

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Довгострокові агрометеорологічні прогнози»

за темою: «Розрахунки врожаїв ярих зернових культур»

для студентів денної та заочної форм навчання

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Довгострокові агрометеорологічні прогнози»

за темою: «Розрахунки врожаїв ярих зернових культур»

для студентів денної та заочної форм навчання

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 12
від « 23 » травня 2023р.

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Довгострокові агрометеорологічні прогнози» за темою: «Розрахунки врожаїв ярих зернових культур» для студентів I року навчання денної та заочної форм навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти магістрів / Укладачі: Божко Л.Ю. канд. геогр. наук., доц., Барсукова О.А., канд. геогр. наук., доц., Одеса, ОДЕКУ, 2023, 30 с.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
1 Теоретична частина.....	6
1.1 Прогноз врожайності кукурудзи.....	6
1.2 Прогнози врожайності гречки.....	11
1.3 Прогнози врожаїв проса.....	13
2 Практична частина.....	14
2.1 Техніка складання прогнозу. (Метод Ю.І.Чирков).....	14
2.2 Техніка складання прогнозу врожаю гречки.....	17
2.3 Техніка складання прогнозу врожаю проса.....	18
Контрольні питання.....	18
Список літератури.....	20
Додатки.....	21

ВСТУП

Дисципліна «Довгострокові агрометеорологічні прогнози» є обов'язковою дисципліною, яка викладається при підготовці фахівців за спеціальністю 101 «Науки про Землю» ОП – «Агрометеорологія».

Метою методичних вказівок є:

1) методичне забезпечення виконання практичних завдань за темою «Прогнози врожаїв ярих зернових культур» та оволодіння студентами відповідними сучасним вимогам знання студентів;

2) навчити студентів розраховувати агрометеорологічні показники, що впливають на формування врожаїв сільськогосподарських культур та складати прогноз їх кількісної величини.

Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

Після виконання практичного заняття студенти повинні **знати**:

- методи регіональних методів прогнозів врожаїв таких ярих зернових культур як кукурудза, гречка та просо:

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- величини очікуваних врожаїв ярих культур в різних регіонах України;
- складати тексти прогнозів.
- збирати, аналізувати та систематизувати науково-технічну техніко-економічну та виробничу інформації;

При виконанні практичних завдань студенти ознайомлюються з теоретичною частиною, виконують практичні розрахунки, складають текст прогнозу і відповідають на контрольні запитання.

В методичних вказівках наведені три теми щодо врожаїв ярих зернових культур. Практичне завдання студент виконує по одній із вибраних тем (тобто завдання перше або друге, або третє).

Кожен студент отримує свій варіант, за яким необхідно буде зробити розрахунки.

Послідовність виконання практичних занять полягає у вивченні теоретичної частини, виконанні практичних занять і відповіді на контрольні питання.

Методика проведення та оцінювання контрольних заходів ЗМ-П2, полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, складати відповідні тексти, повноті відповідей на запитання. Оцінюється виконання практичного заняття і відповіді на запитання. За виконання цього завдання студент отримує 4 бали.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Прогноз врожайності кукурудзи

Круп'яні культури, до яких відносяться кукурудза, рис, просо, гречка після озимих та ярих зернових культур займають значні посівні площі по всій території України. За вимогами до умов вирощування вони відносяться до теплолюбних культур. Провідне місце серед круп'яних займають посіви кукурудзи.

Більшість посівних площ кукурудзи на зерно зосереджені в районах нестійкого та недостатнього зволоження.

У зв'язку з цим забезпеченість вегетаційного періоду кукурудзи вологою та температурний режим відіграють значну роль у формуванні врожаю.

На врожай кукурудзи найбільше впливають: забезпеченість теплом ($\Sigma t > 10 \text{ } ^\circ\text{C}$), запаси продуктивної вологи у шарі найбільшого розповсюдження коріння, кількість годин з фотосинтетично активною радіацією (ФАР) більше $0,03 \text{ кал/см}^2\text{-хв.}$ на нижній межі середнього ярусу листя.

У виробництві використовуються 2 методи прогнозів врожаїв кукурудзи: 1- метод Ю.І. Чиркова, 2 – метод В.П. Дмитренка і Свіїної.

Метод Ю.І. Чиркова. Метод прогнозу врожаїв кукурудзи для основних районів вирощування розроблений Ю.І. Чирковим і дозволяє виконувати розрахунки очікуваної врожайності для окремих полів [1]. Він засновується на залежностях врожаю кукурудзи від запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см на початок фази викидання волоті, та від площі листя, яка сформувалась до викидання волоті. Розмір площі листя на період утворення початків є інтегральним чинником стану рослин і одним із факторів, які обумовлюють їх врожайність.

Залежність врожайності зерна кукурудзи від площі листя і запасів продуктивної вологи отримана Ю.І. Чирковим в аналітичному вигляді (табл. 1).

За рівняннями (табл. 1) для спрощення розрахунків було побудовано графіки (рис. 1).

Для розрахунку площі листя на дату викидання волоті у випадках відсутності прямих спостережень Ю.І. Чирков запропонував рівняння:

$$S_1 = 36,94h - 1682,8 \quad , \quad (1.1)$$

де S_1 – площа листя однієї рослини, см^2 ;

h – висота рослин, см.

Таблиця 1 – Зв'язок врожайності (у) з запасами вологи (W) у шарі 0– 50 см за різної площі листя (S)

Рівняння регресії	S, тис.м ² /га	Помилка ΔУ, ц/га	Номер рівняння
$y = -0,0071W^2 + 1,4W - 3,2$	30	± 2,7	(1.2)
$y = 1,006W^2 + 1,1W - 4,2$	20	± 2,1	(1.3)
$y = -1,003W^2 + 0,53W - 1,5$	10	± 1,9	(1.4)
$y = 0,191W^2 + 0,96W - 3,1$	5	± 2,6	(1.5)

Площа листя на гектар розраховується:

$$S_2 = S_1 \cdot N \quad , \quad (1.6)$$

де N – кількість рослин на га, шт.

