113	0,118023	0,452457	0,195859	0,166121	0,208652	0,217837	-0,081796	0,202413	0,304173	1,000000
Var18	1267,000	174,5459	-0,103395	0,412052	0,398860	0,130631	0,061818	-0,173174	-0,325499	-0,164558	0,474241	0,015194	0,185597	-0,023290	-0,012737	-0,089069	0,119031	0,296542	0,862343
Var19	19,593	1,3900	0,370672	0,331367	0,402447	0,202433	0,171434	0,150207	-0,456417	-0,535475	0,115921	-0,323054	0,049772	-0,436285	-0,428560	-0,008247	-0,144047	0,026115	-0,152507
Var20	156,267	89,4048	-0,331998	-0,166123	-0,488899	-0,578568	-0,187478	-0,283562	-0,003122	0,013860	0,057888	-0,155929	0,030170	0,774222	0,755434	-0,193702	0,221706	0,111602	0,337365
Var21	19,933	7,3238	0,339555	-0,130519	-0,046129	0,087163	0,277550	-0,130417	-0,246519	-0,183138	0,132191	0,177832	-0,043175	0,166169	0,133024	-0,225350	0,575383	0,169445	-0,159219
Var22	2233,400	203,6281	-0,247758	0,424344	0,263314	-0,102300	-0,098228	-0,137694	0,001568	0,178811	0,355623	0,029497	0,144176	0,229736	0,232866	-0,120028	0,145632	0,142823	0,954062
Var23	286,733	103,7714	-0,274829	-0,223209	-0,446029	-0,384997	0,163847	-0,303411	0,034913	0,105789	0,101937	0,355377	0,244262	0,583702	0,553019	-0,271896	0,327909	0,416146	0,438630
Var24	355,000	81,4739	-0,275741	-0,111167	-0,350313	-0,346873	0,221603	-0,117158	0,185364	0,293183	0,102622	0,468508	0,402564	0,420956	0,369335	-0,383452	0,221686	0,416414	0,558249
Var25	463,467	57,5362	-0,229347	0,392998	0,438777	0,146584	-0,120975	-0,130074	-0,018220	0,131990	0,304256	-0,132492	0,011176	-0,034701	0,001663	0,116549	-0,127094	0,051453	0,542598
Var26	77,533	18,4579	-0,189078	-0,258848	-0,469536	-0,335070	0,240493	-0,024988	0,147647	0,184110	-0,029591	0,469481	0,352052	0,389744	0,317743	-0,425773	0,244257	0,323567	0,288288
Var27	139,467	19,9674	0,133489	0,309556	0,136166	-0,099358	0,277150	0,861995	0,633948	0,520144	-0,518756	0,240315	0,408446	-0,349329	-0,455436	-0,467044	-0,409033	-0,241421	-0,119692
Var28	132,467	18,2125	0,242093	0,410828	0,212237	-0,100366	0,559169	0,606312	0,409432	0,303648	-0,356055	0,584478	0,908070	-0,245248	-0,334565	-0,476746	-0,434003	0,496019	0,147432
Var29	122,333	23,8976	0,223784	0,196796	0,222352	0,152710	0,674747	0,094180	-0,020169	-0,020524	-0,012947	0,707342	0,784579	-0,125967	-0,166934	-0,265531	-0,164798	0,851626	0,258989
Var30	99,533	28,2233	0,244348	0,021454	0,073671	0,109487	0,367257	0,030194	-0,148221	-0,007288	0,202054	0,316569	0,180614	0,157347	0,074847	-0,489067	0,577283	0,243576	0,156606
Var31	1282,733	559,3415	0,363477	-0,285851	-0,210580	0,127446	0,030516	-0,068709	-0,011098	-0,039987	0,028757	0,081851	0,069921	-0,382472	-0,341590	0,320255	0,129271	0,208595	-0,147723
Var32	63,200	15,1667	-0,305437	-0,016149	-0,012028	0,086361	0,343222	0,077328	0,126721	0,237626	0,186537	0,555661	0,319308	-0,326392	-0,347142	-0,145533	-0,236627	0,163468	0,240463
Var33	502,327	316,6083	0,270878	-0,247996	-0,035872	0,321554	-0,070543	-0,218276	0,015589	0,030677	0,011086	0,391491	0,137319	-0,337113	-0,284900	0,347528	0,166354	0,443237	0,065549
Var34	85,400	37,8772	-0,021108	-0,046612	-0,135212	-0,119317	-0,685250	0,109056	0,126932	0,019433	-0,205747	-0,246548	0,016752	0,156370	0,130150	-0,002586	0,215861	-0,179566	0,079606
Var35	154,740	35,1500	0,275091	-0,308497	-0,117753	0,243928	0,030405	-0,113450	-0,466883	-0,483411	0,158724	-0,180659	0,014393	0,031783	0,012238	-0,043390	0,452629	0,238427	-0,031326

