

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

“Прогноз якості врожаю сільськогосподарських культур”

з дисципліни “АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПРОГНОЗИ ТА  
РОЗРАХУНКИ”

для студентів IV курсу  
Спеціальність – “Агrometeorologia”

Одеса-2004

Збірник методичних вказівок “Прогноз якості врожаю сільськогосподарських культур” з дисципліни “Агрометеорологічні прогнози та розрахунки” для студентів IV курсу. Спеціальність – “Агрометеорологія”. /Божко Л.Ю., Барсукова О.А. – Одеса, ОДЕКУ, 2004. – 57 с.

## ПЕРЕДМОВА

Високі врожаї сільськогосподарських культур у сполученні з високою якістю продукції є дуже важливим резервом у зростанні виробництва.

Висока якість врожаїв важлива для усіх видів культур. Але особливої цінності вона набуває у зернових культур, в яких підвищення вмісту білка в зерні на 1 % дає додатково декілька сот тон білка. Також важливе значення мають вміст цукру в коренеплодах цукрових буряків, крохмалю в бульбах картоплі, комплексу вітамінів у плодах овочевих культур тощо.

Створення та накопичення поживних речовин в рослинах залежить від ґрунтового-кліматичних умов, технології їх вирощування та сортових особливостей. Обґрунтування раціонального використання технології вирощування, яка б підвищувала якість продукції, вимагає встановлення кількісних залежностей якості продукції від факторів навколишнього середовища, серед яких провідне місце займають агрометеорологічні умови.

Поки що кількісні залежності якості врожаїв від погодних умов, що дозволяють складати прогнози якості очікуваного врожаю, досить мало чисельні.

Тому розробка методик прогнозу якості врожаїв є пріоритетною задачею науково-дослідних гідрометеорологічних установ. Таких методик поки що мало, але вони продовжують розроблятися.

Метою чинних методичних вказівок є ознайомлення студентів з існуючими методами прогнозів якості врожаїв деяких зернових культур, картоплі та цукрових буряків. Теми вивчення методів прогнозів якості врожаїв винесені на самостійну роботу.

Після вивчення методичних вказівок студенти повинні:

### **Знати:**

- вплив погодних умов на формування якості врожаю сільськогосподарських культур у різних ґрунтового-кліматичних зонах;
- методи прогнозів якості врожаю зернових культур;
- методи прогнозів якості врожаю технічних культур.
- методи оцінки врожайних властивостей зерна.

### **Вміти:**

- визначати головні показники якості врожаїв різних культур;
- розраховувати очікувану якість врожаїв;
- складати тексти агрометеорологічних прогнозів якості врожаїв.
- розраховувати виправданість агрометеорологічних прогнозів.

### **Оволодіти навичками:**

- користування довідковою літературою;
- користування синоптичними прогнозами погоди для визначення очікуваних умов термічного режиму та режиму зволоження;
- користування обчислювальною технікою для виконання розрахунків і т. ін.

Теоретичні підстави прогнозів якості врожаїв сільськогосподарських культур викладені в окремих виданнях, які не мають широкого розповсюдження:

1. Страшный В.Н. Методическое пособие по составлению агрометеорологического прогноза содержания белка и клейковины в зерне озимой пшеницы. ГУМС, М.:1988. – 8 с.

2. Шарапов Н.И. Повышение качества урожая сельскохозяйственных культур. Изд. «Колос», Л., 1983.

3. Киндрук Н.А., Сечняк Л.К., Слюсаренко О.К. Методические рекомендации по агрометеорологическому прогнозированию урожайных свойств семян и внедрению его в семеноводство озимой пшеницы в Украине. – М.- О.:1986. – 15 с.

4. Конторщикова О.М. Методические указания по составлению прогноза урожая сахарной свеклы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 25 с.

5. Руководство по составлению агрометеорологических прогнозов. Под ред. Е.С. Улановой. Т.1 и 2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

### **1. Вплив погодних умов на вміст білка та клейковини в зерні озимої пшениці**

Це питання висвітлене в методичних вказівках [1, 2]. Оскільки літературні джерела є у обмеженій кількості, то у чинних методичних вказівках ми зупинимось на деяких теоретичних питаннях.

Накопичення білка в зерні злакових рослин відбувається за рахунок двох джерел: використання азотистих речовин, які накопичуються у вегетативних органах до початку наливу зерна, та поглинання азоту з ґрунту в період наливу зерна. Тому агрометеорологічні умови вже на ранніх стадіях розвитку рослин впливають на якість зерна.

У період від сходів до припинення вегетації озимої пшениці найбільш тісний зв'язок вмісту білка та клейковини спостерігається з тривалістю періоду і середньою температурою повітря за період. Температура повітря 10–11 °С та тривалість періоду 40–50 днів сприяють максимальному вмісту білка та клейковини в зерні пшениці.

В ранній весняний період найбільш тісний зв'язок вмісту білка та клейковини спостерігається з середньою амплітудою температури повітря. З підвищенням амплітуди температури від 6 до 13 °С вміст білка в зерні озимої пшениці підвищується з 9 до 15 %, а клейковини з 15 до 30 %.

При доброму зволоженні ґрунту навесні відбувається інтенсивне зростання рослин та утворення бокових пагонів, тобто йде збільшення маси, яка накопичує азот. Ріст коріння значно уповільнюється. Невідповідність між розвитком коріння та надземної маси уповільнює постачання рослинам азоту. Тому спостерігається зворотній зв'язок вмісту білка та клейковини з запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на дату стійкого переходу температури повітря через 10 °С. Найгірша якість зерна спостерігається при запасах вологи більше 220 мм. При запасах вологи 100 – 120 мм якість зерна підвищується ( до 14 – 15 % білка та 26 – 30 % клейковини). Таким чином, запаси продуктивної вологи є головним інерційним фактором, який визначає не тільки умови формування врожаю, але і його якості.

При збільшенні тривалості періоду від стійкого переходу температури повітря через 10 °С до колосіння якість зерна теж погіршується. В цей період просліджується досить тісний зв'язок якості зерна з дефіцитом насичення повітря. Найвища якість зерна спостерігається за середніх дефіцитів насичення повітря 11 – 13 мб за період.

В загущених посівах зменшується кількість пагонів та листя, що формується на них. Зменшення площі листя викликає зменшення кількості азоту, що надходить в зерно. Найменший вміст білка (9 – 10 %) та клейковини (15 – 16 %) спостерігається при кількості колосоносних стебел на квадратний метр більше 900 штук. Із зменшенням гущини посівів на кожні 100 штук колосоносних стебел кількість білка зростає на 0,4 – 0,5 %, клейковини – на 1 – 2 %.

В період наливу зерна азот перетікає із вегетативних органів в зерно. Наприкінці вегетації в зерні накопичується до 61 % загальної кількості азоту.

При збільшенні тривалості періоду від колосіння до досягання та збільшенні кількості опадів в цей період вміст білка та клейковини в зерні зменшується. Найменше білка (9 %) та клейковини (15 %) спостерігається в зерні озимої пшениці за середньої температури повітря за період від колосіння до воскової стиглості 16 °С. З підвищенням температури до 24 °С воно збільшується відповідно до 15 та 30 %.

Враховуючи все вищесказане, Страшний В.М. розробив метод складання прогнозу середнього по області вмісту білка і клейковини в зерні озимої пшениці. Метод засновується на кількісних статистичних зв'язках вмісту білка та клейковини в зерні провідних сортів озимої пшениці (Миронівська 808, Миронівська ювілейна – 50, Миронівська 264) з агрометеорологічними факторами.

Очікуваний середньозважений по області вміст білка (У) в зерні розраховується після наступу фази масового колосіння за рівнянням:

$$Y = 4,45A - 0,002W + 0,11d - 0,002N + 0,38t \quad (1.1)$$

клейковини:

$$U = 0,67 + 0,37A - 0,017W + 0,65d - 0,004N + 0,86 \quad (1.2)$$

- де А – середня амплітуда температури повітря за період від відновлення вегетації до стійкого переходу через 10 °С;  
W – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (мм) на дату стійкого переходу температури повітря через 10 °С;  
d – середній дефіцит насичення повітря (мб) за період від стійкого переходу температури повітря через 10 °С до дати колосіння;  
N – кількість колосonosних стебел на квадратний метр у фазу колосіння;  
t – середня температура повітря за період від колосіння до воскової стиглості.

Рівняння застосовуються у межах змін середніх по області значень: А – від 6 до 12 °С; W – від 110 до 240 мм; d – від 5 до 14 мб; N – від 350 до 900 колосonosних стебел; t – від 16 до 23 °С.

Розрахунок очікуваної якості зерна виконується після визначення кількості колосonosних стебел на дату масового колосіння. Для виконання розрахунків по області використовуються спостереження не менше 6 – 8 станцій. Приклад розрахунку наводиться у Додатку А.

Середня амплітуда температури повітря (А) за період визначається шляхом поділу різниці сум максимальних та мінімальних температур, підрахованих за добовими значеннями, на кількість днів у періоді від дати відновлення вегетації до дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С.

Запаси продуктивної вологи (W) для розрахунків використовуються за декаду найближчу до дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С.

Дата наступу воскової стиглості розраховується за сумами ефективних температур 500 °С від дати колосіння. Середня температура визначається з синоптичного прогнозу погоди. За значеннями середніх добових температур визначається середня температура за період від колосіння до воскової стиглості. Для кожної станції всі показники розраховуються окремо. І потім у графах (табл. 1) 8 – 9, 13 – 14 та 18 визначаються середні по області величини, які необхідні для розрахунків за рівняннями (1.1) та (1.2).

При розрахунках середніх по області значень запасів продуктивної вологи та кількості колосоносних стебел необхідно використовувати спостереження не тільки агрометеорологічних станцій, але і постів та маршрутні спостереження.

*Приклад.* Розрахувати очікуваний вміст білку та клейковини в зерні озимої пшениці у Київській області. Розрахунки приведені в Додатку А. Після визначення середніх по області запасів продуктивної вологи, середньої амплітуди температур, дефіциту насичення, кількості колосоносних стебел та середньої температури повітря вони підставляються в рівняння (1.1) для визначення вмісту білка та в рівняння (1.2) для визначення вмісту клейковини:

$$U = 4,45 + 0,19 \cdot 8,7 - 0,002 \cdot 143 + 0,11 \cdot 7,0 - 0,002 \cdot 808 + 0,38 \cdot 18,6 = 12$$

Таким чином очікуваний вміст білку в зерні буде 12 %. Так же розраховується вміст клейковини. Фактичний вміст білка становив 11,6 %.

Після надходження фактичних даних по вмісту білка та клейковини розраховується виправданість прогнозу за формулою:

$$S_y = 100 - (U_p - U_f) / U_f \cdot 100 \quad (1.3)$$

де  $U_p$  – очікуваний вміст білка, або клейковини;

$U_f$  – фактичний вміст білка або клейковини.

У прикладі:  $S_y = 100 - (12 - 11,6) / 11,6 \times 100 = 97 \%$

Слід зазначити, що зростання культури землеробства відбувається повсякчасно, тому залежність якості зерна від агрометеорологічних умов буде змінюватись і через те через кожні 4 – 5 років ці залежності необхідно уточнювати.

**Завдання для виконання.** Розрахувати вміст білку та клейковини в зерні озимої пшениці сорту Миронівська 808 в Одеській області. Дані для розрахунків викладач видає кожному студенту індивідуально.

Порядок виконання розрахунків:

- виписати в робочу таблицю: дати наступу фаз розвитку озимої пшениці по 6 – 8 станціях області, починаючи з відновлення вегетації;
- виписати декадні значення температури повітря по кожній станції;
- знайти дату переходу температури повітря через 10 °С;
- розрахувати тривалість періоду від відновлення вегетації до переходу температури повітря через 10 °С;
- визначити суму максимальних температур повітря за період від відновлення вегетації до переходу температури через 10 °С;
- визначити суму мінімальних температур повітря за цей же період;
- знайти різницю між цими двома сумами;

- визначити амплітуду повітря (амплітуда визначається шляхом поділу різниці в сумах температур на тривалість періоду);
- визначити середні за період запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту;
- розрахувати дату наступу колосіння за сумами ефективних температур;
- знайти тривалість періоду від дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С до дати колосіння;
- визначити середній дефіцит насичення повітря;
- визначити дату наступу воскової стиглості;
- розрахувати тривалість періоду колосіння-воскова стиглість;
- розрахувати середню температуру повітря за цей період;
- виписати кількість колосоносних стебел;
- розрахувати всі параметри середні по області.
- знайти за рівнянням (1.1) вміст білку в зерні, за рівнянням (1.2) – вміст клейковини;
- розрахувати виправданість прогнозу за рівнянням (1.3);
- скласти текст прогнозу.

