

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи
з дисципліни

«Агрометеорологічні прогнози»
для студентів заочної форми навчання

Спеціальність 7.04010602 «Прикладна екологія та
збалансоване природокористування»

Спеціалізація «Агроекологія»

Одеса –2014

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи з дисципліни «Агрометеорологічні прогнози» для студентів заочної форми навчання. Напрямок підготовки – Екологія. Спеціальність 7.04010602 «Прикладна екологія та збалансоване природокористування», спеціалізація «Агроекологія». // Укладачі: к.г.н., доц. Божко Л.Ю., к.г.н., доц. Барсукова О.А., - Одеса, ОДЕКУ, 2014 , 117 с.

Зміст

	Стр.
Передмова.....	4
1. Зміст дисципліни.....	6
1.1 Теоретичні основи дисципліни.....	6
1.2 Перелік навчальної літератури	8
1.3 Перелік базових знань і вмінь.....	9
1.4 Організація навчального процесу.....	10
2. Організація самостійної роботи студентів.....	11
2.1 Загальні рекомендації до вивчення теоретичного матеріалу.....	11
2.1.1 Рекомендації до вивчення першої теми: Предмет та задачі дисципліни «Агromетeоролoгічні прогнози».	11
2.1.2 Рекомендації до вивчення другої теми – Фeнoлoгічні прогнози.	19
2.1.3 Рекомендації до вивчення третьої теми – Прогнози запасів продуктивної вологи та вологозабезпеченості сільськогосподарських культур.	29
2.1.4 Рекомендації до вивчення четвертої теми – Прогнози появи шкідників і хвороб сільськогосподарських культур.	38
2.1.5 Рекомендації до вивчення п'ятої теми – Методи прогнозів перезимівлі озимих культур.	44
2.1.6 Рекомендації до вивчення шостої теми – Агromетeоролoгічні умови формування якості насіння зернових культур.	64
2.1.7 Рекомендації до вивчення сьомої теми – Оцінка економічної ефективності від використання гідрометeоролoгічної інформації у сільськогосподарському виробництві.	74
2.1.8 Рекомендації до вивчення восьмої теми – Прогноз інтенсивності полягання зернових культур.	78
2.1.9 Рекомендації до вивчення дев'ятої теми – Оцінка і прогноз агromетeоролoгічних умов у період сівби та збирання зернових культур.	80
2.1.10 Рекомендації до вивчення десятої теми – Метод прогнозу забезпеченості теплом вегетаційного періоду.	88
2.1.11 Рекомендації до вивчення одинадцятої теми – Методи прогнозу оптимальних доз азотного живлення для зернових культур.	93
2.1.12 Рекомендації до вивчення дванадцятої теми – Методи прогнозів оптимальних режимів зрошення зернових культур.	96
2.2 Перелік завдань на контрольну роботу	100
2.2.1 Загальні поради щодо виконання контрольної роботи	100
3. Організація контролю знань студентів	107
Додатки	110

ПЕРЕДМОВА

Агromетeоролoгiчнi рoзрaхунки i прoгнoзи - цe вибiркoвa дiсциплiнa прoфесiйнo-орiєнтoвaнoгo циклу, якa спрямoвaнa нa вивчeння тa рoзрoбкy кiлькiсних зaлeжнoстeй рoстy i рoзвиткy рoслин вiд фaктoрiв нaвкoлишньoгo сeрeдoвищa, a тaкoж oснoвних мeтoдiв aгromетeоролoгiчних прoгнoзiв фaз рoзвиткy сiльськoгoспoдaрських рoслин, oцiнки iх стaну, змiни зaпaсiв прoдуктивнoї вoлoги.

Агromетeоролoгiчнi рoзрaхунки i прoгнoзи є oднiєю з нaйвaжливiших прoфiлюючих дiсциплiн, якi фoрмyють фaхiвця – aгрoєкoлoгa. Вивчeння дiсциплiни здiйснюєтьсa пiсля нaбуттa знaнь з вищoї мaтeмaтики, фiзики, хiмiї, фiзики aтмoсфeри, мeтeоролoгiчних тa aгromетeоролoгiчних вимiрювaнь, грунтoзнaвствa, зeмлeрoбствa тa рoслинництвa, eкoлoгiї рoслин з oснoвaми бoтaнiки тa фiзiолoгiї, сiльськoгoспoдaрськoї мeтeоролoгiї i aгрoклiмaтoлoгiї.

Мeтa вивчeння дiсциплiни – зaбeзпeчити студeнтiв знaннями, якi вiдпoвiдaють сучaсним вимoгaм сiльськoгoспoдaрськoгo вирoбництвa тa iнших гaлузeй нaрoднoгo гoспoдaрствa.

Внaслiдoк вивчeння дiсциплiни студeнт пoвинeн знaти зaкoнoмiрнoстi фiзичних прoцeсiв, якi прoтiкaють в систeмi «грунт - рoслинa - aтмoсфeрa», стaн мeтoдiв тa видiв oпeрaтивнoгo oбслугoвувaння, мaти уявy прo гoлoвнi нaпрямки тa мeтoди нaукoвих пoшукiв в oблaстi aгromетeоролoгiчнoгo пeрeдбaчeння, прo пeрспeктиви викoристaння нaукoвих дoсягнeнь з мeтoю удoскoнaлeння фoрм тa мeтoдiв aгromетeоролoгiчних рoзрaхункiв i прoгнoзiв, якi спрямoвaнi нa пiдвищeння eфeктивнoстi aгromетeоролoгiчнoгo oбслугoвувaння.

Нa бaзi нaбутих знaнь студeнт пoвинeн вмiти нaйбiльш пoвнo тa дифeрeнцiйoвaнo врaхoвувaти oсoбливoстi прирoднo-клiмaтичних умoв у прoгнoзувaннi прoдуктивнoстi сiльськoгoспoдaрських кyльтyр, фaз рoзвиткy, зaгaльнyвaти aгromетeоролoгiчнy iнфoрмaцiю, прoвoдити рoзрaхунки кiлькiсних пoкaзникiв впливy пoгoдних умoв нa стaн сiльськoгoспoдaрських кyльтyр, iх прoдуктивнiсть i якiсть врoжaю, рoзрoбляти нoвi мeтoди aгromетeоролoгiчних прoгнoзiв, щo спрямoвaнi нa пiдвищeння eфeктивнoстi гiдрoмeтeоролoгiчнoгo зaбeзпeчeння сiльськoгoспoдaрськoгo вирoбництвa.

Мeтa мeтoдичних вкaзiвoк – дoпoмoгти студeнтaм зaoчнoї фoрми нaвчaння, щo нaвчaютьсa зa спeцiальнiстю «Пpиклaднa eкoлoгiя тa збaлaнcoвaнe прирoдoкoристyвaння», в сaмoстiйнiй рoбoтi при вивчeннi дiсциплiни «Агromетeоролoгiчнi прoгнoзи» тa викoнaннi мiжсeсiйнoї кoнтрoльнoї рoбoти.

В прoцeсi вивчeння дiсциплiни студeнти викoнyють кoнтрoльнy рoбoтy. Пiсля зaкiнчeння вивчeння склaдaєтьсa iспит.

В нaслiдoк вивчeння дiсциплiни студeнти пoвиннi нaбути:

Знання:

- види агрометеорологічного обслуговування;
- особливості розвитку сільськогосподарських культур за різної забезпеченості теплом;
- основні агрометеорологічні показники швидкості розвитку сільськогосподарських культур;
- основні методи розрахунку дат наступу фаз розвитку сільськогосподарських культур;
- теоретичні основи формування запасів продуктивної вологи впродовж року;
- методи розрахунків запасів продуктивної вологи під різними сільськогосподарськими культурами;
- методи розрахунку і оцінки вологозабезпеченості посівів у різні фази розвитку рослин;
- вплив погодних умов на формування якості врожаю сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах;
- агрометеорологічних умов, що викликають полягання, методик розрахунку розмірів полягання рослин.

Уміння:

- розраховувати дати наступу фаз розвитку та давати оцінку впливу погодних умов на стан та розвиток культур,
- визначати термічні показники, що визначають різну швидкість розвитку;
- враховувати біологічні особливості розвитку культур у різних природно кліматичних зонах;
- розраховувати запаси продуктивної вологи та вологозабезпеченість посівів у різні періоди розвитку рослин;
- визначати головні показники якості врожаїв різних культур;
- розраховувати очікувану якість врожаїв;
- виконувати розрахунки очікуваного полягання зернових культур,
- користуватися синоптичними прогнозами погоди для виконання розрахунків;
- користуватись довідковою літературою, складати оглядові тексти.

;

1. Зміст дисципліни

1.1 Теоретичні основи дисципліни

Тема 1. Предмет та задачі дисципліни «Агromетeоролoгічні прогнози». Значення дисципліни. Основні види та форми гідрометeоролoгічної інформації. Агromетeоролoгічні показники та їх розрахунки. Промениста енергія. Температура повітря і ґрунту. Вологість повітря

Тема 2. Фeнoлoгічні прогнози. Наукові основи методів фeнoлoгічних прогнозів. Прогнози фаз розвитку озимих культур. Прогнози фаз розвитку ранніх ярих культур. Прогнози фаз розвитку пізніх ярих культур. Прогнози дат настання фаз розвитку гороху. Метод прогнозів фаз розвитку плодoвих культур. Методи прогнозів фаз розвитку овочевих культур.

Тема 3. Прогнози запасів продуктивної вологи та вологoзабезпечeності сільськогосподарських культур. Розрахунок залежності ґрунтової вологи від основних метеоролoгічних факторів і зволоження ґрунту. Метод прогнозу запасів продуктивної вологи під картоплею. Метод прогнозу запасів продуктивної вологи під кукурудзою. Прогнози вологoзабезпечeності посівів сільськогосподарських культур. Розрахунок вологoзабезпечeності сільськогосподарських культур за сумарним випаровуванням та дефіцитом насичення повітря. Розрахунок забезпечення вологою посівів цукрових буряків.

Тема 4. Прогнози появи шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Прогноз фаз динаміки популяцій лугового метелика та термінів боротьби з ним. Критерії прогнозу фази динаміки популяцій. Алгоритм прогнозування фази динаміки популяцій та його інформаційне забезпечення. Технологія розробки прогнозу фази динаміки популяцій. Прогноз появи та розвитку колорадського жука. Прогноз строків розвитку колорадського жука для визначення оптимальних строків проведення хімічного обробітку картоплі.

Тема 5. Методи прогнозів перезимівлі озимих культур. Морфoфізична характеристика стану озимих культур восени. Морозостійкість озимих культур в залежності від агromетeоролoгічних умов. Агromетeоролoгічні умови перезимівлі озимих культур та закономірності їх формування. Вплив попередників на перезимівлю озимої пшениці. Прогноз критичної температури вимерзання озимих культур. Методи довгострокових прогнозів перезимівлі та стану озимих зернових

культур навесні. Метод прогнозу вимерзання озимих культур. Метод прогнозу умов перезимівлі по території України. Метод прогнозу загибелі озимих культур від пошкодження льодовою кіркою. Метод прогнозу випрівання озимих культур.

Тема 6. Агromетeоролoгiчнi умoви фoрмувaння якoстi нaсiння зeрнових кyльтyp. Вплив погодніх умов на вміст білка та клейковини в зерні озимої пшениці. Методика розрахунку врожайної якості зерна озимої пшениці. Оцінка агromетeоролoгiчних умoв нaкoпичeння цукру у кoрeнeплoдax цукрових буряків. Прогноз агromетeоролoгiчних умoв нaкoпичeння цукру в кoрeнeплoдax цукрових буряків.

Тема 7. Оцiнкa eкoнoмiчнoї eфeктивнoстi вiд викoристaння гiдрoмeтeоролoгiчнoї iнфoрмaцiї у сiльськoгoспoдapськoмy вирoбництвi. Загальні положення. Рекомендації по розрахунках економiчного ефекту при викoристaнні агromетeоролoгiчних прoгнoзiв та дoвiдoк. Прoгнoз пeрeзимiвлi озимих кyльтyp. Прoгнoз i iнфoрмaцiя прo зaпacи прoдуктивнoї вoлoги в ґрунті. Прoгнoзи oптимaльних тeрмiнiв сiвби.

Тема 8. Прoгнoз iнтeнсивнoстi пoлягaння зeрнових кyльтyp. Прoгнoз пoлягaння пoсiвiв ячмeнy. Прoгнoз пoлягaння озимої пшениці.

Тема 9. Оцiнкa i прoгнoз агromетeоролoгiчних умoв у пeрiод сiвби та збиpaння зeрнових кyльтyp. Розрахунок тривалості танення снігу та відтанення верхнього шару ґрунту. Прoгнoз пoчaткy пoльoвих рoбiт з зaвчacнiстю 10 – 15 днiв. Оцiнкa агromетeоролoгiчних умoв пpoвeдeння пoльoвих рoбiт. Прoгнoз агromетeоролoгiчних умoв збиpaння зeрнових кyльтyp. Розрахунок вологості зерна і соломи та проростання зерна у валках. Оцiнкa oчiкyвaних агromетeоролoгiчних умoв рoбoти кoмбaйнy. Розрахунок кількості втрат зерна за збиpaння в несприятливих агromетeоролoгiчних умoвax. Розрахунок середніх втрат врожаю по області.

Тема 10. Мeтoд прoгнoзу зaбeзпeчeнoстi тeплoм вeгeтaцiйнoгo пeрioдy. Наукове підґрунтя методу. Прoгнoз зaбeзпeчeнoстi тeплoм вeгeтaцiйнoгo пeрioдy. Прoгнoз тривалості вeгeтaцiйнoгo пeрioдy.

Тема 11. Мeтoди прoгнoзу oптимaльних дoз aзoтнoгo живлeння для зeрнових кyльтyp. Встановлення оптимальних доз азотного живлення під ярі зернові культури. Метод прoгнoзу oптимaльних дoз вeснянoгo живлeння озимих кyльтyp. Метод прoгнoзу лiтньoгo aзoтнoгo пiдживлeння зeрнових кyльтyp.

Тема 12. Методи прогнозів оптимальних режимів зрошення зернових культур. Метод прогнозу вологозарядкових поливів озимих культур. Метод прогнозу норм зрошення зернових культур на вегетаційний період. Прогноз оптимальних термінів та норм поливів основних зернових культур.

1.2 Перелік навчальної літератури

Основна

1. Божко Л.Ю., Барсуковою О.А. Конспект лекцій з дисципліни «Агromетeоролoгiчнi прогнози». – Одеса ТЕС, 2010 р. – 228с.
2. Божко Л.Ю., Барсуковою О.А. Агromетeоролoгiчнi прогнози. Практикум: Навчальний посiбник. – Одеса ТЕС, 2012 р. – 230с.
3. Божко Л.Ю. Агromетeоролoгiчнi розрахунки i прогнози. Навчальний посiбник. Одеса. ТЕС. 2006. – 216 с.
5. Руководство по составлению агromетeоролoгических прогнозов. Т. 1 и 2. – Л.: Гидрометеoиздат, 1984.

Додаткова

1. Свисюк И.В. Агromетeоролoгические прогнозы, расчеты, обоснование. – Л.: Гидрометеoиздат, 1991.
2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Агromетeоролoгiчнi прогнози». Прогнози фаз розвитку сiльськогосподарських культур . Одеса . ОДЕКУ. ТЕС. 2002.
3. Мкртчян Р.С., Хачатрян Л.А. Методика расчета весенних влагозапасов почвы в условиях Армянской ССР. //Труды ЗапНИГМИ, 1976. – Вып. 60.
4. Рудичева Э.Т. Методика прогноза запасов влаги на начало весны по Новосибирской области. //Труды ЗапСибНИГМИ, 1979.-Вып.24.
- Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Т.2. – Л.: Гидрометеoиздат, 1969. – 236 с.
5. Соколовская Е.Ф. Таблицы для расчета количественной оценки сложившихся и ожидаемых агromетeоролoгических условий роста и перезимовки основных сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеoиздат, 1971.
6. Кабанов П.Г. Дифференцированное применение агротехники. – Саратов: Приволж. Кн. издательство, 1968. – 277 с.
7. Лічкакі В.М. Агromетeоролoгiчнi умови перезимівлі озимих культур. – К.: Наука. 1986. – 232 с.
8. Мойсейчик В.А. Агromетeоролoгические условия и перезимовка озимых культур. – Л.: Гидрометеoиздат, 1975, 294 с.

- 9.Разумова Л.А. Методика составления прогноза запасов продуктивной влаги в почве к началу вегетационного периода. - В кн. «Сборник методических указаний по анализу и оценке сложившихся агрометеорологических условий». Л.: Гидрометеиздат . 1967.
10. Киндрук Л.П. Методические указания по составлению прогноза формирования посевных качеств зерна озимой пшеницы. Одесса, СХГИЗ, 1986.
11. Разумова Л.А., Мещанинова Н.Б. Агрометеорологические расчеты и прогнозы оптимальных норм и сроков полива сельскохозяйственных культур. Методические указания. - Л.: Гидрометеиздат., 1978.

1.3 Перелік базових знань і вмінь студентів

Після вивчення змісту дисципліни та виконання контрольної роботи студент повинен **знати**:

- історію розвитку агрометеорологічних прогнозів;
- основні напрями досліджень в агрометеорологічному прогнозуванні
- закономірності впливу метеорологічних факторів на розвиток сільськогосподарських культур;
- основні показники, які характеризують вплив погодних умов на сільськогосподарське виробництво;
- методи розрахунку дат настання фаз розвитку сільськогосподарських культур;
- методи прогнозування появи шкідників і хвороб;
- методи розрахунку якості врожаю сільськогосподарських культур.
- закономірності змін вмісту вологи в ґрунті в холодну та теплу пори року;
- методи прогнозу запасів продуктивної вологи на початок вегетаційного періоду;
- методи розрахунку сумарного випаровування та випаровуваності;
- методи розрахунку вологозабезпеченості;
- вплив погодних умов на формування морозостійкості та зимостійкості озимих культур;
- вплив погодних умов на стан озимих культур перед припиненням вегетації;
- основні причини пошкодження зимуючих культур;
- методи розрахунку критичної температури вимерзання зернових культур;
- методи розрахунку мінімальної температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння;
- основні закономірності розподілу снігу на полях;

- методи розрахунку стану озимих на момент відновлення вегетації на окремих полях і великих площах.
- методи розрахунку норм зрошення та норм поливів;
- особливості живлення рослин при різному зволоженні.

вміти:

- збирати оперативну інформацію по території обслуговування необхідну для складання прогнозів;
- аналізувати очікувані агрометеорологічні умови розвитку озимих восени, їх вплив на формування морозостійкості та зимостійкості озимих культур;
- визначати головні показники якості врожаїв різних культур;
- розраховувати очікувану якість врожаїв;
- розраховувати запаси продуктивної вологи та вологозабезпеченість посівів у різні періоди розвитку рослин;
- виконувати розрахунки очікуваного полягання зернових культур, складати тексти прогнозів з рекомендаціями застосування методів боротьби з поляганням.
- виконувати розрахунки агрометеорологічних показників, які характеризують посушливість та перезволоження і їх вплив на стан сільськогосподарських культур;
- розраховувати імовірність виникнення заморозків;
- розраховувати показники перезимівлі зимуючих культур, площу підсіву та пересіву після пошкодження цих культур;
- розраховувати швидкість появи шкідників і хвороб та кількість їх популяцій за вегетаційний період;
- користуватись довідковою літературою;
- виконувати технічний та критичний контроль отриманих результатів, складати оглядові тексти.

1.4 Організація навчального процесу

Вивчення дисципліни «Агрометеорологічні прогнози» для студентів заочної форми навчання складається із двох видів навчальних занять: лекцій і практичних занять та самостійної роботи студента та виконанню контрольної роботи.

Контроль самостійної роботи студента заочної форми навчання здійснюється шляхом перевірки контрольної роботи, яка реєструється деканатом у встановлені строки і надається студентом на кафедру агрометеорології, опитування на лекційних заняттях і на заходах підсумкового контролю, що передбачені навчальним планом.

2. Організація самостійної роботи студентів

2.1 Загальні рекомендації до вивчення теоретичного матеріалу

При вивченні теоретичного матеріалу рекомендується:

- користуватись навчальною та методичною літературою, яка наведена у п. 1.2. Крім того нижче наводиться короткий зміст (п. 2.2 і далі) теоретичної частини кожної теми;
- для перевірки засвоєння теоретичного матеріалу відповісти на запитання для самоперевірки, які наводяться наприкінці кожної теми;
- виконати контрольну роботу;
- при виникненні питань під час вивчення дисципліни або виконання контрольної роботи звертатись до викладача, який читав установчі лекції, або зателефонувати на кафедру за тел. 32-67-45, або письмово звичайною поштою на адресу університету – 65016, м.Одеса, вул. Львівська 15, ОДЕКУ, кафедра агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, або електронною поштою за адресою: **agro@ogmi.farlep.odessa.ua**.

Перелік завдань на самостійну роботу

№ п/п	Теми	Кількість годин СРС	Контрольні заходи
1	ЗМЛ 1.Теми 1, 2, 3, 4, 5, 6		КР-1,завдання 1, 2
2	ЗМЛ 2. Теми 7,8, 9, 10, 11, 12		КР -1, завдання 1, 2
	Всього		

2.1.1 Рекомендації щодо вивчення першої теми – Предмет та задачі дисципліни «Агрометеорологічні прогнози».

Агрометеорологічні прогнози є однією з форм оперативного обслуговування сільськогосподарського виробництва.

Оперативне агрометеорологічне обслуговування здійснюється областями, регіональними гідрометцентрами та Бюро прогнозів.

Урядові та сільськогосподарські організації забезпечуються різними видами гідрометеорологічної інформації:

- метеорологічними прогнозами різної завчасності;
- гідрологічними прогнозами (прогнози режиму вод річок, водоймищ та інших водних об'єктів);
- агрометеорологічними довідками та прогнозами;

- попередженнями про небезпечні гідрометеорологічні явища;
- агрометеорологічними довідками про поточний стан рослин, стан зволоження ґрунту, розміри пошкодження і т. ін.;
- рекомендаціями про диференційоване застосування агротехнічних засобів в залежності від метеорологічних умов, що склалися або очікуються;
- агрокліматичною інформацією.

Головні форми забезпечення споживачів агрометеорологічною інформацією:

- щоденний та щотижневий гідрометеорологічний бюлетень;
- декадний агрометеорологічний бюлетень;
- довідка “Основні агрометеорологічні особливості минулого місяця та їх вплив на об’єкти сільськогосподарського виробництва”
- огляд агрометеорологічних умов за вегетаційний період;
- огляд агрометеорологічних умов за сільськогосподарський рік;
- агрометеорологічні щорічники;
- агрометеорологічні прогнози, рекомендації та консультації;
- кліматичні та агрокліматичні довідники, карти, атласи та ін.

Своєчасне отримання гідрометеорологічної інформації та правильне її використання сприяють уникненню втрат врожаю та збільшення доходів господарств.

Економічний ефект від використання гідрометеорологічної інформації розраховується за допомогою методичних рекомендацій, що розроблені у науково-дослідному інституті сільськогосподарської метеорології Росії, за формулою:

$$EE = K_y \cdot C(UЦ - З) \quad (2.1)$$

де K_y – коефіцієнт часткової участі гідрометеорологічної інформації в отриманому економічному ефекті (за звичай $K_y = 0,2 - 0,5$ в залежності від внеску частки інформації);

C – площа, на якій досягнуто збільшення врожайності, га;

U – прибавка врожаю завдяки внесенню добрив, зрошенню та іншим заходам, що проведені у відповідності з прогнозами та рекомендаціями, т/га;

$Ц$ – ціна закупівлі на врожай культур, грн/т;

$З$ – витрати на проведення агротехнічних заходів плюс витрати на збирання додаткової продукції, грн/т.

Агрометеорологічне обслуговування сільськогосподарських організацій може обмежуватись окремими видами агрометеорологічної інформації та прогнозів окремих видів, або агрометеорологічними рекомендаціями та прогнозами по вирощуванню груп культур. До

рекомендацій входять усі існуючі види розрахунків та прогнозів по цих групах культур.

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 2]. Відповідно розділи 1; 5.

На ріст та розвиток сільськогосподарських культур впливають фактори навколишнього середовища, які характеризуються такими показниками: сонячна радіація, термічний фактор (температура повітря, ґрунту, рослин), фактор зволоження (опаді, запаси продуктивної вологи, вологозабезпеченість, сумарне випаровування, випаровуваність, коефіцієнти зволоження та ін.), пошкодження несприятливими погодними явищами сільськогосподарських культур, пошкодження шкідниками та хворобами та ін.

Головним джерелом енергії майже всіх процесів, які відбуваються на Землі, в атмосфері є промениста енергія Сонця.

Промениста енергія Сонця розподіляється на потоки: пряма сонячна радіація, розсіяна, сумарна, відбита сонячна радіація, власне випромінювання Землі та пересічне випромінювання атмосфери.

Рослинний світ отримує здебільшого пряму та розсіяну сонячну радіацію і значно менше – відбиту.

Прихід прямої радіації на земну поверхню залежить від кута падіння сонячного проміння. Потік прямої радіації на горизонтальну поверхню називають *інсоляцією* :

$$S' = S \cdot \sin h \quad (2.2)$$

Якщо ж поверхня не горизонтальна, то прихід радіації залежить також від нахилу поверхні.

Пряма і розсіяна сонячні радіації складають сумарну сонячну радіацію:

$$Q = S' + D \quad (2.3)$$

Співвідношення прямої та розсіяної радіації у складі сумарної радіації залежить від висоти Сонця, хмарності і забруднення атмосфери, висоти поверхні над рівнем моря.

Сумарна радіація, що дійшла до земної поверхні, частково відбивається від неї і створює відбиту сонячну радіацію (R), яка має напрям від земної поверхні в атмосферу.

Відбивна здатність поверхні характеризується *альбедо* (A).

Альбедо – це відношення відбитої радіації до сумарної:

$$A_k = (R_k / Q) 100\% \quad (2.4)$$

Альbedo залежить від вологості ґрунту. Із збільшенням вологості значення альbedo зменшується. Альbedo має досить добре визначений денний та річний хід. Найменше його значення у полуденні години, а впродовж року – влітку.

Інтенсивність ФАР розраховується за даними прямої (S') та розсіяної (D) або сумарної радіації (Q) за допомогою коефіцієнтів, запропонованих Б.І. Гуляєвим, Х.Г. Тоомінгом та Н.О. Єфимовою :

$$Q_{\text{ФАР}} = 0.43 S' + 0.57D \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{ФАР}} = 0.52 Q \quad (2.6)$$

Ефективність використання сонячної радіації фітоценозами характеризується *коефіцієнтом корисної дії ФАР (ККД)*. Він визначається відношенням кількості енергії, що накопичилась у продуктах фотосинтезу або утвореного у фітомасі врожаю до кількості поглиненої радіації:

$$\eta = \frac{qV \cdot 100}{\sum Q_{\text{ФАР}}} \quad , \quad (2.7)$$

де q – калорійність рослин, кДж/г;

V – біологічний врожай загальної фітомаси, г/см²;

$\sum Q_{\text{ФАР}}$ – сума ФАР за вегетаційний період, Мдж/м².

Середня калорійність сухої біомаси у різних рослин коливається від 16,7 до 20,5 кДж/г.

ККД посівів залежить від строків сівби та гущини посіву, кількості внесених добрив, погодних умов та ін. За значеннями ККД посіви (О.О. Ничипорович) поділяються на групи: що звичайно спостерігаються – 0,5 – 1,5 %, добрі – 1,6 – 3 %, рекордні – 3,1 – 5 %, теоретично можливі – 6 – 8 %.

ККД листя рослин більше, ніж ККД всього посіву і залежить від зміни інтенсивності освітлення. Рослини по-різному реагують на зміну освітленості і, в залежності від реакції на інтенсивність освітлення, всі форми рослинності поділяють на три групи: світлолюбні, тіньовитривалі нейтральні.

Тепловим режимом атмосфери називається характер розподілу і зміни температури в атмосфері. Тепловий режим атмосфери визначається здебільшого її теплообміном з навколишнім середовищем.

Для оцінки температурного режиму використовуються такі температурні характеристики:

– середня за добу температура повітря, визначається як середнє арифметичне із усіх значень температури, виміряних в усі строки спостережень (це або чотири, або шість, або вісім значень). На разі на усіх

типах гідрометеорологічних станцій мережі Департаменту гідрометеорології температура повітря визначається 8 раз на добу;

- середня температура за декаду, визначається як середнє арифметичне із середньодобових температур за 10 або 11 діб;

- середня температура за місяць, визначається також як середнє арифметичне значення із середньодобових температур.

- середньорічна температура, визначається як середнє арифметичне із середніх за добу, декаду або місяць значень температури повітря.

У сільськогосподарському виробництві найчастіше використовуються значення середньої температури за декаду, міжфазний період розвитку рослин. *Міжфазний період* – це відрізок часу у днях між двома якісно новими становищами рослин, що настають один за одним впродовж всієї вегетації рослин. *Якісно нове становище рослин*, яке настає після проходження певного відрізка часу та накопичення фізіологічних змін в стані рослин (наприклад: сходи пшениці та утворення третього листка, або розпускання бруньок плодових дерев та цвітіння та ін.).

Однак середні характеристики на відтворюють добовий хід температури повітря, що дуже важливо для сільськогосподарського виробництва. Особливо це необхідно у перехідні сезони року (весна, осінь). Тому вживається поняття максимальних та мінімальних температур вище чи нижче будь-якої межі (0, 5, 10, 15, -5, -10° C).

Окрім середніх, максимальних та мінімальних температур ще використовуються для характеристики теплового режиму суми температур. Відрізняють кліматичні і біологічні суми. *Кліматичні суми температур* – це суми температур вище будь-якої межі (наприклад, від дати переходу температури повітря через 5 °C навесні до такої ж дати восени) .

Біологічні суми температур – це суми температур за вегетаційний період культури. *Вегетаційним періодом* називається період у днях від сівби до збирання врожаю.

Потреба рослин в теплі за вегетаційний період характеризується сумами середніх за добу температур. Кожна рослина потребує для повного розвитку певну суму температур. Для визначення сум температур, необхідних для розвитку сільськогосподарських культур, використовуються суми температур: активних і ефективних.

Сума активних температур – це сума середніх за добу температур після переходу їх через біологічний мінімум.

Сума ефективних температур – це сума середніх за добу температур, зменшена на величину біологічного мінімуму. Оскільки значення біологічного мінімуму різне не тільки для різних рослин, а і для різних міжфазних періодів однієї і тієї ж рослини, то сума ефективних температур також різна при однакових значеннях середньої за добу температури.