Correlations (Spreadsheet2)

Product-Moment and ...

Ready Spreadsheet2 C35.V26 1.1227799521E-01 CAP NUM 3AT 0:29 18.06.2022

Продовження кореляційної матриці

STATISTICA - Workbook1* - [Correlations (Spreadsheet2)] - [Workbook1* - Correlations (Spreadsheet2)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Regression Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions

Advanced Models Neural Nets QC Charts Process Analysis Multivariate DOE STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats

Power Analysis Variance Predictive Six Sigma Industrial Statistics Tools

Variable	Var18	Var19	Var20	Var21	Var22	Var23	Var24	Var25	Var26	Var27	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35
Var12	-0,023290	-0,436285	0,774222	0,166169	0,229736	0,583702	0,420956	-0,034701	0,389744	-0,349329	-0,245248	-0,125967	0,157347	-0,382472	-0,326392	-0,337113	0,156370	0,031783
Var13	-0,012737	-0,428560	0,755434	0,133024	0,232866	0,553019	0,369335	0,001663	0,317743	-0,455436	-0,334565	-0,166934	0,074847	-0,341590	-0,347142	-0,284900	0,130150	0,012238
Var14	-0,089069	-0,008247	-0,193702	-0,225350	-0,120028	-0,271896	-0,383452	0,116549	-0,425773	-0,467044	-0,476746	-0,265531	-0,489067	0,320255	-0,145533	0,347528	-0,002586	-0,043390
Var15	0,119031	-0,144047	0,221706	0,575383	0,145632	0,327909	0,221686	-0,127094	0,244257	-0,409033	-0,434003	-0,164798	0,577283	0,129271	-0,236627	0,166354	0,215861	0,452629
Var16	0,296542	0,026115	0,111602	0,169445	0,142823	0,416146	0,416144	0,051453	0,323567	-0,241421	0,496019	0,851626	0,243576	0,208595	0,163468	0,443237	-0,179566	0,238427
Var17	0,862343	-0,152507	0,337365	-0,159219	0,954062	0,438630	0,558249	0,542598	0,288288	-0,119692	0,147432	0,258989	0,156606	-0,147723	0,240463	0,065549	0,079606	-0,031326
Var18	1,000000	0,368421	0,050299	-0,240490	0,855926	0,096392	0,217381	0,530762	-0,006718	-0,114381	0,113269	0,176892	-0,000348	-0,025567	0,264800	0,016622	0,040828	0,103087
Var19	0,368421	1,000000	-0,535329	-0,167741	-0,082663	-0,626886	-0,609784	0,041394	-0,554153	-0,022527	-0,061096	-0,132388	-0,288674	0,218284	0,091888	-0,090854	-0,085281	0,246110
Var20	0,050299	-0,535329	1,000000	-0,047860	0,327735	0,819150	0,721772	0,036341	0,615104	-0,161403	-0,005390	0,049802	0,087750	-0,108183	-0,478191	0,056196	0,272780	0,140622
Var21	-0,240490	-0,167741	-0,047860	1,000000	-0,240274	0,261159	0,172138	-0,561506	0,351131	-0,138490	-0,000821	0,291529	0,878262	-0,032994	-0,086040	-0,004669	-0,365015	0,296345