Загальна площа листя S у тисячах метрів на 1 га знаходиться з формули:

$$S = S_2 / 10000 \quad . \quad (1.7)$$

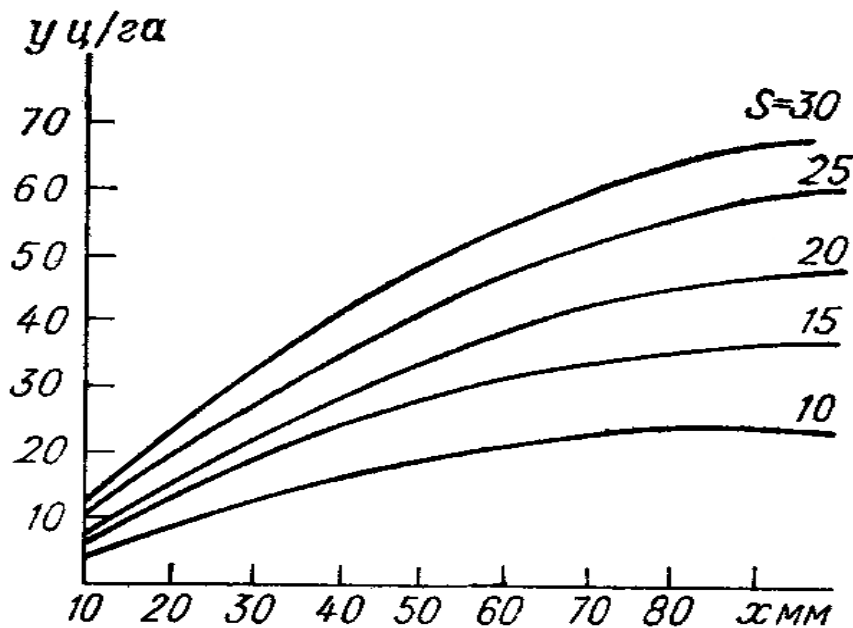


Рис. 1 – Залежність врожаю зерна кукурудзи у (ц/га) від запасів продуктивної вологи x (мм) в шарі ґрунту 0 – 50 см і від площі листової поверхні (тис. м²/га).

Оскільки на формування врожаю зерна кукурудзи значно впливає температура повітря, то Ю.І. Чирковим було розроблено поправковий

коефіцієнт на значення температури повітря, яке відрізняється від оптимального. Поправки представлені у (табл. 2).

Метод дозволяє розраховувати врожай для будь-якої станції. Для складання прогнозу врожайності по області необхідно всі розрахунки виконати за даними окремих станцій, а потім осереднити дані по області.

Таблиця 2– Значення поправки на температурні умови впродовж місяця після викидання волоті

Запаси продуктивної вологи, мм у шарі 0 –50 см	Середня температура повітря, °С				
	16 – 17	18 – 19	20 – 21	22 – 23	>23
100	0,68	0,86	0,97	1,0	0,98
80	0,72	0,88	0,99	1,0	0,97
60	0,78	0,90	1,00	1,0	0,95
40	0,84	0,93	1,00	0,96	0,90
20	0,94	1,0	0,96	0,90	0,80

Однак, слід вказати на те, що використання площі листя для прогнозу досить ускладнене через те, що відсоткове відношення площі різних за скоростиглістю сортів, які мають різну площу листя, на момент складання прогнозу невідоме. Тому подальший розвиток методів прогнозу врожаїв кукурудзи в основному пов'язаний зі встановленням кореляційних залежностей між середньою по області врожайністю кукурудзи і різними агрометеорологічними показниками: температурою повітря, сумою опадів, запасами продуктивної вологи в декаду сівби кукурудзи та показниками стану рослин.

Дослідженнями Г.І. Страшної встановлено, що в посушливих районах несприятливий вплив температури повітря співпадає з періодом викидання волоті, цвітіння, обпилювання та наливу зерна.

На величину врожайності зерна кукурудзи мають умови зволоження, які характеризуються запасами вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см та сумами опадів за травень та червень.

Для південних областей отримана статистична залежність від вказаних величин, яка описується рівнянням:

$$Y = 0,170W_6 - 1,564 t_{VII} - 0,770 t_{VIII,1,2} + 65,288 \quad , \quad (1.8)$$

для областей Північного Степу використовується рівняння

$$Y = 0,44 h_B + 0,076 r_7 - 0,251 t_{VIII,1,2} + 11,26 \quad , \quad (1.9)$$

де W_6 – середні по області запаси продуктивної вологи на дату викидання волоті, мм; t_{VII} – середня температура повітря за липень, °С;
 $t_{VII, 1,2}$ – середня температура повітря за першу та другу декаду серпня, °С;
 h_B – висота рослин на дату викидання волоті, см;
 r_7 – сума опадів за липень, мм.

Метод В.П. Дмитренка і В.В. Свіріної. Метод прогнозу валового врожаю кукурудзи розробили для території України і Молдови В.П. Дмитренко та В.В. Свіріна і ґрунтується він на використанні моделі.

$$y' = y_i S(T,R)(1 - U) (1 - \gamma). \quad (1.10)$$

де y' – розрахована врожайність, т/га;
 y_i – щорічний статистичний максимум врожаю, т/га;
 $S(T, R)$ – сумісний коефіцієнт продуктивності, розрахований за температурою повітря та опадами;
 $(1 - U)$ – зрідженість посівів кукурудзи;
 $(1 - \gamma)$ – зміна врожайності (в частках одиниці) за рахунок додаткових факторів.

Деякі чинники для розрахунку врожайності кукурудзи по областях України і Молдови наводяться у додатку А, табл.А.1. Оптимальні значення температури повітря та опадів для формування врожаїв кукурудзи - у табл. А.2.

Коефіцієнти продуктивності за температурою і опадами визначаються з розроблених авторами табл. А.3, А.4 (в додатках).