## **2. Методика розрахунку врожайних властивостей зерна озимої пшениці**

В Україні досить різноманітні ґрунтово-кліматичні умови, які поки що мало враховуються у насінницькій технології.

Методика оцінки агрометеорологічних факторів для прогнозування врожайних якостей зерна озимої пшениці розроблена в Одеському селекційно-генетичному інституті Кіндруком М.О.

Під врожайними властивостями зерна у насінництві розуміють здібність різних партій зерен одного і того ж сорту давати в різних умовах агротехніки неоднаковий врожай. В залежності від агрометеорологічних умов він може відрізнятись на 4 – 7 ц/га і більше, що навіть перебиває сортові відмінності.

Для оцінки агрометеорологічних умов для прогнозування врожайних якостей зерна використовується "екологічна модель" формування врожайних якостей зерна різного рівня: підвищені, середні та зменшені.

За основу при побудованні екологічної моделі (табл. 1) взяті параметри, розраховані по основних міжфазних періодах, починаючи від колосіння рослин: середня температура повітря, середня відносна вологість повітря, кількість атмосферних опадів, кількість днів з температурою повітря 25 °С і вище та 10 °С та нижче, і кількістю днів з



Таблиця 2.1 – Межі агрометеорологічних оптимумів формування різного рівня врожайних властивостей насіння озимої пшениці (екологічна модель)

Показник	Міжфазний період вегетації	Рівень врожайних властивостей насіння та його оцінка в балах		
		підвищений, 7 – 9	середній, 4 – 6	понижений, 1 – 3
1	2	3	4	5
Середня температура повітря, °С	Колосіння – молочна стиглість	13 – 17	10 – 12 18 – 21	менше 10 більше 21
	Молочна – воскова стиглість	16 – 18	11 – 15 19 – 23	менше 11 більше 23
Кількість днів з температурою повітря 25 °С і вище	Колосіння – молочна стиглість	0 – 5	6 – 9	більше 9
	Молочна – воскова стиглість	0 – 7	8 – 10	більше 10
Кількість днів з температурою повітря 10 °С і вище	Колосіння – молочна стиглість	0 – 4	5 – 9	більше 9
	Молочна – воскова стиглість	0 – 2	3 – 5	більше 5
	Воскова – повна стиглість	0 – 1	2 – 4	більше 5
Кількість днів з температурою повітря 5 °С і нижче	Воскова – повна стиглість	0	1	більше 1
Опади, мм	Колосіння – молочна стиглість	61 – 120	21 – 60 121 – 160	0 – 20 більше 160
	Молочна – воскова стиглість	41 – 75	11 – 40 76 – 120	0 – 10 більше 120
	Воскова – повна стиглість	0 – 20	21 – 40	більше 40

1	2	3	4	5
Середня відносна вологість повітря, %	Колосіння – молочна стиглість	56 – 80	41 – 55 81 – 95	менше 40 більше 95
	Молочна – воскова стиглість	51 – 75	36 – 50 76 – 90	менше 36 більше 90
	Воскова – повна стиглість	41 – 65	менше 40 66 – 80	більше 80
Кількість днів з відносною вологістю повітря 50 % і нижче	Колосіння – молочна стиглість	0 – 6	7 – 15	більше 15
	Молочна – воскова стиглість	0 – 4	5 – 10	більше 10
Кількість днів з відносною вологістю повітря 80 % і вище	Воскова – повна стиглість	0 – 1	2 – 4	більше 4

відносною вологістю повітря 50 % і нижче та 80 % і вище.

Кожний з цих параметрів оцінюється за десятибальною шкалою: 1 – 3 бали для формування насіння із зменшеними врожайними властивостями; 4 – 6 балів – для насіння з середніми властивостями і 7 – 9 балів – для насіння з підвищеними врожайними властивостями. При цьому, найвищий бал відповідає оптимальному значенню фактора. Якщо ж показник значно перевищує екстремальні значення факторів, то він оцінюється балом 0.

Автором методу для практичного використання при складанні прогнозу врожайних властивостей насіння розроблена таблиця, за якою будь яке значення метеорологічного елементу відображено балом врожайності ( Додаток Б).

Сума балів за усіма параметрами моделі у період від колосіння до збирання озимої пшениці відповідає первинному рівню врожайних властивостей зерна озимої пшениці. Для зерна з підвищеними врожайними властивостями ця сума становить більше 110 балів, з середніми – від 110 до 95 та зі зниженими – менше 95 балів ( табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Шкала бальної оцінки рівня врожайних властивостей зерна озимої пшениці по міжфазних періодах

Рівень врожайних властивостей	Сума балів по періодам			Загальна сума балів
	колосіння – молочна стиглість	молочна – воскова стиглість	воскова – повна стиглість	
Підвищений	вище 36	вище 38	вище 36	вище 110
Середній	31 – 36	33 – 38	31 – 36	95 – 110
Понижений	нижче 31	нижче 31	нижче 31	нижче 95

При складанні прогнозу врожайних властивостей зерна озимої пшениці необхідно виконати розрахунки:

1) за даними фенологічних спостережень визначити межі міжфазних періодів: колосіння – молочна стиглість, молочна стиглість – воскова стиглість, воскова стиглість – повна стиглість (при чому враховується період збирання хліба до 10 днів);

2) по матеріалах метеорологічних спостережень розрахувати середні значення для кожного міжфазного періоду: середньої температури повітря, кількості днів з температурою вище 25 °С ( у табл. Додатку В графа “максимальна температура повітря”, кількості днів з температурою повітря 10 °С та нижче, 5 °С та нижче ( графа "мінімальна температура повітря"), суми опадів, середньої відносної вологості повітря, кількості днів з відотною вологістю 50 % і нижче (графа "мінімальна відносна вологість"), кількості днів з відотною вологістю повітря 80 % і вище (графа "максимальна відносна вологість повітря");

3) Отримані значення елементів заносяться у робочу таблицю (Додаток В) і потім з Додатку Б визначається оцінка кожного елементу в балах за кожний міжфазний період. Потім підраховується сума балів. По ній і визначаються врожайні властивості зерна.

*Наприклад:* у період колосіння – молочна стиглість середня температура повітря становила 16,7 °С ( записи у Додатку Г). Їй відповідає оцінка врожайності у 7 балів. Після оцінки всіх елементів бали підсумовуються та визначається їх сума. Ця сума і буде критерієм оцінки агрометеорологічних умов формування врожайних властивостей зерна.

Для оперативної оцінки агрометеорологічних умов автор методу розробив номограму ( рис. 1). Отримані показники відкладаються на номограмі, де відразу буде чітко просліджуватись за яким графіком йде формування врожайних властивостей насіння, так, попередній приклад з температурою повітря в період колосіння – молочна стиглість 16,7 °С попадає у поле високих врожайних властивостей зерна.

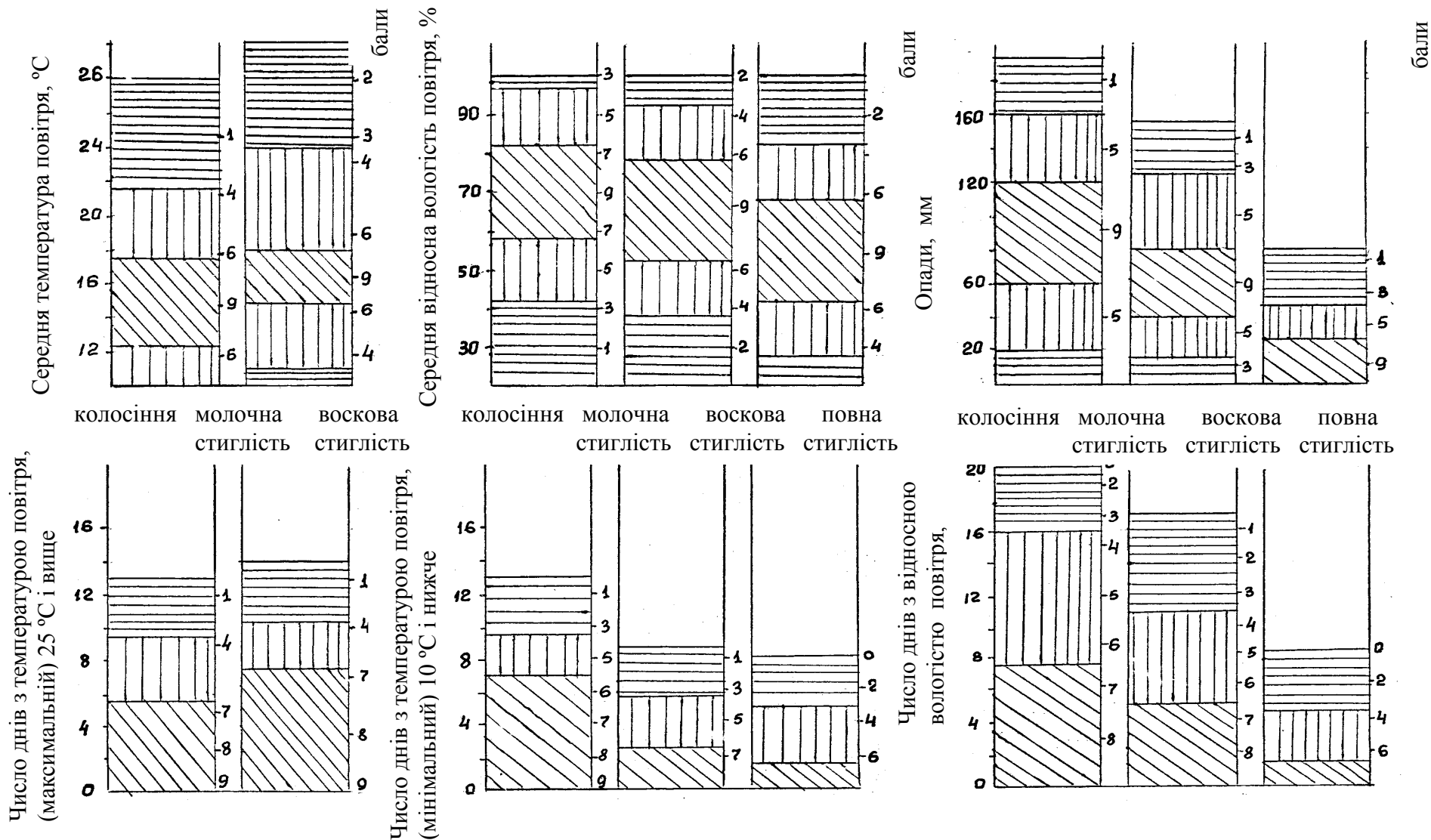

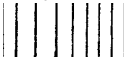
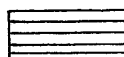


Рис.2.1. Номограма оперативної оцінки агрометеорологічних умов для прогнозу врожайних властивостей зерна озимої пшениці .  – підвищений  – середній  – знижений

За даним методом прогноз врожайних властивостей зерна можна скласти з річною завчасністю з використанням довгострокових синоптичних прогнозів та середніх багаторічних величин.

Причинами відхилення отриманих величин врожайних властивостей зерна у прогнозі бувають: відхилення від загальноприйнятої технології вирощування насіння та пошкодження зерна патогенами (збудниками грибних захворювань), клопами-черепашками та ін.

Зрошення зменшує негативний вплив високих температур на врожайні властивості зерна.

Після розрахунків врожайних властивостей зерна на великих територіях можливо виділити зони гарантованого, стійкого, нестійкого та ризикованого насінництва озимої пшениці.

На матеріалах багаторічних спостережень до зони гарантованого насінництва озимої пшениці відноситься більша частина центрального та правобережного Лісостепу (Вінницька, південні райони Київської області, Черкаська область). Ймовірність формування знижених врожайних властивостей спостерігається у більше 20 % років.

До зони стійкого насінництва відноситься лівобережний Лісостеп (Сумська, Полтавська та Харківська області), та райони північного та центрального Степу, що прилягають до цих областей, центральна частина Криму, та вузькі смуги біля Чорного та Азовського морів. Низьковрожайні властивості зерна тут спостерігаються не більше 17 – 25 % років.

Південно-східні райони північного та центрального Степу (Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Запорізька області), південний Степ, за виключенням центральної частини Криму, а також центральне та східне Полісся (Житомирська, центральні та північні райони Київської області, Чернігівська область) відносяться до зони нестійкого насінництва. Ймовірність формування знижених властивостей зерна спостерігається тут майже у 30 % років, тобто один раз у 3 – 4 роки.