Температура повітря обумовлює життєдіяльність збудників хвороб та можливість їх збереження і розповсюдження.

Температура ґрунту. У ґрунті природного складу першопричиною процесу теплообміну є вертикальний температурний перепад, що змінює знак від дня до ночі. Завдяки цьому виникає процес теплопровідності. Теплообмін у ґрунті здійснюється завдяки: теплопровідності вздовж окремої частки ґрунту, передачі тепла від однієї частки до іншої, молекулярній теплопровідності у середовищі поміж частками, теплопередачі на межі твердих часток і середовища, конвекції газів і вологи.

Нагрівання та охолодження ґрунту залежать здебільшого від його теплофізичних характеристик: теплоємності та теплопровідності. Теплоємність – це кількість тепла, необхідна для підвищення температури ґрунту на 1° С.

Здатність ґрунту передавати тепло від шару до шару називається теплопровідністю. Мірою теплопровідності ґрунтів є коефіцієнт теплопровідності.

Заходи активного впливу на температуру ґрунту поділяють на три групи: *агротехнічні, агроеліоративні і агрометеорологічні.*

До *агротехнічних* заходів належать: глибока оранка, утворення гребенів, прикатування і інші. Цим зменшується альbedo ґрунту і тим самим змінюється його температурний режим. Температура ґрунту підвищується на 3 – 5° С.

До *агроеліоративних* заходів належать: мульчування ґрунту, снігова меліорація, зрошення та осушування. *Мульчування* – це покриття ґрунту різними матеріалами (плівками, торфом, соломкою та ін.). В залежності від типу покриття температура ґрунту може змінюватись від ± 4 до $\pm 7^\circ$ С.

Снігова меліорація підвищує температуру ґрунту внаслідок збільшення товщини снігу за рахунок снігозатримання.

Зрошення та осушування полів змінює тепловий режим ґрунту за рахунок зміни витрат тепла на випаровування. Зрошення збільшує теплоємність і теплопровідність ґрунтів. Осушення – навпаки. На зрошуваних полях температура поверхні ґрунту зменшується на 15 – 30° С, на осушених полях – підвищується на 4 – 8° С.

До *агрометеорологічних* заходів відноситься створення полезахисних лісосмуг, утворення димових завіс та ін.

Лісосмуги впливають на швидкість вітру, на температуру повітря і ґрунту, на вологість повітря і ґрунту. В зимову пору року лісосмуги сприяють накопиченню снігу.

Димові завіси застосовують при загрозах весняних або осінніх приморозків для захисту плодових дерев, сходів різних культур та ін. Димові завіси зменшують ефективне випромінювання і зменшують таким чином інтенсивність приморозків.

Вміле і вдале регулювання теплового режиму ґрунту сприяє відновленню родючості ґрунтів і значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

Вологістю повітря називається вміст водяної пари в атмосфері.

Водяна пара постійно надходить в атмосферу внаслідок випаровування води з поверхні водоймищ, ґрунту, снігу, льоду та рослинного покриву. В атмосфері вміст водяної пари та води складає $1,29 \cdot 10^3$ %.

Високі температури повітря (вище 25°C), низька відносна вологість (≤ 30 %) і малі запаси продуктивної вологи (≤ 30 мм у шарі 1 м) спричиняють явища “запалу” і “захвату” зерна.

“Запал” – неповноцінне наливання зерна через високі температури і високу сухість повітря. “Захват” – неповноцінне наливання внаслідок високої температури і малих запасів продуктивної вологи або швидке висушування зерна під впливом суховіїв.

Низька відносна вологість повітря і високі температури збільшують тривалість міжфазного періоду кукурудзи “цвітіння волоті – утворення початку” на 10 – 15 днів.

Поєднання низької вологості повітря, високих температур та малих запасів продуктивної вологи призводить до утворення дрібних плодів і ягід, зменшує їх врожай та зумовлює слабку закладку бруньок під врожай наступного року.

Вологість ґрунту дуже впливає на ріст та розвиток рослин. Найчастіше характеристикою вологості ґрунту є випаровування, випаровуваність та запаси продуктивної вологи у ґрунті.

Випаровуванням називається процес переходу речовин із рідкого або твердого стану у газоподібний.

Випаровування води рослинами називається *транспірацією*. Споживаючи воду з ґрунту, рослини забезпечують себе питомими речовинами та посилюють процеси фотосинтезу.

Кількість води, яка необхідна рослинам для утворення одиниці маси сухої речовини, називається *коефіцієнтом транспірації*. Значення коефіцієнта транспірації залежить від виду і сорту рослини, стану та фази її розвитку, а також від стану навколишнього середовища.

Значення коефіцієнтів транспірації змінюється також в залежності від умов вирощування: у вологому кліматі, при значних дозах добрив коефіцієнт транспірації зменшується.

Сумарне випаровування – це транспірація, випаровування з ґрунту і випаровування вологи, затриманої рослинами під час опадів.

Випаровуваністю називається потенційно можливе, не обмежене запасами води, випаровування в даній місцевості із зволоженої поверхні ґрунту або води за існуючих метеорологічних обставин.

Випаровуваність, як і випаровування вимірюється у мм шару води. На теренах СНД випаровуваність змінюється з північного заходу на південний схід від 320 до 1200 мм.

В агрометеорології випаровуваність прирівнюється до вологопотреби рослин, тобто кількості води, що рослина споживає за даних метеорологічних умов при безперервному постачанні води корінням.

Сумарне випаровування – вологоспоживання або інакше кількість води, що витрачається з поля, зайнятого рослинами, при природному зволоженні за даних метеорологічних умов.

Величини випаровування і випаровуваності мають велике значення для вирішення багатьох задач, серед яких провідними є водопостачання, зрошення, осушування та ін. Тому в практиці для визначення випаровування та випаровуваності застосовують різні емпіричні методи. Для розрахунків сумарного випаровування застосовують методи водного балансу, турбулентної дифузії, метод М.І. Будико, комплексні методи М.І. Будико – Л.І. Зубенок, С.І. Харченко, Пенмана, Торнтвейта, О.Р. Константинова і ін.

Для визначення випаровуваності застосовуються методи О.М. Алпатєва, М.М. Іванова, Г.Т. Селянінова та ін. Деякі методи (М.І. Будико, С.І. Харченко) використовуються як для розрахунків сумарного випаровування, так і для розрахунків випаровуваності.

При вивченні першої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- основні види і форми агрометеорологічного обслуговування [1], розділ 1, стор 8-9;
- термічні фактори [1], розділ 1.1, стор 10 – 28;
- фактор зволоження [2], розділ 1,3, 7,3.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Перелічіть основні види агрометеорологічних прогнозів.
2. Скільки груп агрометеорологічних прогнозів Ви знаєте?
3. Що таке ефективна температура та біологічний мінімум?
4. Яка температура називається «оптимальною»?
5. Дайте визначення сум активних та ефективних температур.
6. Які заходи активного впливу на температуру ґрунту Ви знаєте?
7. Що таке поняття «запал» і «захват» зерна?

2.1.2 Рекомендації щодо вивчення другої теми – Фенологічні прогнози.

Прогнози дат настання фаз розвитку сільськогосподарських культур (фенологічні прогнози) є одним із найважливіших розділів агрометеорологічного обслуговування сільського господарства. Вони складаються як самостійно так і можуть бути складовою частиною багатьох інших прогнозів, де необхідно виконувати оцінку агрометеорологічних умов по міжфазних періодах.

Найчастіше самостійно складаються фенологічні прогнози: термінів дозрівання сільськогосподарських культур, цвітіння плодових дерев та винограду, колосіння зернових, настання молочної та воскової стиглості кукурудзи та ін.

Агрометеорологічні прогнози дозволяють завчасно підготуватись до проведення різного виду сільськогосподарських робіт з урахуванням особливостей погоди кожного конкретного року.

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 3, 4]. Відповідно розділи 2; 4, 4.

Розвиток рослин – це той шлях необхідних якісних змін у клітинах (морфологічних ознак), який рослина проходить від сівби до дозрівання насіння.

Швидкість розвитку рослин залежить від умов навколишнього середовища. Швидкість настання більшості фаз розвитку рослин (тобто появи нових морфологічних ознак) у значній мірі залежить від температури навколишнього середовища.

Температура, за якої починаються процеси життєдіяльності рослини, називається *біологічним нулем*.

Т.Д. Лисенко запропонував формулу для визначення тривалості міжфазних періодів (N):

$$N = \frac{A}{(t - B)}, \quad (2.8)$$

де t – середня за добу температура повітря, °C;

B – біологічний нуль, °C ;

A – постійна сума температур, яка необхідна для настання чинної фази, підрахована від значення B , °C.

Таким чином, при складанні прогнозів фаз розвитку сільськогосподарських культур необхідно знати постійні суми температур вище біологічного нуля, необхідні для настання визначених фаз розвитку та значення біологічного нуля.

О.О. Шіголев запропонував приймати температуру 5° C за біологічний нуль усіх холодостійких рослин помірного клімату.

О.О. Шіголев, використовуючи формулу Т.Д. Лисенко, запропонував розраховувати очікувані дати настання фаз розвитку за формулою:

$$D = D_1 + \frac{A}{(t - B)}, \quad (2.9)$$

де D – очікуваний термін настання наступної фази;
 D_1 – дата настання попередньої фази розвитку;
 A – постійна сума ефективних температур, необхідна для настання фази, °С;
 t – очікувана середня температура повітря за міжфазний період, °С;
Якщо визначення термінів настання будь-якої фази розвитку виконується через деякий час після настання попередньої фази, то у такому випадку використовується формула :

$$D = D_1 + \frac{A - \Sigma t}{(t - B)}, \quad (2.10)$$

де D_1 – дата розрахунку фази розвитку;
 Σt – сума ефективних температур, що накопичилась за час від дати настання попередньої фази до дати складання прогнозу.

При складанні прогнозів дат настання фаз розвитку сільськогосподарських культур слід пам'ятати про те, що при високій температурі повітря відхилення розрахованої дати від фактичної менше, ніж при низькій температурі. Це свідчить про те, що в періоди з високими температурами прогнози фаз розвитку можна складати з більшою завчасністю.

Л.М. Бабушкін запропонував формулу для розрахунку швидкості розвитку рослин:

$$\frac{1}{N} = t - \frac{B}{A}, \quad (2.11)$$

де $1/N$ – середня швидкість розвитку рослин. Інші позначки у формулі ті ж, що у формулі (2.8).

Для більшості районів розрахунки фаз розвитку виконуються за сумами температур. У південних районах у періоди з високими температурами при розрахунках вводяться поправки на високі температури.

Для прикладу розглянемо декілька фенологічних прогнозів, зокрема прогнози дат настання фаз розвитку ярої пшениці, кукурудзи та прогноз дати настання цвітіння у плодових культур та винограду.

Прогнози фаз розвитку ярої пшениці, ячменю, вівса. Оптимальною температурою, за якої тривалість початкових міжфазних періодів ранніх ярих культур буває найменшою, є температура 15 – 20° С. Зі зменшенням температури швидкість розвитку уповільнюється.

Ярі зернові культури (яра пшениця, овес, ячмінь) сіють майже одночасно і початкові фази свого розвитку вони проходять синхронно. О.О.Шіголевим встановлено, що від сівби до сходів та від сходів до кушіння ярих культур, як і для озимих, необхідна сума ефективних температур 67° С. У подальшому розвитку культур ці суми вже значно відрізняються. О.О. Шіголевим визначені суми ефективних температур по міжфазних періодах усіх зернових культур (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Суми ефективних температур, необхідні для періодів репродуктивного розвитку зернових культур

Міжфазний період	Сума ефективних температур °С, необхідна для настання фаз розвитку						
	оз. пшениці	оз. жита	ярої пшениці	яр. ячменю	вівса	проса	гречк и
Сівба – сходи	67	52	67	67	67	150	75
Сходи – кушіння	67	67	67	67	67	–	–
Сходи - викидання волоті						600	
Сходи-початок цвітіння							275
Відновлення вегетації – вихід у трубку:							
у південно-східних районах	100-150	100-150					
у східних районах	50	50					
Вихід у трубку (викидання волоті)– колосіння	330	183	283-305(р) 330-355(с) 375-400(п)	330	378		
Колосіння – молочна стиглість	230	319	230	–	–	–	–
Колосіння (цвітіння гречки) – воскова стиглість	490	544	490(м)	388	428		470
Молочна стиглість – воскова стиглість	260	225	260(м) 310(т)				
Викидання волоті – повна стиглість						440	

Примітка: р – ранньостиглі сорти, с – середньостиглі сорти,

п – пізньостиглі сорти, м – м'які сорти, т – тверді сорти.

Прогноз фаз розвитку кукурудзи. Метод прогнозу дат настання фаз розвитку кукурудзи розроблено Ю.І. Чирковим і засновується він на зв'язку темпів розвитку кукурудзи з термічним режимом. Найчастіше у виробництві для кукурудзи розраховуються дати викидання волоті, молочної та воскової стиглості. Ю.І. Чирковим встановлено, що різні за скоростиглістю сорти кукурудзи потребують різних сум ефективних температур. Для кукурудзи властиві особливості, що різні за скоростиглістю сорти мають різну кількість листків. Кількість листків на головній стебліні у кукурудзи є сортовою відзнакою.

Між кількістю листків, що утворюються на стеблі кукурудзи, та сумою температур (вище 10°C) за період утворення цих листків існує тісний зв'язок. Середня сума ефективних температур за один міжлистовий період становить 30° ± 2°C. Тривалість періоду утворення листків у кукурудзи розраховується за рівнянням:

$$n = \frac{30(N+1)}{C(t-10)}, \quad (2.12)$$

де n – тривалість періоду, дні;

N – кількість міжлистових періодів;

t – середня температура періоду, °C;

C – поправковий коефіцієнт, який визначається з табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Залежність поправкового коефіцієнта (C) від середньої температури повітря (t_e)

$T_e, ^\circ\text{C}$	C	$T_e, ^\circ\text{C}$	C
20	1.00	24	0.90
21	0.98	25	0.87
22	0.96	26	0.84
23	0.93	27	0.80

Дослідженнями Ю.І. Чиркова встановлено, що оптимальною температурою для розвитку кукурудзи у період від 3-го листка до викидання волоті є температура 20 – 24° C. Більш висока температура не викликає прискорення розвитку, а тільки збільшує розміри “баластних” температур, тобто температур, які не прискорюють розвиток рослин навіть в умовах високої забезпеченості вологою.

Для усунення впливу баластних температур Ю.І. Чирков розробив поправковий коефіцієнт C .

Прогноз дати настання фази викидання волоті. Суми ефективних температур до дати настання фази викидання волоті розраховані Ю.І. Чирковим, починаючи з утворення будь-якого листка (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Сума ефективних температур (°C), необхідна для настання фази викидання волоті з врахуванням появи листків

Період розвитку	Сорт		
	пізньостиг- лий	середньо пізні	середньостиг- лий
3-й лист – викидання волоті	540	480	420
5-й лист – викидання волоті	480	420	360
7-й лист – викидання волоті	420	360	300
9-й лист – викидання волоті	360	300	240
11-й лист – викидання волоті	300	240	180
13-й лист – викидання волоті	240	180	120
15-й лист – викидання волоті	180	120	60
17-й лист – викидання волоті	120	60	–
19-й лист – викидання волоті	60	–	–

Прогноз дати настання фази викидання волоті складається майже завжди після проведення спостережень з визначення кількості листків, які ще не вийшли. Визначивши кількість листків, які не вийшли, та використовуючи суму ефективних температур одного міжлиستкового періоду, можна від дати появи наступного листка розрахувати суму температур, необхідну для викидання волоті, і розрахувати дату настання цієї фази.

Кількість закладених листків у залежності від сорту визначається з табл. 2.4.

Дату викидання волоті також можна розрахувати за формулою:

$$Д = Д_1 + \frac{30(\alpha + 1)}{c(t - 10)}, \quad (2.13)$$

де $Д_1$ – дата визначення кількості листків, які ще не вийшли;

α – кількість міжлисткових періодів. Інші позначки у формулі (2.13) ті ж, що і у формулі (2.12).

Прогноз складається за 20 – 25 діб до викидання волоті в чорноземних районах та 30 – 35 діб – у нечорноземних районах. Але завчасність прогнозу можна бути значно збільшити, якщо прогноз складати відразу ж після появи 3-го листка.

Таблиця 2.4 – Кількість листків у сортів кукурудзи різної скоростиглості

Групи сортів та гібридів	Число листків	Найменування сортів і гібридів
Дуже пізні	21	Місцеві грузинські, Арджаметська біла
Пізньюстиглий	19 – 21	Одеська 10, ВІР 156, Таврія ГС 400, гібриди югославської та румунської селекції
Середньопізні	17 – 18	ВІР 42, Одеська 50, Краснодарська 436, Краснодарська 440, Краснодарська ПГ-303
Середньо-стигли	15 – 16	Дніпропетровська 247, Буковинська 3, Харківська 23
Середньоранні	13 – 14	Воронежська 76, Буковинська 1, Дніпропетровська 438
Ранні	11 – 12	Славгородська 270

Температурні показники при складанні прогнозів визначаються з синоптичного прогнозу погоди. Якщо прогноз складається після появи третього листка, а прогноз погоди є тільки на місяць, то у таких випадках використовується середня багаторічна температура повітря.

Прогноз дат настання фаз молочної та воскової стиглості кукурудзи.

Прогноз строків настання молочної стиглості має важливе виробниче значення, оскільки завчасно інформує сільськогосподарські організації про строки збирання кукурудзи на силос і зерно. Прогноз складається після отримання фактичних даних фаз настання фази викидання волоті. Очікувана дата настання молочної стиглості розраховується двома методами.

Перший метод. Період викидання волоті – молочна стиглість розділений на два періоди: викидання волоті – поява ниток початку та поява ниток початку – молочна стиглість. У період від викидання волоті до появи ниток початку швидкість розвитку кукурудзи залежить від температури повітря (t) і вологості ґрунту (W). Тривалість періоду викидання волоті – поява ниток початку розраховується з рівняння:

$$n = 0,6t - 0,15W + 4,4 \quad , \quad (2.14)$$

В практичній роботі для визначення періоду викидання волоті – поява ниток користуються графіком (рис. 2.1).

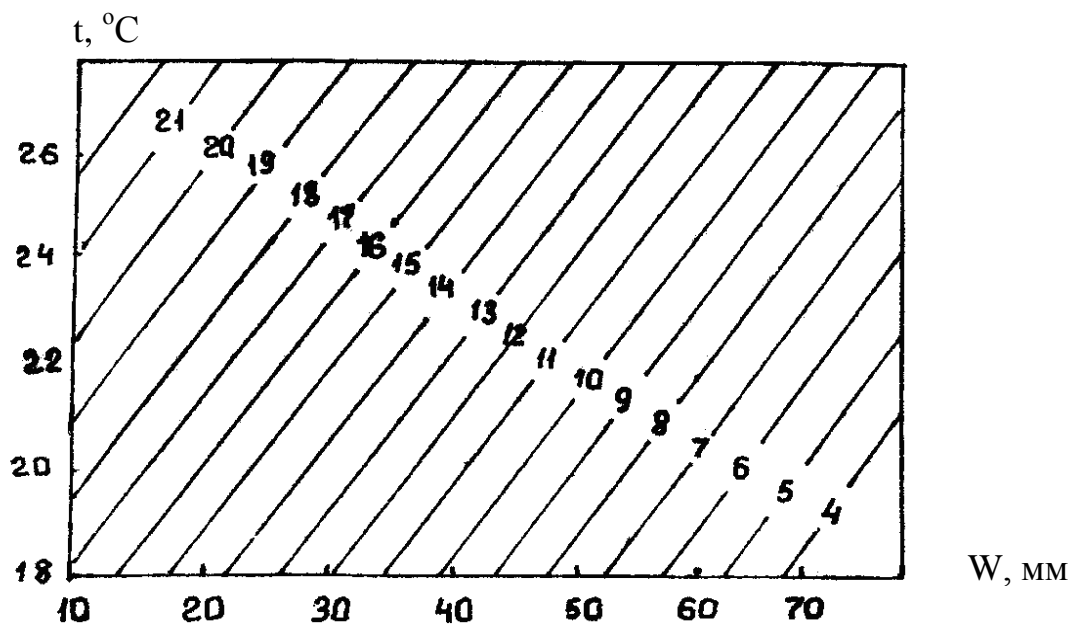


Рис. 2.1 – Залежність тривалості періоду викидання волоті – поява ниток початку кукурудзи від середньої температури та вологості ґрунту

Друга половина періоду – поява ниток – молочна стиглість знаходиться у великій залежності від температури повітря і його тривалість визначається з формули:

$$n = 42,5 - 0,6t \quad (2.15)$$

Зручніше його визначати з графіка (рис. 2.2) за даними середньої температури повітря за 10 – 15 днів після появи ниток. Температура повітря визначається з синоптичного прогнозу погоди.

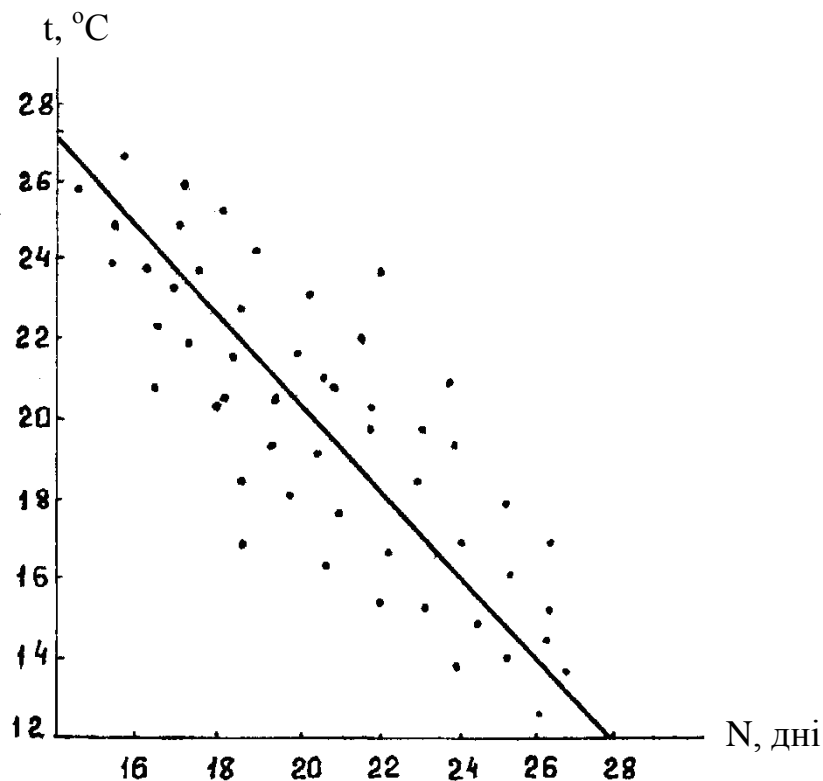
Другий метод. Дата настання молочної стиглості розраховується за сумами ефективних температур вище 10°C . За даними Ю.І. Чиркова для ранньостиглих сортів ця сума складає 240°C ; середньостиглих – 260°C , пізніх – 280°C . При підрахуванні сум обов'язково користуються значеннями поправкового коефіцієнта на температуру повітря (табл. 2.3).

Прогноз дат настання воскової стиглості кукурудзи. Фаза воскової стиглості завершує період вегетації кукурудзи. Високі температури прискорюють просихання зерна. Тривалість (n) періоду викидання волоті – воскова стиглість знаходиться у тісній залежності від температури повітря і розраховується за рівнянням:

$$n = \frac{\sum t_{>10}}{(t - 10) \cdot C}, \quad (2.16)$$

де $\Sigma t_{>10}$ – сума ефективних температур вище 10 °С за цей період. Вона становить: для ранніх сортів 350° С; середньостиглих – 400° С; середньопізніх і пізніх – 450 °С;

t – середня температура повітря.



Таблиця 2.4 – Суми ефективних температур за період викидання волоті – воскова стиглість

Сорт і кількість листків	Середня температура повітря, °С				
	≤ 20	22	24	26	28
Пізньостиглі і середньопізні, 17 – 20	450	502	544	586	648
Середньостиглі і середньоранні, 13 – 16	400	442	480	515	560
Скоростиглі	350	380	415	445	495

Таблиця 2.5 – Суми ефективних температур (вище 5° С) від початку вегетації до цвітіння плодових культур

Культура, сорт	$\sum t_{>5^{\circ}C}$
Абрикос краснощокый	88
Груша – усі сорти	125 ± 10
Вишні – Володимирська, Любська	150 ± 10
Яблуня – Антонівка звичайна, білий налив, жовтий налив, Апорт, Кальвіль, Папіровка, Джанатан, Пепін	185 ± 10
Яблуні – усі інші сорти	125 ± 10

Якщо в період підрахунку сум ефективних температур виникло похолодання, а потім знову потеплішало, то суми температур продовжують підраховувати після похолодання.

Окрім сум температур, складання прогнозу цвітіння плодових культур виконується також за формулою, яку запропонував Л.Н. Бабушкін,

$$n = \frac{\sum t_{>5}}{(T - 5)} , \quad (2.17)$$

де n – тривалість періоду від переходу середньої температури повітря через 5° С до зацвітання, дні;

$\sum t_{>5}$ – сума ефективних температур, °С;

T – середня температура повітря за прогнозований період, °С.

Слід зауважити, що навесні, коли складається прогноз цвітіння плодових, в окремі дні середня температура повітря може бути нижчою за 5° С. Тому суми ефективних температур у такому випадку визначаються з табл. 2.7.

Допустима помилка прогнозу ± 4 дні.

При складанні прогнозу цвітіння плодових культур необхідно також розрахувати імовірність припинення заморозків на очікувану дату цвітіння.

Таблиця 2.6 – Суми ефективних температур (вище 5° С) за декаду при різних значеннях середньої декадної температури повітря

Середня декадна, t, °С	Десяті частки градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
1	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
2	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,8
3	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,7	6,4	7,0	7,5
4	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4
5	13,0	13,6	14,2	14,8	15,4	16,0	16,6	17,2	17,8	18,4
6	19,0	19,6	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,8	24,4
7	25,0	25,6	26,2	26,8	27,4	28,0	28,8	29,6	30,4	31,2
8	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0
9	41,0	41,8	42,6	43,4	44,2	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0
10	50,0	51,0	52,0	53,4	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0

Для розрахунку імовірності припинення заморозків на дату цвітіння плодових необхідно знати середню багаторічну дату припинення заморозків для даного району та коефіцієнти для різних значень імовірності. Коефіцієнти розраховані (а) І.А. Гольцберг (табл.2.8).

Таблиця 2.8 – Значення коефіцієнтів (а) (за І.А. Гольцберг)

Імовірність, %	50	40	30	20	10	0
	50	60	70	80	90	100
Коефіцієнт	0	- 0.25	- 0.52	- 0.84	- 1.28	- 2.25
	0	0.25	0.52	0.84	1.28	2.25
Відхилення у днях При $\sigma = 10$	0	- 2	- 5	- 8	- 13	- 22
	0	2	5	8	13	22

І.А. Гольцберг також розраховала значення середньоквадратичних відхилень (σ) дат заморозків і побудувала карту значень σ для всієї території СНД.

Перемножуючи коефіцієнт (а) на значення σ , визначають відхилення у днях від середньої багаторічної дати припинення заморозків навесні відповідно до різної імовірності припинення заморозків. Порівнюючи очікувані дати цвітіння з датами припинення заморозків різної імовірності, визначають імовірність припинення заморозків на період цвітіння.

При вивченні другої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- особливості розвитку сільськогосподарських культур за різної забезпеченості теплом;
- методи розрахунку швидкості розвитку та дат настання фаз розвитку.
- визначати термічні показники, що визначають різну швидкість розвитку;
- користуватися синоптичними прогнозами погоди для виконання розрахунків;
- враховувати біологічні особливості розвитку культур у різних природно кліматичних зонах;
- складати тексти прогнозів та визначати їх справжуність.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Що покладено в основу методів фенологічних прогнозів?
2. Як розраховується дата колосіння зернових культур?
3. Перелічіть особливості прогнозування фаз розвитку кукурудзи?
4. Як розраховується дата викидання волоті кукурудзи?
5. Як розраховується дата цвітіння плодових культур?
6. Які Ви знаєте методи розрахунку дат настання фаз розвитку сільськогосподарських культур?
7. Які показники входять до основної фенологічної формули?
8. Як розраховується тривалість міжфазного періоду?
9. Яка сума температур необхідна для появи наступного листка кукурудзи?
10. Що вважається ознакою скоростиглості сорту кукурудзи?

2.1.3 Рекомендації щодо вивчення третьої теми – Прогнози запасів продуктивної вологи та вологозабезпеченості сільськогосподарських культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 2, 3, 4]. Відповідно розділи [1] - 3; [2] - 7; [3] – 5; [4]- 1.

Грунтова волога – один з найголовніших факторів, що впливає на формування врожайності сільськогосподарських культур. Тому так необхідно враховувати особливості водного режиму сільськогосподарських угідь і закономірностей його зміни в залежності від різних показників. Запаси продуктивної вологи на сільськогосподарських полях і в районах з глибоким заляганням ґрунтової води формуються внаслідок взаємодії ґрунту, рослин і метеорологічних умов. В зоні високого залягання ґрунтових вод, крім того, впливає їх рівень. В цілому динаміка запасів ґрунтової вологи у вегетаційний період характеризується

поступовим зменшенням запасів. Витрати води в літній період не компенсуються опадами, що випадають і тільки в період дозрівання культур спостерігається збільшення запасів вологи.

Проте впродовж вегетації сільськогосподарських культур на витрати запасів вологи впливають не тільки погодні умови, але і міра заглиблення і характер розвитку коріння, а також розміри надземної маси рослин. Це призводить до того, що швидкість витрат ґрунтової вологи у вегетаційний період рослин дуже змінюється. В районах, де ґрунтові води знаходяться глибоко і капілярний підтік відсутній, найбільша кількість вологи витрачається через транспірацію із шару ґрунту, де розташоване коріння. Витрати сягають найбільших значень у репродуктивний період.

С.О. Веріго запропонувала кількісну закономірність зміни (ΔW) запасів продуктивної вологи під озимими і ярими зерновими культурами в залежності від метеорологічних факторів:

$$\Delta W = aW_i + br - ct + d \quad , \quad (2.18)$$

де W_i – початкові запаси продуктивної вологи, мм ;

t – температура повітря за декаду, °С;

r – сума опадів за декаду, мм.