Зрідженість посівів являє собою різницю між оптимальною (N_0) та фактичною кількістю рослин (N) на одиницю площі, віднесену до оптимальної густоти при $N < N_0$

$$U = \frac{N_0 - N}{N_0} \quad (1.11)$$

У кукурудзи зрідженість посівів визначається після остаточного проріджування. Дані про зрідженість посівів замінюються баловою (B) оцінкою стану посівів за формулою

$$U = 50 - 9B \quad (1.12)$$

На формування врожайності впливають не тільки температура повітря та вологість ґрунту а і багато інших додаткових факторів (ДФ).

Додаткові фактори можуть впливати як позитивно, так і негативно. Такими додатковими факторами для кукурудзи є кількість днів із суховіями, терміни сівби, кількість днів з опадами 0,1 мм і т. ін.

Вплив додаткових факторів враховується за допомогою формули

$$y = y'(1 - \gamma) \quad , \quad (1.13)$$

де y – уточнена врожайність; y' – врожайність, розрахована без врахування впливу додаткових факторів; γ – чинник, який враховує вплив ДФ.

Залежність врожайності кукурудзи від кількості днів з суховіями за червень-липень визначається з формул:

$$\gamma_{\text{сух}} = \alpha(n_c - n_0)_{\text{VI-VII}} \cdot 0,01 \quad , \quad (1.14)$$

$$y_{\text{сух}} = y'(1 - \gamma_{\text{сух}}) \quad , \quad (1.15)$$

де α – постійний множник, дорівнює 1,6; n_c – кількість днів з суховіями (всякої інтенсивності, окрім слабких) за червень-липень; n_0 – поправка, яка відображує вплив суховіїв за допомогою сумісного коефіцієнта продуктивності $S(T,R)$ за червень – липень (значення з табл.3).

За несприятливих умов – $n_0 = 0,35 - 0,64$ самостійне значення суховіїв спостерігається у випадках, коли кількість днів з суховіями за 2 місяці становить більше 10.

Таблиця 3 – Умови вибору поправки n_0 до формул

Сумісний коефіцієнт продуктивності за червень-липень $S(T,R)_{\text{VI-VII}}$	Поправка
0,65 – 1,00	0
0,35 – 0,64	10
< 0,35	20

При дуже несприятливих умовах $n_0 = < 0,30$ кількість днів з суховіями враховується у тому випадку, якщо їх кількість > 20 .

Залежність врожайності кукурудзи від терміну сівби враховується за допомогою формул

$$y_{\text{сс}} = y'(1 - \gamma_{\text{сс}}), \quad (1.16)$$

$$\gamma_{\text{сс}} = 0,054 \frac{(D_{\text{кк}} - D_0)^3 - (D_{\text{нс}} - D_0)^3}{3(D_{\text{кк}} - D_{\text{нс}})} \cdot 0,01 \quad (1.17)$$

де $y_{\text{сс}}$ – врожайність, розрахована з врахуванням впливу строків сівби в області; y' – врожайність, розрахована за формулою ;

$\gamma_{\text{сс}}$ – чинник, що відображує вплив на врожайність строків сівби в області; $D_{\text{нс}}, D_{\text{кк}}$ – дати початку і кінця сівби в області відповідно; D_0 –

оптимальна дата сівби визначається з табл. А.1. За дату початку сівби приймається дата, коли засіяно – 10 % площі, кінця – 90 % засіяної площі.

На врожайність кукурудзи також впливають дощові дні в період формування вегетативної маси, репродуктивних органів і дозрівання кукурудзи (червень – вересень). Враховується цей фактор через показник

$$\gamma_{\text{дощ}} = \alpha(n_{\text{VI-IX}} - n_0)0,01 \quad (1.18)$$

де α – постійний множник = 1,1;

$n_{\text{VI-IX}}$ – кількість днів з опадами більше 0,1 мм за червень-вересень;

n_0 – поправка, яка для степу і Харківської обл., становить 30 днів; для Полісся і лісостепу – 50 днів, західних областей України – 55 днів. Кількість днів з опадами визначається з табл.А.5 додатку А.

1.2 Прогнози врожайності гречки

Дослідження впливу агрометеорологічних умов на формування врожаїв гречки виконані Н.З. Івановою-Зубковою, К.А. Кожемяченко, А.М.Польовим, Р.П. Кочиною [1].

Статистичний метод прогнозу врожаїв гречки розроблено Н.З. Івановою-Зубковою. В основу методу покладена та закономірність, що за середньої температури повітря 17 – 20 °С формування врожаїв гречки залежить від запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 20 см в декаду масового настання фази цвітіння та суми опадів за період від цвітіння до дозрівання. Ця комплексна величина умовно називається вологозабезпеченістю. При цьому використовується фактичне значення запасів продуктивної вологи на дату цвітіння та сума опадів за період цвітіння-дозрівання, яка визначається з прогнозу погоди. Для визначення суми опадів спочатку розраховується дата дозрівання за сумою ефективних температур 480 °С вище 5 °С.

Залежність величини середнього по області врожаю зерна гречки (Y) від середньої забезпеченості вологою періоду від цвітіння до дозрівання (x) для чорноземних областей

$$y = 0,54x + 3,4 \quad . \quad (1.19)$$

Для розрахунку вологозабезпеченості необхідно використовувати фактичні значення запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см під гречкою у період цвітіння. Якщо таких даних нема або їх замало для отримання середніх значень по області, то вони розраховуються з табл. 4.

При відсутності спостережень за запасами продуктивної вологи під гречкою використовуються спостереження за запасами вологи під кукурудзою, цукровими буряками або картоплею.