До зони ризикованого насінництва відносяться північно-західна частина Полісся, західна частина Лісостепу (окрім придністровської частини), північно-західні райони Хмельницької області, гірські та передгірські райони Карпат). Низькі врожайні властивості зерна тут формуються раз у 2 – 3 роки.

**Завдання для виконання:** розрахувати врожайні властивості насіння зерна озимої пшениці сорту Миронівська 808 в одній із областей України. Дані для розрахунків надаються викладачем кожному студенту індивідуально

Порядок розрахунків наведено на стор. 6 пункт 1, 2, 3. При виконанні розрахунків необхідно користуватись номограмою (рис. 2.1).

У Додатку Д наводиться приклад використання екологічного прогнозування у технологічному процесі виробництва насіння озимої пшениці.

### 3. Оцінка агрометеорологічних умов накопичення цукру у коренеплодах цукрових буряків

На вміст цукру у коренеплодах впливають ґрунтово-кліматичні та погодні умови, агротехніка та культура землеробства (догляд за посівами, термін та якість збирання, тривалість періоду збирання коренеплодів, тривалість зберігання до початку переробки, виведення нових сортів, внесення добрив).

Дослідженнями М.І. Орловського [5] було встановлено, що вміст цукру у коренеплодах тим більший, чим більше зберігається старе листя наприкінці вегетації та чим менше утворюється нових листків восени.

При в'яненні листя процес фотосинтезу уповільнюється і через те уповільнюється накопичення цукру. При вирощування цукрових буряків інколи складаються такі умови, за яких відбувається інтенсивний ріст коренеплоду, але накопичення цукру залишається незначним. Буває і навпаки, накопичення цукру відбувається інтенсивно, а приріст коренеплоду дуже незначний. Такі умови спостерігаються за ясної теплої погоди при недостатньому зволоженні ґрунту. Надмірне зволоження викликає зменшення вмісту цукру в буряках.

Дослідження впливу запасів продуктивної вологи у ґрунті на вміст цукру в коренеплодах показало, що зменшення цукру спостерігається як при значних запасах продуктивної вологи, так і при їх недостатній кількості. Якщо у період інтенсивного накопичення цукру запаси вологи в ґрунті більше 160 мм, вміст цукру зменшується на 15 %. Найбільший вміст цукру спостерігається при запасах вологи 60 мм у метровому шарі ґрунту. Запаси вологи шару 0 – 50 см на вміст цукру впливають мало.

Дослідженнями О.М. Конторщикової встановлено, що для оцінки умов накопичення цукру краще користуватись величиною вологозабезпеченості, особливо це стосується посушливих років [4].

Важливим фактором накопичення цукру в коренеплодах є надходження сонячної радіації. За доброї вологозабезпеченості посівів зв'язок вмісту цукру ( $y$ ) з приходом сонячної радіації за період накопичення цукру ( $S$ ) характеризується високим значенням коефіцієнту кореляції ( $r$ ):

$$Y = 0,23S + 14 \quad (1.4)$$

$$r = 0,72 + 0,03$$

Величина приходу сонячної радіації розраховується за формулою С.І. Сивкова [5].

Але слід відзначити, що не в усіх природно-кліматичних зонах ця залежність характеризується високим значенням коефіцієнту кореляції.

Для Донецько-Придніпровського та Південно-Західного економічних районів цей зв'язок значно слабший. Причини погіршення тісноти зв'язку у цих районах різні. На території Донецько-Придніпровського району вологозабезпеченість посівів у період від 20 липня по 20 вересня буває низькою.

У Південно-Західному економічному районі, навпаки, дуже часто бувають випадки перезволоження ґрунту, яке зменшує вміст цукру у коренеплодах.

Слід зазначити, що на переважній більшості території вирощування цукрових буряків вологозабезпеченість у 80 % років у період з 20 липня по 20 вересня буває недостатньою (50 – 60 % від оптимальної).

О.М. Конторщикова було знайдено графічну залежність вмісту цукру від вологозабезпеченості посівів та приходу сонячної радіації за період з 1 серпня по 20 вересня для основних районів вирощування цукрових буряків (рис. 3.1 а, б, в).

Було запропоновано оцінку умов накопичення цукру на території України виконувати за такими градаціями:

- дуже добрі, вміст цукру більше 18 %;
- добрі, вміст цукру 17 – 18 %, вологозабезпеченість 50 – 80 % від оптимальної, сума прямої сонячної радіації від 12,5 до 14,5 ккал/см<sup>2</sup>;
- задовільні, вміст цукру становить 16 %, вологозабезпеченість 7—100 %, сума прямої радіації від 10,5 до 12,5 ккал/см<sup>2</sup>;
- погані умови, вміст цукру менше 15 %, вологозабезпеченість оптимальна, пряма сонячна радіація менше 11,5 ккал/см<sup>2</sup>.

Для чорноземних областей Росії показники вологозабезпеченості та прямої сонячної радіації будуть дещо нижчі (див. рис. 3.1, а).

У Південно-Західному економічному районі оцінку умов накопичення цукру краще виконувати не за показниками вологозабезпеченості, а за значеннями запасів продуктивної вологи. Встановлено (рис. 3.2), що найкращі умови для доброго накопичення цукру складаються при запасах продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту не менше 50 мм і не більше 110 мм, та сумі прямої сонячної радіації більше 13 ккал/см<sup>2</sup>. Добрі умови складаються при запасах вологи не менше 40 та не більше 130 мм і сумі радіації вище 11 ккал/см<sup>2</sup>. Незадовільні умови для накопичення цукру складаються при запасах вологи більше 170 мм і сумі прямої радіації менше 10 ккал/см<sup>2</sup>.

### **3.1. Прогноз агрометеорологічних умов накопичення цукру в коренеплодах цукрових буряків**

Одержані О.М. Конторщикова залежності (рис. 3.1, 3.2) використовуються для складання прогнозу вмісту цукру у коренеплодах.

Однак, в прогнозах погоди нема відомостей про пряму сонячну радіацію, або фотосинтетично-активну радіацію (ФАР). Для визначення прямої радіації І.М. Ярославцев запропонував рівняння:

$$S = 0,08t - 65 \quad (1.5)$$

де  $S$  – очікувана сума прямої радіації, ккал/см<sup>2</sup> за період з 1 серпня по 20 вересня;

$t$  – сума активних температур повітря за той же період, °С.

Температура повітря визначається з синоптичного прогнозу погоди.

Слід зазначити, що не для всіх районів вирощування цукрових буряків сума температур буде з 1 серпня по 20 вересня. Для Донецько-Придніпровського району ця сума використовується за період з 20 червня по 20 вересня. Крім того, в цих районах на накопичення цукру дуже впливає величина випаровування. Н.І. Михайловою для Південно-Західного району запропонована формула для розрахунку сум прямої сонячної радіації:

$$S = 0,018t - 0,003x - 1,20 \quad (1.6)$$

для Донецько-Придніпровського району :

$$S = 0,014t - 0,006E + 3,510 \quad (1.7)$$

де  $t$  – сума активних температур, °С;  $E$  – сумарне випаровування, мм за період з 20 липня по 20 вересня.

Сумарне випаровування розраховується за спрощеним рівнянням водного балансу:

$$E = (W_1 + x) - W_2 \quad (1.8)$$

де  $W_1$  та  $W_2$  – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на початок та кінець декади відповідно, мм;  $x$  – сума опадів за декаду, мм.

Температура повітря і сума опадів визначаються з синоптичного прогнозу погоди.

*Приклад.* Прогноз складається після 1 серпня. Розрахунки очікуваного вмісту цукру краще виконувати у робочій таблиці (табл. 3.1).

З прогнозу погоди визначаються: очікувана температура повітря, та сума опадів. З даних спостережень виписуються у робочу таблицю значення запасів продуктивної вологи до дати складання прогнозу. Потім розраховуються очікувані запаси продуктивної вологи на прогнозований період по залежностях О.М. Конторщиковой. Розраховуються суми



Таблиця 3.1 – Приклад розрахунку вологозабезпеченості посівів і накопичення цукру в цукрових буряків до кінця вегетації

Показники	Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Середня декадна температура повітря в поточному році	10,3	14,7	15,2	16,8	19,3	19,2	17,4	18,4	–	–	–	–	–	–
за нормою	9,2	12,7	14,4	15,8	17,2	18,1	19,1	20,3	20,8	21,0	20,4	19,1	16,8	14,5
за прогнозом	–	–	–	–	–	–	–	–	19	18	20	18	14	13
Сума температур за прогнозом	–	–	–	–	–	–	–	–	209	389	589	787	927	1057
Сума опадів у поточному році	29	19	28	13	2	13	77	6	–	–	–	–	–	–
за прогнозом (х)	–	–	–	–	–	–	–	–	18	17	16	15	15	15
Сума середньо добового дефіциту вологості повітря, мб	52	85	69	92	117	90	60	57	–	–	–	–	–	–
мм	38	60	52	69	88	68	45	43	–	–	–	–	–	–
Коефіцієнт для визначення потреби цукрових буряків у волозі	0,22	0,26	0,31	0,39	0,49	0,65	0,72	0,80	–	–	–	–	–	–
Сумарне випарування, мм фактичне	22	36	36	32	32	32	34	22	–	–	–	–	–	–
прогнозоване (Е)	–	–	–	–	–	–	–	–	33	31	30	27	23	18
Потреба цукрових буряків у	8	16	16	27	43	44	32	34	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
волозі														
Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 100 см за період минулий (W)	–	175	167	148	118	99	142	118	–	–	–	–	–	–
прогнозований (W)	–	–	–	–	–	–	–	–	103	90	80	71	62	67
Вологозабезпеченість посівів за декаду, %	100	100	100	100	75	73	100	94	–	–	–	–	–	–
Сума процентів вологозабезпеченості наростаючим підсумком		200	300	400	475	548	648	742	–	–	–	–	–	–
Середня вологозабезпеченість (в % посівів за минулий період вегетації)		100	100	100	95	91	92	92	–	–	–	–	–	–

активних температур, вона очікується 1057 °С. Сумарне випаровування розраховується за спрощеним рівнянням водного балансу [1, 8] – воно становить 147 мм. Потім за формулою (1.5) розраховується сума прямої сонячної радіації – 17,4 ккал/см<sup>2</sup>. Для визначення очікуваного вмісту цукру необхідно також знати вологозабезпеченість посівів (V) за весь період вегетації. Вона розраховується за даними середньої вологозабезпеченості (V<sub>1</sub>), яка на дату складання прогнозу становила 92 %, за формулою:

$$V = 1,4V_1 - 45 \quad (1.9)$$

$V = 1,4 \times 92 - 45 = 84 \%$ . Середня вологозабезпеченість за прогнозований період буде  $92 + 84 / 2 = 88 \%$ . Далі з рис. 3.2 визначається очікуваний по області вміст цукру у коренеплодах – він становить 17,6 %.

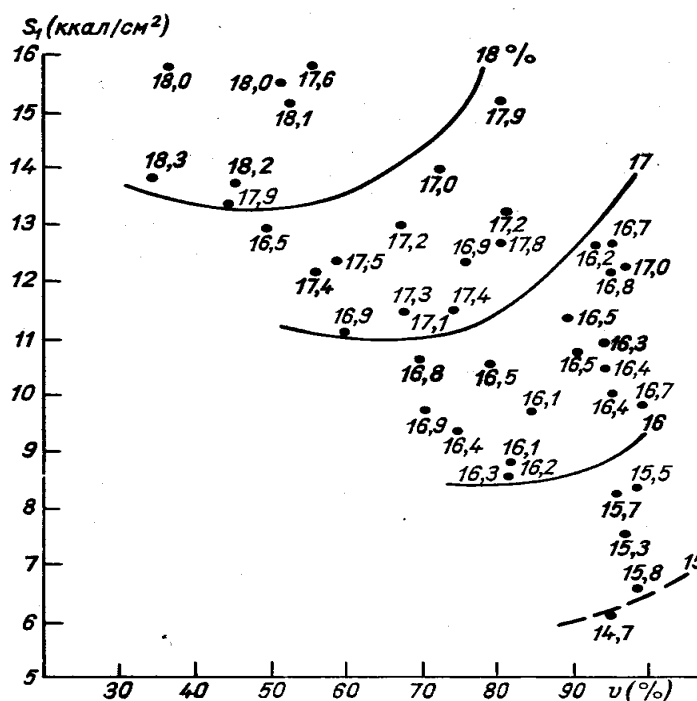


Рис. 3.1. а) Залежність накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації від прямої сонячної радіації (S<sub>1</sub>) і вологозабезпеченості посівів (v) за період інтенсивного накопичення цукру для центральної чорноземної зони (в середньому по області).