Числові коефіцієнти a , b , c , d залежать від виду культур, фази їх розвитку та типу ґрунтів.

На основі цієї закономірності С.О. Веріго розробила метод прогнозу запасів продуктивної вологи під ярою та озимою пшеницею.

Здатність рослин використовувати вологу з ґрунту визначається співвідношенням коріння і наземної маси та їх розвитком .

Розробляючи прогноз запасів продуктивної вологи для ярих зернових культур, С.О. Веріго розбила вегетаційний період на 3 періоди, які відрізняються потребою рослин у воді та розмірами і будовою надземної маси і коріння:

1 – формування сходів і листя (від сівби до виходу в трубку);

2 – формування колосу і цвіту (від виходу в трубку до цвітіння);

3 – формування зерна (після цвітіння).

Для цих трьох періодів були встановлені залежності зміни запасів продуктивної вологи від запасів вологи на початок розрахункового періоду, суми опадів за цей же період та середньої температури повітря. Найдоцільніше розрахунки виконувати за декадними даними вказаних величин. Залежності одержані окремо для чорноземних та підзолистих ґрунтів.

Початковими даними при складанні прогнозу запасів продуктивної вологи у ґрунті є фактичні дані про запаси вологи у ґрунті на початок

розрахунку, фази розвитку зернових та синоптичні прогнози температури, опадів.

Розрахунок зміни запасів продуктивної вологи під зерновими культурами виконується за рівнянням (2.18), а числові коефіцієнти наводяться у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Коефіцієнти a , b , c , d рівняння (2.18)

Період вегетації	Шар ґрунту, см	a	B	c	D
Ранні ярі зернові культури (чорноземні ґрунти)					
Сівба – вихід в трубку (1-й період)	0-20	-0,10	+0,35	-0,28	+0,9
	0-100	-0,27	+0,78	-0,127	+2,0
Вихід в трубку – цвітіння (2-й період)	0-100	+0,07	+0,93	-0,176	-20,6
Цвітіння – воскова стиглість (3-й період)	0-100	-1,72	+1,08	-0,229	+23,3
Підзолисті ґрунти					
1-й період	0-20	0,54	0,22	0,20	7,6
	0-100	0,40	1,24	0,31	2,5
2-й період	0-100	1,53	0,51	0,13	17,7
3-й період	0-100	0,93	0,64	0,09	10,7

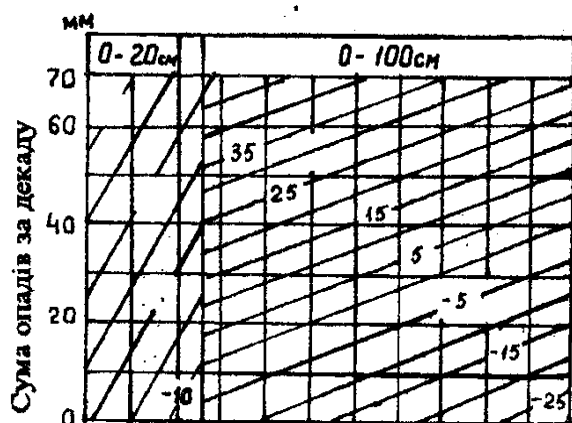
Для прискорення розрахунків побудовані графіки (рис. 2.3 а, б, в). На рис. 2.3 на осі x – запаси вологи на початку декади, на осі y – сума опадів за декаду, для якої виконується розрахунок; у полі графіків – зміна запасів продуктивної вологи за декаду. До кожного графіка додається таблиця поправок на температуру повітря. Очікувані запаси продуктивної вологи (W_2) становлять суму запасів вологи на початок декади (W_n) та зміну їх, зняту з графіка з поправкою на температуру, тобто:

$$W_2 = W_n + \Delta y(\pm \Delta t) , \quad (2.19)$$

Побудовані також графіки, за якими визначаються очікувані запаси вологи, а не їх зміна. Графіки побудовано окремо для ярої та озимої пшениці.

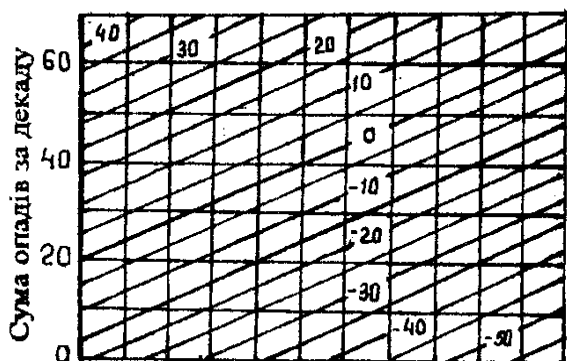
Розрахунок очікуваних запасів вологи виконується послідовно для кожної декади розвитку. Для цього розраховані запаси вологи за поточну декаду беруться за початкові для наступної декади. Температура повітря та опади використовуються за ту декаду, для якої ведуться розрахунки.

Якщо в розрахунках одержано від'ємний результат, то вони прирівнюються до 0.



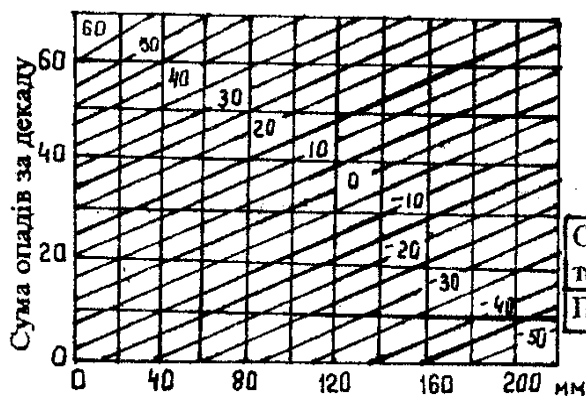
Поправка на температуру (а)

Середня за декаду температура повітря, °С	5-7	8-12	13-15	16-19
Поправка (мм) для шару				
0-20 см	0	0	0	-1
0-100 см	1	0	-1	-2



Поправка на температуру (б)

Середня за декаду температура повітря, °С	13-27	вище 27
Поправка (мм)	0	1



Поправка на температуру (в)

Середня за декаду температура повітря, °С	3-7	8-12	13-17	18-22
Поправка (мм)	1	0	-1	-2

Рис. 2.3 – Зміна запасів продуктивної вологи у зоні чорноземних ґрунтів під ярою пшеницею:

- а) від сівби до виходу у трубку;
- б) від виходу у трубку до цвітіння; в) після цвітіння.

Очікувані запаси продуктивної вологи під озимою пшеницею розраховуються за рівняннями табл. 2.10, або графіками С.О. Веріго.

Були складені рівняння очікуваних запасів продуктивної вологи також для картоплі, сіяних трав, кукурудзи.

Таблиця 2.10 – Рівняння залежності зміни запасів продуктивної вологи у ґрунті під озимою пшеницею від метеорологічних елементів

Зона	Період	Шар ґрунту, см	Рівняння
Чорно-земні ґрунти	Весняне відростання	0-20	$W_2 = -0,70 t + 0,26r - 0,25W_1 + 7,4$
	Формування колосу і цвіту	0-100	$W_2 = -1,12 t + 0,74r - 0,23W_1 + 27,7$
	Формування Зерна	0-100	$W_2 = 0,05 t + 0,90r - 0,07W_1 - 26,7$
	Формування Зерна	0-100	$W_2 = -0,64 t + 0,40r - 0,20W_1 + 7,4$
Підзолисті ґрунти	Весняне відростання	0-20	$W_2 = -0,33 t + 0,05r - 0,42W_1 + 17$
	Формування колосу	0-100	$W_2 = -2,26 t + 0,46r - 0,21W_1 + 41,6$
	Формування колосу	0-100	$W_2 = -0,73 t + 1,10r - 0,09W_1 - 11,4$
	Формування Зерна	0-100	$W_2 = -0,32 t + 0,80r - 0,035W_1 - 15,4$

Прогнози вологозабезпеченості посівів сільськогосподарських культур.

Вологозабезпеченість посівів – це міра забезпечення потреб рослин у воді в природних умовах. Вона може виражатись через запаси продуктивної вологи у відсотках від найменшої вологомісткості, у відсотках від середніх багаторічних запасів продуктивної вологи, через суму опадів у відсотках від середньої багаторічної, у відносних одиницях через випарування та випаровуваність, а також у відсотках через ті ж величини.

Розрахунок вологозабезпеченості сільськогосподарських культур за сумарним випаровуванням та дефіцитом насичення повітря

Розрахунок вологозабезпеченості (V) за сумарним випаровуванням та дефіцитом насичення повітря виконується практично для всіх сільськогосподарських культур як відношення фактичного сумарного випаровування (E_ϕ) з поля, зайнятого культурою, до сумарного випаровування при оптимальних умовах зволоження (E_o):

$$V = \frac{E_\phi}{E_o} \cdot 100, \quad (2.20)$$

За сумарне випаровування при оптимальних умовах зволоження (потреба рослин у воді) береться випаровуваність, розрахована будь яким методом.

При виконанні розрахунків фактичне сумарне випаровування (E_{ϕ}) визначається за спрощеною формулою водного балансу:

$$E_{\phi} = (W_1 + x) - W_2 , \quad (2.21)$$

де W_1 та W_2 – запаси продуктивної вологи відповідно на кінець попередньої та початок поточної декади;

x – сума опадів за декаду.

Випаровування в оптимальних умовах зволоження – випаровуваність можна розраховувати за будь-яким методом. В агрометеорології найчастіше використовується метод А.М. Алпатьєва. Він запропонував випаровуваність (E_o) розраховувати через сумарний дефіцит насичення повітря (d) з врахуванням коефіцієнтів біологічної кривої водоспоживання (K):

$$E_o = K \cdot \Sigma d , \quad (2.22)$$

Значення коефіцієнтів біологічної кривої споживання різне для різних сільськогосподарських культур і також може бути різним для однієї і тієї ж культури в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Розрахунок вологозабезпеченості зернових культур. О.В. Процеров встановив, що в період від сходів до колосіння для зернових культур значення коефіцієнту біологічної кривої становить від 0,6 після колосіння до воскової стиглості – 0,4.

Таким чином, потреба культур у волозі в будь - яку декаду вегетації буде дорівнювати сумі дефіцитів насичення повітря, помножених на 0,6, якщо значення дефіциту насичення виражено у мм, та 0,45, якщо – у мілібарах, тобто, у період від колосіння до воскової стиглості $E_o = 0,4 \cdot \Sigma d$, або $E_o = 0,6 \cdot \Sigma d$.

Для розрахунків забезпечення вологою зернових культур необхідні такі матеріали: дати настання фаз розвитку, фактична та очікувана за прогнозом температура повітря, фактичні та очікувані за прогнозом суми опадів, дефіцит насичення повітря та запаси продуктивної вологи на кінець кожної декади. Якщо запаси вологи не визначались, то вони розраховуються за рівнянням:

$$W_2 = (W_1 + x) - E , \quad (2.23)$$

де W_1 та W_2 – запаси продуктивної вологи на початок та кінець декади, для якої виконуються розрахунки, мм відповідно;

x – сума опадів за декаду.

Для зручності використання цих формул для ярої пшениці були побудовані графіки для визначення очікуваних запасів продуктивної вологи та сумарного випаровування для трьох періодів вегетації: сівба – вихід у трубку, вихід у трубку – цвітіння, цвітіння – воскова стиглість (рис. 2.4 а, б, в). За цими рисунками одночасно визначаються запаси продуктивної вологи на кінець декади та сумарне випаровування. На рис. 2.4 на осі абсцис – значення температури повітря, $t^{\circ}\text{C}$. На осі ординат – сумарне випаровування, (E_{ϕ}) мм; у полі графіка криві, які відповідають сумі запасів вологи на початок декади і опадів за декаду, ($W + x$).

Для складання прогнозу вологозабезпеченості посівів зернових культур необхідно мати синоптичний прогноз температури повітря, опадів та дефіциту насичення повітря. Але дефіцит насичення не прогнозується. Тому О.В. Процеров запропонував прогнозовану величину дефіциту насичення розраховувати через відхилення від норми температури повітря (табл. 2.6).

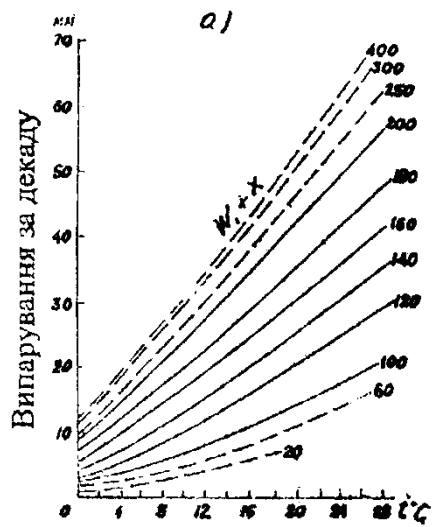
Таблиця 2.11 – Співвідношення відхилень температури повітря та дефіциту насичення повітря від норми

Елементи	Відхилення від норми (%)			
Температура повітря	± 10	± 20	± 30	± 40
Дефіцит насичення повітря вологою	± 15	± 30	± 45	± 60

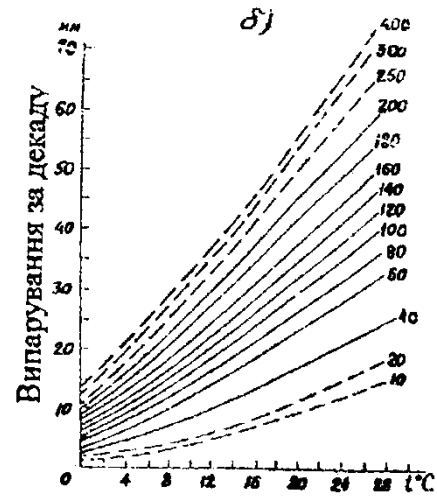
Для користування таблицею необхідно спочатку розрахувати у відсотках відхилення температури повітря від середнього багаторічного її значення і потім визначити відхилення дефіциту насичення у відсотках від його середньої багаторічної величини і визначити очікуване його значення у мм.

Якщо температура повітря очікується близькою до норми, то і дефіцит насичення теж буде близьким до норми.

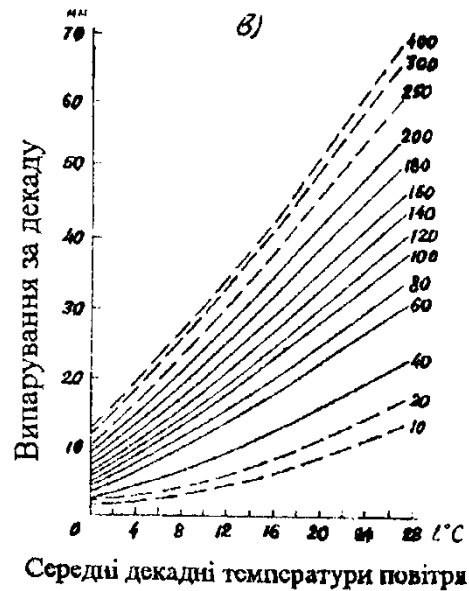
Забезпечення рослин вологою розраховується по декадах періоду вегетації культури, а потім середня величина за період розраховується як середня арифметична. С.О. Веріго розраховувала оцінку агрометеорологічних умов формування врожаю в залежності від забезпечення рослин вологою (рис. 2.5).



Середні декадні температури повітря



Середні декадні температури повітря



Середні декадні температури повітря

Рис. 2.4 – Сумарне випаровування за декаду (E_{ϕ}) на полях ярої пшениці в залежності від початкових запасів продуктивної вологи (W_1), опадів за декаду (x) та середньої температури повітря (t):

- а) від сівби до виходу у трубку;
- б) після виходу у трубку до колосіння;
- в) після колосіння до воскової стиглості

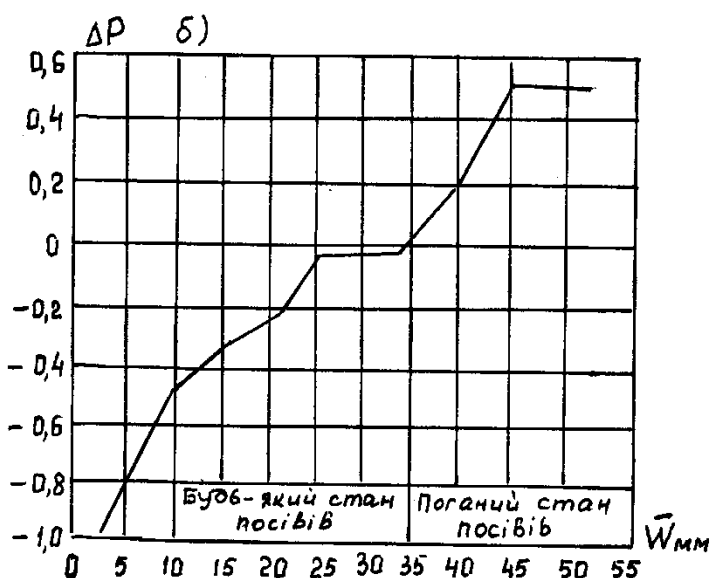
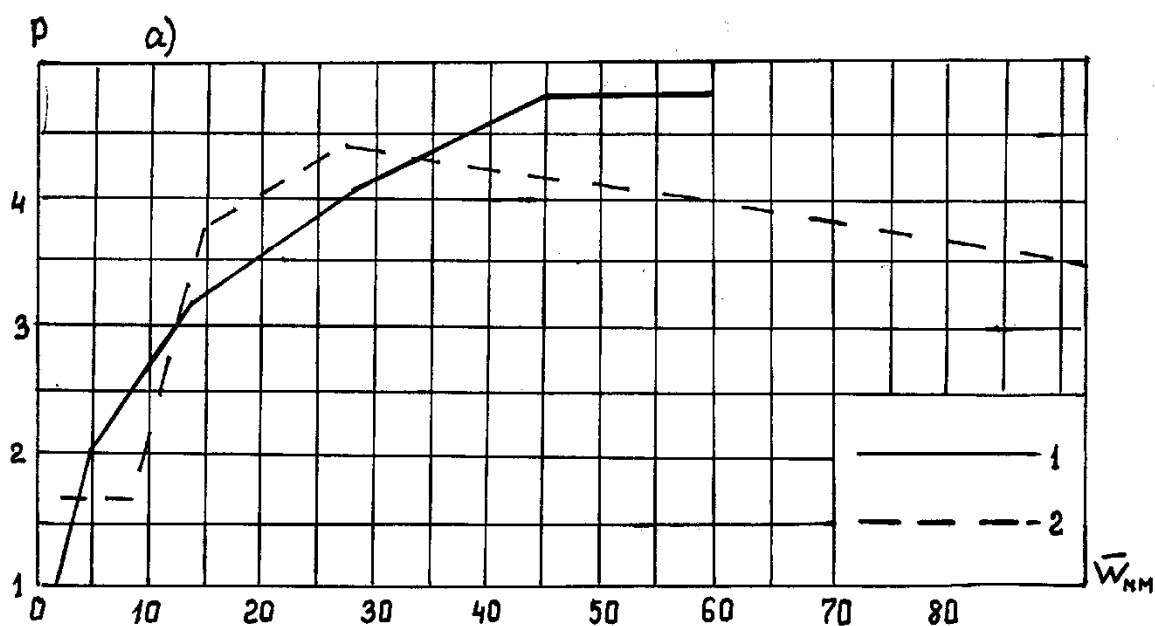


Рис. 2.5 – Відносна оцінка посівів ярої пшениці в залежності від забезпеченості вологою ярої пшениці в зоні:

- а) недостатнього зволоження,
- б) в зоні надмірного зволоження

Прогноз забезпеченості вологою ярих зернових культур складається тричі за вегетаційний період: перший – після закінчення сівби ярих; другий – після виходу у трубку; третій – після колосіння.

При вивченні третьої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- методи розрахунків запасів продуктивної води під різними сільськогосподарськими культурами [1], розділ 3, стор 46-56;

- методи розрахунку і оцінки вологозабезпеченості посівів у різні фази розвитку рослин [2], розділ 7, стор 95-106;

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Які закономірності змін вмісту води в ґрунті в холодну та теплу пору року?
2. Які знаєте методи прогнозу запасів продуктивної води на початок вегетаційного періоду?
3. Які особливості споживання води рослинами влітку?
4. Як впливають біологічні особливості рослин на витрати води з ґрунту?
5. Дайте визначення вологозабезпечення, вологопотреби, вологоспоживання;
6. Які Ви знаєте методи розрахунку сумарного випаровування та випаровуваності?
7. Що називається вологозабезпеченістю рослин та методи розрахунку її?
8. Методи прогнозу запасів продуктивної води під сільськогосподарськими культурами;
9. Як розраховується вологозабезпеченість цукрових буряків у другу половину вегетації?
10. Як визначається температура повітря при складанні прогнозу вологозабезпеченості?

2.1.4 Рекомендації щодо вивчення четвертої теми – Прогнози появи шкідників і хвороб сільськогосподарських культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 2]. Відповідно розділи [1] - 4; [2] - 8.

Прогноз фаз динаміки популяцій лугового метелика та термінів боротьби з ним.

Луговий метелик один із найбільш небезпечних шкідників овочевих, пропашних культур, багаторічних трав і пасовиськ. Його чисельність різко змінюється як в окремі роки, так і за окремими генераціями. В залежності від клімату місцевості та погодних умов поточного року луговий метелик має від 1 до 4 поколінь і відрізняється неоднаковими темпами розвитку на різних полях.

І.Я. Поляков, Г.М. Дороніна та Л.А. Макарова в результаті багаторічних досліджень в різних регіонах встановили, що характер його поведінки та розповсюдження залежить головним чином від стану кліматичних факторів. Вирішальне значення при цьому мають ті фактори середовища, які визначають рівень плодючості шкідника – умови тепло- і

вологозабезпеченості. Показники тепло- та вологозабезпеченості місцевості визначають характер розповсюдження метелика, швидкість його розвитку, інтенсивність літання метеликів, виживання потомства та ін.

Критерії прогнозу фази динаміки популяцій. У динаміці популяцій лугового метелика виділяється 8 фаз: депресія, вихід із депресії, початок зростання чисельності, зростання чисельності, масове розмноження, пік чисельності, початок спаду і спад чисельності. Фази шкідника розрізняються за відсотком заселення, щільності гусені (середньої та максимальної), масою тіла лялечок, відсотком лялечок з масою тіла менше 30 мг, кількістю паразитованої і хворої гусені.

Фазовий стан популяцій лугового метелика формується переважно під впливом погодних умов в основні критичні періоди його життєвого циклу.

Перший період – період живлення гусені. Основним фактором в цей період є температура повітря, яка визначає швидкість розвитку, активність живлення та ін. Найсприятливіші умови складаються при температурі повітря 19° С. За меншої температури зменшується інтенсивність накопичення жирових відкладів, збільшується відсоток хворої гусені і частина популяції впадає в діапаузу. Температура повітря 16° С є екстремальною, при такій температурі розвиток жирової тканини не відбувається і гусінь гине. Високі температури повітря (вище 25° С) зменшують активність живлення шкідника, що призводить до зменшення його чисельності.

Другий період – лялькування. Інтенсивність проходження процесів обміну на цій стадії залежить від температури і вологості повітря. Тому за показник умов розвитку на цій стадії береться гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова (ГТК). Несприятливі умови для лялькування складаються при ГТК менше 0,9, екстремальні значення ГТК менше 0,5, оптимальні – у межах 1 – 2.

Третій період – період вильоту метеликів та відкладення яєць. Поодинокий виліт починається при переході температури повітря через 15° С, масовий – при 17 – 18° С. Інтенсивність льоту покоління, яке перезимувало, залежить від ГТК за період лялькування та рівня температури в період масового льоту метеликів. Оптимальні умови у третій період складаються при ГТК = 0,9 і температурі повітря 19° С. Нестійка погода з поверненням холодів затримує виліт метеликів на 1,5 місяця.

Для метеликів літнього покоління, крім вказаних факторів, важливе значення має температура живлення гусені. Якщо температура повітря знижена, то частина шкідника впадає у діапаузу і популяція зменшується. Оптимальні умови для живлення гусені складаються при температурі повітря 20 – 25° С та наявності крапельно-рідкої вологи, яка полегшує добування нектару.

Четвертий період – підготовка популяції до зимівлі. Для цього періоду важлива кількість тепла, яке накопичується за період від масового льоту метеликів останньої генерації до припинення живлення гусені, яке спостерігається при стійкому переході температури повітря через 12° С в сторону її зниження. За суми температур 240 – 380° С шкідник закінчує розвиток в стадії гусені 5 віку, яка утворила кокон і сприятливо перезимує. При сумі температур 190 – 220° С гусінь не встигає утворити кокон, що підвищує імовірність її загибелі. При сумі температур менше 190° С чисельність шкідника різко зменшується. Таке ж відбувається і при сумі температур вище 420° С, коли прискорюється виліт метеликів наступного покоління, яке не встигає завершити цикл у поточному році.

Міра впливу погодних умов на формування фази динаміки лугового метелика залежить від його початкового стану. Якщо шкідник знаходився в депресії, то необхідно два сезони, щоб почалось зростання чисельності. Найбільш впливають погодні умови на фазах піку та спаду чисельності. Несприятливі погодні умови в цей час впродовж двох критичних періодів викликають у популяції депресію. Тому, знаючи стан популяції і значення агрометеорологічних факторів, можна охарактеризувати фазу динаміки шкідника та передбачити рівень його розповсюдження у наступному році або сезоні.

Після визначення початкового стану популяції складається прогноз за агрометеорологічними показниками. Для цього використовується значення середньої температури та ГТК окремих критичних періодів. Середні значення розраховуються за формулами:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{акт}}{N} \quad , \quad (2.24)$$

$$ГТК = \frac{\sum P \cdot 10}{\sum T_{акт}} \quad , \quad (2.25)$$

де $\sum T_{акт}$ – сума активних температур за період, °С;

N – тривалість періоду, дні;

$\sum P$ – сума опадів за період, мм.

Дата переходу температури повітря через 12°С (восени і навесні) розраховується за формулою:

$$Д = \frac{(T - T_1) \cdot 10}{T_2 - T_1} \quad , \quad (2.26)$$

де $Д$ - кількість днів до переходу температури повітря через 12°С,

T – температура 12°C ,

T_1 – середня за декаду температура повітря нижче 12°C ,

T_2 – середня температура вище 12°C .

Визначену при розрахунках кількість днів додають до 5, 15, 25 (в залежності від попередньої декади).

Для довгострокового прогнозу визначаються агрометеорологічні показники розвитку другого та зимуючого покоління лугового метелика: середню температуру живлення гусені другого покоління, ГТК періоду лялькування другого покоління, ГТК періоду масового льоту метеликів другого покоління, суму ефективних температур за період льоту метеликів другого покоління до переходу температури повітря через 12°C .

Для того, щоб визначити розповсюдження та чисельність шкідника гусені першого покоління лугового метелика, розраховується ГТК періоду лялькування і середню температуру періоду масового льоту метеликів покоління, яке перезимувало. За дату початку лялькування береться дата стійкого переходу температури повітря через 12°C навесні.

Після розрахунків прогнозу фази динаміки лугового метелика і на його основі розробляються плани проведення захисних заходів. Заходи боротьби плануються окремо для кожної популяції.

Найбільш небезпечне перше покоління лугового метелика і на нього планують 60 – 70% загального обсягу обробок за рік. Завжди складається два варіанти обсягу засобів боротьби і вибирається варіант в залежності від сприятливості погодних умов для розвитку шкідника.

Прогноз появи та розвитку колорадського жука.

Колорадський жук відомий в багатьох країнах світу як шкідник картоплі та пасльонових культур. На Україні колорадський жук розповсюджений у всіх зонах і завдає значних збитків картоплеводам.

В онтогенезі колорадського жука розрізняють фази жуків (J_m), яєць (O_v), личинок першого, другого, третього і четвертого віку (L_1, L_2, L_3, L_4) і лялечок (P). Найбільш шкідливі з них дорослі жуки, личинки третього та четвертого віку. Колорадський жук за один вегетаційний період здатен давати від одного до трьох поколінь.

Метод прогнозу появи і розвитку жука розробив В.В. Вольвач. Задача прогнозу термінів розвитку тих фаз колорадського жука, які використовуються в якості індикаторів оптимальних термінів проведення хімічних обробок посівів картоплі, зводиться до встановлення зв'язку між їх тривалістю та метеорологічними факторами. На розвиток жука найбільше впливає температура повітря та ґрунту. Вихід жуків із ґрунту співпадає із встановленням середньої за добу температури повітря близько 10°C . Таким чином, для визначення появи жуків навесні, необхідно визначити дату стійкого переходу температури повітря через 10°C .

Дата переходу температури повітря через 10°C визначається за даними середніх за добу температур за сумами позитивних і негативних

відхилень. Також можна визначити дату переходу температури повітря через 10°C за середніми за декаду температурами повітря за формулами:

для весни

$$S = \frac{(10 - a)}{(v - a)} + 5 \quad (2.27)$$

для осені

$$S = \frac{(v - 10)}{(v - a)} + 5 \quad (2.28)$$

де a – температура повітря нижче 10°C ;

v – температура повітря вище 10°C ;

d – кількість днів першої декади.

Для встановлення тривалості періоду досягання жуків, які перезимували (період від виходу до початку яйцекладки), використовується рівняння

$$Y = 94,6 + 0,221t^2 - 8,738t + 4,15h\text{f} \quad , \quad (2.29)$$

де y – тривалість періоду дозрівання жуків, які перезимували;

t – середня за цей період температура повітря;

$h\text{f}$ – показник виходу жуків із ґрунту у вигляді різниці між максимальною тривалістю дня на широті станції та тривалістю дня на дату виходу жуків із ґрунту.

Рівняння застосовується для значень температури повітря від 11 до 21°C , та $h\text{f}$ від 0 до 3 годин.

Тривалість розвитку яєць, личинок, лялечок і колорадського жука визначається переважно температурою повітря. Найсприятливіші умови для розвитку шкідника складаються при температурі повітря вище 20°C , але не вище $25 - 26^{\circ}\text{C}$. За таких температур спостерігається найменша тривалість розвитку покоління – 30 діб.

Залежність тривалості розвитку яєць, личинок, лялечок і покоління в цілому виражена рівнянням параболи другого порядку. В табл. 2.12 наведені рівняння та їх статистичні характеристики.