Для чорноземної зони після сходів запаси вологи (W) на кінець декади розраховуються в залежності від запасів вологи на початок декади (W_1) та середньої за декаду температури повітря (t) за рівнянням:

$$W = 0,62W_1 - 0,99t + 13,5 \quad (1.20)$$

Таблиця 4 – Розрахунок запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см на кінець декади

Запаси вологи на початок декади плюс сума опадів за декаду, мм																		
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Період сівба – сходи, чорноземна зона																		
4	7	11	14	17	22	26	30	33	37	41	45	48	52	56	60	63	67	71
Період сходи – цвітіння, нечорноземна зона																		
3	6	9	11	14	16	20	23	25	28	31	34	37	40	43	46	48	51	54

При розрахунках вологозабезпеченості окрім запасів вологи необхідно мати суму опадів за період цвітіння-дозрівання, тривалість якого розраховується за сумами ефективних температур вище 5 °С – 480 °С. Після розрахунків тривалості періоду з синоптичного прогнозу погоди визначається сума опадів за цей період. Значення запасів вологи на цвітіння та очікувана сума опадів за період цвітіння-дозрівання підсумовуються – таким чином розраховується вологозабезпеченість посівів, яка використовується для розрахунку очікуваного врожаю гречки.

При складанні прогнозу врожаю гречки спочатку виконуються розрахунки по усіх станціях території області, потім знаходяться середні по області значення елементів. Очікуваний врожай розраховується за рівнянням (1.19)

Приклад. Скласти прогноз середнього по області врожаю зерна гречки. Всі фази розвитку гречки по станціях області краще записувати у робочу таблицю.

З синоптичного прогнозу визначається очікувана температура повітря та сума опадів. Фаза дозрівання розраховується по сумі ефективних температур. Потім розраховується для кожної станції вологозабезпеченість посівів як сума запасів вологи у шарі 0 – 20 см та опадів за період цвітіння-дозрівання. Середня вологозабезпеченість по області за період цвітіння-дозрівання розраховується як середня арифметична з усіх станцій:

$$X = \frac{46 + 66 + 25 + 31 + 71}{5} = 48 ,$$

тоді середня врожайність гречки буде: $y = 0,054 \cdot 48 + 3,4 = 6,0$ ц/га. Слід пам'ятати, що у разі зниження очікуваної температури повітря до 15 °С та нижче за останню декаду перед дозріванням, опади цієї декади при розрахунках не враховуються.

1.3 Прогнози врожайів проса

Просо значно менше вивчено ніж інші злакові культури. Найбільш відомі дослідження впливу агрометеорологічних умов на формування врожаю проса І.А. Пульмана, С.Р. Савдарг, С.І. Горіної, Н.З. Іванової-Зубкової, О.В. Безсонової, К.А. Кожемяченко, Є.С. Зарембо та А.Г. Просвіркиної.

Посівні площі проса (десь біля 4 млн. га) розміщені на Україні, Поволжжі, Північному Кавказі, Центральних чорноземних районах Росії, а також у Казахстані. На ЄЧ СНД північна межа розповсюдження посівів проса проходить близько 56 паралелі.

Найбільш розповсюджені сорти: Саратовське 853, Подолянське, Весело-Подолянське 38, Оренбурзьке, Харківське, Миронівське, Янтарне.

Біологічною особливістю проса є нерівномірність дозрівання волоті. Просо починають збирати, коли зерно в середині волоті досягне воскової стиглості.

Найбільш повні розробки виконані Н.З. Івановою-Зубковою. В її працях особлива увага звернута на дослідження залежності врожаю проса від агрометеорологічних умов у період формування і наливу зерна. Найбільш впливовими виявились опади. Тому Н.З. Іванова-Зубкова запропонувала для прогнозу середньої по області врожайності зерна проса таку залежність:

$$y = -45,4x^2 + 48,6x + 4,4 \quad , \quad (1.20)$$

де y – середня по області врожайність зерна, ц/га; x – сума опадів за період від виходу у трубку до викидання волоті, плюс 20 днів після викидання волоті.

Пізніше для уточнення прогнозу в рівняння були введені такі показники як лінійний приріст рослин на дату виходу у трубку та на дату дозрівання. У цьому випадку дата дозрівання визначається за сумами ефективних температур, які становлять від викидання волоті до дозрівання проса 390 – 420 °С.

Для районів Причорномор'я К.А. Кожемяченко [2] встановлені статистичні залежності врожаю проса від середньої температури і суми опадів за міжфазний період вихід у трубку – викидання волоті:

$$y = 0,04x_1 + 0,18x_2 - 3,0 \quad , \quad (1.21)$$

$$R = 0,81 \quad S_y = 0,15 \text{ т/га}$$

За рівнянням (1.21) можна розраховувати очікуваний урожай після настання фази викидання волоті.

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Техніка складання прогнозу. (Метод Ю.І.Чирков)

Для складання прогнозу очікуваного врожаю по області необхідно виписати не менш як по 6 станціях дані:

- а) дати настання фази викидання волоті;
- б) густоту посівів (кількість рослина на га);
- в) висоту рослин, см;
- г) запаси продуктивної вологи у шарі 0 – 50 см на декаду викидання волоті;
- д) температуру повітря після фази викидання волоті. Вона визначається з синоптичного прогнозу погоди.

Після підготування необхідних даних виконуються розрахунки:

- площі листя 1 рослини, S_1 , см^2 ; – площі листя на га, S_2 , см^2 ;
- площі листя на га, S , тис. $\text{м}^2/\text{га}$; – з графіка (рис. 1) або за відповідним рівнянням (табл. 1) визначається очікувана врожайність для кожної станції;
- з табл. 2 визначається поправка на температуру; – розраховується очікувана врожайність з врахуванням поправки; – розраховується середня врожайність по області, як середнє арифметичне

$$y_{\text{обл}} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} \quad (1.22)$$

Приклад. Скласти прогноз врожаю зерна кукурудзи для Дніпропетровської області. Розрахунки проводяться за описаною вище схемою для окремих станцій (Чапліне). Висота рослин на фазу викидання волоті становить 160 см. Площа листя однієї рослини розраховується за рівнянням (1.2).

$$y = 36,94 \cdot 160 - 1632,8 = 42 \text{ см}^2.$$

Розраховується площа листя на 1 га, для цього площу листя 1 рослини треба перемножити на густоту рослин: $42 \text{ см}^2 \cdot 420 \cdot 10000 = 17,6 \text{ м}^2 / \text{га}$. Далі розраховується врожай зерна по рис. 6.2. У нашому випадку врожай становить 16,7 ц/га.