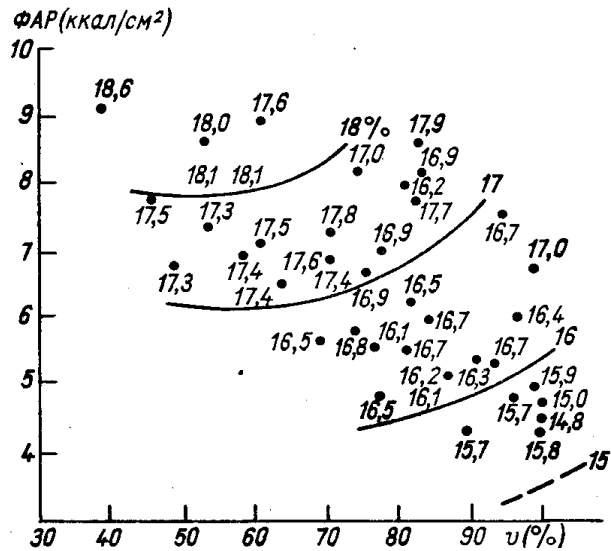


Рис. 3.1. б) Залежність накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації від суми фотосинтетично активної радіації (ФАР) і вологозабезпеченості посівів ( $v$ ) за період інтенсивного накопичення цукру для центральної чорноземної зони (в середньому по області).

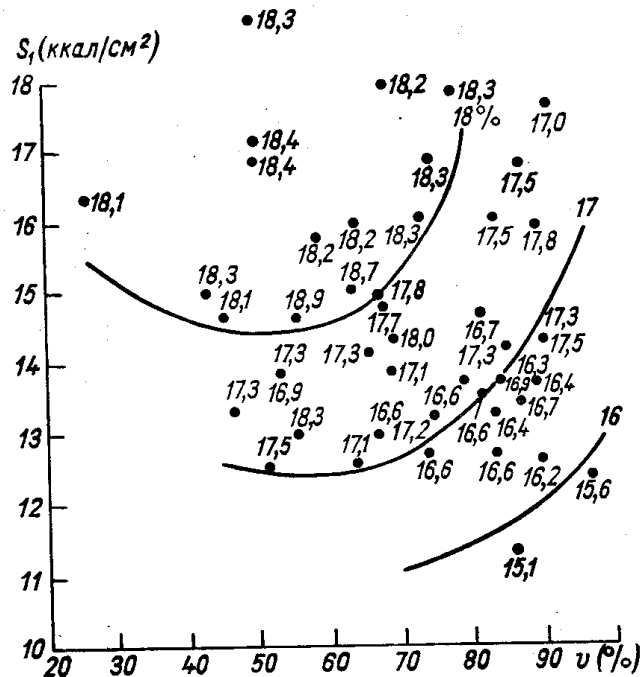


Рис. 3.1. в) Залежність накопичення цукру в цукрових буряків до кінця вегетації від прямої сонячної радіації ( $S_1$ ) і середньої вологозабезпеченості посівів ( $v$ ) за період інтенсивного накопичення цукру для лівобережної частини України (в середньому по області).

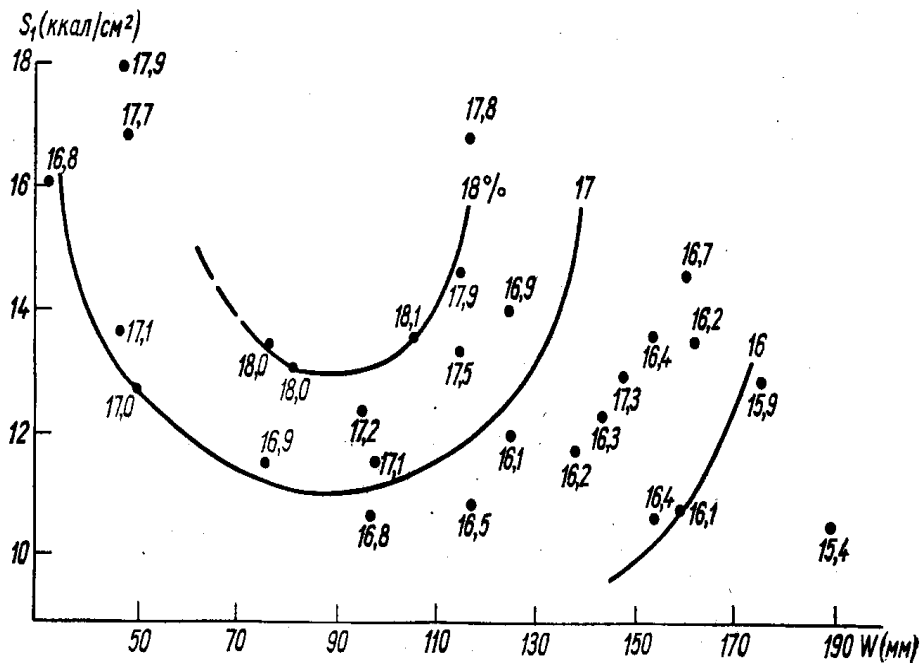


Рис. 3.2. Залежність накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації від прямої сонячної радіації ( $S_1$ ) і запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 100 см ( $W$ ) за період інтенсивного накопичення цукру для західних областей України (в середньому по області).

Приклад розрахунку вологозабезпеченості посівів і накопичення цукру в буряках наводиться у таблиці 3.1

#### 4. Метод оцінки гідрометеорологічних умов формування врожаю зернових культур

Кількісну оцінку впливу метеорологічних умов на формування врожаю сільськогосподарських культур проводять за допомогою коефіцієнта продукційності, який представляє собою відношення різниці між фактичним та оптимальним значенням урожаю до біологічного ефективного інтервалу, який має бути виражений в одиницях врожаю даної культури. Коефіцієнт продукційності враховує вплив метеорологічних елементів на формування врожаю в інтервалі від біологічного мінімуму до біологічного максимуму і є відображенням законів мінімуму, оптимуму і максимуму. За його допомогою визначається відповідність між потребами рослин у даний період розвитку та метеорологічними умовами, які склалися в цей же час. Коефіцієнт продукційності змінюється від 0 до 100 %. Його нульове значення показує, що даний метеорологічний елемент

обумовлює зовсім малу врожайність за певних погодних умов, а коефіцієнт, що становить 100 % – максимальну. Цей діапазон розподілено на групи з різною якісною оцінкою умов: від 85 до 100 % – сприятливі; від 65 до 84 % – задовільні; від 45 до 64 % – несприятливі; від 24 до 44 % – дуже несприятливі та від 0 до 23 % – надзвичайні умови.

Коефіцієнт продукційності (%) за даними В.П.Дмитренка по температурі повітря для формування врожайності від сівби до дозрівання аналітично має вигляд:

$$\eta(T) = \frac{m(t)}{M(T_o)} = 100 \cdot e^{a \left( \frac{T-T_o}{10} \right)^2}, \quad (1.10)$$

де  $\eta(T)$  – відношення реального приросту продукції  $m(t)$  при температурі  $t$  до найбільш можливого  $M(T_o)$  при оптимальній температурі  $T_o$  у даний період вегетації;

$a$  – параметр.

Особливості впливу опадів відображаються коефіцієнтами продукційності, котрі можуть бути розраховані у будь-який час вегетації за виразом:

$$\eta(R) = \frac{m(R)}{M(R_o)} = \left( 1 + \frac{R - R_o}{R_o - R_{\min}} \right)^{a_1} \cdot \left( 1 - \frac{R - R_o}{R_{\max} - R_o} \right)^{a_2} \cdot 100, \quad (1.11)$$

де  $\eta(R)$  – відношення реального приросту продукції  $m(R)$  при даній кількості опадів  $R$  до максимально можливого приросту  $M(R_o)$  при оптимальній сумі опадів  $R_o$  у будь-який час вегетаційного періоду;

$R_{\min} = 0$  – біологічний мінімум опадів;

$R_{\max}$  – біологічний максимум опадів;

$a_1$  та  $a_2$  – параметри.

Спільний вплив температури повітря та опадів на формування врожаю у будь-який міжфазний період вегетації оцінюється перемноженням відповідних коефіцієнтів продукційності:

$$\eta(R) = \frac{m(R)}{M(R_o)} = e^{a \left( \frac{T-T_o}{10} \right)^2} \cdot \left( 1 + \frac{R - R_o}{R_o - R_{\min}} \right)^{a_1} \times \left( 1 - \frac{R - R_o}{R_{\max} - R_o} \right)^{a_2} \cdot 100, \quad (1.12)$$

де  $\eta(T,R)$  – відношення реального приросту продукції за реальних умов у будь-який період вегетації до найбільш можливого при оптимальних температурах повітря і кількості опадів.

В цілому за вегетаційний період вплив температури повітря та опадів оцінюється за формулою:

$$S(T,R) = \sum_{i=1}^n \eta_i(T)\eta_i(R)\alpha_i, \quad (1.13)$$

де  $S(T,R)$  – сумарний коефіцієнт продукційності;

$\alpha$  – ваговий коефіцієнт, що враховує внесок будь-якого міжфазного періоду у формування врожайності за найсприятливішої гущини та маси рослин.

Співмножники  $\eta(T)$  та  $\eta(R)$  для кожного періоду вегетаційного циклу визначаються за формулами (1.10) та (1.11). Значення  $\alpha$  розраховується за формулою:

$$\alpha = \frac{1}{1 + C(1 - \tau)e^{-\gamma_o\tau}}, \quad (1.14)$$

де  $C$  – параметр, який відображає вплив агрометеорологічних умов у передпосівний період;

$\tau$  – вегетаційний період у частках одиниці;

$\gamma_o$  – середній початковий коефіцієнт самозріджування посівів.

Сумарний коефіцієнт продукційності по температурі повітря та кількості опадів за весь вегетаційний період  $S(T,R)$  враховує внесок поіменованих метеорологічних елементів у формування врожайності.

Оцінка гідрометеорологічних умов формування врожаю озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи за допомогою вищенаведених закономірностей проводиться на території області, району або окремого господарства з рівнинним або слабонересіченим рельєфом.

В.П.Дмитренком встановлені оптимальні значення температури повітря та опадів для озимої пшениці, ярого ячменю та сортів кукурудзи різної скоростиглості (табл.4.1).

Надійну оцінку умов формування врожаю можливо одержати, якщо достовірна початкова інформація, особливо про опади, що відзначаються дуже великою нерівномірністю. Тому необхідно мати достатню кількість пунктів спостережень. Наприклад, якщо площа посіву озимої пшениці  $65 \text{ км}^2$ , то треба мати не менше 4 – 16 опадовимірювальних постів. Температура повітря змінюється значно менше і тому достатньо мати значення температури у двох пунктах, розташованих на відстані не більше

Таблиця 4.1 – Оптимальні значення температури повітря ( $T$ ) та опадів ( $R$ ) у різні періоди вегетаційного циклу і параметри для розрахунку коефіцієнтів продуктивності

Період вегетаційного циклу	Місяці	Оптимальна температура повітря $T_0, ^\circ\text{C}$	Параметр $a$		Опти- мальна сума опадів $R_0, \text{мм}$	Параметри рівняння (8.29)			Ваговий коефіцієнт $\alpha$
			$T \leq T_0$	$T > T_0$		$R_{\text{макс}}$	$a_1$	$a_2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Озима пшениця									
Передпосів- ний	VII- VIII	18	-1	-2	130	526	1/3	1	7
Посів- укорінення	IX-X	13	-1	-2	170	411	1/3	1/2	7
Ріст пагонів	XI	5	-1	-2	120	243	1/2	1/2	5
Зимовий спокій	XII-II	-0,5	-1	-2	160	552	1/2	1	29
Утворення генеративних органів	III-V	8	-1	-2	170	709	1/3	1	36
Формування зерна	VI	17	-1	-2	17	320	0	2	9
Дозрівання	VII	22	-1	-2	<10	320	0	2	7
Ярий ячмінь									
Передпо- сівний	XII-II	-1	-1	-2	100	450	1/2	2	9
Посів- укорінення	III-IV	4	-1	-2	100	340	1/3	1	30
Формування вегетаивних органів	V	13	-1	-2	120	300	1/3	1/2	27
Утворення генеративних органів	VI	18	-1	-2	90	430	1/2	2	22
Дозрівання	VII	19	-1	-2	<10	420	0	1/2	12



Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кукурудза ранньостигла									
Передпосівний	XII-III	-1	-2	-4	210*	520*	1*	3/2*	17
Сівба- укорінення	IV-V	11	-2	-4	100	340	1	2	27
Формування вегетативних органів	VI-VII	17	-2	-4	180	480	1	3/2	37
Утворення генеративних органів	VIII	16	-2	-4	70	300	1/2	2	12
Дозрівання	IX	11	-2	-4	<10	220	1	2	7
Кукурудза середньостигла									
Передпосів- ний	XII- III	-1	-2	-4	170**	480* *	1**	3/2**	15
Посів- укорінення	IV-V	11	-2	-4	100	340	1	2	26
Формування вегетативних органів	VI- VII	18	-2	-4	180	480	1	3/2	38
Утворення генеративних органів	VIII	18	-2	-4	70	300	1/2	2	14
Дозрівання	IX	12	-2	-4	<10	220	1	2	7
Кукурудза пізньостигла									
Передпосів- ний	XII-III	-1	-2	-4	170	480	1	3/2	5
Посів- укорінення	IV-V	12	-2	-4	130	450	1/2	1	23
Формування вегетативних органів	VI-VII	18	-2	-4	180	480	1	3/2	52
Утворення генеративних органів	VIII	18	-2	-4	90	300	1/2	1	14
Дозрівання	IX	14	-2	-4	40	220	1/2	2	6

Примітка:

1. Зірочкою (\*) позначені показники для Полісся; для лісостепової і степової зони використовуються показники середньостиглих сортів кукурудзи.
2. Показники позначені двома зірочками (\*\*) для Полісся повинні бути використані тільки для ранньостиглих сортів.