Колорадський жук відноситься до видів, які здатні за один вегетаційний період давати від одного до трьох поколінь. Для досягання жуків літніх поколінь велике значення має тривалість дня по як вони є дуже чутливою до фотоперіоду фазою. У зв'язку з цим тривалість періоду дозрівання молодих жуків визначається не тільки температурою повітря, а і тривалістю дня. В залежності від сполучення цих факторів тривалість періоду змінюється від 6 до 20 і більше днів.

Таблиця 2.12 – Статистичні характеристики рівнянь зв'язку вигляду
 $Y = at^2 - bt + c$

Фази і періоди розвитку	Коефіцієнти рівнянь зв'язку			R	$\pm S_y$	Температура
	a	b	c			
Яйцекладка (O_v)	0,109	-4,92	61,4	0,80	1,9	12 - 26
Личинки ($L_1 - L_4$)	0,135	-6,51	91,8	0,78	2,7	13 - 25
Лялечки (P)	0,188	-8,96	117,6	0,95	2,8	13 - 25
Від яйцекладки до L_2 ($O_v - L_2$)	0,171	-7,68	95,3	0,80	2,7	14 - 25
L_3 ($O_v - L_3$)	0,204	-9,09	113,3	0,80	2,7	14 - 25
L_4 ($O_v - L_4$)	0,213	-9,77	126,6	0,80	3,1	14 - 25
P_p ($O_v - P_p$)	0,470	-20,20	236,8	0,84	3,2	14 - 25
J_m ($O_v - J_m$)	0,378	-18,54	253,7	0,92	4,0	14 - 25

В Україні друге покоління колорадського жука має господарське значення і для розрахунку строків дозрівання молодих жуків застосовується рівняння

$$Y = 79,9 - 0,46t - 0,062 \hbar, \quad (2.30)$$

де \hbar – тривалість дня на дату виходу жуків із ґрунту, хв.

При вивченні четвертої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- агрометеорологічні умови лугового метелика [1], розділ 4.1, стор. 68-79;
- агрометеорологічні показники розвитку різних популяцій колорадського жука [1], розділ 4.2, стор. 79 – 82.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Як розраховується дата переходу температури повітря через 12°C ?
2. Хто розробив метод прогнозу появи і розвитку жука та які фази розвитку Ви знаєте?
3. Від чого залежить фаза динаміки популяції лугового метелика, дайте характеристику.
4. Напишіть рівняння тривалості дозрівання жуків, які перезимували, та охарактеризуйте його.
5. Скільки генерацій колорадського жука буває за вегетаційний період?

6. Як визначається тривалість розвитку яєць, личинок , лялечок і колорадського жука?
7. Скільки виділяється фаз у динаміці популяцій лугового метелика?
- 8 Скільки існує періодів у розвитку лугового метелика?

2.1.5 Рекомендації щодо вивчення п'ятої теми – Методи прогнозів перезимівлі озимих культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 4]. Відповідно розділи [1] - 5; [4] - 8.

Озимі культури (пшениця, жито, ячмінь) – однолітні рослини, зростання яких відбувається впродовж двох циклів, що відмежовані між собою досить тривалим відрізком часу (від 3 до 7 місяців) примусового спокою, який обумовлюється несприятливими умовами зимівлі. Перший цикл зростання озимих культур починається восени і продовжується до припинення вегетації. Другий цикл зростання починається навесні з відновлення вегетації рослин і закінчується збиранням врожаю.

З усіх озимих зернових культур найбільш стійким до несприятливих умов зимівлі є жито. Це пояснюється менш вимогливим ставленням цієї культури до зовнішніх умов вирощування, більшою інтенсивністю кущистості та ін. Критична температура вимерзання різних сортів озимого жита в залежності від умов осінньої вегетації коливається у межах від –18 до – 24° С. Тому воно має більш широке розповсюдження у районах з суворою зимою.

Глибина залягання вузла кущіння залежить від заглиблення насіння, щільності верхнього шару ґрунту, розміру посівного насіння та агрометеорологічних умов осіннього періоду.

В осінній період у озимих культур відбуваються складні фізіологічні процеси, які забезпечують підготовку рослин до зимівлі. Стан озимих посівів після припинення вегетації восени має дуже велике значення для перезимівлі. Найменш зимостійкими бувають озимі культури у фазі другого та третього листка. Перерослі рослини восени мають висоту близько 25 см та більше шести бокових пагонів. Зимостійкість таких рослин різко зменшується в порівнянні з рослинами, які мають 3 – 5 пагонів. За даними багатьох дослідників найбільша зимостійкість буває, коли у рослин утворюється до припинення вегетації від 3 до 5 пагонів.

Зимостійкість рослин залежить від строків сівби, зволоження ґрунту, біологічних особливостей сортів озимих культур та агрометеорологічних умов впродовж осіннього періоду вегетації, наприкінці якого проходить процес загартування рослин. За даними І.І. Туманова процес загартування проходить впродовж двох фаз. Перша фаза протікає в умовах доброго освітлення та при поступовому зменшенні температури повітря до 0 – 6° С. Тривалість першої фази становить 12 – 14 днів. При добрих умовах

проходження першої фази загартування озимі витримують зниження температури ґрунту на глибині вузла кушіння до -12°C .

Друга фаза загартування відбувається наприкінці осені – початку зими при середній за добу температурі повітря $-2 - -5^{\circ}\text{C}$. Вона може відбуватись уже під снігом. Тривалість другої фази становить 3 – 5 днів, інколи – 8 – 12. Після проходження другої фази загартування рослини накопичують найбільшу кількість цукру та здатні витримувати температури до $-18 - 22^{\circ}\text{C}$.

В залежності від морозостійкості висіяних сортів, агрометеорологічних умов осені, рельєфу полів зрідженість посівів взимку носить досить різноманітний характер. Вона може бути невеликою та рівномірно розповсюджуватись по полю. Це буде дифузійна зрідженість. Найчастіше вона спричиняється короточасними сильними морозами при відсутності снігу або незначній його висоті у першу половину зими.

За більш суворих умов зимівлі (тривалих сильних морозів, тривалого залягання товстого шару снігу, наявності льодової кірки, застою талих вод та ін.) зрідженість посівів носить плямистий характер. Загальна площа пошкоджень у таких випадках залежить від інтенсивності та тривалості несприятливих умов. Такий вид зрідженості посівів озимих культур зустрічається найчастіше.

Третій тип зрідженості посівів спостерігається в роки з поганими умовами для перезимівлі рослин, коли майже всі рослини на полі гинуть. За великої зрідженості озимих проводиться підсів або повний пересів озимих культур ярими.

Основними причинами пошкодження рослин взимку є: вимерзання, випрівання, вимокання, випирання та видування рослин. Крім того, наявність притертої льодової кірки поглиблює дію всіх вищезазначених факторів. Загибель рослин взимку найчастіше відбувається під дією не одного, а декількох факторів. Так, в посушливих умовах поганий стан озимини навесні пояснюється не тільки умовами перезимівлі, а і великою зрідженістю посівів внаслідок слабкого розвитку восени через нестачу вологи в ґрунті. В таких випадках дія зимових умов спричиняє ще більшу зрідженість посівів.

Зимостійкість рослин – це загальна стійкість їх до несприятливих умов зими. Вона визначається біологічними особливостями рослин, станом посівів перед припиненням вегетації, мірою загартування рослин та умовами перезимівлі. Зимостійкість рослин поступово зростає від осені до середини зими, в другій половині зими вона починає зменшуватись. Особливо різко вона зменшується взимку при наявності великої кількості відлиг.

Морозостійкість рослин – це стійкість рослин до морозів. Вона характеризується критичною температурою вимерзання рослин. *Критична температура* вимерзання рослин – це температура, за якої загибель від вимерзання становить більше 50 % рослин. За даними В.М. Лічикакі

значення критичної температури вимерзання тісно пов'язано із середньою за пройдений період зимівлі мінімальною температурою ґрунту на глибині залягання вузла кущіння.

Стан озимих посівів восени після припинення вегетації дуже впливає на перезимівлю озимих культур. Мало розвинені рослини так, як і перерослі, значно більше пошкоджуються при несприятливих умовах зимівлі. Критична температура їх вимерзання майже завжди на $1 - 3^{\circ}\text{C}$ вище ніж у добре розвинених рослин. Погано розвинені рослини з кущистістю 1 – 2 пагони мають мало поживних речовин і тому скоріше пошкоджуються внаслідок вимокання та випрівання, а також від льодяної кірки. У перерослих рослин (з кущистістю більше 6 пагонів у пшениці та 4 пагонів у жита) зимостійкість зменшується внаслідок значного росту та переходу рослин до третього етапу органогенезу, а також у зв'язку з інтенсивним збільшенням конусу наростання в осінній період, що спричиняє затримку проходження першої стадії загартування рослин. Встановлено, що найбільшу зимостійкість мають рослини, які мають на припинення вегетації до трьох, чотирьох пагонів (у деяких сортів озимої пшениці до 2 – 3 пагонів).

Головними агрометеорологічними факторами, які визначають перезимівлю озимих культур, є: висота снігу, мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння в різні періоди зими, сума від'ємних температур повітря, глибина промерзання ґрунту, тривалість періоду з висотою снігу більше 30 см, сума опадів за осінній та зимовий періоди та ін. Дослідженнями впливу цих факторів на перезимівлю озимини займалися Ф.М. Куперман, В.М. Лічикакі, В.О. Мойсейчик, І.М. Петунін, О.М. Шульгін, А.А. Окушко і інші.

Агрометеорологічними умовами перезимівлі озимих культур називається комплекс метеорологічних елементів, які безпосередньо або побічно впливають на рослини взимку і визначають їх зимостійкість та стан на початок весняної вегетації.

Температура повітря. Температура повітря визначає не тільки умови, але і тривалість періоду зимівлі рослин, який починається з дати стійкого переходу температури повітря через 0°C восени та закінчується переходом її через позитивні значення навесні. Температура повітря взимку особливо негативно впливає на перезимівлю озимих культур за відсутності снігу.

Сніговий покрив. Велике значення для зимівлі рослин мають строки встановлення та сходу снігу, просторова та часова мінливість висоти та щільності його. Пізнє встановлення снігу на полях в районах зі стійкою зимою та сильними морозами збільшує імовірність вимерзання рослин. Висота снігу на полях поступово збільшується впродовж зими. Найбільша вона буває у північних хліборобських районах наприкінці березня, на півдні – у лютому. При рівномірному заляганні сніг добре захищає рослини від сильних морозів. Після встановлення на полях снігу температура ґрунту на

глибині вузла кущіння значно підвищується. Але дуже глибокий сніг та тривале його залягання на полях з озимими також несприятливо впливає на рослини.

Сніг на полях залягає дуже нерівномірно. Під впливом вітру на відкритих полях відбувається значне перенесення снігу з одних ділянок поля на інші. Дослідженнями просторової мінливості снігу на полях займалися І.М. Петунін, О.О. Окушко, А.М. Шульгін, В.О. Мойсейчик та ін. Ними встановлено, що нерівномірність розповсюдження снігу тим більша, чим менша середня його висота. Встановлено, що висота снігу 10 см достатня для збереження озимих при сильних морозах і вона буває на всьому полі за середньої висоти снігу 30 см. В.О. Мойсейчик розрахувала ймовірність розподілу снігу на полях з озимими культурами за різної середньої товщини його (табл. 2.13).

Тривалість періоду з снігом також має велику просторову мінливість. Тривале залягання товстого шару снігу на полях спричиняє пошкодження рослин внаслідок випрівання. За значної товщини снігу та тривалого його перебування на полях стан озимини залежить від швидкості танення снігу.

Глибина промерзання ґрунту. Строки встановлення снігу на полях та його товщина значно впливають на глибину промерзання ґрунту, яка також має значну просторову та часову мінливість, але все ж таки меншу ніж товщина снігу. На глибину промерзання ґрунту впливають механічний склад ґрунту, його вологість, рельєф, агротехніка, рослинний покрив тощо.

Дослідження Л.О. Разумової показали, що головними факторами, які зумовлюють глибину промерзання ґрунту, є вологість ґрунту, температура повітря, товщина снігу та рівень ґрунтових вод. Чим менша товщина снігу та вища сума негативних температур, тим глибше промерзає ґрунт (рис. 2.6, а, б).

Температура ґрунту на глибині залягання вузла кущіння. Температура ґрунту на глибині вузла кущіння є комплексним показником агрометеорологічних умов перезимівлі озимих культур. На її значення впливають тепломісткість і теплопровідність ґрунту, температура повітря, товщина снігу, вологість ґрунту, глибина промерзання ґрунту.

Велика просторова та часова мінливість мінімальної температури ґрунту не дозволяє обмежуватись лише фактичними спостереженнями через малу кількість повторюваностей. Тому для використання цієї величини в прогнозах та оцінках було розроблено декілька методів розрахунку температури ґрунту на глибині 3 см. Встановлена залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від мінімальної температури повітря (T) при різній висоті снігу та різної глибини промерзання ґрунту (H). Рівняння зв'язку – у табл. 2.14).

Вплив температури повітря при відсутності снігу на температуру ґрунту на глибині вузла кущіння носить лінійний характер (рис. 2.7).

Просторова мінливість мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння визначається, головним чином, розподілом снігу на полях.

Таблиця 2.13 – Розподіл снігу на полях з озимими культурами при різній висоті його за снігозйомкою (% загальної площі поля)

Середня висота снігу за снігозйомкою, см	Висота снігу, см									
	0	1-3	4-6	7-10	11-15	16-20	21-30	31-50	51-80	80-100
1	70	24	5	1	0	—	—	—	—	—
2	46	33	17	4	0	—	—	—	—	—
3	27	38	25	9	1	0	—	—	—	—
4	18	30	36	13	3	0	—	—	—	—
5	10	25	39	21	5	0	—	—	—	—
6	7	19	34	29	10	1	0	—	—	—
7	5	16	30	35	12	2	0	—	—	—
8	2	11	25	41	15	6	0	—	—	—
9	2	7	18	42	23	7	1	0	—	—
10	1	7	14	38	28	9	3	0	—	—
11	1	4	12	37	37	13	4	0	—	—
12	1	3	9	29	38	16	4	0	0	—
13	0	3	7	24	37	19	9	1	0	—
14	0	2	6	21	35	23	11	2	0	—
15	0	2	5	17	33	27	14	2	0	—
16	0	2	4	14	29	29	19	3	0	—
17	0	1	4	13	25	30	23	4	0	—
18	0	0	4	10	23	31	26	6	0	—
19	0	0	2	9	21	30	32	6	0	—
20	0	0	2	8	19	28	33	10	0	—
21–30	0	0	1	3	9	21	44	21	1	0
31–50	0	0	0	0	1	5	25	63	6	0

Таблиця 2.14 – Рівняння зв'язку мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см з мінімальною температурою повітря та глибиною промерзання ґрунту

Висота снігу, см	Рівняння зв'язку
5	$t_3 = 0,64T - 0,07H + 5,2$
10	$t_3 = 0,25T - 0,06H + 3,1$
15	$t_3 = 0,17T - 0,06H + 1,9$
20	$t_3 = 0,12T - 0,05H + 1,56$

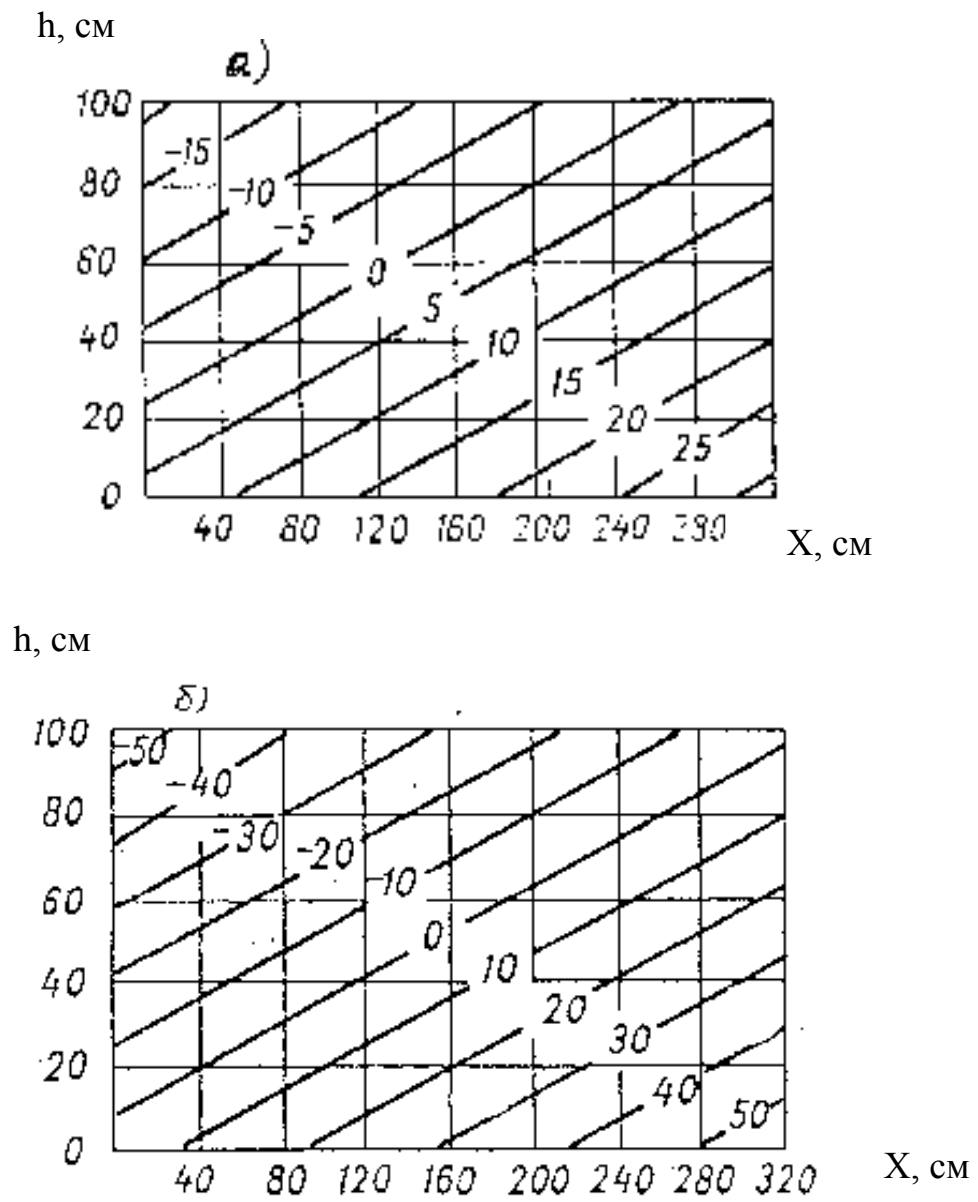


Рис.2.6 – Зміна глибини промерзання ґрунту (х) (см за декаду).
а – райони з високим стоянням ґрунтових вод;
б – райони з глибоким стоянням ґрунтових вод на ЄЧ СНД.

Для практичного використання рівнянь побудовані графіки (рис. 2.8 а, б).

За значеннями коефіцієнтів кореляції та кореляційних відношень встановлено, що зв'язок температури ґрунту на глибині вузла кушіння з температурою повітря та глибиною промерзання ґрунту прямолінійний, а з товщиною снігу нелінійний і має вигляд параболи другого порядку.

Аналітично ці залежності описуються багатofакторними рівняннями: для зони з чорноземними ґрунтами:

$$t = 0,618T - 0,082H + 0,658h^2 - 0,008h + 0,0007P - 0,366 \quad , \quad (2.31)$$

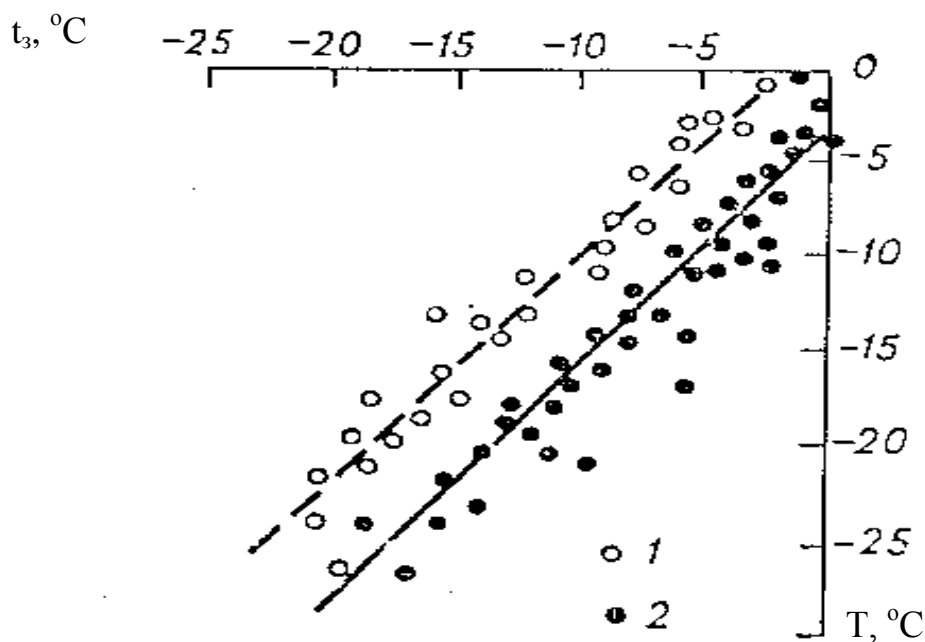


Рис. 2.7 – Значення мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см в залежності від мінімальної температури повітря при відсутності снігу, 1 – при підвищенні температури повітря, 2 – при зменшенні.

для зони нечорноземних земель з добре зволженим суглинковим ґрунтом:

$$t = 0,274T - 0,052H + 0,444h^2 - 0,009h + 0,004P - 5,960 , \quad (2.32)$$

для нечорноземної зони з добре зволженим супіщаним ґрунтом:

$$t = 0,372T - 0,057H + 0,425h^2 - 0,003h + 0,005P - 2,328 , \quad (2.33)$$

для західних районів нечорноземної зони з суглинковим добре зволженим ґрунтом:

$$t = 0,205T - 0,074H + 0,171h^2 - 0,003h + 0,0004P - 0,965 , \quad (2.34)$$

За цими рівняннями розраховується мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, якщо: $T = -10 \text{ -- } -40^\circ \text{C}$, $H = 20 \text{ -- } 150 \text{ см}$, $h = 0 \text{ -- } 40 \text{ см}$, $P = 100 \text{ -- } 2000$ пагонів на один метр.

За рівняннями (2.31 – 2.34) визначається також товщина снігу, за якої мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння буде близькою до критичної температури вимерзання рослин. Ці рівняння широко використовуються у практиці оперативного обслуговування сільського

господарства як для оцінки умов перезимівлі, так і для складання прогнозів площ з загиблими посівами.

На стійкість озимих культур до несприятливих умов зими впливають також попередники, після яких озимі посіяні.

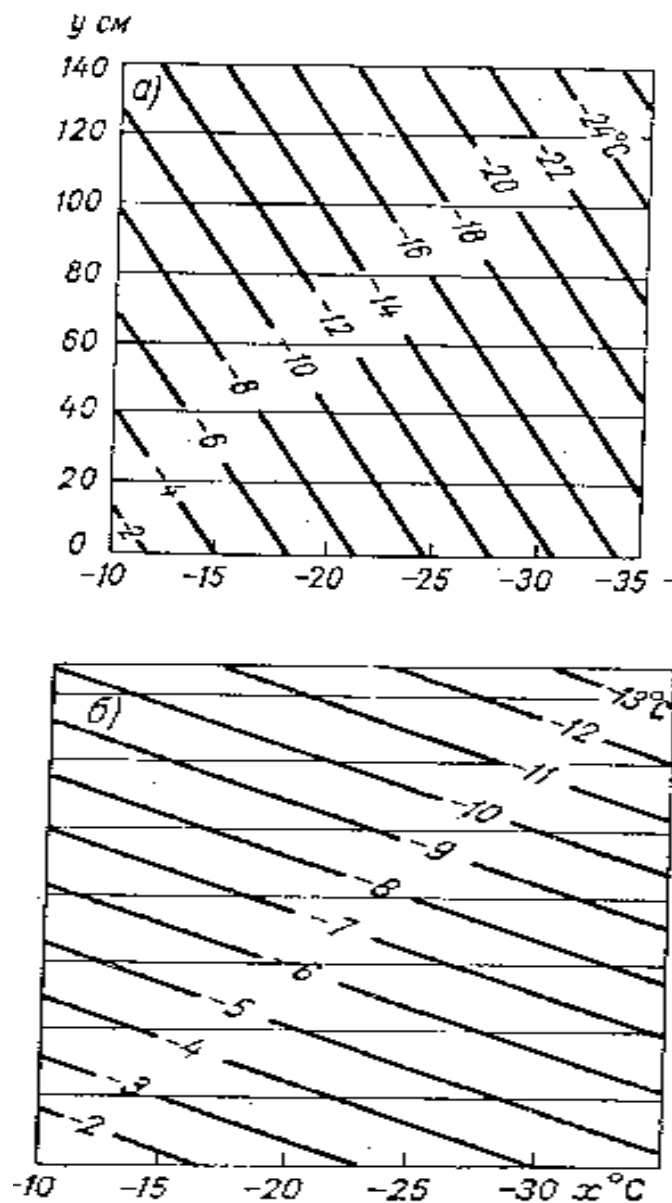


Рис. 2.8 – Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння озимих культур від мінімальної температури повітря (x) та глибини промерзання ґрунту (y).

Прогноз критичної температури вимерзання озимих культу.

Критична температура вимерзання – це така температура при якій загибель рослин становить 50 % і більше. Найчастіше значення критичної температури вимерзання визначають за допомогою проморожування зразків

у холодильних камерах. Але існує ціла низка методів розрахунку критичної температури вимерзання озимих культур.

Прогноз критичної температури вимерзання за методом І.В. Свісюка. Дослідження І.В. Свісюка показали, що найбільше впливає на загартування рослин восени температура повітря та ґрунту. В листопаді та на початку грудня, у період першої фази загартування, особливо велике значення мають перепади між денною та нічною температурами та мінімальна температура повітря в нічну пору. Наприкінці листопада та в грудні, у період другої фази загартування, важливого значення набуває хід зниження негативної середньої за добу температури. Були встановлені статистичні залежності між переліченими факторами та критичною температурою вимерзання:

$$U = 0,125t - 0,00099\Sigma T - 15,5, \quad (2.35)$$

де U – критична температура вимерзання озимих більш морозостійких сортів, які мають з осені куцистість 2 – 3 пагони, °С;

t – середня з мінімальних температур повітря за листопад, °С;

ΣT – сума температур повітря нижче 0° С за листопад – грудень, °С.

Для сортів з меншою морозостійкістю (Безоста 1, Аврора, Кавказ та ін.) при розрахунках по таблиці вводиться поправка. Вона в середньому становить 2° С. Така ж поправка вводиться для усіх сортів, якщо вони закінчили вегетацію у стані сходи – третій лист.

Визначення критичної температури за методом В.М. Лічикакі. В.М. Лічикакі встановлена залежність критичної температури вимерзання озимих культур від сум середніх за добу температур повітря та сум мінімальних температур ґрунту на глибині залягання вузла куциння. Для використання цієї залежності в оперативній роботі була розрахована табл. 2.15.

За табл. 2.15 розраховується критична температура вимерзання в першу половину зими, тобто після дати стійкого переходу температури повітря через -10° С. Закінчення періоду проходження другої фази загартування рослин приблизно співпадає з цією датою.

Результати перевірки цієї методики на великому матеріалі спостережень показали, що визначена за табл. 2.15. критична температура вимерзання забезпечується точністю $\pm 1^\circ \text{C}$.

Для того, щоб була можливість розраховувати значення критичної температури не тільки для першої половини зими, а і для всієї зими, В.М. Лічикакі були встановлені статистичні залежності критичної температури вимерзання ($T_{\text{кр}}$) від середньої із мінімальних температур ґрунту (t_3) на глибині вузла куциння за період від переходу її через 0° С восени до дати визначення критичної температури вимерзання (рис. 2.9 а, б).

Таблиця. 2.15 – Залежність критичної температури вимерзання сортів озимої пшениці від середньої з мінімальних температури ґрунту на глибині вузла кушіння

Середня мінімальна температура на глибині вузла кушіння (в °С) за період від дати переходу її через 0°С до дати визначення критичної температури	Критична температура сортів озимої пшениці різної морозостійкості (в °С)		
	вище середньої	середня	нижче середньої
	Одеська 3, Одеська 16	Українка, Білоцерківська 198, Миронівська 808	Безоста 1
1	2	3	4
0	-14,0	-14,0	-13,8
-0,6	-15,2	-15,1	-14,2
-1,2	-16,6	-16,1	-14,9
-1,8	-17,7	-16,9	-15,7
-2,4	-18,8	-17,7	-16,3
-3,0	-19,6	-18,3	-16,4
-3,6	-20,3	-18,7	-16,5
-4,2	-20,8	-19,1	
-4,8	-21,2	-19,2	
-5,4	-21,6	-19,4	
-6,0	-22,0	-19,5	

Залежності описані рівняннями:
для сортів середньої морозостійкості:

$$T_{кр} = -14,056 + 1,916t_3^2 + 0,172t_3 \quad , \quad (2.36)$$

для сортів високої морозостійкості:

$$T_{кр} = -13,929 + 2,454t_3^2 + 0,191t_3 \quad , \quad (2.37)$$

для сортів слабкої морозостійкості:

$$T_{кр} = -13,8 + 0,164t_3^2 - 1,00t_3 - 0,344t^2 - 0,0289t \quad , \quad (2.38)$$

Озиме жито:

$$T_{кр} = -0,14t_3^2 + 2,65t_3 - 14 \quad , \quad (2.39)$$

Озимий ячмінь:

$$T_{кр} = -0,488t_3^2 + 3,263t_3 - 9,25 \quad , \quad (2.40)$$

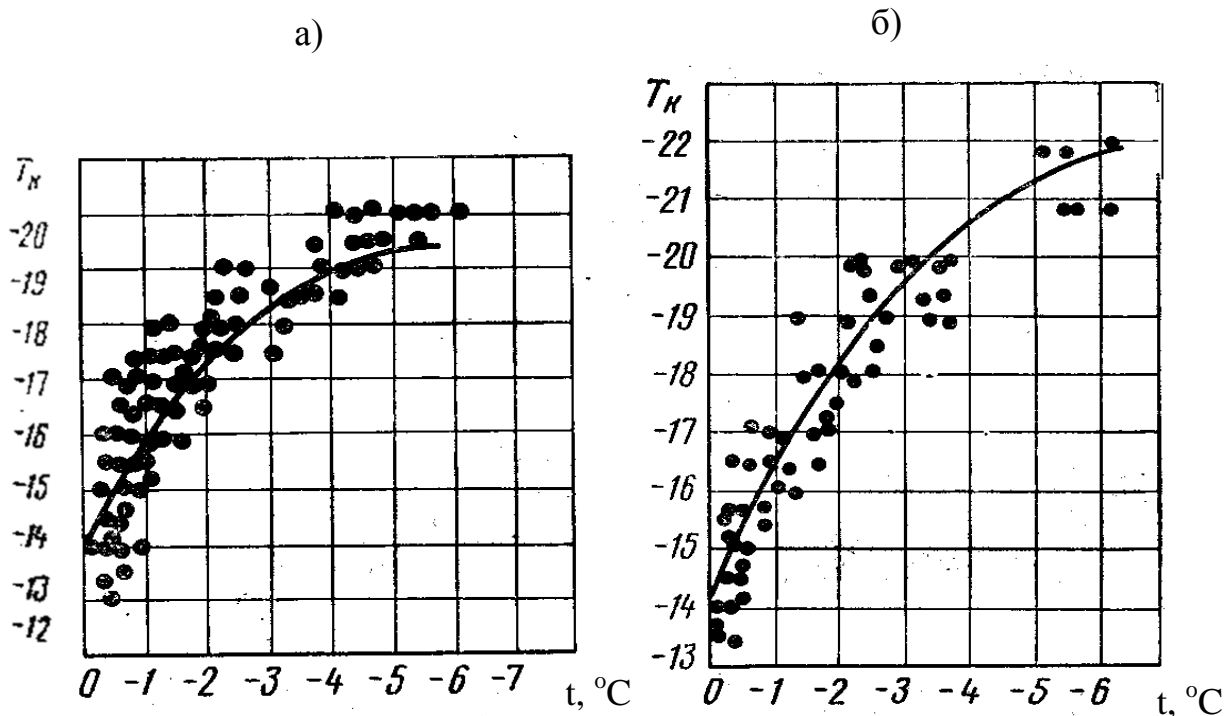


Рис. 2.9 – Залежність критичної температури вимерзання озимої пшениці сортів середньої (а) та високої (б) морозостійкості від середньої з мінімальних температур ґрунту на глибині вузла кушіння.