Техніка складання прогнозу валового врожаю кукурудзи для території України. (В.П. Дмитренко, В.В. Свіріна)

Прогноз складається з завчасністю три місяці, два і місяць, відповідно наприкінці червня; – наприкінці липня; – наприкінці серпня.

Для виконання розрахунків необхідні дані: – щорічні врожаї; – фактична зрідженість посівів; – фактичні, прогнозовані і середні багаторічні значення температури повітря і опадів; – дати початку і кінця сівби; – кількість днів з суховіями за червень-липень; – кількість днів з опадами більше 0,1 мм.

Розрахунок врожайності виконується за формулою (1.11). Спочатку визначається щорічний статистичний максимум врожаїв кукурудзи з табл.А.1 додатка А.

Потім розраховуються значення коефіцієнтів продуктивності за температурою $S(T)$ і опадами $S(R)$. Для їх розрахунку необхідно визначити середнє значення температури і опадів за три інтервали: 1) з грудня по червень, за липень (прогноз), за серпень – вересень (середні багаторічні). Сумарний коефіцієнт продуктивності визначається (з табл.А.1 додатку А).

Зрідженість посівів (U) визначається безпосередньо з аеровізуальних спостережень або враховується середня багаторічна (табл. А1 додатку А). Після цього за формулою (1.10) розраховується очікуваний врожай (завчасність 3 міс.).

Прогноз уточнюється. Наприкінці липня із завчасністю 2 місяці. Для уточнення використовуються дані про кількість днів з суховіями. Дні з суховіями визначаються за критерієм І.А. Цубербіллер (табл. 4).

Потім визначається показник, який оцінює вплив суховіїв на врожай ($\gamma_{\text{сух}}$).

За рівнянням (1.16) розраховується очікуваний врожай з врахуванням впливу суховіїв.

Таблиця 4 – Характеристика суховіїв різної інтенсивності (за І. А. Цубербіллер)

Суховії	Нестача дефіциту насичення повітря водяною парою о 13 год і швидкість вітру	
	≥ 8 м/с	≤ 8 м/с
Середні	20 – 29,9	30 – 39
Інтенсивні	30 – 39,9	40 – 49
Дуже інтенсивні	≥ 40	≥ 50

Після цього виконується оцінка впливу на врожайність кукурудзи кількості днів з опадами. Кількість днів з опадами в липні-вересні визначаються з табл.А.4 додатку А за допомогою кількості днів з опадами у червні. За формулою (1.12) визначається $\gamma_{\text{дат}}$ потім визначається врожай з врахуванням впливу кількості днів з опадами.

Розрахунок очікуваного врожаю з завчасністю 2 і 1 місяці. виконується за такою ж схемою, тільки з урахуванням фактичних значень елементів по липень і серпень включно.

Розрахунок валового збору зерна кукурудзи Валовий збір зерна кукурудзи з будь-якою завчасністю визначається як:

$$Y_B = y \cdot V \quad (1.23)$$

де V_e – валовий збір, тис. т; y – врожайність, т/га; V – площа посіву, тис. га.

У зв'язку з тим, що площі посіву під кукурудзою можуть змінюватись через збирання на зелену масу, перед складанням прогнозу валового збору розміри площі посіву уточнюються.

Приклад розрахунку очікуваного врожаю кукурудзи в Одеській області у 2013 році наводиться в табл. 5.

Таблиця 5 – Приклад розрахунку врожаю зерна кукурудзи в Одеській області

Дата початку сівби – 18.IV, дата закінчення сівби – 8.V, оптимальна дата сівби – 22.IV. Статистичний максимум урожаю 36 ц/га

Місяці	Температура повітря, °C	Кількість опадів, Мм	Коефіцієнти продуктивності					Зрідженість (1-U)	Врахування додаткових факторів			Ваговий множник a
			$\eta(T)$	$\eta(R)$	$\eta(T, R)$	$\eta(T, R)a$	$S(T, R)$		суховіїв 1- y_{cc}	термінів сівби 1- y_{cc}	днів з опадами >0,1мм VI-IX – n_o)	
XII-III	0,5	204	0,91	1,00	0,91	0,14		11%				0,15
IV – V	15,6	42	0,43	0,64	0,28	0,07		1-11 =0,89		1-0,04		0,38
VI – VII	20,4 21,7	112 192	0,79 0,58	0,84 1,00	0,66 0,58	0,25 0,22				=0,96		
VIII	20,8	42	0,73	0,98	0,72	0,10	0,59					0,14
IX	16,5	41	0,44	1,00	0,44	0,03	0,56					0,07

$$y_{cc} = 0,054 \cdot (8.V - 22.IV)^3 = (18.IV - 22.IV)^3 \cdot 0,01 / 3 \cdot (8.V - 18.IV) = 0,04;$$

$$y_{cc} = 1 - 0,04 = 0,96; \text{ Очікуваний урожай із завчасністю 3 місяці: } y' = y_i S(T, R) (1 - U) (1 - \gamma) = 5,2 \cdot 0,59 \cdot 0,89 \cdot 0,9 = 2,6 \text{ т/га};$$

$$\text{Із завчасністю 2 місяці: } y' = y_i S(T, R) (1 - U) (1 - \gamma) = 5,2 \cdot 0,56 \cdot 0,89 \cdot 0,96 = 2,49 \text{ т/га}$$

2.2 Техніка складання прогнозу врожаю гречки

Прогноз складається після масового настання фази цвітіння гречки. Розрахунки виконуються в робочій табл. 6.