Var22	0,855926	-0,082663	0,327735	-0,240274	1,000000	0,319546	0,444595	0,618503	0,145284	-0,039559	0,125408	0,105127	0,050421	-0,262475	0,166450	0,123543	0,081363	-0,173657
Var23	0,096392	-0,626886	0,819150	0,261159	0,319546	1,000000	0,949037	-0,090409	0,867558	-0,095528	0,245279	0,450664	0,460460	-0,010956	-0,156130	0,271048	0,059708	0,173205
Var24	0,217381	-0,609784	0,721772	0,172138	0,444595	0,949037	1,000000	-0,033919	0,899839	0,113895	0,442721	0,534440	0,469147	-0,021077	0,048036	0,241794	0,068975	0,112278
Var25	0,530762	0,041394	0,036341	-0,561506	0,618503	-0,090409	-0,033919	1,000000	-0,444293	-0,249149	-0,118148	-0,066200	-0,385930	-0,378682	0,078956	-0,152936	-0,057712	-0,492025
Var26	-0,006718	-0,554153	0,615104	0,351131	0,145284	0,867558	0,899839	-0,444293	1,000000	0,246380	0,461352	0,509818	0,579544	0,145158	0,037609	0,276053	0,139131	0,339351
Var27	-0,114381	-0,022527	-0,161403	-0,138490	-0,039559	-0,095528	0,113895	-0,249149	0,246380	1,000000	0,692518	0,188112	0,085209	-0,073312	0,192842	-0,206559	-0,021420	-0,121910
Var28	0,113269	-0,061096	-0,005390	-0,000821	0,125408	0,245279	0,442721	-0,118148	0,461352	0,692518	1,000000	0,784086	0,274764	-0,010392	0,344855	0,019765	-0,115638	-0,015563
Var29	0,176892	-0,132388	0,049802	0,291529	0,105127	0,450664	0,534440	-0,066200	0,509818	0,188112	0,784086	1,000000	0,507949	0,054283	0,268610	0,270036	-0,298048	0,172534
Var30	-0,000348	-0,288674	0,087750	0,878262	0,050421	0,460460	0,469147	-0,385930	0,579544	0,085209	0,274764	0,507949	1,000000	-0,079616	0,034108	0,031035	-0,264341	0,313859
Var31	-0,025567	0,218284	-0,108183	-0,032994	-0,262475	-0,010956	-0,021077	-0,378682	0,145158	-0,073312	-0,010392	0,054283	-0,079616	1,000000	-0,007782	0,768755	0,450525	0,656614
Var32	0,264800	0,091888	-0,478191	-0,086040	0,166450	-0,156130	0,048036	0,078956	0,037609	0,192842	0,344855	0,268610	0,034108	-0,007782	1,000000	-0,116967	-0,135677	-0,267396
Var33	0,016622	-0,090854	0,056196	-0,004669	-0,123543	0,271048	0,241794	-0,152936	0,276053	-0,206559	0,019765	0,270036	0,031035	0,768755	-0,116967	1,000000	0,381314	0,469245
Var34	0,040828	-0,085281	0,272780	-0,365015	0,081363	0,059708	0,068975	-0,057712	0,139131	-0,021420	-0,115638	-0,298048	-0,264341	0,450525	-0,135677	0,381314	1,000000	0,349199
Var35	0,103087	0,246110	0,140622	0,296345	-0,173657	0,173205	0,112278	-0,492025	0,339351	-0,121910	-0,015563	0,172534	0,313859	0,656614	-0,267396	0,469245	0,349199	1,000000