а – сорти Білоцерківська 198, Миронівська 808;

б – сорти Одеська 3, Одеська 16.

За рівняннями (2.36 – 2.38) була складена робоча таблиця (табл. 2.16) для більшості сортів озимої пшениці.

В.І. Свісюком встановлено, що для південних районів України та Північного Кавказу краще використовувати рівняння 2.36 для визначення критичної температури. Для територій більш північних районів, де середня з мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см буває нижче -4°C , критичну температуру зручніше розраховувати за рівнянням (2.38), але при цьому треба додати до розрахованого значення критичної температури 2°C .

Аналіз матеріалів багаторічних спостережень показав, що за відлиг тривалістю більше 5 днів з позитивними середніми за добу температурами, при відсутності снігу, для відновлення вегетації озимих необхідна сума температур біля 20°C . Сума позитивних температур в 5°C незалежно від наявності снігу зменшує морозостійкість озимої пшениці у першій половині зими на $1 - 1,5^{\circ}\text{C}$, у другій половині зими на $2 - 3^{\circ}\text{C}$. Якщо температура повітря після відлиги поступово знижується, то рослини відновлюють морозостійкість. Якщо зниження температури відбувається дуже швидко, то

може спостерігатись пошкодження рослин навіть при більш високій температурі, чим до відлиги.

Таблиця 2.16 – Поправка на розраховану критичну температуру при відлигах у другій половині зими

Місяць	Декада	Середня максимальна температура повітря за декаду (в °С)						
		0	1	2	3	4	5	6
Лютий	друга	0,5	1,3	1,8	2,3	2,5	2,7	3,0
	третя	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Березень	перша	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
	друга	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	третя	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5

В.М. Лічкакі встановив, що зменшення критичної температури вимерзання залежить від тривалості та величини максимальної температури при відлигах, а також розрахував величини відхилення фактичної критичної температури вимерзання від розрахованої в залежності від середньої із максимальних температур повітря за декаду (табл. 2.16).

Із табл. 2.16 видно, що за однієї і тієї ж середньої максимальної температури за декаду на кожен новий чинник впливають відлиги попереднього періоду.

Розрахунок критичної температури вимерзання слід починати з декади переходу середньої за добу температури повітря через 0° С.

Методи довгострокових прогнозів перезимівлі та стану озимих зернових культур навесні.

Довгострокові прогнози перезимівлі озимих культур та сіяних трав складаються окремо для найбільш поширених причин зимового пошкодження посівів для окремих полів. Оскільки на великих площах озимі найчастіше пошкоджуються внаслідок дії комплексу несприятливих факторів, то прогнози умов перезимівлі для великих територій враховують декілька таких факторів.

Взимку посіви озимих зернових культур пошкоджуються внаслідок вимерзання, випрівання, вимокання, видування, випирання та дії льодяної кірки. Найбільш поширеним видом пошкодження є вимерзання.

Прогнози перезимівлі озимих культур засновуються на порівнянні критичної температури вимерзання рослин з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кушіння впродовж зими.

Метод прогнозу вимерзання озимих культур.

На більшості території країн СНГ головною причиною загибелі озимини є вимерзання рослин. Вимерзання спостерігається в роки з

сильними морозами і малою товщиною снігу або при відсутності його, коли значення мінімальної температури на глибині вузла кушіння буває нижчим за значення критичної температури вимерзання впродовж однієї-двох діб. Повна загибель рослин спостерігається при пошкодженні вузла кушіння – єдиного органа озимини, котрий здатний навесні регенерувати нові пагони та коріння.

Метод прогнозу розробила В.О. Мойсейчик. Він оснований на залежностях зрідженості посівів навесні від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см до 20 лютого з врахуванням середньої кущистості рослин на момент осіннього обстеження. Такі залежності розроблені для найбільш поширених сортів Миронівська 808 та Безоста 1 та їх модифікацій.

Загальна залежність між зрідженістю посівів навесні (Y), мінімальною температурою ґрунту на глибині 3 см (t_3) та коефіцієнтом кущистості восени (K) для озимої пшениці сорту Миронівська 808 носить нелінійний характер та описується рівнянням:

$$\lg Y = 2,660 \lg x - 0,129 \lg K - 1,733 , \quad (2.41)$$

Коефіцієнт кущистості розраховується як відношення кількості пагонів до кількості рослин на дату осіннього обстеження посівів. Для сорту Безоста 1 рівняння має вигляд:

$$\lg Y = 0,269(x - 5) + 0,921 , \quad (2.42)$$

В.О. Мойсейчик також визначила температури, при яких необхідно підсівати або пересівати пшеницю (табл. 2.17).

Для озимого жита дослідження виконала В.А. Шавкунова. Вона також вивела прогностичні залежності зрідженості посівів озимого жита різних сортів (U) від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см до 20

Таблиця 2.17 – Значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння, при якій озима пшениця потребує підсіву (1) або пересіву (2)

Сорт	Стан посівів восени					
	В фазі сходів або 3-го листка		Розкущені та добре загартовані		Розкущені та слабо загартовані	
	1	2	1	2	1	2
Безоста 1	-15...-17	Нижче -17	-17...-18	Нижче -18	-16...-17	Нижче -17
Миронівська 808	-16...-18	Нижче -18	-18...-19	Нижче -19	-17...-18	Нижче -18

лютого (t_2), а також від мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння (x) та стану рослин восени (K):
для сортів Харківське 55, Харківське 60, В'ятка та В'ятка 2

$$U = 9,487t_3^2 + 0,374t_3 + 70,181 \quad , \quad (2.43)$$

з врахуванням стану посівів восени :

$$U = 9,076t_3 + 0,379t_3^2 - 4,898K + 0,474K^2 + 71,201 \quad , \quad (2.44)$$

Для сортів озимого жита Саратовське 1, Саратовське 4, Саратовське крупнозерне ці залежності мають вигляд:

$$U = 9,399t_3 + 0,369t_3^2 + 60,012 \quad , \quad (2.45)$$

з врахуванням стану восени :

$$U = 9,001t_3 + 0,365t_3^2 - 5,536K + 0,693K^2 + 66,411 \quad , \quad (2.46)$$

Рівняння дійсні при значеннях $t_3 = -10 \dots -25^\circ \text{C}$; та $K = 1,0 - 5,0$ пагонів.

Для визначення площі зрідження посівів спочатку розраховується температура ґрунту на глибині вузла кущіння за рівняннями (2.41 – 2.43), за якої зрідженість становитиме 30 або 50 %. Потім за рівняннями (2.31 – 2.33) розраховується товщина снігу, за якої температура ґрунту на глибині 3 см буде мати ці значення. За даними снігозйомки підраховується кількість промірів з цією товщиною снігу, вона і буде відповідати площі, на якій озиму пшеницю або жито необхідно буде підсівати (кількість промірів, що відповідають товщині снігу, при якій зрідженість посівів становить 30 – 50 %) та пересівати (кількість промірів з товщиною снігу, при якій зрідженість посівів буде більше 50 %). Площа з такими посівами визначається у % від всієї площі посіву. Площа з добрим та задовільним станом озимини визначається таким же методом. При цьому слід пам'ятати, що добрими вважаються посіви, якщо зрідженість їх не перевищує 10 %, а задовільними – якщо зрідженість становить від 11 до 30 % площі.

Метод прогнозу умов перезимівлі по території України. У зерновому господарстві України озимі зернові культури займають близько 30 % всієї посівної площі. Провідна роль серед озимих культур належить озимій пшениці. В.М. Лічкакі за характером перезимівлі озимих культур в Україні виділив три головних райони:

– західний (Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Тернопільська та Чернівецька області) – середня багаторічна загибель озимої пшениці на цій території не перевищує 10 %;

– центральний (Вінницька, Київська, Кіровоградська, Одеська, Сумська, Хмельницька, Черкаська, Чернігівська, Херсонська та західна частина Полтавської області) – середня загибель озимої пшениці не перевищує 20 %;

– східний (Луганська, Дніпропетровська, Донецька, Запорізька, Харківська, Миколаївська та більша частина Полтавської області) – середня загибель озимої пшениці перевищує 20 %.

Метод прогнозу вимерзання озимих культур в Україні та стан їх на момент відновлення вегетації засновується на порівнянні фактичної або розрахованої критичної температури вимерзання озимини з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кушіння теж фактичною або прогнозованою.

В.М. Лічкакі визначив залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння від середньої температури повітря за добу та висоти снігу (рис. 5.5).

На території України вирощуються здебільшого сорти, які за доброго стану восени та доброго загартування мають критичну температуру вимерзання: -22 – -24°C – жито; -20 – -22°C – озима пшениця високої морозостійкості; -19 – -20°C пшениця середньої морозостійкості та -15 – -18°C – сорти низької морозостійкості; -12 – -15°C – ячмінь.

У другу половину зими морозостійкість озимих культур зменшується завдяки цілій низці факторів, серед яких провідне місце займають відлиги та втрата цукру клітинами вузла кушіння. Слід зазначити, що несприятливі умови восени призводять до того, що озимі перед припиненням вегетації мають тільки задовільний, а то й незадовільний стан. В таких випадках значення критичної температури значно вище (-11 – -14°C). За значеннями критичної температури сорти озимої пшениці, що вирощуються на Україні, поділяються на три групи:

1 – зимостійкість вище середньої (Одеська 16, Одеська 3, Краснодарська 39 та ін.).

2 – середня зимостійкість (Одеська 51, Одеська 21, Миронівська 808, Миронівська Ювілейна, Іллічівка, Білоцерківська 198, Орбіта, Прибой та ін.).

3 – зимостійкість нижче середньої (Безоста 1, Аврора, Кавказ, Дніпровська 521, Поліська 70, Мічуринка, Новомічуринка, Одеська Ювілейна, Рубіж та ін.).

За показник зрідженості озимих посівів навесні від вимерзання В.М. Лічкакі запропонував використовувати коефіцієнт морозонебезпечності K . Він розраховується як відношення мінімальної

температури ґрунту на глибині вузла кушіння (T_{\min}) до критичної температури вимерзання рослин ($T_{кр}$), тобто:

$$K = \frac{T_{\min}}{T_{кр}}, \quad (2.47)$$

Були встановлені кількісні зв'язки між коефіцієнтом морозонебезпечності та зрідженістю озимих посівів від вимерзання (табл. 2.18).

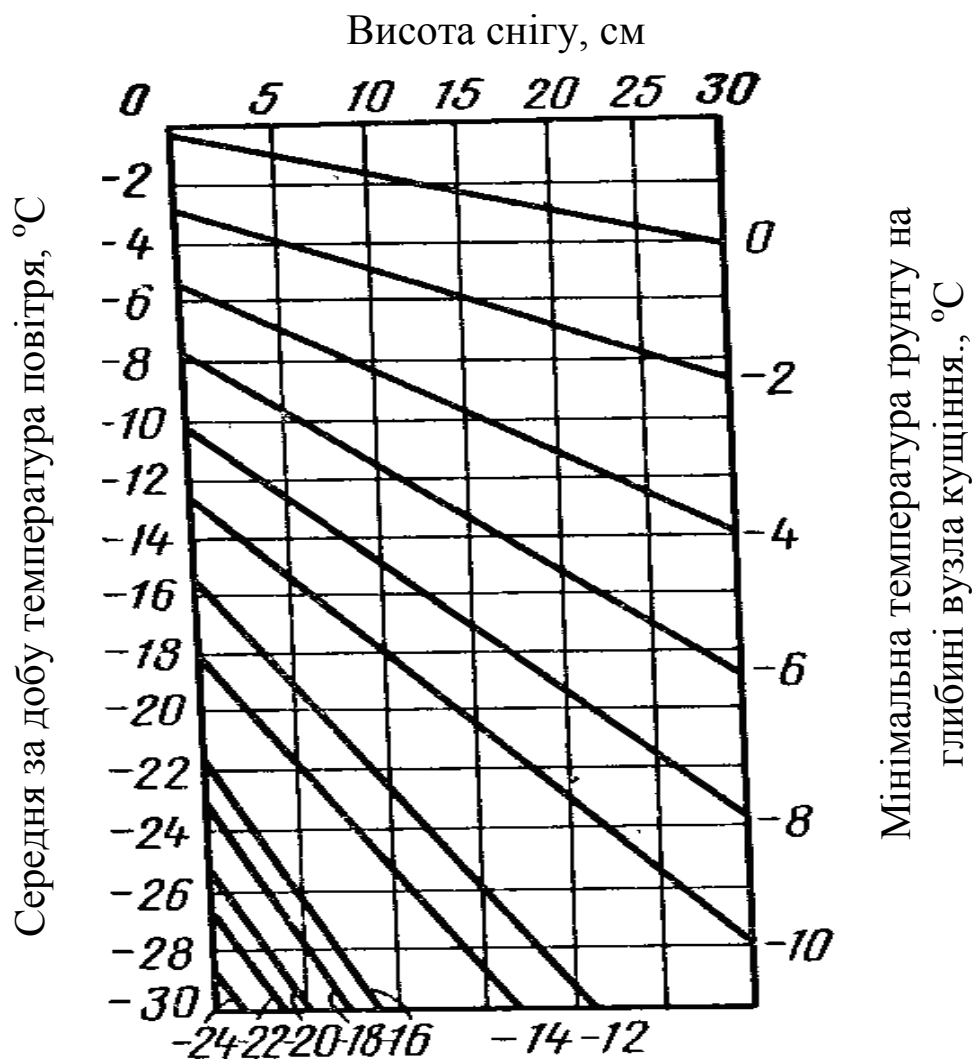


Рис. 2.10 – Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння (3 см) від середньої добової температури повітря і висоти снігу.

За рівняннями (табл. 2.18) розрахована (табл. 2.19) для визначення площі загибелі озимих культур (%) від вимерзання, а також площа можливого пересіву озимої пшениці (табл. 2.20).

Таблиця. 2.18 – Залежність зрідженості U (%) озимих культур до весни від коефіцієнта морозостійкості K .

Озима культура	Рівняння зв'язку	Помилка рівняння E_u , %	Кореляційне відношення η
Пшениця	$U = 77,94K^{4,79}$	± 17	$0,929 \pm 0,018$
Жито	$U = 47,90K^{3,69}$	± 14	$0,920 \pm 0,014$
Ячмінь	$U = 90,26K^{3,0}$	± 14	$0,954 \pm 0,034$

Таблиця. 2.19 – Коефіцієнт морозонебезпечності K і відповідна йому зрідженість U озимих культур від вимерзання

Коефіцієнт морозонебезпечності K			Зрідженість U % на 1м^2
Озиме жито	Озима пшениця	Озимий ячмінь	
0,55 – 0,79	0,55 – 0,75	0,45 – 0,68	1 – 20
0,80 – 0,95	0,76 – 0,87	0,69 – 0,79	21 – 40
0,96 – 1,06	0,88 – 0,96	0,80 – 0,88	41 – 60
$\geq 1,07$	$\geq 0,97$	$\geq 0,89$	> 60

Таблиця 2.20 – Коефіцієнт морозонебезпечності K і відповідна йому площа можливого пересіву S озимої пшениці по району

K	S	K	S
0,51 – 0,60	6 – 10	0,81 – 0,90	29 – 46
0,61 – 0,70	11 – 17	0,91 – 1,0	47 – 76
0,71 – 0,80	18 – 20	$> 1,0$	> 76

Для використання методу В.М. Лічикакі при складанні прогнозу перезимівлі озимих культур та їх стану навесні необхідно використовувати такі дані:

- щоденні значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння за увесь зимовий період до дати складання прогнозу (з температурою повітря нижче 0°C);
- середнє значення максимальної температури повітря по декадах за той же період;
- критичну температуру вимерзання зернових культур (фактичну, або розраховану).

Для працівників сільського господарства важливе значення мають відомості не тільки про зрідженість посівів, але й про величину площі поля (%) можливого пересіву озимини, яка загинула зовсім або дуже пошкоджена. Тому В.М. Лічкакі виявив рівняння зв'язку між коефіцієнтом морозонебезпечності (K) та площею пересіву озимих, що загинули взимку (S):

$$S = 0,479K + 158,5 \quad , \quad (2.48)$$

Для зручності розрахунків побудована табл. 2.20.

Метод прогнозу випрівання озимих культур.

Дослідження В.О. Мойсейчик показали, що випрівання озимих культур спостерігаються за високого снігового покриву, малої глибини промерзання ґрунту, тривалого залягання снігового покриву на полях та мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння у межах від -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$.

Температура ґрунту на глибині вузла кушіння за товщини снігу більше 30 см глибини промерзання ґрунту менше 50 см має дуже малу добову амплітуду та зовсім мало змінюється з часом. Тому період з висотою снігу більше 30 см при глибині промерзання ґрунту менше 50 см розглядається як період проходження першої та другої фаз випрівання рослин. Третя фаза у польових умовах протікає в період танення снігу. Вона відбувається тільки за умови наявності перших двох фаз.

Тривалість періоду проходження перших двох фаз випрівання (n) знаходиться у прямій залежності від терміну встановлення снігу висотою 30 см і більше (h):

$$n = 17,54 - 1,128h \quad , \quad (2.49)$$

Встановлено, що пошкодження рослин спостерігається при тривалості періоду більше 8 декад, а дуже погані умови перезимівлі спостерігаються при тривалості періоду проходження перших двох фаз випрівання більше 12 декад. Кількість стебел після перезимівлі у рослин озимої пшениці та озимого жита (P) має тісний зв'язок з тривалістю залягання снігу висотою більше 30 см (n):

$$P = 123n - 5,4 \quad (2.50)$$

Як встановлено дослідженнями В.О. Мойсейчик мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння має одне з вирішальних значень для випрівання озимини. За більш високої температури більш інтенсивно витрачаються питомі речовини на дихання рослин (особливо цукру). Таким чином, чим вища мінімальна температура на глибині вузла під потужним снігом, тим більша буває зрідженість озимих культур. Міра зрідженості залежить від розвитку озимих восени перед припиненням

вегетації та виду самих культур. Озиме жито має більшу стійкість до випрівання, ніж озима пшениця.

В.О. Мойсейчик визначила статистичні залежності зрідженості озимої пшениці (U) від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см (t_3) та кущистості посівів восени (K):

$$U = 59,07 + 6,82t_3 + 0,22t_3^2 - 5,14K + 0,40K^2, \quad (2.51)$$

Такі ж рівняння вивела В.В. Шавкунова для озимого жита для більшості вирощуваних сортів:

$$U = 7,039t_3 + 0,093t_3^2 - 27,514K + 4,796K^2 + 93,106, \quad (2.52)$$

Для зручності роботи була розрахована таблиця 2.21.

Таблиця 2.21 – Залежність зрідженості (%) озимого жита при випріванні від мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см та кущистості посівів восени (K)

K	Мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см, °C							
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8
1	63	57	50	44	38	27	26	13
2	50	47	42	31	25	19	14	0
3	47	40	40	27	21	15	10	0
4	53	46	40	39	27	21	16	2
5	68	62	55	49	43	37	31	18

При розрахунках випрівання необхідно знати не тільки зрідженість посівів, але і кількість стебел, які збереглися, тому що найчастіше врожайність культур зменшується внаслідок загибелі осінніх більш продуктивних стебел. Розрахунок кількості стебел, що збереглися, виконується за рівнянням (2.50) і починається в наступну декаду після встановлення на полі снігу висотою 30 см і більше.

Площа поля, на якій буде спостерігатись пошкодження або загибель рослин та стебел внаслідок випрівання, прогнозується аналогічно площі вимерзання або по залежності площі (у % загальної площі) з снігом більше 30 см від середньої висоти снігу за снігозйомкою (рис. 2.11).

При вивченні п'ятої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- вплив погодних умов на формування морозостійкості та зимостійкості озимих культур [1], розділ 5.2, стор. 87-88;

- вплив погодних умов на стан озимих культур перед припиненням вегетації;

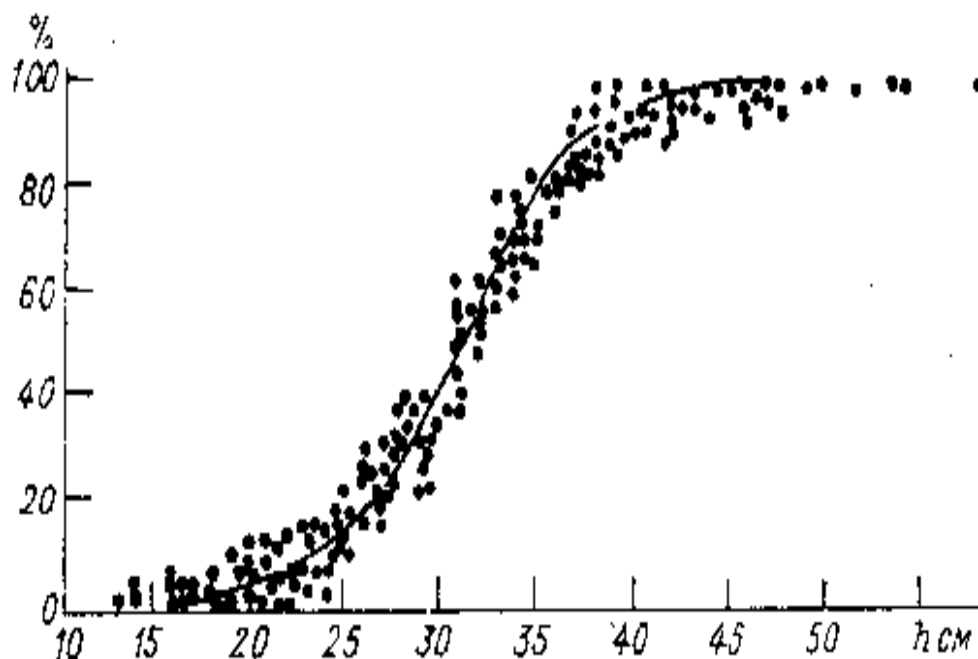


Рис. 2.11 – Зміна площі (%) з товщиною снігу більше 30 см при різній його середній товщині за снігозйомкою.

- основні причини пошкодження зимуючих культур;
- методи розрахунку критичної температури вимерзання зернових культур [1], розділ 5.5, стор. 96 – 101.;
- методи розрахунку мінімальної температури ґрунту на глибині залягання вузла куштиння;
- основні закономірності розподілу снігу на полях;
- методи розрахунку стану озимих на момент відновлення вегетації на окремих полях і великих площах.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

- 1.Що таке куцистість озимих посівів та як вона розраховується?
- 2.Як розраховується критична температура вимерзання озимих посівів?
- 3.Яка сума ефективних температур необхідна для розвитку озимих до стану 3 пагони? 6 пагонів куцистості?
- 4.Що називається критичною температурою вимерзання та як вона розраховується?
- 5.Як розрахувати стан озимих культур на момент припинення вегетації в районах достатнього зволоження?
- 6.Як розрахувати стан озимих культур на момент припинення вегетації в районах недостатнього зволоження?
- 7.Як визначається температура ґрунту на глибині 5см?

8.Що таке інтенсивність кущіння та на які групи поділяються зернові культури за інтенсивністю кущіння?

9.Які причини викликають пошкодження озимих культур взимку?

2.1.6 Рекомендації щодо вивчення шостої теми – Агromетeоролoгічні умови формування якості насіння зернових культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 4,5]. Відповідно розділи [1] - 16,1-16.4; [4]- 7.; [5]- 3.1 – 3.4

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 тонн 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 ґрунтово-кліматичних умов, технології їх вирощування та сортових особливостей. Обґрунтування раціонального використання технології вирощування, яка б підвищувала якість продукції, потребує встановлення кількісних залежностей якості продукції від факторів навколишнього середовища, серед яких провідне місце займають агromетeоролoгічні умови.

Дослідженнями В.М. Страшного встановлено, що 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 агromетeоролoгічні 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 цього періоду і середньою температурою повітря за цей же 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 в зерні 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 інтенсивний ріст рослин та інтенсивне утворення бокових пагонів, тобто йде збільшення маси, яка накопичує азот. Ріст коріння в цей період значно уповільнюється. Невідповідність між розвитком коріння та надземної маси уповільнює постачання рослинам азоту. Тому спостерігається зворотний зв'язок вмісту

білка та клейковини з запасами продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на дату стійкого переходу температури повітря через 10° С навесні. Найгірша якість зерна спостерігається при запасах вологи більше 220 мм. При запасах вологи близько 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 якість.

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 від стійкого переходу температури повітря через 10° С до колосіння.

При 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 колосonoсних стебел на квадратний метр більше 900 штук. Із зменшенням гущини посівів на кожні 100 штук колосonoсних 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 6 % загальної кількості азоту.

При збільшенні тривалості періоду від колосіння до досягання та при 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, В.М. Страшний [54] розробив метод складання прогнозу середньозваженого 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 (Y) в зерні розраховується після настання фази масового колосіння за рівнянням:

$$\bar{O} = 4,45 + 0,19\bar{A} - 0,002W + 0,11d - 0,002N + 0,38t \quad , \quad (2.53)$$

клейковини:

$$\bar{O} = 0,67 + 0,37\bar{A} - 0,017W + 0,65d - 0,004N + 0,86t \quad , \quad (2.54)$$

де A – середня амплітуда температури повітря за період від відновлення вегетації до стійкого переходу через 10°C ;

W – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (мм) на дату стійкого переходу температури повітря через 10°C ;

d – середній дефіцит насичення повітря (мб) за період від стійкого переходу температури повітря через 10°C до дати колосіння;

N – кількість колосonoсних стебел на м^2 у фазу колосіння;

t – середня температура повітря за період від колосіння до воскової стиглості.

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

Розрахунок очікуваної якості зерна виконується після визначення кількості колосonoсних стебел на дату масового колосіння. Для виконання розрахунків по області використовуються спостереження не менше $6 - 8$ станцій.

Після надходження фактичних даних про вміст білка та клейковини розраховується справджуваність прогнозу за формулою:

$$S_y = \frac{100 - (Y_p - Y_\phi)}{Y_\phi} \cdot 100, \quad (2.55)$$

де Y_p – очікуваний вміст білка або клейковини;

Y_ϕ – фактичний вміст білка або клейковини.

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.

Методика розрахунку врожайної якості зерна озимої пшениці.

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

Під врожайними властивостями зерна у насінництві розуміють здатність 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 перекидає сортові відмінності.

Для оцінки агрометеорологічних умов при прогнозуванні врожайних якостей зерна використовується “екологічна модель” формування врожайних якостей зерна різного рівня: підвищені, середні та зменшені.

За основу при побудуванні екологічної моделі 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 відносною вологістю повітря 50 % і нижче та 80 % і вище (табл. 2.22).

Кожен 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 метеорологічної величини відображено балом врожайності.

Таблиця 2.22 – 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

Продовження табл. 6.1

Кількість днів з температурою повітря 5 °C 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
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 60 – 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 80% і вище	Воскова – повна стиглість	0 – 1	2 – 4	Більше 4

Сума балів за усіма параметрами моделі у період від колосіння до збирання озимої пшениці відповідає певному 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. 2.23).

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.

Таблиця 2.23 – Шкала балової оцінки рівня врожайної якості зерна озимої пшениці по міжфазних періодах

Рівень врожайних властивостей	Сума балів по періодах			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

Південно-східні райони північного та центрального Степу (Дніпропетровська, Донецька, Луганська, Запорізька області), Південний Степ, за винятком 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.

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 було встановлено, що вміст цукру у коренеплодах тим більший, чим більше зберігається старе листя наприкінці вегетації та чим менше утворюється нових листків восени.

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

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

$$\begin{aligned} Y &= 0,23S + 14 \\ r &= 0,72 + 0,03 \end{aligned} \quad , \quad (2.56)$$

Величина приходу сонячної радіації розраховується за формулою С.І. Сивкова.

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 визначила 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. 2.12 а, б, в).

На території України умови накопичення цукру оцінюються 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/см²;
- задовільні, вміст цукру становить 16 %, вологозабезпеченість 7 – 100 %, сума прямої радіації від 10,5 до 12,5 ккал/см²;
- погані умови, вміст цукру менше 15 %, вологозабезпеченість оптимальна, пряма сонячна радіація менше 11,5 ккал/см².

Для чорноземних областей Росії показники вологозабезпеченості та прямої сонячної радіації будуть дещо нижчі (див. рис. 2.12, а).