Перед початком розрахунків з синоптичного прогнозу погоди визначається температура на третю декаду червня та липень і сума опадів.

Прогноз погоди на кінець червня – липень: температура повітря в третій декаді червня очікується в межах середніх багаторічних значень, впродовж липня – на 1 °С вище середніх багаторічних значень. Сума опадів у межах середніх багаторічних значень. Середні багаторічні значення температури та сум опадів наводяться в табл. 6.

- далі розраховується дата дозрівання гречки за сумою ефективних температур 480 °С (біологічний мінімум 5⁰С), яка підраховується наростаючим підсумком від дати цвітіння;

- визначається тривалість періоду цвітіння – досягання;

- визначається сума опадів від дати цвітіння до дати дозрівання гречки;

- розраховується вологозабезпеченість посівів гречки як сума запасів продуктивної вологи на дату цвітіння плюс сума опадів за період від цвітіння до дозрівання;

- за рівнянням 1.20 розраховується очікуваний урожай по кожній станції, а потім середній по області.

Таблиця 6 – Розрахунки очікуваного врожаю гречки.

Станція	Дата сходів	Дата цвітіння	Дата дозрівання	Тривалість періоду цвітіння – досягання, дні	Запаси вологи у шарі 0-20 см	Сума опадів від цвітіння до дозрівання	Вологозабезпеченість
Полтава	1.06	25.06			32		
Гадяч	2.06	30.06			33		
Сорочинці	3.06	28.06			31		
Миргород	2.06	30.06			32		
Лубни	3.06	30.06			30		
Пирятин	1.06	27.06			28		
Лохвиця	4.06	3.07			29		
Кременчуг	30.05.	29.06			28		
Середнє по області							
Очікуваний урожай, ц/га							

Станція	Температура повітря					
	липень			серпень		
	1	2	3	1	2	3
Полтава	19.6	20.8	20.2	20.6	19.4	20.2
Гадяч	18.0	19.6	20.3	20.2	18.6	17.3
Сорочинці	20.9	19.8	20.1	20.6	18.9	17.9
Миргород	20.8	19.9	20.3	20.8	19.0	18.3
Лубни	20.4	20.6	20.1	20.6	19.4	20.2
Пирятин	19.8	20.3	20.3	20.4	19.6	20.0
Лохвиця	19.6	20.2	20.4	20.6	19.4	20.2
Кременчуг	20.5	20.8	20.2	20.8	19.8	20.1

Станція	Опади					
	Липень			серпень		
	1	2	3	1	2	3
Полтава	15	7	17	21	23	32
Гадяч	9	7	23	17	21	13
Сорочинці	26	8	17	17	16	14
Миргород	24	10	18	16	26	12
Лубни	16	7	18	22	25	30
Пирятин	12	7	17	21	23	13
Лохвиця	14	6	23	23	24	12
Кременчуг	25	9	17	26	26	12

2.3 Техніка складання прогнозу врожаю проса.

Прогноз врожаю зерна проса складається після настання фази викидання волоті. Розрахунки зручніше виконувати в робочій табл. 7.

Для складання прогнозу необхідно розрахувати:

- Розрахувати середню температуру повітря за період від виходу у трубку до викидання волоті
- Розрахувати суму опадів за цей же період
- Розрахувати очікуваний врожай по кожній станції
- Знайти очікуваний середній урожай проса по області.
- Після розрахунків скласти текст прогнозу.

Таблиця 7 - розрахунки очікуваного врожаю проса

Станція	Дата сходів	Дата виходу у трубку	Дата викидання волоті	Середня за період температура повітря	Сума опадів від виходу у тр. до викид. волоті	Очікуваний урожай
Любащівка	1.05	25.06	23.07			
Затишся	2.05	30.06	22.07			
Сербка	3.05	28.06	18.07			
Роздільна	2.05	30.06	23.07			
Одеса	3.05	30.06	23.07			
Сарата	1.05	27.06	21.07			

Болград	4.05	3.07	23.07			
Ізмаїл	30.045.	29.06	20.07			
Середнє по області						
Очікуваний урожай, ц/га						

Станція	Температура повітря					
	Червень			серпень		
	липень	липень	липень	серпень	серпень	серпень
	3	1	2	3	1	2
Любашівка	19.6	20.8	20.2	20.6	19.4	20.2
Затишся	18.0	19.6	20.3	20.2	18.6	17.3
Сербка	20.9	19.8	20.1	20.6	18.9	17.9
Роздільна	20.8	19.9	20.3	20.8	19.0	18.3
Одеса	20.4	20.6	20.1	20.6	19.4	20.2
Сарата	19.8	20.3	20.3	20.4	19.6	20.0
Болград	19.6	20.2	20.4	20.6	19.4	20.2
Ізмаїл	20.5	20.8	20.2	20.8	19.8	20.1

Станція	Опади					
	липень			серпень		
	Червень3	1	2	3	1	2
Любашівка	15	7	17	21	23	32
Затишся	9	7	23	17	21	13
Сербка	26	8	17	17	16	14
Роздільна	24	10	18	16	26	12
Одеса	16	7	18	22	25	30
Сарата	12	7	17	21	23	13
Болград	14	6	23	23	24	12
Ізмаїл	25	9	17	26	26	12

Контрольні питання

1. Який біологічний мінімум розвитку кукурудзи, гречки , проса?
2. На чому засновується метод прогнозу врожаїв кукурудзи?
3. Як розраховується площа листя на га?
4. Яка поправка вводиться на температуру повітря?
5. На якими даними розраховуються коефіцієнти продуктивності?
6. З якою завчасністю складається прогноз урожаю гречки?
7. Як розраховується дата огрівання гречки?
8. Як розраховується вологозабезпеченість гречки.
9. В який період складається прогноз врожаю проса?
10. За який період враховується сума опалів в прогнозі врожаю проса?