Correlations (Spreadsheet2)

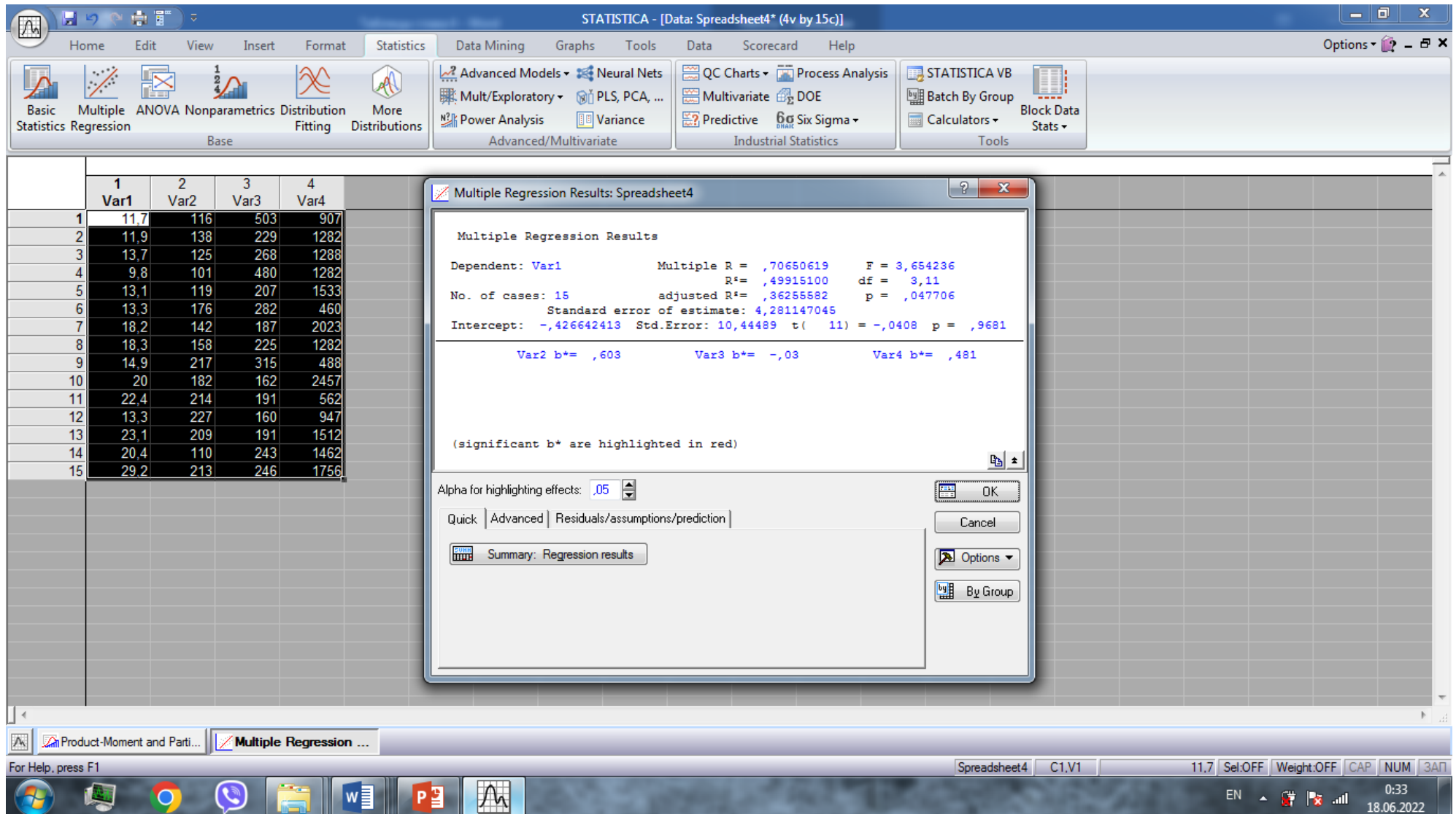
Product-Moment and ...

For Help, press F1

Spreadsheet2 C35.V37 1 CAP NUM 3AT

EN 0:30 18.06.2022

Результати регресійного аналізу



Продовження результатів регресійного аналізу

STATISTICA - [Workbook1* - Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet4)]

Home Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Scorecard Help

Basic Statistics Multiple Regression ANOVA Nonparametrics Distribution Fitting More Distributions Base

Advanced Models Mult/Exploratory Power Analysis Neural Nets PLS, PCA, ... Variance Advanced/Multivariate

QC Charts Multivariate Predictive Process Analysis DOE Six Sigma Industrial Statistics

STATISTICA VB Batch By Group Calculators Block Data Stats Tools

Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet4)
 R= ,70650619 RI= ,49915100 Adjusted RI= ,36255582
 F(3,11)=3,6542 p<,04771 Std.Error of estimate: 4,2811

N=15	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(11)	p-value
Intercept			-0,426642	10,44490	-0,040847	0,968150
Var2	0,602896	0,276521	0,072170	0,03310	2,180288	0,051839
Var3	-0,027909	0,287622	-0,001441	0,01485	-0,097032	0,924446
Var4	0,480902	0,256125	0,004610	0,00246	1,877609	0,087188

Summary Statistics: DV: Var1 (Spreadsheet4) Regression Summary for Dependent Variable: Var1 (Spreadsheet4)

Product-Moment and Parti... Multiple Regression R...

For Help, press F1 Spreadsheet4 C1.V1 CAP NUM 3AT

EN 0:36 18.06.2022