У Південно-Західному економічному районі оцінку умов накопичення цукру краще виконувати не за показниками вологозабезпеченості, а за значеннями запасів продуктивної вологи. Встановлено (рис. 2.13), що найкращі умови для доброго накопичення цукру складаються при запасах продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту не менше 50мм і не більше 110мм, та сумі прямої сонячної радіації більше 13 ккал/см². Добрі умови складаються при запасах вологи не менше 40 та не більше 130мм і сумі радіації вище 11 ккал/см². Незадовільні умови для накопичення цукру складаються при запасах вологи більше 170мм і сумі прямої радіації менше 10 ккал/см².

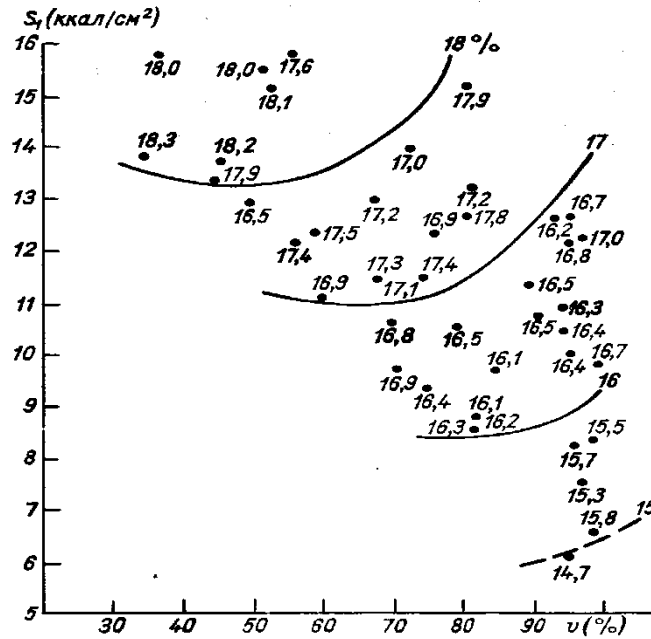


Рис. 2.12 – а) Залежність накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації від прямої сонячної радіації (S_1) і вологозабезпеченості посівів (v) за період інтенсивного накопичення цукру для центральної чорноземної зони (в середньому по області).

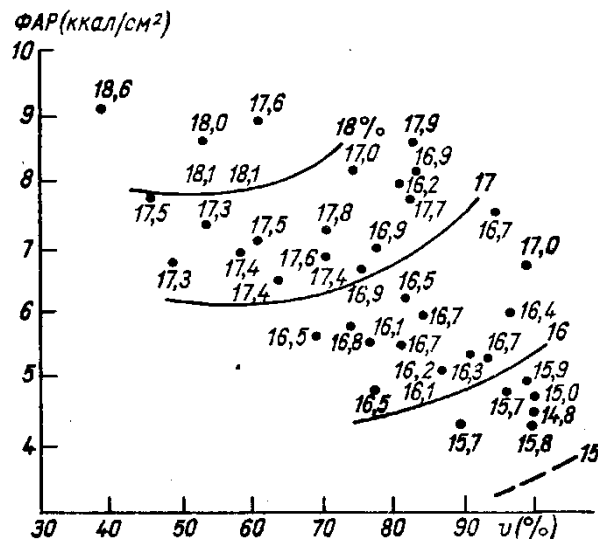


Рис. 2.12. – б) Залежність накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації від суми фотосинтетично активної радіації (ΦAP) і вологозабезпеченості посівів (v) за період інтенсивного накопичення цукру для центральної чорноземної зони (в середньому по області).

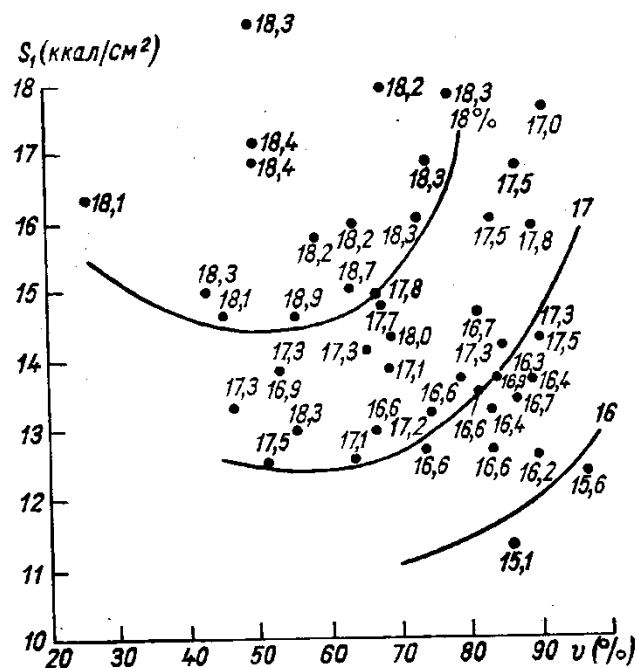


Рис. 2.12 – в) Залежність накопичення цукру в цукрових буряків до кінця вегетації від прямої сонячної радіації (S_1) і середньої вологозабезпеченості посівів (v) за період інтенсивного накопичення цукру для лівобережної частини України (в середньому по області).

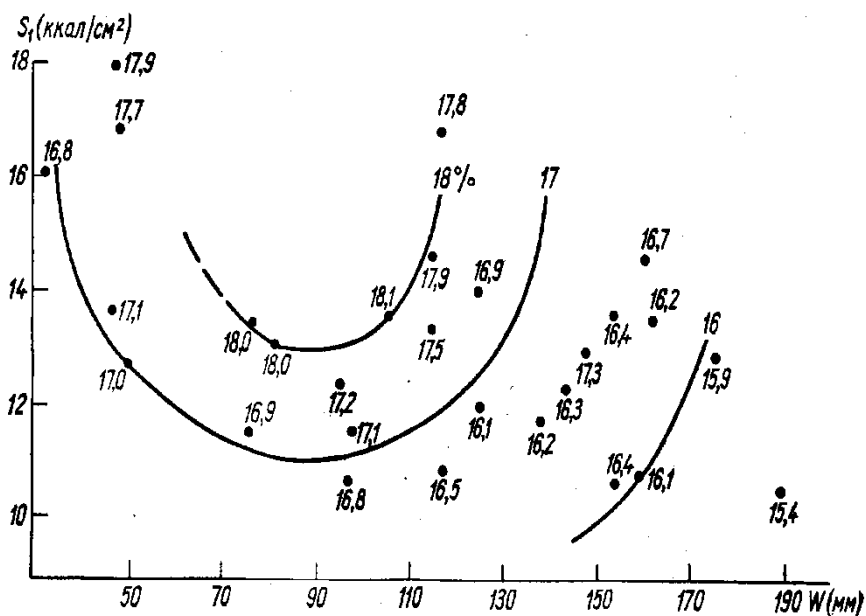


Рис. 2.13 – Залежність накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації від прямої сонячної радіації (S_1) і запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 100 см (W) за період інтенсивного накопичення цукру для західних областей України (в середньому по області).

Прогноз агрометеорологічних умов накопичення цукру в коренеплодах цукрових буряків. Одержані О.М. Конторщикою залежності (рис. 2.12, 2.12) 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:

$$S = 0,08t - 65 \quad , \quad (2.57)$$

де S – очікувана сума прямої радіації, за період з 1 серпня по 20 вересня, ккал/см²;

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 використовується сума температур 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. Михайлова для Південно-Західного району запропонувала формулу для розрахунку сум прямої сонячної радіації:

$$S = 0,018t - 0,003x - 1,20 \quad (2.58)$$

для Донецько-Придніпровського району :

$$S = 0,014t - 0,006x + 3,510 \quad (2.59)$$

де t – сума активних температур, °С;

x – сумарне випаровування, за період з 20 липня по 20 вересня, мм.

Сумарне випаровування розраховується за спрощеним рівнянням водного балансу:

$$E = (W_n + r) - W_k \quad , \quad (2.60)$$

де W_n та W_k – запаси продуктивної вологи у 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.

При вивченні шостої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- вплив погодних умов на формування якості врожаю сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах;

- методи прогнозів якості врожаю зернових культур;
- методи оцінки врожайних властивостей зерна.
- визначати головні показники якості врожаїв різних культур;
- розраховувати очікувану якість врожаїв;
- складати тексти агрометеорологічних прогнозів якості врожаїв.
- розраховувати справджуваність агрометеорологічних прогнозів.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. За якими показниками розраховується вміст білка та клейковини в зерні озимої пшениці?
2. Що розуміються під посівними якостями насіння?
3. За якою шкалою оцінюються параметри «екологічної моделі»?
4. Від яких умов залежить накопичення цукру в коренеплодах цукрових буряків?
5. Що взято за основу при побудові «екологічної моделі»?
6. Від яких умов залежить накопичення цукру в коренеплодах цукрових буряків?
7. Що потрібно для розрахунку залежності накопичення цукру в цукрових буряках до кінця вегетації?

2.1.7 Рекомендації щодо вивчення сьомої – Оцінка економічної ефективності від використання гідрометеорологічної інформації у сільськогосподарському виробництві

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 2, 3]. Відповідно розділи [1] - 12; [2]- 13, [3]- 13.

Сільськогосподарське виробництво в значній мірі залежить від гідрометеорологічних умов. Своєчасне та правильне використання гідрометеорологічної інформації сприяє збільшенню прибутків господарств при сприятливих умовах та зменшенню втрат – при несприятливих погодних умовах.

На разі великий економічний ефект має агрокліматичне обґрунтування розміщення сільськогосподарських культур, прогнози перезимівлі озимих культур, запасів продуктивної вологи на початок весни, прогнози врожаїв сільськогосподарських культур, прогнози появи небезпечних метеорологічних явищ і т. ін.

При визначенні економічного ефекту від гідрометеорологічної інформації важливо використовувати єдину методу розрахунків. Тому Е.І. Монокрович та О.П. Федесєєв розробили єдині рекомендації для визначення економічного ефекту використання гідрометеорологічної інформації. Вони запропонували економічний ефект (ЕЕ) розраховувати як різницю у величинах чистого прибутку, який одержало господарство в

результаті вжиття виробничих заходів з урахуванням гідрометеорологічної інформації та без нього. Чистий прибуток – це різниця між прибутком за здану за закупівельними цінами продукцію та витратами на її вирощування (собівартістю).

Головним критерієм ефективності використання ГМІ є одержання додаткового чистого прибутку у господарстві. Але також допускається використання і інших критеріїв. Таким критерієм може бути *зменшення середніх втрат*. Він розраховується шляхом визначення втрат при застосування одного і того ж виду ГМІ.

Ще одним критерієм ефективності врахування ГМІ є *мінімізація повторності великих втрат*. Цей критерій використовується у випадках, коли на відновлення товарної продукції витрачається кілька років.

Потенційний (можливий) ЕЕ ГМІ або прогнозу визначається шляхом визначення середньої величини від результатів неодноразового використання. Для визначення потенційного ЕЕ прогнозів застосовуються економіко-статистичні моделі, структура яких відображує три головні фактори, що впливають на величину ЕЕ:

- 1 – масштаб виробництва та його чутливість до зміни ГМІ;
- 2 – природна мінливість прогнозованої метеорологічної величини або повторність прогнозованого явища;
- 3 – якість прогнозів – їх справджуваність та завчасність.

Математичні моделі поділяються на два типи: дискретні та безперервні. Дискретні (матричні) моделі використовуються для аналізу ЕЕ альтернативних прогнозів; безперервні моделі – для оцінки ефективності прогнозів, які подаються у кількісній формі.

Застосування моделей дозволяє вибрати найкращу із можливих господарських стратегій.

Фактичний ЕЕ – це результат використання окремих прогнозів, а також інформації про агрометеорологічні умови, що склалися за визначений календарний період. Ефект від окремого прогнозу може бути і позитивним, і негативним. Тому сумарний фактичний ЕЕ від використання прогнозів за календарний період буде виражатись різницею між сумарним виграшем від вдалих прогнозів та сумарними втратами від невдалих прогнозів.

Надійною оцінкою фактичного ЕЕ агрометеорологічних прогнозів та рекомендацій є метод польового досліду та дослідження посівів. Урожайність, втрати і т. ін., одержані на полях, де технологія вирощування коректувалась з врахуванням ГМІ, порівнюються з цими ж показниками контрольної частки поля, де застосовувалась стандартна технологія, і ЕЕ визначається з формули:

$$EE = K_y S(\Delta УЦ - 3) \quad , \quad (2.61)$$

де S – площа, на який урожай підвищився, га;

ΔU – прибавка урожаю завдяки будь-якому заходу, вжитому з використанням прогнозу або рекомендаціям агрометеорологів, т/га;

C – ціна закупівлі на продукцію, що визначається за прейскурантом, грн/т;

Z – витрати на вживання вказаних заходів плюс витрати на збирання додаткової продукції, грн/га.

K_y – коефіцієнт часткової участі гідрометеорологічної інформації у одержаному економічному ефекті (за звичай $K_y = 0,2 - 0,5$ в залежності від вкладу частки інформації);

При відсутності даних польових досліджень або про враховані втрати EE від застосування ГМІ може розраховуватись *розрахунково-нормативним методом*. Нормативи це середні характеристики втрат при відхиленні від фактичних термінів сівби та інших робіт від оптимальних. Вони виражені в абсолютних (т/га) або відносних (у % від максимального) показниках. Нормативи визначаються за даними зональних інститутів землеробства, сільськогосподарських дослідних станцій, дерсортодільниць.

Якщо для оцінки EE окремих видів ГМІ неможливо побудувати економіко-математичну модель, то можливе застосування не прямого методу, у тому числі і методу експертних оцінок для визначення сумарного вкладу ГМІ у сільськогосподарське виробництво. Для експертизи залучаються спеціалісти сільського господарства. Виявлення експертних оцінок виконується шляхом опитування та анкетування. Одержані дані обробляються статистичними методами. В загальному випадку сумарний ефект визначається з формули:

$$EE = \sum_{i=1}^m (EE_1 + EE_2 + \dots + EE_m) + EE_n, \quad (2.62)$$

де m – кількість тих видів ГМІ, ефект яких треба розрахувати;

EE_1 – ефект від врахування першого виду інформації;

EE_2 – ефект від врахування другого виду інформації;

EE_n – постійна складова, яка відображає вклад постійних режимних матеріалів, виражена часткою від вартості вирощеної продукції та оцінюється непрямыми методами.

Агрометеорологічні прогнози та рекомендації вміщують характеристику умов, що очікуються на великих площах, і не враховують місцеві особливості. Тому у формулу із розрахунку EE запропоновано вводити поправковий коефіцієнт, який відображає міру справджуваності ($K_{оп}$) прогнозу (табл. 2.24)

Таблиця 2.24 – $K_{оп}$ для врахування економічного ефекту на справджуваність агрометеорологічних прогнозів та рекомендацій

Справджуваність прогнозів, %	90	85–89	80–84	75–79	70–74	65–69	65
$K_{оп}$	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0

З точки зору ЕЕ ефективності оцінюється гідрометеорологічна інформація (ГМІ):

- синоптичні, гідрологічні прогнози, попередження про небезпечні явища та особливо небезпечні явища, всі види агрометеорологічних прогнозів, рекомендацій, довідок. Оцінка виконується методом польового досліду або розрахунково-нормативним методом;
- кліматичні, гідрологічні агрометеорологічні, агрокліматичні показники. Оцінка їх виконується шляхом розрахунку середнього щорічного ефекту при районуванні території угідь з метою оптимального розміщення сільськогосподарських культур, при довготривалому плануванні та організації сезонних робіт, розрахунках кількості техніки та ін;
- поточна ГМІ – щоденні, декадні бюлетені, декадні таблиці ТСХ -1, маршрутні спостереження, аерокосмічні спостереження. Оцінка виконується методом експертних оцінок.

Прогноз перезимівлі озимих культу. Прогноз стану озимих зернових культур на початок відновлення вегетації дає можливість завчасно визначити площі підсіву чи пересіву, підготувати необхідну кількість кондиційного насіння та провести пересів в оптимальні строки. При розрахунках ЕЕ прогнозів перезимівлі використовується формула:

$$EE = (S - \bar{S})\Delta Y(\bar{C} - 3)K_y K_{оп} \quad , \quad (2.63)$$

де ΔY – різниця в урожаях ярої культури через різні терміни сівби, т/га;

\bar{C} – ціна закупівлі однієї тони зерна ярої культури, грн;

3 – витрати на збирання однієї тони зерна (за середніми значеннями 3 = 400 грн/т;

S – розрахована площа пересіву у поточному році.

При вивченні сьомої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- Головні критерії ефективності використання ГМІ [1], розділ 13, стор. 210.

– оцінку ефективності прогнозів термінів сівби [1], розділ 13.2.3, стор. 216.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Що називають потенційним ЕЕ?
2. Хто розробив метод оцінки ЕЕ агрометеорологічних прогнозів
3. Як розраховується ЕЕ при прогнозі термінів сівби?
4. Як розраховується ЕЕ для пересіву озимих культур?
5. Як оцінюється з точки зору ЕЕ?
6. Які Ви знаєте рекомендації щодо визначення ЕЕ і хто їх розробив?

2.1.8 Рекомендації щодо вивчення восьмої теми – Прогноз інтенсивності полягання зернових культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 2, 3]. Відповідно розділи [1] - 8,1-8,2; [2]- 11.1-11.2; [3]- 10.

Полягання посівів зернових культур призводить до великих втрат врожаю, бо воно спричиняє проростання насіння, осипання зерна та низьку якість збирання.

Боротьба з поляганням посівів здійснюється за допомогою агротехнічних заходів – виведення стійких до полягання сортів та обробки посівів ретардантами. Зменшує втрати від полягання перебудова жаток та спеціальна підготовка полів з полеглими рослинами. Для підвищення ефективності цих заходів необхідне завчасне попередження про розміри площ з полеглими посівами. З цією метою і розробив методику прогнозу полягання ярого ячменю О.Д. Пасечнюком.

Під поляганням стеблостою розуміють такий його стан, коли під впливом несприятливих явищ погоди (дощ, вітер, мокрий сніг і т. ін.), що механічно впливають на рослини, стеблостій в тій чи іншій мірі нахиляється до землі і не повертається у вертикальне положення відразу ж після припинення дії цих явищ. На гідрометеорологічних станціях відмічається площа з полеглими посівами у відсотках від загальної площі поля. Крім цього, також визначається інтенсивність полягання.

Інтенсивність полягання оцінюється у балах за шкалою:

- 5 балів – полягання відсутнє;
- 4 бали – слабе полягання, місцями (не більше 30 % площі поля);
- 3 бали – середнє полягання, не заважає машинному збиранню хлібів (31–60 %);
- 2 бали – сильне полягання, яке ускладнює збирання хлібів (більше 61 % площі поля);
- 1 бал – дуже сильне полягання, посіви не придатні до збирання.

Головною причиною полягання посівів є сильні дощі та вітер, які механічно впливають на рослини. Однак можливість полягання хлібів великою мірою залежить від агрометеорологічних умов попереднього періоду.

Стійкість рослин до полягання знаходиться у прямій залежності від середньої температури повітря, амплітуди температури повітря, нестачі насичення повітря вологою та у зворотній залежності – від кількості опадів, кількості днів з опадами, гідротермічного коефіцієнта Г.Т. Селянінова. Найменшу стійкість стеблостою до полягання мають зернові культури в роки з підвищеною вологозабезпеченістю та зниженим температурним режимом.

Інтенсивність полягання посівів залежить від декількох факторів: фази розвитку рослин, гущини посівів, висоти рослин, сортових відзнак, агрометеорологічних умов та агротехнічних заходів.

За показник стійкості рослин до полягання беруть висоту рослин та густоту стеблостою, бо інші параметри в полі не визначаються або визначаються дуже рідко.

Дослідженнями встановлено, що якщо у фазі вихід у трубку у озимій пшениці кількість стебел не перевищувала 600 на один m^2 , а у ярого ячменю – 700, то рослини не полягають або полягають слабо. Збільшення гущини посівів збільшує імовірність полягання.

Після виходу у трубку озимій пшениці та ярого ячменю на міру полягання посівів починає впливати висота рослин. Найбільше впливає на розміри площ полягання висота рослин від колосіння до молочної стиглості. Якщо висота стеблостою ячменю в цей період менше 70 см, а пшениці – менше 90см, то полягання посівів не буде. Збільшення висоти рослин збільшує імовірність полягання. У озимій пшениці висота рослин 100 см і більше зумовлює полягання до 100 % поля.

Як було вказано вище, головною причиною полягання посівів є сильні дощі та їх кількість. Оскільки надійних синоптичних прогнозів цих явищ нема, то прогнози полягання зернових культур розроблялись у імовірнісній формі за розрахунком того, що в період формування та наливу зерна агрометеорологічні умови будуть близькими до середніх багаторічних. У таких випадках інтенсивність полягання рослин характеризується їх стійкістю до полягання, тобто висотою, гущиною стеблостою, довжиною міжвузля, товщиною стінки соломи і т. ін. Ці показники стеблостою до полягання визначаються агротехнікою вирощування та метеорологічними умовами попереднього періоду розвитку.

О.Д. Пасечнюк розробив два прогнози полягання зернових культур – прогноз полягання посівів ячменю та прогноз полягання озимій пшениці.

При вивченні восьмої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- біологічних особливостей зернових культур;
- агрометеорологічних умов, що спричиняють полягання, методик розрахунку розмірів полягання рослин;

— виконувати розрахунки очікуваного полягання зернових культур, складати тексти прогнозів з рекомендаціями застосування методів боротьби з поляганням.

Запитання для самоперевірки восьмої теми

- 1.Що таке полягання? На що воно впливає і як поділяється?
- 2.Які дані потрібні для складання прогнозу полягання ярого ячменю та коли його складають?
- 3.Які дані потрібні для складання прогнозу полягання ярого ячменю та коли його складають?
- 4.Які фактори впливають на стійкість рослин до полягання після фази виходу в трубку?
- 5.Від яких факторів залежить інтенсивність полягання? Що потрібно зробити щоб зменшити інтенсивність полягання?
- 6.Як полягання впливає на формування кількості та якості урожаю?
- 7.В який період розвитку зернових полягання найбільш небезпечне?

2.1.9 Рекомендації щодо вивчення дев'ятої теми – Оцінка і прогноз агрометеорологічних умов у період сівби та збирання зернових культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 3]. Відповідно розділи [1] - 9,1-9,8; [3]- 11,1 – 11,8.

Планування і проведення польових робіт має дуже важливе значення, тому що терміни проведення сівби, догляду за посівами та збирання зернових культур багато в чому зумовлюють величину врожаю. Запізнення з термінами сівби на 10 – 15 днів у порівнянні з оптимальним спричиняє недобір врожаю у різних районах від 12 до 30 %. Запізнення з термінами збирання хлібів спричиняє втрату врожаю до 30 % через осипання зерна та його проростання.

Розрахунок тривалості танення снігу та відтанення верхнього шару ґрунту.

Встановлено, що сніг на полях розподіляється дуже нерівномірно. На одному й тому ж полі можна спостерігати ділянки без снігу та ділянки із значною його висотою. В.О. Мойсейчик розрахувала імовірність розподілу снігу на полях за визначеної середньої його висоти по снігомірній рейці.

Метод засновано на розрахунку розподілу води в снігу. Запас води в снігу визначається шляхом перемноження висоти на його щільність. У зв'язку з нерівномірністю розподілу снігу на полі танення його теж буде нерівномірним.

Розрахунок сходу снігу виконується за допомогою графіка (рис. 2.14). При цьому коефіцієнт танення снігу ведеться рівним в середньому 5 мм на

1° С. На осі ординат графіка кривих забезпеченості відкладається параметр K , який дорівнює відношенню величини запасів води у снігу у будь-якій точці поля до середньої величини цих запасів на всій площі поля. На осі абсцис відкладається розподіл різних запасів води в снігу у % величин запасів всієї площі поля.

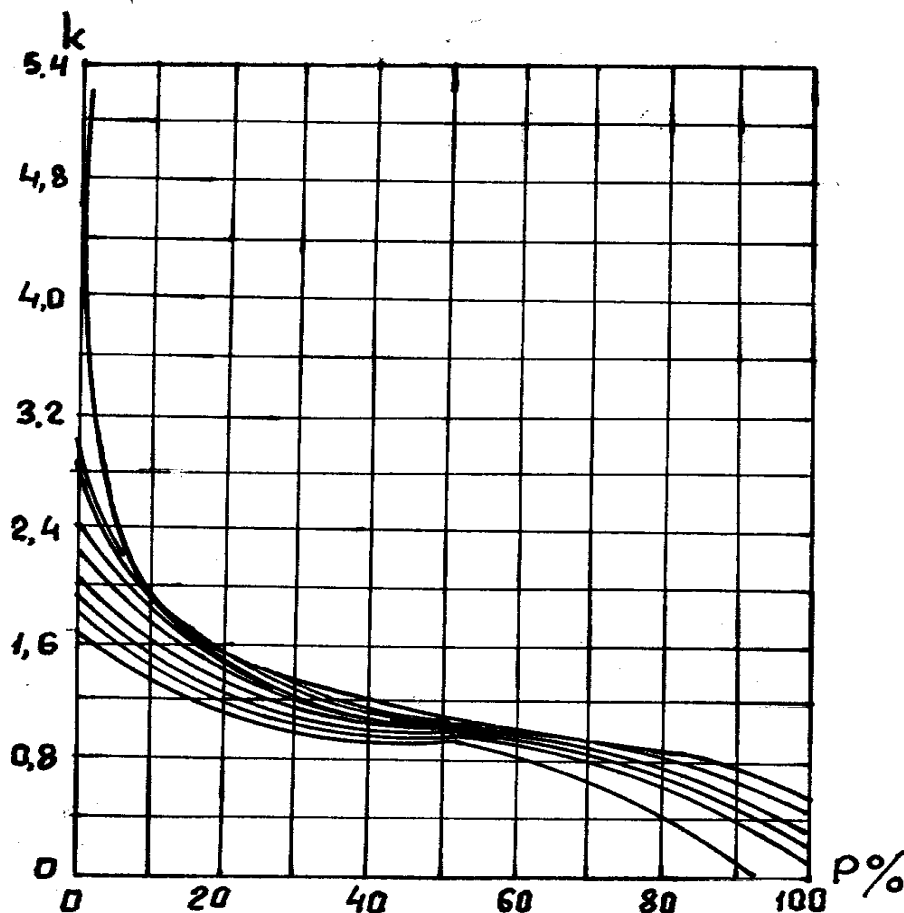


Рис. 2.14 – Криві забезпеченості величин запасів води в снігу на відкритому місці у степових та лісостепових районах Європейської частини СНД.

За кривими розподілу і забезпеченості запасів снігу та при відомій інтенсивності танення снігу можна завчасно розрахувати процент площі поля, вкритого снігом на будь-яку дату періоду танення снігу.

Після сходу снігу ґрунт повинен відтанути. До сходу снігу відтанення ґрунту зверху не відбувається. Встановлено, що до боронування можна приступати, коли ґрунт відтане на 10 см, а до оранки – на 30 – 50 см. Тривалість відтанення ґрунту залежить від: вологості ґрунту перед замерзанням, типу мерзлотного процесу, міри охолодження ґрунту взимку, особливостей весни. Для посушливих південно-східних районів Європейської частини СНД, де сніговий покрив не стійкий і відтанення

відбувається прискорено, дата відтанення ґрунту розраховується за формулою:

$$n = \frac{h}{0,346t + 1,72} \quad , \quad (2.64)$$

де n – кількість днів від дати сходу снігу до відтанення ґрунту на задану глибину, дні;

h – задана глибина відтанення верхнього шару ґрунту, мм.

Для районів із стійким сніговим покривом використовується рівняння:

$$\Delta h = 0,20 \sum t_1 - 0,175 h_1 + 24,0 \quad , \quad (2.65)$$

де Δh – глибина відтанення ґрунту за декаду, мм;

$\sum t_1$ – сума позитивних температур повітря за декаду, °С;

h_1 – глибина відтанення поверхні ґрунту на початок декади.

Прогноз початку польових робіт з завчасністю 10 – 15 днів.

Початок польових робіт співпадає з датою просихання ґрунту до м'якопластичного стану. Її можна розрахувати декількома методами в залежності від території, для якої ведуться розрахунки. Так, А.І. Сидоренкова запропонувала два рівняння для розрахунку строків просихання ґрунту до м'якопластичного стану для зони нечорноземних ґрунтів:

для суглинків

$$U = 1,05x + 0,03y_1 + 6,01 \quad , \quad (2.66)$$

для супіщаних ґрунтів

$$U = 0,80x + 0,09y_1 + 5,1 \quad , \quad (2.67)$$

де U – дати просихання орного шару ґрунту до м'якопластичного стану,

x – дати відтанення орного шару,

y_1 – запаси вологи у метровому або півметровому шарі ґрунту, мм.

В рівняння (2.66 та 2.67) вводиться поправка на опади, які випадали від дати кінця розтавання снігу до просихання ґрунту до м'якопластичного стану. Поправка була знайдена шляхом порівняння дат, розрахованих з врахуванням опадів, з фактичними датами просихання ґрунту (табл. 2.25)

При використанні цієї методи у районах з суглинками запаси вологи у метровому шарі ґрунту визначаються із спостережень в період найбільшого насичення його водою.

Таблиця 2.25 – Поправки до U на суму опадів (R) від кінця танення снігу до просихання ґрунту

R	0	5	10	15	20	25	30	35
U	-3,1	-2,5	-1,9	-1,3	-0,7	0,1	0,5	1,1
R	40	45	50	55	60	65	70	75
U	1,7	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,8

Встановлено, що в південних районах Європейської частини СНД дата м'якопластичного стану ґрунту настає вслід за датою стійкого переходу середньої за добу температури повітря через 3°C .

Оцінка агрометеорологічних умов проведення польових робіт.

На проведення сільськогосподарських робіт впливає температура повітря, опади та зволоженість ґрунту.

Можливість проведення обробки ґрунту як восени, так і навесні обмежується зниженням температури до $-2, -5^{\circ}\text{C}$. Температура ґрунту і повітря також впливає на роботу окремих вузлів сільськогосподарської техніки та споживання пального. Витрати пального при переході від зими до літа змінюються на 5 – 10 %. А витрати пального це суттєвий економічний показник рентабельності роботи техніки. Негативно на витрати пального впливають різкі перепади температури повітря. Навесні та восени у пальному утворюються кристалики льоду, які ускладнюють роботу техніки.