Список літератури

1. Бодко Л.Ю. Агрометеорологічні розрахунки і прогнози: навчальний посібник. Київ. КНТ. 2005. 216 с.
2. Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози: підручник. Київ : КНТ, 2007. 296 с.
3. Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Агрометеорологічні прогнози. Практикум: навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2012, 230 с.
4. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Адаменко Т.І. Агрометеорологічні прогнози. Харків. 2017. 508 с.
5. <http://library.odku.edu.ua/> (офіційний веб-сайт бібліотеки ОДЕКУ).
6. <http://eprints.library.odku.edu.ua/> (офіційний веб-сайт репозитарію бібліотеки ОДЕКУ).

Додатки

Таблиця А.1 – Показники для розрахунку врожайності кукурудзи по областях України та в цілому по Молдові

Області	Статистичний максимум врожайності на 1990 р., U_c , т/га	Щорічний приріст врожайності A , т/га/рік	Агрокліматична оптимальна дата сівби, D_0	Середня багаторічна зрідженість, \bar{U} , %	Середнє багато річне число днів з суховіями в липні за критерієм Цубербілер, n_{vii}	Мінімальна площа посіву на якій застосовується метод S_{min} , тис/га
1	2	3	4	5	6	7
Вінницька	5,08	0,051	26.IV	11	1	3,8
Волинська	4,63	0,001	30.IV	13	1	1,9
Луганська	4,40	0,046	26.IV	12	7	3,2
Дніпропетровська	4,89	0,049	24.IV	10	6	3,9
Донецька	4,66	0,041	24.IV	9	6	3,6
Житомирська	4,74	0,057	28.IV	17	0	2,4
Запорізька	4,33	0,041	26.IV	11	6	4,2
Івано-Франківська	5,64	0,038	26.IV	9	0	1,5
Київська	4,75	0,000	28.IV	13	2	2,7
Кіровоградська	6,18	0,056	25.IV	11	4	4,3
Кримська АР	7,56	0,000	18.IV	15	12	2,5
Львівська	5,16	0,046	27.IV	13	0	2,1
Миколаївська	5,80	0,052	22.IV	10	6	4,2
Одеська	5,33	0,060	22.IV	11	4	3,6
Полтавська	4,44	0,019	27.IV	10	4	3,6
Рівненська	5,10	0,022	29.IV	16	1	1,7

Продовження табл. А.1.

1	2	3	4	5	6	7
Сумська	4,04	0,023	30.IV	11	1	3,4
Тернопільська	4,80	0,038	27.IV	13	0	3,8
Харківська	4,12	0,025	27.IV	10	4	3,6
Херсонська	5,70	0,151	21.IV	11	9	3,6
Хмельницька	5,14	0,065	26.IV	12	0	3,7
Черкаська	5,70	0,068	27.IV	10	3	3,5
Чернівецька	5,87	0,072	24.IV	10	0	2,3
Чернігівська	5,89	0,055	30.IV	15	1	2,7
Молдова	5,70	0,072	22.IV	10	3	3,6

Таблиця А.2 – Оптимальні значення температури повітря (T_0 , град), опадів (R , мм), ваговий множник α і параметри до рівнянь по періодах вегетаційного циклу різних груп стиглості кукурудзи

Періоди вегетаційного циклу	Міся- ці	Ваговий множник α	Параметри						
			T_0	A при		R	R	α_1	α_2
				$T \leq T_0$	$T > T_0$				
Ранньостиглі									
Передпосівний	XII-III	0.17	-1	-2	-4	210	520	1	3/2
Сівба-укорінення	IV-V	0.27	11	-2	-4	100	340	1	2
Утворення вегетативних органів	VI-VII	0.37	17	-2	-4	180	480	-	3/2
Утворення генеративних органів	VIII	0.12	16	-2	-4	70	300	1/2	2
Дозрівання	IX	0.07	11	-2	-4	10	200	1	2
Середньостиглі I									
Передпосівний	XII-III	0.15	-1	-2	-4	170	480	1	3/2
Сівба-укорінення	IV-V	0.26	11	-2	-4	100	340	1	2
Утворення веге- тативних органів	VI-VII	0.38	18	-2	-4	180	480	1	3/2
Утворення генеративних органів	VIII	0.14	18	-2	-4	70	300	1/2	2
Дозрівання	IX	0.07	12	-2	-4	10	220	1	2

Таблиця А.3 – Таблиці для розрахунку коефіцієнтів продуктивності кукурудзи по температурах повітря і опадів

Оцінка впливу температури повітря на врожайність кукурудзи (ранньостиглої)

Температура повітря, °С					Коефіцієнти продуктивності (%) за десяти частинами Т°С									
XII-III	IV-V	VI-VII	VIII	IX	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Позитивні значення температури														
–	2	9	9	3	20	21	21	22	23	23	24	25	26	27
–	3	10	10	4	28	29	30	31	31	32	33	34	35	36
–	4	11	11	5	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48
–	5	12	12	6	49	50	51	52	53	54	56	57	58	59
–	6	13	13	7	61	62	63	64	65	66	68	69	70	71
–	7	14	14	8	73	74	75	76	77	78	79	80	82	83
–	8	15	15	9	84	84	85	86	87	88	89	90	90	91
–	9	16	16	10	92	93	94	94	95	95	96	97	97	98
–	10	17	17	11	98	98	99	99	100	100	100	100	100	100
–	11	18	18	12	100	100	100	100	99	99	99	98	97	97
0	12	19	19	13	96	95	94	93	92	91	90	89	88	86
1	13	20	20	14	85	84	83	81	79	78	76	75	73	71
2	14	21	21	15	70	68	66	64	63	61	59	58	56	54
3	15	22	22	16	53	51	50	48	46	44	43	41	40	38
4	16	23	23	17	37	35	34	33	31	30	28	27	26	25
5	17	24	24	18	24	23	21	20	19	18	18	17	16	15
Негативні значення температури														
-9					28	27	26	25	24	23	23	22	21	21
-8					38	36	35	34	33	32	31	31	30	29
-7					49	48	46	45	44	43	42	41	40	39
-6					61	59	56	57	56	54	53	52	51	50
-5					73	71	70	69	68	67	66	64	63	62
-4					84	83	82	80	79	78	77	76	75	74
-3					92	91	90	90	89	88	87	86	85	84
-2					98	98	97	97	96	95	95	94	94	93
-1					100	100	100	100	100	100	100	99	99	98
-0					96	97	97	98	99	99	99	100	100	100