ніж 30-40 км один від одного. Авторами методу розрахований необхідний мінімум кількості пунктів спостережень на території різної площі (табл.4.2).

Аналіз динаміки коефіцієнтів продукційності показав, що в різні роки в залежності від гідрометеорологічних умов, значення коефіцієнтів змінюється, особливо в аномальні роки. Тому одержання високих врожаїв можливе лише в тому випадку, коли проводиться щорічне корегування технології вирощування культури у відповідності з погодними умовами.

Таблиця 4.2 – Необхідний мінімум кількості пунктів спостережень на різній площі

Площа території		Спостереження над			
км <sup>2</sup>	тис.га	опадами з помилкою		температурою з помилкою	
		5%	10%	0,1 <sup>0</sup> С	0,2 <sup>0</sup> С
<10	<1	15	4	1	1
11-200	1-20	16	4	1	1
200-500	20-50	17	5	2	1
500-3000	50-300	18	5	3	1
3000-5000	300-500	19	6	6	2
5000-7000	500-700	20	6	6	2
7000-10000	700-1000	21	6	6	3
10000-15000	1000-1500	22	7	7	3
15000-20000	1500-2000	23	8	8	3
20000-25000	2000-2500	24	8	9	4
25000-30000	2500-3000	25	8	10	4
30000-35000	3000-3500	26	8	11	4
35000-50000	3500-5000	27	9	12	5

У *табл.4.3* наводяться загальні рекомендації щодо технології вирощування зернових культур при різних значеннях коефіцієнта продукційності.

Модель (формула  $y_i = y_c + A_c t$ ) дозволяє також оцінювати вплив несприятливих явищ у загальному вигляді, без розподілу на окремі складові. За оцінку несприятливих явищ можна використати величину недобору ( $\delta$ ) врожаю, яка визначається як:

$$\delta_o = 1 - y_\phi / y, \quad (1.15)$$

де  $y$  – середній із максимальних врожаїв;

$y_\phi$  – врожай при несприятливих явищах.

Загальний недобір врожаю відбувається за рахунок загальних метеорологічних умов ( $\delta_m$ ) та випадкових і локальних несприятливих явищ і факторів ( $\delta_l$ ):

$$\delta_o = \delta_m + \delta_l; \quad (1.16)$$

$$\delta_m = 1 - S(T,R); \quad \delta_l = \delta_o - \delta_m \quad (1.17)$$

#### **4.1. Загальна оцінка продуктивності та умов вегетації сільськогосподарських культур**

Загальну відносну оцінку продуктивності та умов вирощування будь-якої культури розраховують за допомогою відношення  $\eta_j (y)$  фактичної величини врожаю ( $y_j$ ) до її потенціалу ( $y$ ) за формулою:

$$\eta_j (y) = y_j / y, \quad (1.18)$$

де  $y_j$  – фактична величина врожаю у поточному році, ц/га;

$y$  – господарський максимум у тому ж році на тій же території, ц/га.

Показник  $\eta_j (y)$  змінюється від 0 до 100%. Характеристика значень  $\eta_j (y)$  наводиться у *табл.4.4*. Розподіл відносних врожаїв на групи різного рівня виконується за допомогою графіків і зв'язків з  $S(T,R)$  і є орієнтовним. В шкалі відносних врожаїв відзначено 6 груп із сприятливими, добрими, задовільними, несприятливими та надзвичайними умовами.

Кожній із груп відповідає чисельна оцінка загальних умов в порівнянні з господарським максимумом та екологічним мінімумом

Таблиця 4.3 – Загальні рекомендації щодо технології вирощування зернових культур при різних значеннях коефіцієнтів продукційності по температурі повітря та кількості опадів

Вид технології	Коефіцієнт продукційності, %			Період вегетації
	85-100	65-85	35-65	
Розміщення культур	По будь-яких рекомендованих попередниках	Диференційоване розміщення в залежності від вологості ґрунту	Розміщення тільки на полях з достатнім та оптимальним зволоженням	Передпосівний
Система обробки ґрунту	Рекомендований оптимум	Система обробки, що зберігає або підсушує ґрунт	Система обробки, що зберігає вологу та охолоджує ґрунт або підсушує ґрунт та робить його теплішим	Передпосівний і інші в залежності від виду культури
Добрива, дози	Ті ж	Зменшення дози при нестачі вологи та збільшення її при надмірних опадах	Ті ж	У відповідності з агротехнічними правилами
Норма висіву	"-"	Збільшення норми для озимих і ячменю, зменшення для кукурудзи	Збільшення норми	Передпосівний
Заглиблення насіння	"-"	Збільшена глибина при сухому ґрунті, зменшена при перезволоженні	Збільшення глибини	"-"
Регулювання густоти посіву	"-"	Невелике проріджування	Значне проріджування	У відповідності з агротехнічними правилами
Підсів та пересів	Не проводиться	Частковий підсів і пересів	Значний підсів і пересів	Після відновлення вегетації

Таблиця 4.4 – Шкала загальної оцінки продуктивності та умов вегетації сільськогосподарських культур

Величина врожаю в порівнянні з його потенціалом	Оцінка продуктивності, %	Якісна оцінка продуктивності культури	Оцінка агрометеорологічних умов, %
1. Наближена до господарського максимуму	70-100	Найбільша	85-100
2. Більша за середню між господарським максимумом та економічним мінімумом	55-70	Велика	65-85
3. Середня між названими показниками та наближена до середньої багаторічної	45-55	Середня	35-65
4. Менша за середню між названими показниками	30-45	Мала	-""-
5. На рівні екологічного мінімуму	15-30	Найменша	15-35
6. Економічно збиткова	0-15	Згубна	0-15

Таблиця 4.5 – Значення господарського максимуму врожаїв зернових культур в областях України станом на 1990 р.

Область	Господарський максимум врожаїв, ц/га						
	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Кукурудза	Овес	Озиме жито	Просо	Гречка
1	2	3	4	5	6	7	8
Вінницька	49	40	49	36	29	29	16
Волинська	42	46	78	34	28	12	11
Дніпропетровська	44	37	51	38	31	32	22
Донецька	50	37	43	36	36	30	21
Житомирська	36	33	57	26	20	18	14
Запорізька	44	34	47	39	34	30	22
Івано-Франківська	43	40	66	35	26	26	17
Київська	47	40	51	35	24	27	17
Кіровоградська	41	39	53	39	32	33	21
Кримська АР	41	37	53	41	34	20	-
Луганська	43	39	40	37	31	31	23

1	2	3	4	5	6	7	8
Львівська	40	40	59	31	34	23	14
Миколаївська	39	32	36	34	30	29	19
Одеська	38	36	41	33	30	25	19
Полтавська	49	39	51	35	33	31	19
Рівненська	44	46	69	33	28	24	13
Сумська	44	38	42	32	27	24	15
Тернопільська	48	46	84	35	38	29	16
Харківська	44	40	38	38	33	32	22
Херсонська	42	34	47	35	32	23	17
Хмельницька	43	42	56	37	27	29	20
Черкаська	51	41	62	40	33	32	22
Чернівецька	53	48	68	42	31	-	-
Чернігівська	42	38	52	31	24	22	16

врожайності. Господарський максимум визначається за методом. Він визначений для основних культур для областей України (табл.4.5). Економічний мінімум визначається як рівень врожайності, при якому покриваються витрати на вирощування культури у заданих умовах та отримується певний мінімальний прибуток. Економічний мінімум пропорційний середній врожайності, а також відношенню собівартості до закупівельної вартості. В різних зонах України економічний мінімум озимої пшениці приблизно становить 4 – 5 ц/га  $\pm$  10 % середнього врожаю за останні 10 років.

Оцінка загальних умов вегетації сільськогосподарських культур виконується за формулою (1.18).

Оцінка агрометеорологічних умов вирощування сільськогосподарських культур виконується для великих територій (регіон, область) у різні періоди вегетації за спільними коефіцієнтами продуктивності, а також шляхом порівняння коефіцієнтів продуктивності у різних областях.

#### 4.2. Оцінка недобору врожаю польових культур

Оцінка недобору врожаю польових культур поділяється на 3 частини: оцінку загального та відносного недобору врожаю ( $\Delta_o$ ), оцінку недобору за рахунок загальних метеорологічних умов ( $\Delta_m$ ) і недобору за рахунок локальних та епізодичних несприятливих умов і факторів ( $\Delta_l$  та  $\delta_l$ ).

Визначення загального недобору врожаю залежить від вибору задачі: економічної, ресурсної, спеціальної. Для цього за формулою ( $y_i = y_c + A_c t$ ) спочатку виконується розрахунок господарського потенціалу будь-якої зернової культури за інтервал часу. Потім за формулою (1.16) оцінюється загальний недобір врожаю за кожен рік інтервалу та його середнє значення. При обчисленні середнього недобору щорічний господарський максимум врожайності обраховується на рік, що відповідає середині ряду величин врожайності. Потім статистичними методами оцінюється характеристика недобору: його динаміка, розподіл загального значення, середньоквадратичне відхилення. Потім виконується аналіз причин, які обумовлюють рівень, фонд, розмах коливань недоборів та інші обставини.

В УкрНДГМІ розрахована сумарна повторність значень  $\delta_o > 30$  та  $\leq 30$  % зернових культур для економічних районів України (табл.4.6).

Суттєво впливає на загальний недобір врожаю недобір його за рахунок загальних метеорологічних умов,  $\delta_m$ .

Аналіз повторностей значень  $\delta_m$ , виконаний в УкрНДГМІ, (табл.4.7) показує, що для кожної зернової культури по економічних районах є свої особливості, які викликані відмінностями агрокліматичних умов районів та біологічними особливостями культур.

Таблиця 4.6 – Ймовірність  $P(\%)$  значень відносного загального недобору  $\delta_o > 30$  та  $\leq 30\%$  зернових культур в Україні (за даними УкрНДГМІ)

Економічний район	Озима пшениця		Озиме жито		Ярий ячмінь		Овес	
	>30	≤30	>30	≤30	>30	≤30	>30	≤30
Південно-західний (ПЗ)	58,6	41,4	71,7	28,3	62,9	37,1	74,3	25,7
Донецько-Придніпровський (ДП)	77,9	22,1	74,0	25,1	78,9	21,1	83,6	16,4
Південний (П)	64,3	35,7	82,4	17,6	82,7	17,3	87,6	12,4
Україна	66,1	33,9	74,5	25,5	69,8	30,2	79,2	20,8

Недобір врожаю за рахунок локальних та епізодичних несприятливих явищ та факторів включає всі ті причини, що не увійшли до попередніх показників. Сюди відносяться: господарські негаразди, порушення

технології вирощування, невідповідність технологій кліматичним умовам, втрати від шкідників та хвороб, несвоєчасне та неправильне вживання добрив, короткочасні несприятливі метеорологічні явища та ін. Цей показник дає підстави для приведення організації та технологій виробництва у відповідність з поставленою метою.