Дослідження агрометеорологічних умов виконання сільськогосподарських робіт показали, що їх можна оцінювати за декількома показниками.

Оцінка за вологістю ґрунту. Оцінка умов виконується у балах.

– Ґрунт надмірно вологий, об'ємна вологість 45 – 50 %. У таких умовах робота техніки неможлива. Виробнича оцінка 1 бал.

— Ґрунт дуже зволожений (липкий), вологість 35 – 44 %, робота техніки ускладнена, але можлива. Оцінка виробності становить 50 % – 2 бали.

– Ґрунт добре зволожений (м'якопластичний, спілий), вологість 21 – 34 %. Якість роботи сільськогосподарських машин висока, оцінка виробності становить 100 % – 3 бали.

– Ґрунт слабо зволожений (твердо пластичний), вологість 10 – 20 %, обробіток ґрунту потребує додаткових зусиль, якість роботи задовільна, виробність становить 80 – 90 % – 4 бали.

– Ґрунт сухий, твердий, вологість менше 10 %, робота сільськогосподарської техніки дуже ускладнена, оцінка виробності становить 60 – 70 % – 5 балів.

Оцінка по сумі опадів за добу. Оцінка агрометеорологічних умов проведення сільськогосподарських робіт за сумою опадів за добу

виконується у %. Незалежно від кількості опадів при надмірному зволоженні ґрунту оцінка виробності становить 0 %.

За відсутності опадів та при м'якопластичному стані ґрунту оцінка виробності становить 100 % (день без опадів буде тоді, коли їх зовсім не було або випало менше 1 мм).

При сумі опадів за добу 1 – 4 мм і мякопластичному та твердопластичному стану ґрунту оцінка виробності зменшується до 80 %, при липкому – до 50 %.

За суми опадів за добу 5 – 8 мм при м'яко та твердо пластичному стану ґрунту оцінка виробності зменшується до 60 %, а при липкому – роботи призупиняються, оцінка виробності становить 0 %.

Опади, сума яких за добу перевищує 9 мм, переважають роботі сільськогосподарських машин при будь-якому стані ґрунту, оцінка виробності – 0 %.

Оцінка агрометеорологічних умов по температурі повітря. Виконується також у відсотках. Температура повітря вище 5° С дозволяє виконувати сільськогосподарські роботи з оцінкою 100 %. Зниження температури на кожен градус зменшує виробність на 20 %.

Оцінку виробності за температурою слід виконувати тільки до того періоду, поки не буде стійкого переходу температури повітря через 5° С (навесні і восени). В інші сезони оцінка виробності по температурі не виконується.

Прогноз агрометеорологічних умов збирання зернових культур.

При складанні прогнозу умов збирання зернових культур насамперед необхідно розрахувати дати настання воскової та повної стиглості зернових культур. Як відомо, дати настання фаз розвитку розраховуються за сумами ефективних температур.

Суми ефективних температур для настання воскової стиглості для різних зернових культур та їх сортів визначаються з табл. 2.26.

Для розрахунків сум температур використовується синоптичний прогноз погоди. Якщо з якої-небудь причини синоптичний прогноз відсутній, то використовуються середні багаторічні значення температури повітря.

Після визначення сум ефективних температур воскова стиглість розраховується за основною фенологічною формулою.

Повна стиглість хлібів є показником початку прямого комбайнування, або обмолоту вже сухих валків. Тривалість переходу від воскової до повної стиглості чисто фізичний процес висихання і тому знаходиться у тісній залежності від вологості повітря.

Таблиця 2.26 – Суми ефективних температур (вище 5°) необхідні для настання фази воскової стиглості

Культура	Сорт	Фаза, від дати настання якої ведеться розрахунок	Сума ефективних температур, °С
Озима рож	Більшість сортів	Цвітіння	400
Озима пшениця	Більшість сортів	Колосіння	490
Ярова пшениця	Більшість сортів	Колосіння	450
Ярова пшениця	Народний	Колосіння	540
Овес	Радянський	Викидання волоті	466
Овес	Більшість сортів	Викидання волоті	428
Ячмінь	Вінер	Колосіння	410
Ячмінь	Більшість сортів	Колосіння	388

Дата настання повної стиглості розраховується за формулою:

$$D = D_1 + \frac{100}{a} \quad , \quad (2.68)$$

де D – дата настання повної стиглості;

D_1 – дата настання воскової стиглості;

a – швидкість висихання хлібів, яка визначається з табл. 2.27 за даними дефіциту насичення повітря.

Для прогнозу очікуваної дати повної стиглості необхідно мати прогноз значень дефіциту насичення повітря вологою. Його значення не прогнозується. Тому використовується для цього співвідношення, запропоноване А.В. Процеровим (табл. 2.28).

Розрахунки швидкості просихання зерна виконуються по табл. 2.28. Після дати настання повної стиглості настає період збирання хлібів.

Для оцінки агрометеорологічних умов у період збирання теж необхідно знати величину дефіциту насичення повітря. Значення його розраховується за формулою:

$$\lg y = 1,3636 + 1,701 \lg x \quad , \quad (2.69)$$

де y – середня за період збирання нестача насичення повітря вологою за 30 днів періоду збирання хлібів, гПа;

x – середня температура повітря за той же період, °С.

Температура повітря визначається з синоптичного прогнозу погоди.

Таблиця 2.27 – Швидкість висихання хлібів

Середній дефіцит насичення за добу, гПа	Швидкість висихання, % за добу		Тривалість періоду, дні	
	у стеблостій	у валках	у стеблостій	у валках
Суха зона (дощі 1 – 3 дні за декаду)				
2	4,8	5,5	20,6	18,0
4	7,0	7,4	14,5	13,5
6	8,4	11,3	11,8	8,8
8	9,8	15,1	10,2	6,6
10	11,0	18,8	9,1	5,3
12	12,0	20,8	8,3	4,8
14	13,0	25,0	7,7	4,0
16	14,0	26,3	7,2	3,8
18	14,6	29,0	6,8	3,3
20	15,6	30,3	6,4	3,0
Волога зона (дощі більше 4 днів за декаду)				
2	6,0	6,2	17,2	17,4
4	8,7	8,9	11,4	11,6
6	11,2	11,5	8,9	9,0
8	13,3	13,3	7,5	7,5
10	15,4	15,5	6,5	6,6
12	16,6	16,8	6,0	6,4
14	18,5	18,2	5,4	5,4
16	20,0	19,6	5,0	4,6
18	21,7	22,1	4,6	4,3
20	22,7	22,1	4,4	4,0

Таблиця 2.28 – Відхилення (%) температури повітря і дефіциту насичення повітря від середніх багаторічних значень (за А.В. Процеровим)

Температура повітря, °С	10	20	30	40	-10	-20	-30	-40
Дефіцит насичення повітря вологою, гПа	15	30	45	60	-15	-30	-45	-60

В цілому для просихання хлібів у валках від скошування (вологість зерна 35 – 37 %) до кондиційної вологості зерна (14 – 15 %) потрібна сума середніх за добу значень нестачі насичення повітря вологою 4 – 45 гПа, для нескошених – 70 гПа.

Розрахунок вологості зерна і соломи та проростання зерна у валках.

В період збирання хлібів агрометеорологічні умови суттєво впливають на величину втрат врожаю та погіршення його якості за рахунок проростання зерна у валках. Зерно у валках проростає при значній вологості зерна та соломи.

Для визначення вологості зерна і соломи використовуються дані прогнозу. Для зручності користування рис. 2.15 побудована табл. 2.29.

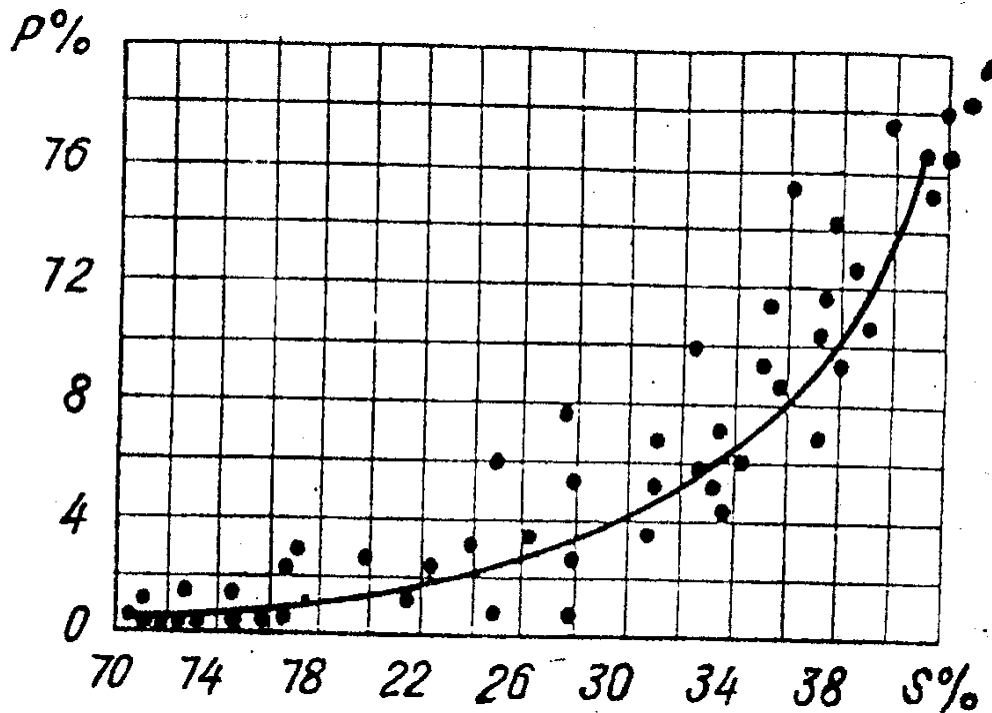


Рис. 2.15 – Залежність втрат врожаю пшениці (B_k , %) від недомолоту при різних вологості зерна (S , %)

Встановлено, що найчастіше спостерігається проростання зерна у валках, коли середня за добу температура повітря утримується у межах $5 - 14^\circ \text{C}$. За більш високих температур проростання не спостерігається через нестачу води, а за більш низьких – через нестачу тепла. Насіння у валках починає проростати, коли дефіцит насичення вологою повітря впродовж декількох днів буде нижче 4 гПа . Якщо при такому значенні дефіциту насичення повітря накопичиться сума ефективних температур $40 - 50^\circ \text{C}$, то у колосі утворюються навіть листя.

При вивченні дев'ятої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- розрахунок тривалості танення снігу [1], розділ 9, стор 167-171.
- прогноз початку польових робіт [1], розділ 9,2, стор 171.

Таблиця 2.29 – Залежність вологості зерна і соломи від дефіциту вологості повітря

Дефіцит вологості повітря	Вологість, %		Дефіцит вологості повітря	Вологість, %	
	зерна	соломи		зерна	соломи
2	24,3	46,0	15	12,5	14,8
3	21,2	-“-	16	12,2	-“-
4	19,2	32,0	17	12,0	
5	18,0	32,0	18	11,6	14,0
6	16,8	25,0	19	11,5	-“-
7	16,0	25,0	20	11,3	13,1
8	15,3	22,3	21	11,1	13,1
9	14,6	22,3	22	11,0	12,2
10	14,2	19,2	23	10,9	12,2
11	13,7	19,2	24	10,7	11,8
12	13,4	17,8	25	10,5	11,8
13	13,0	17,8	26	10,3	10,4
14	12,7	16,0	27	10,1	10,0

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. При якому значенні дефіциту води повітря збирання хлібів найбільш сприятливе?
2. Як розрахувати середні по області втрати зерна при збиранні?
3. Які причини визначають ускладнення збирання хлібів?
4. Які метеорологічні величини ускладнюють збирання хлібів і чому?
5. Що спричиняє проростання зерна у валках і на току?
6. Як розраховувати просихання хлібів до кондиційного стану?
7. Як розрахувати середні по області втрати зерна при збиранні?

2.1.10 Рекомендації щодо вивчення десятої теми – Метод прогнозу забезпеченості теплом вегетаційного періоду

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1,2]. Відповідно розділи [1] - 10,1-10.3; [2]- 7.; [5]- 3.1 – 3.4

Прогноз забезпечення теплом вегетаційного періоду розробив Ф.Ф.Давітая. Сутність його полягає у прогнозуванні сум температур на вегетаційний період навесні. При цьому вегетаційний період береться як період від переходу температури повітря через 10° С навесні до переходу її через 10° С восени. Ф.Ф Давітая встановив асинхронні зв'язки між строками початку весни і загальною кількістю тепла влітку. За індекс

весни взята дата переходу температури повітря через 10°C навесні. Чим раніше настає ця дата, тим більша кількість тепла накопичується за вегетаційний період. Кількість тепла виражена через суму температур вище 10°C ($\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}$). Між датою переходу температури повітря через 10°C та кількістю тепла існує тісний зв'язок, який характеризується високими значеннями коефіцієнтів кореляції майже у всіх географічних зонах.

Крім того, Ф.Ф. Давітая також встановив та науково обґрунтував залежність тривалості вегетаційного періоду від початку весни. Таким чином, за датою стійкого переходу температури повітря через 10°C навесні є можливість розрахувати:

- очікувану суму температур вище 10°C за вегетаційний період або окремі його частини;
- тривалість вегетаційного періоду.

Дослідження багатьох авторів показали, що якщо за індекс весни взяти перехід температури повітря через 5°C , а за індекс початку літа перехід температури через 15°C , то існує тісний зв'язок сум температур у межах цих дат з відповідними датами переходу температури повітря.

Прогноз забезпеченості теплом вегетаційного періоду.

Ф.Ф. Давітая розробив цілу низку рівнянь для розрахунку очікуваних сум температур за вегетаційний період для різних районів. В цілому рівняння має вигляд:

$$\Sigma t > 10^{\circ}\text{C} = A - aD, \quad (2.70)$$

де A – вільний член рівняння,

a – коефіцієнт при змінній.

В табл. 2.30 наведені значення A та a рівняння (2.70) для різних гідрометеорологічних станцій, розташованих на Європейській частині СНД.

Найкращий місяць в табл. 2.30 наводиться з метою розрахунку кількості днів від першого числа найранішого місяця до переходу температури повітря через 10°C навесні в поточному році, тому що в рівнянні (2.70) замість D використовується як раз така кількість днів.

Прогноз забезпеченості теплом складається відразу ж після переходу температури повітря через 10°C навесні поточного року. Дата переходу температури повітря через 10°C визначається за даними середніх за добу, або середніх за декаду температур повітря графічним методом, або за формулами:

для весни

$$S = \frac{(10 - a)}{(b - a)} + 5, \quad (2.71)$$

для осені

Таблиця. 2.30 – Значення коефіцієнтів A і a рівняння (2.70) для прогнозу $\Sigma t > 10^\circ \text{C}$ за весь вегетаційний період

Станція	Найраніший місяць переходу температури повітря через 10°C навесні	A	a_1	$\pm\sigma$
1	2	3	4	5
Європейська частина СРСР				
Мінськ	Квітень	2450	-8,03	220
Рига	„	2940	-18,70	250
Псков	„	2670	-15,50	230
Ленінград	„	2760	-18,25	220
Вологда	„	2280	-11,20	210
Сиктивкар	„	2780	-15,65	220
Кіров	„	2420	-12,15	210
Кострома	„	2560	-13,80	210
Москва	„	2770	-16,21	210
Тула	„	2950	-20,34	220
Орел	„	3070	-24,61	220
Брянськ	„	2690	-14,62	210
Тамбов	„	3140	-20,11	220
Пенза	„	3290	-26,00	230
Казань	„	2960	-18,81	250
Уфа	„	2810	-14,30	230
Оренбург	„	3190	-16,61	200
Чернігів	„	3390	-25,43	220
Київ	„	3270	-23,07	230
Житомир	„	3100	-22,11	220
Тернопіль	„	2910	-16,62	220
Львів	„	3140	-23,75	230
Чернівці	„	3190	-18,65	230
Саратов	„	3530	-23,14	250
Куйбишев	„	2820	-7,20	220
Воронеж	„	3040	-16,62	220
Курськ	„	2940	-14,80	220
Краснодар	Березень	4260	-15,65	210
Серафімович	Квітень	3650	-25,61	230

Продовження табл. 2.30.

1	2	3	4	5
Орджонікідзе	„	3360	-22,44	220
Чернігів	„	3390	-25,43	220
Київ	„	3270	-23,07	230
Житомир	„	3100	-22,11	220
Тернопіль	„	2910	-16,62	220
Львів	„	3140	-23,75	230
Чернівці	„	3190	-18,65	230
Південно-Дністровськ	„	3310	-22,25	240
Умань	„	3270	-23,82	220
Полтава	„	3330	-21,71	240
Харків	„	3300	-22,06	250
Ворошиловград	„	3370	-17,19	220
Дніпропетровськ	„	3540	-18,65	230
Кіровоград	„	3300	-18,16	220
Запоріжжя	„	3630	-22,70	220
Херсон	„	3790	-18,01	240
Одеса	„	3740	-20,45	220
Кишинів	„	3700	-23,68	220

$$S = \frac{(v - 10)}{(v - a)} + 5 \quad , \quad (2.72)$$

де a – температура повітря нижче 10°C ;

v – температура повітря вище 10°C ;

d – кількість днів першої декади.

Ф.Ф. Давітая також розробив прогностичні рівняння для розрахунку сум температур на другу половину вегетаційного періоду (через два місяці після переходу температури повітря через 10°C). Цей прогноз також складається за даними дат переходу температури повітря через 10°C навесні. Але коефіцієнти в рівнянні (2.70) будуть інші (табл. 2.32).

Рівняння типу (2.70) для прогнозу сум температур за весь вегетаційний період або другу його половину (2.71) можна розрахувати для будь-якої станції, яка має ряд спостережень за температурою повітря не менше ніж 50 років. Для цього спочатку за кожний рік визначають дати переходу температури повітря через 10°C навесні і підраховують фактичну суму температур за весь період вегетації та другу його половину. Потім за допомогою методів математичної статистики отримують відповідні рівняння.

Таблиця. 2.31 – Значення коефіцієнтів A і a у рівнянні (2.70) для прогнозу $\Sigma t > 10^\circ \text{C}$ за другу частину вегетаційного періоду

Станція	Найраніший місяць переходу температури повітря через 10°C навесні	A	a	$\pm\sigma$
Європейська частина СНД				
Рига	Квітень	2050	-19,58	200
Ленінград	„	1810	-18,60	190
Псков	„	1790	-17,00	200
Кострома	„	1640	-15,50	190
Москва	„	1970	-19,60	200
Казань	„	2100	-22,59	190
Уфа	„	2090	-20,60	200
Пенза	„	2530	-33,40	190
Саратов	„	2450	-22,60	190
Курськ	„	2010	-16,20	200
Київ	„	2330	-24,64	190
Одеса	„	2820	-22,73	190

Для складання прогнозу необхідно визначити дату переходу температури повітря через 10°C навесні (D). Потім підрахувати кількість днів від першого числа місяця з самим раннім переходом температури повітря через 10°C до дати переходу температури повітря через цю ж температуру в поточному році. Знайти рівняння, яке відповідає станції, для якої ведеться розрахунок, і підставити всі значення в рівняння та виконати розрахунки.

Прогноз тривалості вегетаційного періоду. Прогноз тривалості вегетаційного періоду засновано на залежності тривалості періоду від дати переходу температури через 10°C навесні до такої ж дати восени (n) від дати стійкого переходу температури повітря через 10°C навесні (D). Рівняння зв'язку у загальному вигляді:

$$n = A_1 - a_2 D , \quad (2.73)$$

Для деяких пунктів України значення коефіцієнтів A_1 та a_2 визначені Ф.Ф. Давітая і Ю.С. Мельником (табл. 2.32).

Таблиця 2.32 – Значення коефіцієнтів A_1 та a_2 рівняння (2.73) для прогнозу тривалості вегетаційного періоду з температурою повітря вище 10° С

Станція	Найраніший місяць переходу температури через 10° С навесні	A_1	a_2	$\pm\sigma$
Чернігів	Квітень	190	-1,14	10
Житомир	"	176	-1,05	9
Харків	"	179	-0,73	10
Умань	"	187	-1,03	10
Полтава	"	179	-0,71	10
Луганськ	"	182	-0,93	11
Кам'янець-Подільськ	"	189	-0,82	9
Чернівці	"	195	-1,17	10
Херсон	"	185	-0,87	10

При вивченні десятої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- прогноз тривалості вегетаційного періоду [1], розділ 10, стор 189-190;
- визначити дату переходу температури повітря через 10° С навесні;
- наукове підґрунтя методу [1], розділ 10, стор 185.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Які данні необхідні для складання прогнозу теплозабезпеченості?
2. Як визначити дату переходу температури повітря через 10°С?
3. Хто розробив прогноз забезпечення теплом вегетаційного періоду?

2.1.11 Рекомендації щодо вивчення одинадцятої теми – Методи прогнозу оптимальних доз азотного живлення для зернових культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1,2,3,4]. Відповідно розділи [1] - 11; [3]- 7.; [4]- 12.

Ефективність добрив значно змінюється з року в рік в залежності від особливостей агрометеорологічних умов. Дослідженнями впливу агрометеорологічних умов на величину доз живлення займались О.І. Коровін, О.П. Федосєєв, З.А. Шостак, М.С Кулик та ін.

Головним показником, що визначає необхідність внесення поправок до оптимальних доз живлення, є сума опадів за осінньо-зимовий період. Встановлено, що із збільшенням суми осінніх та зимових опадів зростає необхідність збільшення оптимальних доз азотних добрив.

Оптимальні дози азотних добрив для культур, посіяних по чистих парах, на полях після трав і на полях, де вносились органічні добрива, значно менші, ніж по зайнятих парах або по непарових попередниках.

Оскільки період початку польових робіт на Європейській частині СНД в різних районах різний, то період врахування опадів за холодну пору року теж неоднаковий.

Для нечорноземної зони опади враховуються за період до першої весняної декади з температурою повітря 5°C . Для лісостепових та степових районів з вилуженими звичайними та південними чорноземами опади враховуються по січень.

О.П. Федосєєвим та З.А. Шостак були побудовані графіки залежності величин поправок на норми азотних добрив для різних регіонів Європейської частини СНД для ярих зернових культур та озимих культур

Метод розрахунку доз азотного живлення може використовуватись для окремих полів і для територій районів та областей.

Встановлення оптимальних доз азотного живлення під ярі зернові культур. Нечорноземна зона Європейської частини СНД. При складанні прогнозу на цій території кількість опадів розраховується за даними спостережень по станціях, розташованих від місця розрахунку на відстані не більше 40км.

Кількість опадів для прогнозу величини поправок доз азотного живлення розраховується за два періоди: 1 – з серпня до дати переходу температури повітря через 5°C восени; 2 – з наступної декади після переходу температури через 5°C восени до першої весняної декади, після якої спостерігається перехід температури повітря через 5°C .

Чорноземна зона Європейської частини СНД. Кількість опадів для цієї зони підраховується за два періоди: 1 – з серпня попереднього року до переходу температури повітря через 5°C восени; 2 – з наступної декади після переходу температури повітря через 5°C восени до січня місяця..

Цей метод розрахунку поправок до доз азоту в залежності від умов зволоження застосовується при внесенні азотних добрив під ярі культури навесні. Якщо добрива вносились восени, то поправку на кількість опадів доцільно вносити лише в окремі вологі роки. У випадку, коли за розрахунками дозу добрив навесні необхідно збільшити, то дозу вносять за винятком кількості добрив, внесених восени.

Посушлива зона південного сходу Російської федерації. При складанні прогнозу кількість опадів для цієї зони підраховується за два періоди: 1 – з вересня попереднього року по декаду переходу середньої за декаду температури повітря через 5° восени; 2 – з наступної декади після

переходу температури повітря через 5° С восени по січень. Розрахунки виконуються за тією ж схемою, що і попередній прогноз.

Метод прогнозу оптимальних доз весняного живлення озимих культур.

Для повного забезпечення рослин елементами живлення впродовж їх розвитку необхідно вірно розраховувати строки внесення добрив: до сівби, при сівбі та після сівби (підживлення). Підживлення озимих культур навесні азотними добривами дуже ефективно.

Встановлено, що в районах Нечорноземної зони, центральній частині лісостепової зони та у Прикарпатті успішність підживлення рано навесні озимих культур азотними добривами за кліматичними даними забезпечується на 90 – 100 %. Далі на південь та на південний схід, де зростає посушливість, ефективність весняного підживлення зменшується до 50 – 70 %.

Техніка складання прогнозу оптимальної дози внесення добрив ранньою весною нічим не відрізняється від такого ж прогнозу для ярих культур. Площі із загиблими посівами, та ті, що будуть пересіватись, з прогнозу виключаються.

Метод прогнозу літнього азотного підживлення зернових культур.

Літнє азотне підживлення підвищує вміст білка в зерні. Ефективність літнього підживлення залежить від метеорологічних умов.

Азот може потрапити в зону коріння тільки з водою, тому ефективність літнього азотного живлення залежить від виличини запасів продуктивної вологи верхніх шарів ґрунту та тривалості періоду без дощів після внесення азотних добрив.

З.А. Шостак запропонувала рівняння залежності приросту протеїну (ΔП) від вологості ґрунту при літньому підживленні зернових культур:

$$\Delta П = 0,058x - 5 \cdot 10^{-6} x^3 - 0,55, \quad (2.74)$$
$$R = 0,760, \quad S_{II} = 0,6\%$$

де x – вологість ґрунту в шарі 0 – 20см під час підживлення (y % НВ).

Ефективність літнього азотного підживлення забезпечена за оптимальних умов зволоження при кількості колосonosних стебел більше 300 на 1м². Для використання запропонованого рівняння необхідно дотримуватись умов:

1 – літнє підживлення рекомендується при вологості ґрунту не менше 50 – 80 % НВ (тобто при м'якопластичному стані ґрунту);

2 – після підживлення опади 20мм за добу і більше зменшують ефективність підживлення;

3 – якщо вологість ґрунту становить 20 – 50 % НВ, то підживлення проводиться тільки при опадах більше 5 мм;

4 – якщо вологість ґрунту більше 80 % або менше 25 % НВ, то підживлення не проводиться.

Рекомендації що до літнього підживлення в залежності від погодних умов складаються за даними вологості ґрунту на дату колосіння або в декаду перед колосінням. Рекомендації складаються для тих полів, де кількість колосonoсних стебел на 1 м² становить більше 360.

При вивченні одинадцятої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- розрахунок кількості опадів для прогнозу доз азотного живлення [1, 4], розділ 11.1, стор 193-194 та розділ 12.1, стор 285.

- ефективність літнього азотного підживлення [1, 4], розділ 11.3, стор. 197 та розділ 12.3, стор 289.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Від яких факторів залежить внесення поправок до оптимальних доз азотного живлення?
2. Як розраховується кількість опадів для прогнозу доз азотного живлення?
3. Від чого залежать поправки до встановлених норм азотних добрив та хто їх запропонував?
4. Як розраховується прибавка протеїну?
5. Від чого залежить ефективність літнього підживлення?

2.1.12 Рекомендації щодо вивчення дванадцятої теми – Методи прогнозів оптимальних режимів зрошення зернових культур

Зі змістом матеріалу за темою можна ознайомитись у [1, 4]. Відповідно розділи [1] - 12; [4]- 11.

Зрошуване землеробство у районах нестійкого та недостатнього зволоження дедалі більше розвивається. Основною особливістю клімату в цих районах є загальний дефіцит опадів та їх вкрай нерівномірний розподіл, що викликає дуже сильні коливання значень запасів продуктивної вологи в період сівби та розвитку сільськогосподарських культур.

На разі на мережі гідрометеорологічного обслуговування складаються три види прогнозів зрошення:

- прогноз вологозарядкових поливів озимих зернових культур;
- прогноз оптимальних зрошувальних норм на вегетаційний період основних зернових культур (озима та яра пшениця, кукурудза);
- прогнози оптимальних строків та норм поливу зернових культур, картоплі та цукрових буряків, овочевих культур.

Ці методи розроблені у Гідрометеорологічному центрі Росії та в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті.

Метод прогнозу вологозарядкових поливів озимих культур.

У районах недостатнього зволоження на момент сівби озимих культур у деякі роки запаси вологи у орному шарі ґрунту або занадто малі, щоб забезпечити проростання насіння, або зовсім відсутні. Тому тут необхідне зрошення.

Прогноз вологозарядкових поливів під озимі культури складається за один-півтора місяці до сівби і в ньому розраховуються очікувані норми та строки поливів.

Норма вологозарядкових поливів (N) розраховується як різниця між найменшою вологомісткістю промочуваного шару ґрунту (W_0) і запасами продуктивної вологи, які спостерігалися у шарі ґрунту перед початком поливу (W_1):

$$N = W_0 - W_1 , \quad (2.75)$$

Найменша вологомісткість визначається за даними фактичних спостережень, які проводяться на агрометеорологічних станціях кожні п'ять років. Якщо такі спостереження не проводились, то вологомісткість метрового шару тяжких ґрунтів (глинистих та суглинків) береться рівною 170 – 180 мм продуктивної вологи, легких ґрунтів (супіщаних та легких суглинків) – 150 – 160 мм.

Дати оптимальних та надто пізніх термінів сівби озимих культур, а рівно і оптимальних та надто пізніх вологозарядкових поливів, визначаються за рівнянням:

$$N = \frac{A}{t - 5} , \quad (2.76)$$

де N – тривалість періоду від дати сівби до настання оптимального (три-чотири пагони) або задовільного (один пагін) кушіння озимих, дні;

A – сума ефективних температур, необхідна від сівби до оптимального або задовільного кушіння, °С;

t – середня за добу температура повітря за ті ж періоди, °С.

Оскільки вологозарядкові поливи забезпечують добре зволоження ґрунту, то при розрахунках N використовуються константи О.О. Шіголева. Сума ефективних температур (A), необхідна від сівби до появи першого пагону кушіння для жита, становить 119° С, для пшениці – 134° С; для періоду від сівби до появи третього пагону сума становить 200° С.

Для забезпечення доброї сівби необхідно, щоб між вологозарядковим поливом та початком сівби пройшло 5 – 10 днів, щоб ґрунт встиг звільнитися від зайвої води, підсохнути зверху і бути готовим для проведення посівних робіт.

Вологість ґрунту перед початком вологозарядкового поливу визначається інструментально або розраховується за рівняннями, наведеними у табл. 2.33, 2.34.

Таблиця 2.33 – Зміна запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на кінець декади (y) в залежності від запасів вологи на початок декади (W_1), середньої температури за декаду (t), та суми опадів за декаду (x) при вирощуванні зернових культур у богарних умовах.