Продовження таблиці А.3

Оцінка впливу позитивних температур повітря на урожайність кукурудзи (середньостиглої)

Температура повітря, °С					Коефіцієнти продуктивності (%) за десяти частинами T°С									
XII-III	IV-V	VI-VII	VIII	IX	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
–	2	9	9	3	21	21	21	22	23	23	24	25	26	27
–	3	10	10	4	28	29	30	31	31	32	33	34	35	36
–	4	11	11	5	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48
–	5	12	12	6	49	50	51	52	53	54	56	57	58	59
–	6	13	13	7	61	62	63	64	65	66	68	69	70	71
–	7	14	14	8	73	74	75	76	77	78	79	80	82	83
–	8	15	15	9	84	84	85	86	87	88	89	90	90	91
–	9	16	16	10	92	93	94	94	95	95	96	97	97	98
–	10	17	17	11	98	98	99	99	100	100	100	110	100	100
0	11	18	18	12	100	100	100	100	99	99	99	98	97	97
1	12	19	19	13	96	95	94	93	92	91	90	89	88	86
2	13	20	20	14	85	84	83	81	79	78	76	75	73	71
3	14	21	21	15	70	68	66	64	63	61	59	58	56	54
4	15	22	22	16	53	51	50	48	46	44	43	41	40	38
5	16	23	23	17	37	35	34	33	31	30	28	27	26	25
	17	24	24	18	24	23	21	20	19	18	18	17	16	15

Таблиця А.4 – Оцінка впливу кількості опадів на урожайність кукурудзи (ранньостигла)
(у % від максимальної) за періодами

Кількість опадів, мм	Коефіцієнти продуктивності (%) при опадах, мм										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
а) грудень-березень, передпосівний період											
0	0	11	20	28	37	45	52	58	64	71	
100	75	79	83	87	91	92	95	97	98	99	
200	99	100	100	100	97	96	95	94	89	88	
300	86	83	79	75	73	68	63	58	54	52	
400	46	39	34	30	29	21	18	13	9	7	
б) квітень-травень, період сівба-укорінення											
0	0	19	35	50	62	73	82	90	94	97	
100	100	100	100	99	97	92	90	85	81	72	
200	68	61	55	48	43	35	29	22	17	12	
300	9	3	2	1	0						
в) червень-липень, утворення вегетативних органів											
0	0	12	21	31	39	48	55	63	67	74	
100	80	83	88	91	94	95	97	98	100	100	
200	100	99	98	97	94	93	89	87	86	81	
300	78	72	69	66	60	54	48	45	42	37	
400	31	23	21	17	10	8	4	1	0		
г) серпень, утворення генеративних органів											

0	0	59	83	90	97	100	100	100	98	95
100	91	86	80	75	69	61	56	50	43	36
200	30	26	21	16	13	9	6	3	2	1
300	0									
Кількість опадів, мм	Коефіцієнти продуктивності (%) при опадах, мм									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
а) грудень-березень, передпосівний період										
0	0	11	22	32	41	48	55	62	69	75
100	80	85	89	91	94	96	98	100	100	100
200	100	100	99	98	95	94	92	89	86	82
300	79	75	70	64	60	56	51	44	38	34
400	31	24	20	15	10	8	4	1	0	
Б) квітень-травень, період сівба – укорінення										
0	0	19	35	50	62	73	82	90	94	97
100	100	100	100	99	97	92	90	85	81	72
200	68	61	55	48	43	35	29	22	17	12
300	9	3	2	1	0					
в) червень-липень, утворення вегетативних органів										
0	0	12	21	31	39	48	55	63	67	74
100	80	83	88	91	94	95	97	98	100	100
200	100	99	98	97	94	93	89	87	86	81
300	78	72	69	66	60	54	48	45	42	37
400	31	23	21	17	10	8	4	1	0	
Г) серпень, утворення генеративних органів										
0	0	59	83	90	97	100	100	100	98	95
100	91	86	80	75	69	61	56	50	43	36
200	30	26	21	16	13	9	6	3	2	1
300	0									

Таблиця А.5 – Визначення кількості днів з опадами > 0,1мм за червень-вересень

пVI	пVI-IX	пVI-VII	пVI-VIII	пVI-VIII	пVI-IX
5	18	14	23	39	51
6	22	15	26	40	52
7	26	16	28	41	53
8	29	17	30	42	55
9	33	18	31	43	56
10	37	19	34	44	57
11	40	20	36	45	59
12	44	21	38	46	60
13	48	22	40	47	61
14	52	23	42	48	62
15	56	24	44	49	64
16	59	25	47	50	65
17	63	26	50	51	66
18	67	27	52	52	68
19	70	28	54	53	69
20	74	29	56	54	70
21	78	30	58	55	72
22	81	31	60	56	73
23	85	32	62	57	74
24	89	33	64	58	75
25	93	34	66	59	77
		35	69	60	78
		36	71	61	79
		37	73	62	81
		38	75	63	82
		39	77	64	83
		40	79	65	85
		41	81		
		42	83		
		43	85		
		44	87		
		45	90		

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни
«Довгострокові агрометеорологічні прогнози»
за темою: «Розрахунки врожаїв ярих зернових культур»
для студентів денної та заочної форми навчання.
спеціальності 103 «Науки про Землю»

Укладачі:

канд. геогр. наук., доц. Божко Л.Ю.,
канд. геогр. наук., доц., Барсукова О.А.

Підписано до друку . Формат .

Одеський державний екологічний університет
65016, вул. Львівська, 15