Таблиця 4.7 – Ймовірність  $P(\%)$  значень  $\delta_m > 20$  та  $\leq 20\%$  зернових колосових культур по економічних районах

Економічний район	Озима пшениця		Озиме жито		Ярий ячмінь		Овес	
	$\leq 20$	$> 20$	$\leq 20$	$> 20$	$\leq 20$	$> 20$	$\leq 20$	$> 20$
Південно-західний (ПЗ)	49,9	50,1	95,0	5,0	91,7	8,3	24,1	75,9
Донецько-Придніпровський (ДП)	47,1	52,9	88,2	11,8	57,4	42,6	48,2	51,8
Південний (П)	46,2	53,8	84,4	15,6	42,0	58,0	73,1	26,9

Також визначена структура загального недобору врожаю зернових в Україні (табл.4.8).

Таблиця 4.8 – Структура (%) загального недобору врожаю зернових колосових культур в Україні (за даними Укр НДГМІ)

Культура	Економічний район			Україна
	Південно-Західний	Донецько-Придніпровський	Південний	
Озима пшениця	65	56	61	61
	35	44	39	39
Озиме жито	30	32	38	32
	70	68	62	68
Ярий ячмінь	36	49	58	46
	64	51	42	54
Овес	68	54	36	56
	32	46	64	44

Величина недобору зерна колосових залежить від умов тепло- та вологозабезпеченості. Існує тісний зв'язок між загальним недобором врожаю та недобором через локальні несприятливі явища.

Розрахунок недоборів зерна, визначення їх величини та причин дозволить вирішити цілу низку задач у господарстві.



## 5. Оцінка агрометеорологічних умов в період збирання врожаю картоплі

Метод оцінки агрометеорологічних умов періоду збирання картоплі запропонований А.М.Польовим [5] і ґрунтується на врахуванні умов зволоження орного шару ґрунту в декаду збирання, максимальної температури повітря та суми опадів в день збирання, а також вологості стійкого в'янення орного шару ґрунту.

Було одержано рівняння зв'язку, що описує вплив агрометеорологічних умов на втрати врожаю бульб картоплі при збиранні.

$$y = 3,55v + 0,01w^2 - 0,95w + 1,42t + 0,43r^2 - 1,38r - 1,20 \quad (1.19)$$

$$R = 0,73; \quad S_y = \pm 14,14; \quad n = 49$$

де  $y$  – втрати картоплі при збиранні, %;

$v$  – вологість стійкого в'янення орного шару ґрунту, %;

$w$  – запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту в декаду збирання, мм;

$t$  – максимальна температура повітря в день збирання,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$r$  – сума опадів у день збирання, мм.

За допомогою цього рівняння розраховуються втрати врожаю бульб картоплі, які обумовлені впливом агрометеорологічних умов на якість збирання підкопуючими та просіюючими знаряддями картоплезбиральних машин.

Розрахунки за рівнянням (1.19) спрощуються за допомогою графіків (рис.5.1). За даними Л.О.Разумової [5] вологість стійкого в'янення супіщаних ґрунтів 1,5 – 4,0 %; легких суглинків – 3,5 – 7,0 %; середніх суглинків – 5,0 – 7,0 % та важких суглинків – 8,0 – 12 %.

При побудові графіків вологість стійкого в'янення взята для супіщаних ґрунтів 2,8 %; легких та середніх суглинків – 5,6 %; важких суглинків – 10 %.

Ці графіки побудовані так: на осі абсцис відкладені запаси продуктивної вологи, на осі ординат – максимальна температура. Ізолінії відповідають втратам врожаю картоплі при збиранні. Крім того, для графіків розраховані поправки до одержаних величин втрат залежно від сум опадів у день збирання (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Поправки при визначенні втрат врожаю залежно від сум опадів у день збирання

Сума опадів у день збирання, мм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поправка, %	0	-1	-1	0	1	4	7	11	16	22

Одержана таким чином розрахункова величина втрат врожаю картоплі при збиранні характеризує міру сприяння агрометеорологічних умов проведенню збирання. За сприятливих агрометеорологічних умов втрати на при збиранні на супіщаному ґрунті становлять менше 10 %; на легких та середніх суглинках – менше 15 %; на важких – менше 20 %. В залежності від градації втрат на різних за механічним складом типах ґрунтів визначається і відповідна оцінка агрометеорологічних умов (табл.5.2).

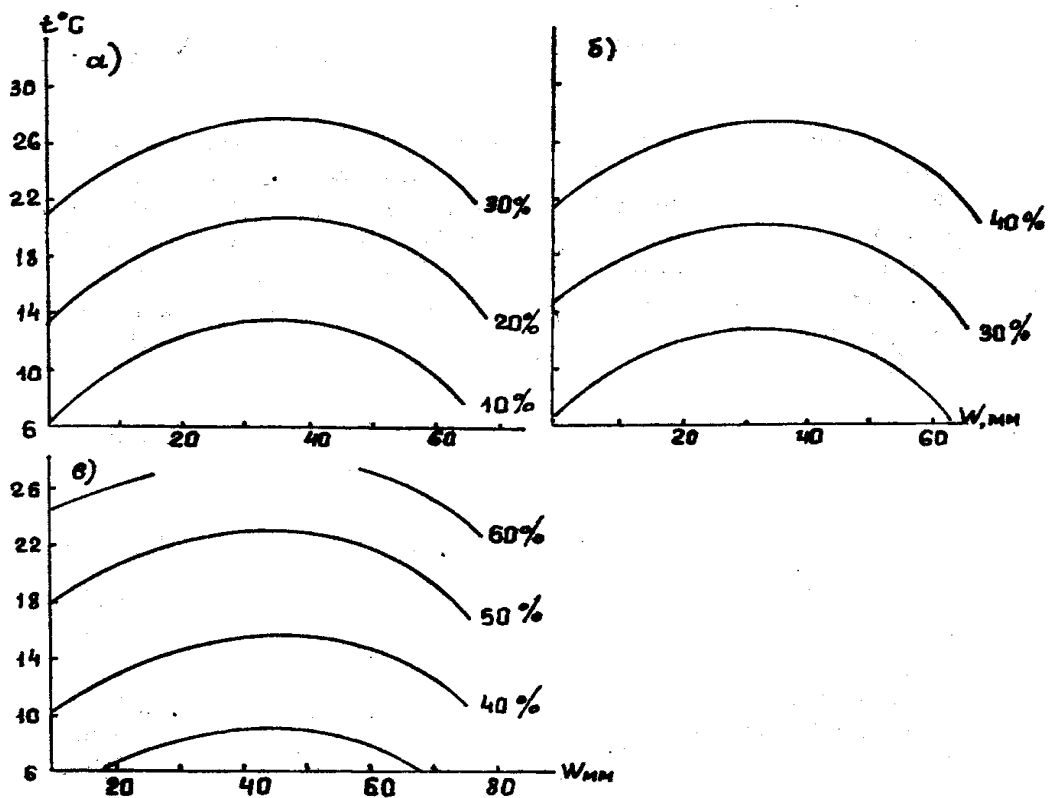


Рис. 5.1 – Втрати врожаю бульб картоплі при збиранні (%) в залежності від запасів продуктивної вологи в орному шарі у декаду збирання ( $W$ , мм) та максимальної температури повітря у день збирання ( $t$ ): на опідзолених супіщаних (а); опідзолених легких і середніх суглинках (б) та опідзолених важких суглинках (в).

Таблиця 5.2 – Оцінка агрометеорологічних умов при збиранні картоплі

Оцінка умов	Втрати врожаю (%) на різних типах ґрунтів		
	супіщані	легкі та середні суглинки	важкі суглинки
Добрі	<10	<15	<20
Задовільні	10-15	15-20	20-25
Недостатньо задовільні	15-20	20-25	25-30
Погані	>20	>25	>30

Розрахунок втрат врожаю і оцінка агрометеорологічних умов проводиться за кожний день з початку збирання картоплі.

Якщо втрати врожаю великі, то слід пропонувати господарству повторну оранку. Дослідження І.А. Цубербілер показали, що після першого проходу картоплезбиральної машини бульби, що залишились поблизу поверхні ґрунту (ледь-ледь присипані ґрунтом) та бульби, що знаходяться глибше, повинні збиратись окремо, бо інакше велика кількість бульб буде знову закопана у ґрунт. Бульби, які знаходяться близько від поверхні ґрунту, легко збирати кінними або тракторними граблями, особливо після дощу. Але збирати їх треба швидко, бо вони зеленіють і втрачають смакові якості.

Дуже важливо, щоб повторна оранка була зроблена зразу ж за картоплезбиральною машиною (поки не просів ґрунт).

**Приклад:** Розрахувати оцінку умов періоду збирання врожаю картоплі. У день збирання максимальна температура повітря складала 12 °С; сума опадів – 1 мм; ґрунт – опідзолений, супіщаний; запаси продуктивної вологи у орному шарі ґрунту – 25 мм. На графіку (рис.5.1а) знаходимо ізолінію, яка відповідає запасам вологи 25 мм та максимальній температурі 12 °С і записуємо втрати врожаю картоплі, що становлять 10 %. Поправка на суму опадів (табл.5.1) становить – 1 %. Таким чином втрати врожаю при збиранні картоплі складають у цей день 9 %. Умови для проведення збирання картоплі (табл.5.2) в цей день були добрими.

Приклад розрахунку даних для складання прогнозу вмісту білка та клейковини в зерні озимої пшениці сорту "Миронівська 808" по Одеській області

Метеорологічна станція, пост	Період від відновлення вегетації до стійкого переходу температури повітря через 10 °С							
	начало періоду	кінець періоду	тривалість періоду, дні	сума максимальн. температур, °С	сума мінімальн. температур, °С	різниця сум макс. та мінім. температур, °С	середня амплітуда температури повітря, °С	запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Любашівка	31.03	30.04	30	286	18	268	8,9	119
Затишшя	31.03	30.04	30	265	-1	266	8,9	120
Сербка	04.04	30.04	26	244	35	209	8,0	180
Роздільна	04.04	30.04	26	239	23	216	8,3	211
Одеса	31.03	30.04	30	297	15	282	9,4	127
Сарата	04.04	01.05	27	258	18	240	8,9	152
Болград	31.03	01.05	31	314	29	285	9,2	166
Базарянка	02.04	30.04	28	289	47	242	8,6	156
Тузли	18.03	29.04	42	397	39	358	8,5	94
Ізмаїл	04.04	29.04	25	258	48	210	8,4	103
Сума								
Середнє								

## Продовження додатку А

Метеорологічна станція, пост	Період від стійкого переходу температури повітря через 10 °С до масового колосіння				Період від колосіння до воскової стиглості				
	дата масового колосіння	тривалість періоду, дні	сума дефіцитів насичення повітря, мб	середній дефіцит насичення повітря, мб	кількість колосонних стебел на 1 м <sup>2</sup>	дата воскової стиглості	тривалість періоду, дні	сума температур, °С	середня температура повітря, °С
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Любашівка	12.06	43	256	6,0	620	20.07	38	699	18,4
Затишшя	18.06	49	286	5,8	1607	28.07	40	768	19,2
Сербка	14.06	45	332	7,4	539	20.07	36	665	18,5
Роздільна	18.06	49	334	6,8	791	22.07	34	665	19,6
Одеса	10.06	41	284	6,9	686	18.07	38	691	18,2
Сарата	14.06	44	387	8,8	544	18.07	34	629	18,5
Болград	08.06	38	284	7,5	952	22.07	44	790	18,0
Базарянка	10.06	41	319	7,8	462	18.07	38	702	18,5
Тузли	14.06	46	252	5,5	546	12.07	28	512	18,3
Ізмаїл	04.06	36	272	7,6	1337	12.07	38	729	19,2
Сума									
Середнє									

Оцінка агрометеорологічних факторів формування врожайних властивостей насіння озимою пшениці за екологічною моделлю

Показник	Значення показника	Оцінка показників по між фазним періодам (в балах)		
		Колосіння – молочна стиглість	Молочна – воскова стиглість	Воскова – повна стиглість
1	2	3	4	5
Середня температура повітря, °С	10,0	4,2	2,8	-
	10,1	4,3	2,9	-
	10,2	4,4	2,9	-
	10,3	4,5	3,0	-
	10,4	4,6	3,1	-
	10,5	4,7	3,1	-
	10,6	4,8	3,2	-
	10,7	4,9	3,2	-
	10,8	5,0	3,3	-
	10,9	5,1	3,4	-
	11,0	5,2	3,5	-
	11,1	5,3	3,5	-
	11,2	5,4	3,6	-
	11,3	5,5	3,7	-
	11,4	5,6	3,8	-
	11,5	5,7	3,8	-
	11,6	5,8	3,9	-
	11,7	5,9	3,9	-
	11,8	6,0	4,0	-
	11,9	6,1	4,1	-
	12,0	6,2	4,1	-
	12,1	6,3	4,2	-
	12,2	6,4	4,2	-
12,3	6,5	4,3	-	
12,4	6,6	4,4	-	
12,5	6,7	4,5	-	
12,6	6,8	4,5	-	
12,7	6,9	4,6	-	
12,8	7,0	4,7	-	
12,9	7,1,	4,8	-	
13,0	7,2	4,8	-	
13,1	7,3	4,9	-	

1	2	3	4	5
	13,2	7,4	4,9	-
	13,3	7,5	5,0	-
	13,4	7,6	5,1	-
	13,5	7,7	5,1	-
	13,6	7,8	5,2	-
	13,7	7,9	5,2	-
	13,8	8,0	5,3	-
	13,9	8,1	5,4	-
	14,0	8,2	5,5	-
	14,1	8,3	5,5	-
	14,2	8,4	5,6	-
	14,3	8,5	5,7	-
	14,4	8,6	5,8	-
	14,5	8,7	5,8	-
	14,6	8,8	5,9	-
	14,7	8,9	5,9	-
	14,8	9,0	6,0	-
	14,9	8,9	6,1	-
	15,0	8,8	6,2	-
	15,1	8,7	6,3	-
	15,2	8,6	6,4	-
	15,3	8,5	6,5	-
	15,4	8,4	6,6	-
	15,5	8,3	6,7	-
	15,6	8,2	6,8	-
	15,7	8,1	6,9	-
	15,8	8,0	7,0	-
	15,9	7,9	7,2	-
	16,0	7,8	7,4	-
	16,1	7,7	7,6	-
	16,2	7,6	7,8	-
	16,3	7,5	8,0	-
	16,4	7,4	8,2	-
	16,5	7,3	8,4	-
	16,6	7,2	8,6	-
	16,7	7,1	8,8	-
	16,8	7,0	9,0	-
	16,9	6,9	8,8	-
	17,0	6,8	8,6	-
	17,1	6,7	8,4	-
	17,2	6,6	8,2	-
	17,3	6,5	8,0	-

1	2	3	4	5
	17,4	6,4	7,8	-
	17,5	6,3	7,6	-
	17,6	6,2	7,4	-
	17,7	6,1	7,2	-
	17,8	6,0	7,0	-
	17,9	5,9	6,9	-
	18,0	5,9	6,8	-
	18,1	5,8	6,7	-
	18,2	5,8	6,6	-
	18,3	5,7	6,5	-
	18,4	5,6	6,4	-
	18,5	5,5	6,3	-
	18,6	5,5	6,2	-
	18,7	5,4	6,0	-
	18,8	5,3	5,9	-
	18,9	5,2	5,9	-
	19,0	5,2	5,8	-
	19,1	5,1	5,8	-
	19,2	5,1	5,7	-
	19,3	5,0	5,7	-
	19,4	4,9	5,6	-
	19,5	4,9	5,6	-
	19,6	4,8	5,5	-
	19,7	4,8	5,5	-
	19,8	4,7	5,4	-
	19,9	4,6	5,4	-
	20,0	4,5	5,3	-
	20,1	4,5	5,3	-
	20,2	4,4	5,2	-
	20,3	4,3	5,2	-
	20,4	4,2	5,1	-
	20,5	4,2	5,1	-
	20,6	4,1	5,0	-
	20,7	4,1	5,0	-
	20,8	4,0	4,9	-
	20,9	3,9	4,9	-
	21,0	3,9	4,8	-
	21,1	3,8	4,8	-
	21,2	3,8	4,7	-
	21,3	3,7	4,7	-
	21,4	3,6	4,6	-
	21,5	3,5	4,6	-



1	2	3	4	5
	21,6	3,5	4,5	-
	21,7	3,4	4,5	-
	21,8	3,3	4,4	-
	21,9	3,2	4,4	-
	22,0	3,2	4,3	-
	22,1	3,1	4,3	-
	22,2	3,1	4,2	-
	22,3	3,0	4,1	-
	22,4	2,9	4,1	-
	22,5	2,8	4,1	-
	22,6	2,7	4,0	-
	22,7	2,6	4,0	-
	22,8	2,5	3,9	-
	22,9	2,4	3,9	-
	23,0	2,3	3,8	-
	23,1	2,2	3,8	-
	23,2	2,1	3,7	-
	23,3	2,0	3,6	-
	23,4	1,9	3,5	-
	23,5	1,8	3,5	-
	23,6	1,7	3,4	-
	23,7	1,6	3,3	-
	23,8	1,5	3,2	-
	23,9	1,4	3,2	-
	24,0	1,3	3,2	-
	24,1	1,3	3,1	-
	24,2	1,2	3,1	-
	24,3	1,2	3,1	-
	24,4	1,1	3,0	-
	24,5	1,1	3,0	-
	24,6	1,0	3,0	-
	24,7	1,0	2,9	-
	24,8	0,9	2,9	-
	24,9	0,9	2,9	-
	25,0	0,8	2,9	-
	25,1	0,8	2,8	-
	25,2	0,7	2,8	-
	25,3	0,7	2,8	-
	25,4	0,6	2,7	-
	25,6	0,6	2,7	-
	25,7	0,5	2,7	-
	25,8	0,5	2,6	-

1	2	3	4	5
	25,9	0,4	2,6	-
	26,0	0,4	2,6	-
	26,1	0,3	2,5	-
	26,2	0,0	2,5	-
	26,3	0,0	2,5	-
	26,4	0,0	2,4	-
	26,5	0,0	2,4	-
	26,6	0,0	2,3	-
	26,7	0,0	2,3	-
	26,8	0,0	2,3	-
	26,9	0,0	2,2	-
	27,0	0,0	2,2	-
	27,1	0,0	2,2	-
	27,2	0,0	2,2	-
	27,3	0,0	2,1	-
	27,4	0,0	2,1	-
	27,5	0,0	2,1	-
	27,6	0,0	2,0	-
	27,7	0,0	2,0	-
	27,8	0,0	1,9	-
	27,9	0,0	1,9	-
	28,0	0,0	1,9	-
	28,1	0,0	1,8	-
	28,2	0,0	1,8	-
	28,3	0,0	1,7	-
	28,4	0,0	1,7	-
	28,5	0,0	1,6	-
	28,6	0,0	1,5	-
	28,7	0,0	1,4	-
	28,8	0,0	1,3	-
	28,9	0,0	1,2	-
	29,0	0,0	1,1	-
	29,1	0,0	1,0	-
	29,2	0,0	0,9	-
	29,3	0,0	0,8	-
	29,4	0,0	0,7	-
	29,5	0,0	0,6	-
	29,6	0,0	0,5	-
	29,7	0,0	0,4	-
	29,8	0,0	0,2	-
	29,9	0,0	0,1	-
	30,0	0,0	0,0	-

1	2	3	4	5
Кількість днів з температурою повітря (максимальною) 25 °С і вище	0	9,0	9,0	-
	1	8,6	8,7	-
	2	8,2	8,4	-
	3	7,8	8,1	-
	4	7,4	7,9	-
	5	7,0	7,6	-
	6	6,3	7,3	-
	7	5,5	7,0	-
	8	4,7	6,0	-
	9	4,0	5,0	-
	10	3,0	4,0	-
	11	2,0	3,0	-
	12	1,0	2,0	-
	13	0,0	1,0	-
	більше 13	0,0	0,0	-
Кількість днів з температурою повітря (мінімальною) 10 °С і вище	0	9,0	9,0	9,0
	12	8,5	8,0	7,0
	3	8,0	7,0	6,0
	4	7,5	6,0	5,0
	5	7,0	5,0	4,0
	6	6,5	4,0	3,0
	7	6,0	3,0	2,0
	8	5,5	2,0	1,0
	9	5,0	1,0	0,0
	10	4,0	0,0	0,0
	11	3,0	0,0	0,0
	12	2,0	0,0	0,0
	13	1,0	0,0	0,0
		більше 13	0,0	0,0
Кількість днів з температурою повітря (мінімальною) 5 °С і нижче	0	-	-	9,0
	1	-	-	6,0
	2	-	-	3,0
	3	-	-	1,0
	4	-	-	0,0
	більше 4	-	-	0,0
Опади, мм	0	0,0	1,0	7,0
	1	0,6	1,3	7,3
	2	0,8	1,6	7,7
	3	1,0	2,0	8,0
	4	1,2	2,2	8,2
	5	1,4	2,4	8,4
	6	1,6	2,6	8,6

1	2	3	4	5
	7	1,8	2,8	8,8
	8	2,0	3,0	9,0
	9	2,2	3,2	8,8
	10	2,4	3,4	8,6
	11	2,6	3,6	8,4
	12	2,8	3,8	8,2
	13	3,0	4,0	8,0
	14	3,2	4,1	7,8
	15	3,3	4,2	7,6
	16	3,4	4,3	7,4
	17	3,5	4,4	7,2
	18	3,5	4,5	7,0
	19	3,6	4,6	6,8
	20	3,7	4,7	6,6
	21	3,8	4,8	6,4
	22	3,9	4,9	6,2
	23	4,0	5,0	6,0
	24	4,1	5,1	5,8
	25	4,1	5,2	5,6
	26	4,2	5,3	5,4
	27	4,2	5,4	5,2
	28	4,3	5,5	5,0
	29	4,4	5,6	4,9
	30	4,5	5,7	4,8
	31	4,5	5,8	4,7
	32	4,6	5,9	4,6
	33	4,7	6,0	4,5
	34	4,8	6,1	4,4
	35	4,8	6,2	4,3
	36	4,9	6,3	4,2
	37	4,9	6,4	4,1
	38	5,0	6,5	4,0
	39	5,1	6,6	3,9
	40	5,1	6,7	3,8
	41	5,2	6,8	3,7
	42	5,2	6,9	3,6
	43	5,3	7,0	3,5
	44	5,4	7,1	3,4
	45	5,5	7,2	3,3
	46	5,5	7,3	3,2
	47	5,6	7,4	3,1
	48	5,7	7,5	3,0

1	2	3	4	5
	49	5,8	7,6	2,9
	50	5,8	7,7	2,8
	51	5,9	7,8	2,7
	52	5,9	7,9	2,6
	53	6,0	8,0	2,5
	54	6,1	8,2	2,4
	55	6,2	8,4	2,3
	56	6,3	8,6	2,2
	57	6,4	8,8	2,1
	58	6,5	9,0	2,0
	59	6,6	8,8	1,9
	60	6,7	8,6	1,8
	61	6,8	8,4	1,7
	62	6,9	8,2	1,6
	63	7,0	8,0	1,5
	64	7,1	7,9	1,4
	65	7,1	7,8	1,3
	66	7,2	7,7	1,2
	67	7,2	7,6	1,1
	68	7,3	7,5	1,0
	69	7,4	7,4	0,8
	70	7,5	7,3	0,6
	71	7,5	7,2	0,4
	72	7,6	7,1	0,2
	73	7,7	7,0	0,0
	74	7,8	6,9	0,0
	75	7,8	6,8	0,0
	76	7,9	6,7	0,0
	77	7,9	6,6	0,0
	78	8,0	6,5	0,0
	79	8,1	6,4	0,0
	80	8,2	6,3	0,0
	81	8,3	6,2	0,0
	82	8,4	6,1	0,0
	83	8,5	6,0	0,0
	84	8,6	5,9	0,0
	85	8,7	5,8	0,0
	86	8,8	5,8	0,0
	87	8,9	5,7	0,0
	88	9,0	5,7	0,0
	89	8,9	5,6	0,0
	90	8,8	5,5	0,0

1	2	3	4	5
	91	8,7	5,5	0,0
	92	8,6	5,4	0,0
	93	8,5	5,3	0,0
	94	8,4	5,2	0,0
	95	8,3	5,2	0,0
	96	8,2	5,1	0,0
	97	8,1	5,1	0,0
	98	8,0	5,0	0,0
	99	7,9	4,9	0,0
	100	7,8	4,9	0,0
	101	7,8	4,8	0,0
	102	7,7	4,8	0,0
	103	7,7	4,7	0,0
	104	7,6	4,6	0,0
	105	7,5	4,5	0,0
	106	7,5	4,5	0,0
	107	7,4	4,4	0,0
	108	7,3	4,3	0,0
	109	7,2	4,2	0,0
	110	7,2	4,2	0,0
	111	7,1	4,2	0,0
	112	7,1	4,1	0,0
	113	7,0	4,0	0,0
	114	6,9	3,9	0,0
	115	6,8	3,9	0,0
	116	6,7	3,8	0,0
	117	6,6	3,8	0,0
	118	6,5	3,7	0,0
	119	6,4	3,6	0,0
	120	6,3	3,5	0,0
	121	6,2	3,5	0,0
	122	6,1	3,4	0,0
	123	6,0	3,3	0,0
	124	5,9	3,2	0,0
	125	5,8	3,2	0,0
	126	5,8	3,1	0,0
	127	5,7	3,1	0,0
	128	5,7	3,0	0,0
	129	5,6	2,9	0,0
	130	5,5	2,8	0,0
	131	5,5	2,7	0,0
	132	5,4	2,6	0,0

1	2	3	4	5
	133	5,3	2,5	0,0
	134	5,2	2,4	0,0
	135	5,2	2,3	0,0
	136	5,1	2,2	0,0
	137	5,1	2,1	0,0
	138	5,0	2,0	0,0
	139	4,9	1,9	0,0
	140	4,9	1,8	0,0
	141	4,8	1,7	0,0
	142	4,8	1,6	0,0
	143	4,7	1,5	0,0
	144	4,6	1,4	0,0
	145	4,6	1,3	0,0
	146	4,5	1,2	0,0
	147	4,4	1,1	0,0
	148	4,3	1,0	0,0
	149	4,2	0,8	0,0
	150	4,2	0,6	0,0
	151	4,1	0,4	0,0
	152	4,1	0,2	0,0
	153	4,0	0,0	0,0
	154	3,9	0,0	0,0
	155	3,8	0,0	0,0
	156	3,7	0,0	0,0
	157	3,6	0,0	0,0
	158	3,5	0,0	0,0
	159	3,4	0,0	0,0
	160	3,3	0,0	0,0
	161	3,2	0,0	0,0
	162	3,1	0,0	0,0
	163	3,0	0,0	0,0
	164	2,8	0,0	0,0
	165	2,6	0,0	0,0
	166	2,4	0,0	0,0
	167	2,2	0,0	0,0
	168	2,0	0,0	0,0
	169	1,9	0,0	0,0
	170	1,8	0,0	0,0
	171	1,7	0,0	0,0
	172	1,6	0,0	0,0
	173	1,5	0,0	0,0
	174	1,4	0,0	0,0

1	2	3	4	5
	175	1,3	0,0	0,0
	176	1,2	0,0	0,0
	177	1,1	0,0	0,0
	178	1,0	0,0	0,0
	179	0,9	0,0	0,0
	180	0,8	0,0	0,0
	більше 180	0,0	0,0	0,0
Середня відносна вологість повітря, %	16	0,0	0,0	1,6
	17	0,0	0,0	1,8
	18	0,0	0,0	2,0
	19	0,0	0,2	2,2
	20	0,0	0,4	2,4
	21	0,0	0,6	2,6
	22	0,0	0,8	2,8
	23	0,0	1,0	3,0
	24	0,2	1,2	3,2
	25	0,4	1,4	3,4
	26	0,6	1,6	3,6
	27	0,8	1,8	3,8
	28	1,0	2,0	4,0
	29	1,2	2,2	4,2
	30	1,4	2,4	4,4
	31	1,6	2,6	4,6
	32	1,8	2,8	4,8
	33	2,0	3,0	5,0
	34	2,2	3,2	5,2
	35	2,4	3,4	5,4
	36	2,6	3,6	5,6
	37	2,8	3,8	5,8
	38	3,0	4,0	6,0
	39	3,2	4,2	6,2
	40	3,4	4,4	6,4
	41	3,6	4,6	6,6
	42	3,8	4,8	6,8
	43	4,0	5,0	7,0
	44	4,2	5,2	7,2
	45	4,4	5,4	7,4
	46	4,6	5,6	7,6
	47	4,8	5,8	7,8
	48	5,0	6,0	8,0
	49	5,2	6,2	8,2
	50	5,4	6,4	8,4



1	2	3	4	5
	51	5,6	6,6	8,6
	52	5,8	6,8	8,8
	53	6,0	7,0	9,0
	54	6,2	7,2	8,8
	55	6,4	7,4	8,6
	56	6,6	7,6	8,4
	57	6,8	7,8	8,2
	58	7,0	8,0	8,0
	59	7,2	8,2	7,8
	60	7,4	8,4	7,6
	61	7,6	8,6	7,4
	62	7,8	8,8	7,2
	63	8,0	9,0	7,0
	64	8,2	8,8	6,8
	65	8,4	8,6	6,6
	66	8,6	8,4	6,4
	67	8,8	8,2	6,2
	68	9,0	8,0	6,0
	69	8,8	7,8	5,8
	70	8,6	7,6	5,6
	71	8,4	7,4	5,4
	72	8,2	7,2	5,2
	73	8,0	7,0	5,0
	74	7,8	6,8	4,8
	75	7,6	6,6	4,6
	76	7,4	6,4	4,4
	77	7,2	6,2	4,2
	78	7,0	6,0	4,0
	79	6,8	5,8	3,8
	80	6,6	5,6	3,6
	81	6,4	5,4	3,4
	82	6,2	5,2	3,2
	83	6,0	5,0	3,0
	84	5,8	4,8	2,8
	85	5,6	4,6	2,6
	86	5,4	4,4	2,4
	87	5,2	4,2	2,2
	88	5,0	4,0	2,0
	89	4,8	3,8	1,8
	90	4,6	3,6	1,6
	91	4,4	3,4	1,4
	92	4,2	3,2	1,2

1	2	3	4	5
	93	4,0	3,0	1,0
	94	3,8	2,8	0,8
	95	3,6	2,6	0,6
	96	3,4	2,4	0,4
	97	3,2	2,2	0,2
	98	3,0	2,0	0,0
	99	2,8	1,8	0,0
	100	2,6	1,6	0,0
Кількість днів з відносною вологістю повітря 50 % і нижче	0	9,0	9,0	-
	1	8,7	8,5	-
	2	8,3	8,0	-
	3	8,0	7,5	-
	4	7,7	7,0	-
	5	7,3	6,5	-
	6	7,0	6,0	-
	7	6,7	5,5	-
	8	6,3	5,0	-
	9	6,0	4,5	-
	10	5,7	4,0	-
	11	5,3	3,5	-
	12	5,0	3,0	-
	13	4,7	2,5	-
	14	5,3	2,0	-
	15	4,0	1,5	-
	16	3,5	1,0	-
	17	3,0	0,5	-
	18	2,5	0,0	-
	19	2,0	0,0	-
	20	1,0	0,0	-
	більше 20	0,0	0,0	-
Кількість днів з відносною вологістю повітря 80 % і вище	0	-	-	9,0
	1	-	-	7,0
	2	-	-	6,0
	3	-	-	5,0
	4	-	-	4,0
	5	-	-	3,0
	6	-	-	2,0
	7	-	-	1,0
	більше 7	-	-	0,0

## Робоча таблиця оцінки агрометумов для прогнозування врожайних властивостей насіння озимої пшениці

Оцінюючий фактор погоди	Характеристика агрометпоказників по міжфазних періодах						Загальна сума балів	Прогнозований рівень врожайних властивостей (підвищений середній чи знижений)
	колосіння – молочна стиглість		молочна – воскова стиглість		воскова – повна стиглість (включаючи збирання до 10 днів)			
	значення показників	бал	значення показників	бал	значення показників	бал		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Середня температура повітря, °C								
Кількість днів з максимальною температурою повітря 25°C і вище								
Кількість днів з максимальною температурою повітря 10°C і нижче 5°C і нижче								
Сума опадів, мм								
Середня відносна вологість повітря, %								

## Продовження додатку В

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість днів із середньою відотною вологістю повітря 80 % і нижче								
Кількість днів із середньою відотною вологістю повітря 50 % і нижче								
Сума балів по періодам								

Результати оцінки агрометеорологічних умов для прогнозування врожайних властивостей насіння озимої пшениці сорту Поліська 70

Агрометпоказники	Оцінка умов по між фазним періодам						Загал ьна сума балів	Врожайність	
	колосіння – молочна стиглість		молочна – воскова стиглість		воскова – повна стиглість			по прогнозу	фактична, ц/га
	кількість	бали	кількість	бали	кількість	бали			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Київська репродукція									
Середня температура повітря, °С	16,7	7,0	17,1	8,0	-	-	119,8	підвищена	44,6
Кількість днів з температурою повітря:									
25 °С і вище	5	7,0	6	7,3	-	-			
10 °С і вище	4	7,0	1	8,0	0	9,0			
5 °С і вище	-	-	-	-	0	9,0			
Сума опадів, мм	61	7,0	45	7,0	30	5,0			
Середня відносна вологість повітря, %	70	9,0	70	8,0	71	5,0			
Кількість днів з відносною вологістю повітря:									
50 % і вище	12	5,0	13	2,5	-	-			
80 % і вище	-	-	-	-	0	9,0			

## Продовження додатку Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Одеська репродукція									
Середня температура повітря, °С	16,9	7,0	21,6	4,5	-	-	73,2	підвищена	37,6
Кількість днів з температурою повітря:									
25 °С і вище	12	1,0	14	0,0	-	-			
10 °С і вище	8	5,0	3	6,0	3	5,0			
5 °С і вище	-	-	-	-	2	3,0			
Сума опадів, мм	35	4,7	52	8,0	44	3,5			
Середня відносна вологість повітря, %	64	8,0	5,0	6,0	78	4,0			
Кількість днів з відносною вологістю повітря:									
50 % і вище	19	2,0	15	1,5	-	-			
80 % і вище	-	-	-	-	4	4,0			

Приклади використання екологічного прогнозування в технологічному процесі виробництва насіння озимої пшениці

Варіант відхилення агрометфакторів від оптимумів екологічної моделі	Період вегетації материнських рослин	Міри, направлені на зниження від'ємної дії умов зовнішнього середовища на насіння
1	2	3
Любе поєднання агрометумов	На протязі всього періоду	Загального характеру: розміщення посівів за вологонакопичуючих попередників (чисті та зайняті пари, однолітні трави, горох та інші), якісна обробка ґрунту, яка не допускає висушування, застосування збалансованої системи живлення материнських рослин, своєчасний посів, снігозатримання, боротьба з шкідниками і хворобами і т.д.
Підвищена температура, знижена вологість повітря, недостатня кількість атмосферних опадів	Колосіння – початок воскової стиглості	Зрошувальне землеробство: застосування регулюючих поливів (доза і частота контролюються вимірюванням температури і вологості повітря в посівах), збільшення дози добрив, що вносяться за зовні кореневого живлення (до 25 ...30 кг д.р. на гектар)
Підвищена температура, знижена вологість повітря, недостатня кількість атмосферних опадів	Колосіння – початок воскової стиглості	Богарне землеробство: виділення кращого насіння при сортуванні (після попередньої оцінки фракції на силу росту), передпосівне збагачення їх фізіологічно активними речовинами (згідно існуючих рекомендацій)

## Продовження додатку Д

1	2	3
Знижена температура, підвищена вологість повітря, надмірна кількість опадів	Колосіння – початок воскової стиглості	Збільшення дози добрив, що вносяться за зовні кореневого живлення (до 25 ...30 кг д.р. на гектар), доцільне застосування в кінці періоду десикації посівів хімічними сполученнями (ціаміди, хлорат магнію та інш.) для прискорення дозрівання та висушування насіння, передпосівна стимуляція посівного матеріалу світлолазерним випромінюванням або іншими фізичними та хімічними діями (згідно існуючих рекомендацій)
Знижена температура, підвищена вологість повітря, надмірна кількість опадів	Воскова – повна стиглість	Збирання в скорочені терміни, виключаючи ензімо-мікозне виснаження та зараження насіння, застосування роздільного способу з підсушуванням та обмолотом хлібної маси на критих токах, повітряно-тепловий обігрів або термообробка насіння, передпосівна стимуляція його фізичними і хімічними факторами



ЗБІРНИК  
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

“Прогноз якості врожаю сільськогосподарських культур”

з дисципліни “АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПРОГНОЗИ ТА  
РОЗРАХУНКИ”

для студентів IV курсу

Спеціальність – “Агrometeorologia”

Укладачі: Божко Л.Ю.  
Барсукова О.А.

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

---