Період вегетації	Рівняння зв'язку	Номер рівняння
Після збирання ярих культур	$Y = - 0,076W_1 - 0,36t + 0,74x + 1,3$	12.3
Чистий пар	$Y = - 0,063W_1 - 0,79t + 0,67x + 13,0$	12.4
Формування зерна ярих культур	$Y = - 0,229W_1 - 1,72t + 1,08x + 23,3$	12.5

Таблиця 2.34 – Залежність запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на кінець декади (y) від запасів вологи на кінець попередньої декади (W_1), температури повітря за декаду (t), суми опадів за декаду (x). При вирощуванні кукурудзи у богарних умовах

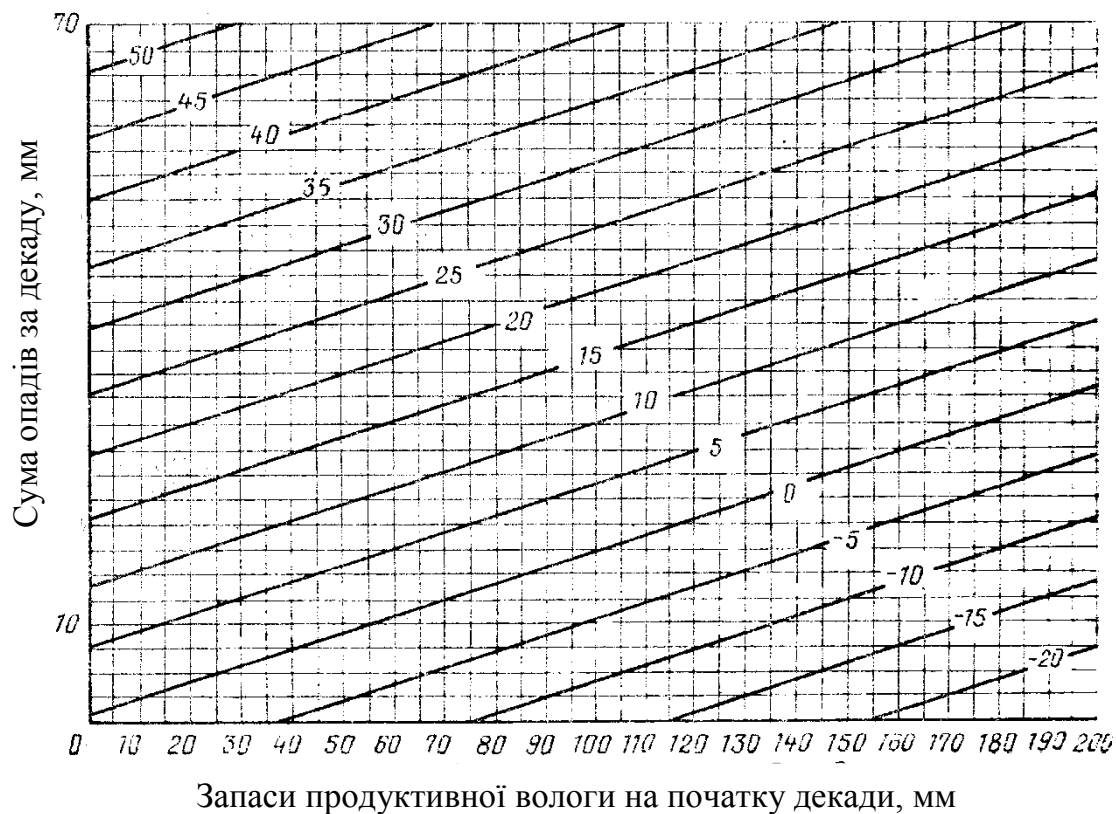
Період вегетації	Рівняння зв'язку	Номер рівняння
Від викидання волоті до молочної стиглості	$Y = 0,74W_1 - 3,06t + 0,57x + 60,0$	12.6
Від молочної до повної стиглості	$Y = 0,76W_1 - 0,66t + 0,62x + 9,0$	12.7

Якщо поля, де повинні проводитись вологозарядкові поливи, були зайняті зерновими культурами (наприклад, ярою пшеницею), або травами, то для розрахунків очікуваних запасів вологи у ґрунті до дозрівання та збирання цих культур використовуються рівняння, запропоновані С.О. Веріго.

На рис. 2.16 представлено графік, побудований на основі рівнянь С.О. Веріго.

На графіку на осі абсцис зазначені запаси продуктивної вологи на початок розрахунку (W_1), по осі ординат – сума опадів за декаду (x); похилі лінії у полі графіка – відповідні зміни запасів вологи за.

Після розрахунку очікуваних запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, визначається норма вологозарядкового поливу, яку необхідно дати на поле, щоб промочити ґрунт не менше ніж на один метр. При необхідності можна розрахувати норму вологозарядкового поливу для промочування шару ґрунту до 2 м.



Поправка на температуру

Температура повітря, °C	5 – 7	8 – 12	13 – 15	16 – 19
Поправка (мм) для шару ґрунту 0 – 100 см	1	0	-1	-2

Рис. 2.16 – Зміна запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 100 см у період формування сходів та листя у ярих культур

При вивченні дванадцятої теми необхідно звернути увагу на такі базові знання та вміння:

- кількості поливів за вегетаційний період та норм одного поливу [1], розділ 12, стор 198,
- прогноз вологозарядкових поливів озимих зернових культур [1], розділ 12.1, стор 198 - 204,
- прогноз оптимальних зрошувальних норм на вегетаційний період основних зернових культур (озима та яра пшениця, кукурудза) [1], розділ 12.1, стор 204 – 206.

Запитання для самоперевірки при вивченні теми.

1. Хто запропонував метод вологозарядкових поливів озимих культур і з якою завчасністю?

2. Як розраховуються норми вологозарядкових поливів озимих культур?
3. Від яких факторів залежить прогноз норм зрошення за вегетаційний період та коли його складають?
4. Скільки потрібно води для одержання високих врожаїв ярої пшениці?
5. Як розраховуються норми зрошення на вегетаційний період?
6. Для яких районів рекомендують прогноз оптимальних термінів та норм поливів? Та які дані потрібні?

2.2 Перелік завдань на контрольну роботу

2.2.1 Загальні поради що до виконання контрольної роботи

1. За допомогою навчальної та методичної літератури, список якої наведено у попередній частині цих Методичних вказівок, та рекомендацій, які сформульовані у п. 2.1 (дивись вище), необхідно вивчити зміст теоретичної частини кожної з 12-ти тем дисципліни. Самоперевірка засвоєння знань здійснюється за допомогою “*Запитань для самоперевірки*”, які наводяться наприкінці рекомендацій щодо вивчення кожної теми.
2. Після засвоєння теоретичного матеріалу необхідно виконати контрольну роботу, яка включає завдання 1 з теоретичної частини дисципліни і завдання 2 - з практичної частини.

2.2.2 Контрольна робота

У п. 2.2.2 наведені 10 варіантів контрольних завдань. *Студенти виконують варіант згідно з останньою цифрою номера залікової книжки.*

Варіант 1

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Які форми агрометеорологічного обслуговування організацій Ви знаєте?
2. Як розраховується дата викидання волоті кукурудзи?
3. Від яких факторів залежить метод розрахунку запасів продуктивної вологи під картоплею? Хто розробив цей метод?
4. Які умови сприяють поширенню колорадського жука?
5. Що таке полягання? На що воно впливає і як поділяється?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці А 1 додатка А варіант 1, розрахувати дату настання фаз розвитку зернових культур:

— для цього підрахувати з прогнозу визначається очікувана температура та сума опадів;

- за формулами 2,9 або 2,10 визначається очікувана дата (або за сумами температур із табл. 2.1).
- порівнюються дати настання очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.
- помилку прогнозу.

Складається текст прогнозу, в якому дається характеристика агрометеорологічних умов до дати складання прогнозу і очікуваних умов по прогнозу, а також очікувані дати фаз розвитку культур.

Варіант 2

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Основні види і форми агрометеорологічного обслуговування.
2. Що покладено в основу прогнозів дат настання фаз розвитку сільськогосподарських культур?
3. Як розраховується дата появи лугового метелика та які методи боротьби з шкідником?
4. Що спричиняє випрівання рослин? Райони найбільшого випрівання озимих культур в Україні?
5. Розрахунок вологості зерна і соломи та проростання зерна у валках.

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці Б 1 додатка Б варіант 1, розрахувати дату настання фази викидання волоті:

- виписується назва сорту, дати сіви, 3-го листка, дати визначення листків, що не вийшли, та їх кількість, середні багаторічні дати фаз розвитку.
- із таблиці виписуються значення температури повітря, прогноз та середнє багаторічне значення температури повітря.
- розраховується очікувана дата викидання волоті за формулою 2.12 або 2.13, або за сумами температур (табл. 2.3).
- порівнюються дати настання очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.
- помилку прогнозу.
- виконується аналіз розрахованих даних і складається текст прогнозу.

Варіант 3

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Основні види і форми агрометеорологічного обслуговування.
2. Як розраховується дата цвітіння плодових культур?
3. Особливості розвитку колорадського жука;
4. Перелічіть всі небезпечні явища, що спричиняють пошкодження сільськогосподарських рослин та наведіть їх критерії.

5. За якими показниками розраховується вміст білка та клейковини в зерні озимої пшениці?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин додатку Г варіант 1, розрахувати дату настання молочної стиглості:

- із додатку Г виписуються фактичні дати викидання волоті, запаси вологи у шарі 0 – 50 см на цю дату, середня температура повітря і суми опадів.

- перший метод: середню температуру повітря за період (15 діб) після настання викидання волоті.

- середню температуру за період через 2 декади після появи ниток.

- тривалість підперіоду викидання волоті – поява ниток (рис. 2.1. або формула 2.14), та поява ниток молочно стиглості (рис. 2.2. або формула 2.15).

- другий метод: дата настання молочної стиглості розраховується за сумами ефективних температур вище 10 °С. За даними Ю.І. Чиркова для ранньостиглих сортів ця сума складає 240 °С; середньостиглих – 260 °С, пізніх – 280 °С. При підрахуванні сум обов'язково користуються значеннями поправкового коефіцієнта на температуру повітря.

- виконується аналіз розрахованих даних і складається текст прогнозу.

Варіант 4

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Скільки груп агрометеорологічних прогнозів Ви знаєте?
2. Які умови сприяють поширенню колорадського жука?
3. Як розраховуються запаси продуктивної під картоплею?
4. Морозостійкість озимих культур в залежності від агрометеорологічних умов.
5. Від яких факторів залежить внесення поправок до оптимальних доз азотного живлення?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці А 1 додатку А варіант 2, розрахувати дату настання фаз розвитку зернових культур:

- для цього підрахувати з прогнозу визначається очікувана температура та сума опадів;

- за формулами 2,9 або 2,10 визначається очікувана дата (або за сумами температур із табл. 2.1).

- порівнюються дати настання очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.

- помилку прогнозу.

Складається текст прогнозу, в якому дається характеристика агрометеорологічних умов до дати складання прогнозу і очікуваних умов по прогнозу, а також очікувані дати фаз розвитку культур.

Варіант 5

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Основні агрометеорологічні прогнози, що складаються для обслуговуваних організацій?
2. Як розраховується дата настання молочної стиглості кукурудзи?
3. Які ви знаєте методи розрахунку запасів продуктивної вологи на початок весни?
4. Які причини зумовлюють випрівання озимих культур?
5. Прогноз вологозабезпеченості цукрових буряків?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці Б 1 додатку Б варіант 2, розрахувати дату настання фаз викидання волоті:

- виписується назва сорту, дати сівби, 3-го листка, дати визначення листків, що не вийшли, та їх кількість, середні багаторічні дати фаз розвитку.
- із таблиці виписуються значення температури повітря, прогноз та середнє багаторічне значення температури повітря.
- розраховується очікувана дата викидання волоті за формулою 2.12 або 2.13, або за сумами температур (табл. 2.3).
- порівнюються дати настання очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.
- помилку прогнозу.
- виконується аналіз розрахованих даних і складається текст прогнозу.

Варіант 6

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Як розраховується дата викидання волоті кукурудзи?
2. Агрометеорологічні умови перезимівлі озимих культур. Прогнози вимерзання озимих культур.
3. Опишіть алгоритм прогнозування фаз динаміки популяцій лугового метелика.
4. Що потрібно знати при складанні прогнозу оптимальних строків та норм поливів?
5. Які фактори впливають на стійкість рослин до полягання?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин додатку Г варіант 2, розрахувати дату настання молочної стиглості:

- із додатку Г виписуються фактичні дати викидання волоті, запаси вологи у шарі 0 – 50 см на цю дату, середня температура повітря і суми опадів.

– перший метод: середню температуру повітря за період (15 діб) після настання викидання волоті.

– середню температуру за період через 2 декади після появи ниток.

– тривалість підперіоду викидання волоті – поява ниток (рис. 2.1. або формула 2.14), та поява ниток молочна стиглість (рис. 2.2. або формула 2.15).

– другий метод: дата настання молочної стиглості розраховується за сумами ефективних температур вище 10 °С. За даними Ю.І. Чиркова для ранньостиглих сортів ця сума складає 240 °С; середньостиглих – 260 °С, пізніх – 280 °С. При підрахуванні сум обов'язково користуються значеннями поправкового коефіцієнта на температуру повітря.

– виконується аналіз розрахованих даних і складається текст прогнозу.

Варіант 7

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Які заклади гідрометеорологічної служби займаються оперативним обслуговуванням різних організацій?

2. Як визначається температура ґрунту на глибині вузла кушніння?

3. Як розраховуються запаси води в снігу?

4. Встановлення оптимальних доз азотного живлення під ярі зернові культури.

5. Які данні потрібно для складання прогнозу полягання ярого ячменю та коли його складають?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці А 1 додатку А варіант 3, розрахувати дату настання фаз розвитку зернових культур:

– для цього підрахувати з прогнозу визначається очікувана температура та сума опадів;

– за формулами 2,9 або 2,10 визначається очікувана дата (або за сумами температур із табл. 2.1).

– порівнюються дати наступу очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.

– помилку прогнозу.

Складається текст прогнозу, в якому дається характеристика агрометеорологічних умов до дати складання прогнозу і очікуваних умов по прогнозу, а також очікувані дати фаз розвитку культур.

Варіант 8

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Як розраховується дата настання воскової стиглості кукурудзи?
2. Як розраховуються запаси продуктивної вологи на початок весни?
3. Дайте визначення морозостійкості та зимостійкості зимуючих культур?
4. Метод прогнозу літнього азотного підживлення зернових культур
5. Від яких факторів залежить інтенсивність полягання? Що потрібно зробити, щоб зменшити інтенсивність полягання?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці Б 1 додатку Б варіант 3, розрахувати дату настання фази викидання волоті:

- виписується назва сорту, дати сівби, 3-го листка, дати визначення листків, що не вийшли, та їх кількість, середні багаторічні дати фаз розвитку.
- із таблиці виписуються значення температури повітря, прогноз та середнє багаторічне значення температури повітря.
- розраховується очікувана дата викидання волоті за формулою 2.12 або 2.13, або за сумами температур (табл. 2.3).
- порівнюються дати наступу очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.
- помилку прогнозу.
- виконується аналіз розрахованих даних і складається текст прогнозу.

Варіант 9

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Як розраховується дата настання стиглості томатів?
2. За якими градаціями оцінюються умови накопичення цукру?
3. Охарактеризуйте метод прогнозу загибелі озимих культур від пошкодження льодяною кіркою.
4. Від чого залежить фаза динаміки популяції лугового метелика, дайте характеристику.
5. Метод прогнозу оптимальних доз весняного живлення озимих культур

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин додатку Г варіант 3, розрахувати дату настання молочної стиглості:

- із додатку Г виписуються фактичні дати викидання волоті, запаси вологи у шарі 0 – 50 см на цю дату, середня температура повітря і суми опадів.
- перший метод: середню температуру повітря за період (15 діб) після настання викидання волоті.

- середню температуру за період через 2 декади після появи ниток.
- тривалість підперіоду викидання волоті – поява ниток (рис. 2.1. або формула 2.14), та поява ниток молочна стиглість (рис. 2.2. або формула 2.15).
- другий метод: дата настання молочної стиглості розраховується за сумами ефективних температур вище 10 °С. За даними Ю.І. Чиркова для ранньостиглих сортів ця сума складає 240 °С; середньостиглих – 260 °С, пізніх – 280 °С. При підрахуванні сум обов'язково користуються значеннями поправкового коефіцієнта на температуру повітря.
- виконується аналіз розрахованих даних і складається текст прогнозу.

Варіант 10

Завдання 1. Теоретична частина. Відповісти на запитання

1. Прогноз агрометеорологічних умов накопичення цукру в коренеплодах цукрових буряків.
2. Чому дорівнює найменша польова вологоємність орного шару суглинкових, супіщаних та піщаних ґрунтів?
3. При якій зрідженості посівів озимих культур їх підсівають, пересівають?
4. Як розраховується вологість зерна і соломи та проростання зерна у валках?
5. Які Ви знаєте рекомендації для визначення ЕЕ і хто їх розробив?

Завдання 2. Практична частина.

Використовуючи значення метеорологічних величин таблиці А 1 додатку А варіант 4, розрахувати дату настання фаз розвитку зернових культур:

- для цього підрахувати з прогнозу визначається очікувана температура та сума опадів;
- за формулами 2,9 або 2,10 очікувана дата (або за сумами температур із табл. 2.1).
- порівнюються дати настання очікуваних фаз розвитку з середніми багаторічними датами та розраховуються відхилення.
- помилку прогнозу.

Складається текст прогнозу, в якому дається характеристика агрометеорологічних умов до дати складання прогнозу і очікуваних умов по прогнозу, а також очікувані дати фаз розвитку культур.

III ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ

3.1 Система контролю знань та вмінь студентів

Контроль знань та вмінь студентів, які навчаються за заочною формою, здійснюється за допомогою системи контрольних заходів. Вони складаються із заходів *поточного* та *підсумкового* контролю.

Поточний контроль з дисципліни “Агromетeорoлoгiчнi прoгнoзи” здійснюється впродовж навчального курсу (семестру) за такими формами:

- перевірка контрольної роботи, яка виконується у міжсесійний період;
- перевірка знань та вмінь студента під час аудиторних занять впродовж заліково-екзаменаційної сесії.

Сума міжсесійної (ОМ) та сесійної оцінки (ОЗЕ) становить загальну оцінку поточного контролю.

Підсумковий контроль здійснюється під час заліково-екзаменаційної сесії та має на меті встановлення рівня знань та вмінь, якими оволодів студент після вивчення навчальної дисципліни. Форма підсумкового контролю – встановлюється навчальним планом, для дисципліни «Агromетeорoлoгiчнi прoгнoзи» це іспит.

3.2 Форми контролю знань та вмінь студентів

3.2.1 Поточний контроль здійснюється у формі:

а) Оцінки **самостійної роботи студента** до екзаменаційно-залікової сесії у формі оцінки виконання контрольної роботи. При цьому для оцінки кожного питання з теоретичної частини використовується 4 бальна шкала

– „**добре**” (3 бали). Критерії оцінки: питання висвітлено повністю, відповідь має чітку логічну структуру та при цьому не є повним повторенням тексту підручника (тобто написана своїми словами). Відповідь оформлена акуратно.

– „**задовільно**” (2 бали). Критерії оцінки: питання висвітлено повністю або майже повністю, але є помилки технічного характеру. Відповідь оформлена акуратно.

- „**потребує доопрацювання**” (1 бал). Критерії оцінки: питання висвітлено не повністю.

– „**незадовільно**” (0 балів). Критерії оцінки: питання висвітлено невірно; з відповіді видно, що студент не знає змісту теми.

Для оцінки виконання практичної частини використовується теж чотирибальна система:

- „**добре**” (15 бали) – розрахунки виконані повністю, без помилок;
- „**задовільно**” (10 бали) - розрахунки виконані повністю, є помилки технічного характеру;

- „*потребує доопрацювання*” (5 бал) – розрахунки виконані з помилками ;

- „*незадовільно*” (0 балів) – розрахунки виконані невірно.

Таким чином, за виконання контрольної роботи студент може отримати максимально 30 балів (відповіді на 5 контрольних запитань x 3 бали = 15 балів + 15 балів за виконання практичного завдання).

Контрольна робота зараховується, якщо студент отримав сумарну оцінку не менше 18 балів (тобто не менше 60% від максимальної суми в 30 балів). Студент, який отримав за виконання контрольної роботи сумарну оцінку меншу за 18 балів (тобто - „незадовільно”) не допускається до підсумкового контролю.

Студенти, які не отримали за контрольну роботу мінімальної кількості балів (> 60%), повинні виконати інший варіант контрольної роботи або виправити помилки попереднього варіанта та отримати відповідну кількість балів для допуску до іспиту.

б) Оцінки роботи студента при проведенні опитування студентів на лекційних заняттях під час заліково-екзаменаційної сесії. Загальна максимальна оцінка за цей вид поточного контролю оцінюється у 30 балів.

3.2.2 Підсумковий контроль

З дисципліни «Агрометеорологічні прогнози» студенти здають іспит.

Іспит – це письмова форма підсумкового контролюючого заходу, який проводиться в період заліково-екзаменаційної сесії. Під час екзамену перевіряється засвоєння студентом теоретичного та практичного матеріалу (знань, вмінь та навичок, що зазначені у програмі дисципліни) з окремої навчальної дисципліни за семестр (навчальний рік). Оцінка успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі кількісної оцінки (бал успішності), тобто відсотку, який становить загальна сума балів, отриманих студентом за виконання окремих завдань (запитань) екзаменаційного білету по відношенню до максимально можливої суми балів за цими завданнями.

Студент вважається допущеним до підсумкового контролю (ОПК) з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт поточного контролю (ОМ+ОЗЕ), передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за накопичувальною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за дисципліну.

Підсумковий контроль (ОПК) здійснюється під час іспиту, який організовується та оцінюються згідно «Інструкції про порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів ОДЕКУ під час письмових екзаменів» (від 26.11.2013 р.). Оцінки підсумкового контролю виставляються викладачем в «Інтегральній відомості оцінки знань студентів» у вигляді кількісної оцінки (бала успішності).

Накопичена підсумкова оцінка (ПО) засвоєння студентом заочної

форми навчання дисципліни розраховується для дисциплін, що закінчуються іспитом за:

$$ПО = 0,5ОПК + 0,25ОЗЕ + 0,25ОМ.$$

де ОПК – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходу підсумкового контролю;

ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять;

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період.

Одержана накопичена підсумкова оцінка виставляється викладачем у відомість обліку успішності встановленого зразка (згідно зі шкалою ECTS).

Перехід від кількісної оцінки до якісної оцінки здійснюється відповідно до таблиці:

Оцінка за шкалою ECTS виставляється відповідно наведеної таблиці:

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано

ДОДАТКИ

Таблиця А1 – Розрахувати строки настання фаз розвитку ранніх ярових зернових (яра пшениця, овес, ячмінь)

Варіант 1

Варіант 2

Станція	Овес (сорт Лоховський)										Ячмінь (сорт Південний)																			
	Фактичні дані			Обчис. дані		Середні багаторічні дані					Фактичні дані			Обчис. дані		Середні багаторічні дані														
	дата сівби	кущі ння	вих. в труб.	очікув. дата колос	відхил. від серед . баг.	сівба	кущі ння	вих. в труб.	колосі ння	воск. стигл	дата сівби	кущі ння	вих. в труб.	очікув. дата колос	відхил від серед баг.	сівба	кущін ня	вих. в труб.	колосі ння	воск. стигл										
Любашівка	4.IV	4.V	18.V			28.III	15.V	26.V	17.VI	13.VII	10.IV	8.V	20.V			3. IV	12.V	23.V	13.VI	12.VII										
Затишшя	24.III	4.V	14.V			30.III	8.V	18.V	10.VI	8.VII	8. IV	14.V	20.V			27.III	15.V	23.V	12.VI	6.VII										
Сербка	29.III	3.V	10.V			30.III	11.V	21.V	15.VI	10.VII	27.III	30.IV	8.V			28.III	9.V	20.V	9.VI	3.VII										
Одеса	1.IV	6.V	13.V			30.III	8.V	18.V	12.VI	10.VII	4.IV	1.V	16.V			28.III	1.V	15.V	5.VI	2.VII										
Болград	2.IV	8.V	12.V			24.III	16.V	26.V	16.VI	14.VII	6.IV	3.V	18.V			22.III	2.V	15.V	8.VI	28.VI										
Ізмаїл	29.III	2.V	10.V			22.III	5.V	15.V	11.VI	4.VII	3. IV	6.V	12.V			21.III	1.V	14.V	7.VI	27.VI										
Температура повітря, °С										Опади, мм										Запаси продуктивної вологи, мм										
	Фактичні дані					Обчис. дані					Фактичні дані					По прогнозу														
	квітень			травень		червень			липень		квітень			травень		червень			липень							квітень			травень	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Любашівка	6.3	12.6	11.1	16.0	17.3	15.7							77	0	6	12	0	32							98	95	92	66	30	21
Затишшя	6.8	12.8	11.3	16.2	17.7	15.9							1	1	8	0	0	11							151	146	145	134	99	105
Сербка	7.1	12.9	11.8	16.5	17.7	16.6							10	14	4	3	0	20							119	108	112	99	81	66
Одеса	7.3	12.6	11.4	16.1	17.5	15.9							2	4	7	3	7	14							128	125	125	119	78	87
Болград	7.0	11.9	11.0	15.5	17.5	16.6							3	2	3	4	0	44							119	68	108	67	44	78
Ізмаїл	7.7	11.4	11.1	14.9	17.1	16.3							3	0	4	6	0	33							143	151	140	136	128	170
Середні багаторічні дані																														
	температура повітря, °С												опади, мм												прогноз погоди на червень					
	квітень			травень			червень			липень			квітень			травень			червень			липень								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Любашівка	5.3	7.7	9.8	12.9	15.1	15.8	16.7	17.6	18.3	19.6	20.1	20.4	8	10	11	17	19	21	22	22	20	19	18	17				температура повітря вище норми на 1 ⁰ , опади 120 % від норми		
Затишшя	6.5	8.6	10.8	13.0	14.9	16.5	17.8	18.9	19.8	20.5	21.0	21.2	8	11	15	18	22	23	23	23	20	18	18	19						
Сербка	6.7	8.7	10.9	13.4	15.3	17.0	18.5	19.3	20.3	21.0	21.7	22.2	8	9	9	11	14	18	21	21	18	15	13	12						
Одеса	6.2	8.2	10.2	13.1	15.4	16.8	18.3	19.2	20.3	21.2	22.0	22.5	9	9	10	10	12	12	17	19	17	19	18	17						
Болград	8.0	10.1	12.4	14.2	16.4	17.7	19.0	20.1	21.1	22.0	22.7	23.0	10	11	18	16	18	18	18	19	19	20	20	19						
Ізмаїл	8.7	10.6	13.0	15.2	16.7	18.0	19.3	20.2	21.2	22.1	22.9	23.0	9	9	10	12	14	16	15	15	15	15	17	17						

Таблиця А2 – Розрахувати строки настання фаз розвитку ранніх ярових зернових (яра пшениця, овес, ячмінь)

Варіант 3

Варіант 4

Станція	Овес (сорт Лоховський)										Ячмінь (сорт Південний)																		
	Фактичні дані			Обчис. дані		Середні багаторічні дані					Фактичні дані			Обчис. дані		Середні багаторічні дані													
	дата сівби	кущіння	вих. в труб.	очікув. дата колос	відхил. від серед. баг.	сівба	кущіння	вих. в труб.	колосі ння	воск. стигл	дата сівби	кущіння	вих. в труб.	очікув. дата колос	відхил. від серед. баг.	сівба	кушіння	вих. в труб.	колосі ння	воск. стигл									
Любашівка	4.IV	14.V	28.V			28.III	15.V	26.V	17.VI	13.VII	10.IV	8.V	20.V			3. IV	12.V	23.V	13.VI	12.VII									
Затишшя	4.IV	8.V	24.V			30.III	8.V	18.V	10.VI	8.VII	8. IV	14.V	20.V			27.III	15.V	23.V	12.VI	6.VII									
Сербка	9.IV	6.V	20.V			30.III	11.V	21.V	15.VI	10.VII	27.III	30.IV	8.V			28.III	9.V	20.V	9.VI	3.VII									
Одеса	11.IV	16.V	23.V			30.III	8.V	18.V	12.VI	10.VII	4.IV	1.V	16.V			28.III	1.V	15.V	5.VI	2.VII									
Болград	12.IV	18.V	22.V			24.III	16.V	26.V	16.VI	14.VII	6.IV	3.V	18.V			22.III	2.V	15.V	8.VI	28.VI									
Ізмаїл	9.IV	12.V	20.V			22.III	5.V	15.V	11.VI	4.VII	3. IV	6.V	12.V			21.III	1.V	14.V	7.VI	27.VI									
Температура повітря, °С										Опади, мм										Запаси продуктивної вологи, мм									
Станція	Фактичні дані					Обчис. дані					Фактичні дані					По прогнозу													
	квітень			травень		червень			липень		квітень			травень		червень			липень		квітень			травень					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Любашівка	6.3	12.6	11.1	16.0	17.3	15.7							77	0	6	12	0	32						98	95	92	66	30	21
Затишшя	6.8	12.8	11.3	16.2	17.7	15.9							1	1	8	0	0	11						151	146	145	134	99	105
Сербка	7.1	12.9	11.8	16.5	17.7	16.6							10	14	4	3	0	20						119	108	112	99	81	66
Одеса	7.3	12.6	11.4	16.1	17.5	15.9							2	4	7	3	7	14						128	125	125	119	78	87
Болград	7.0	11.9	11.0	15.5	17.5	16.6							3	2	3	4	0	44						119	68	108	67	44	78
Ізмаїл	7.7	11.4	11.1	14.9	17.1	16.3							3	0	4	6	0	33						143	151	140	136	128	170
Середні багаторічні дані																													
Станція	температура повітря, °С												опади, мм												прогноз погоди на червень				
	квітень			травень			червень			липень			квітень			травень			червень			липень							
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				1	2
Любашівка	5.3	7.7	9.8	12.9	15.1	15.8	16.7	17.6	18.3	19.6	20.1	20.4	8	10	11	17	19	21	22	22	20	19	18	17	температура повітря вище норми на 1 ⁰ , опади 120 % від норми				
Затишшя	6.5	8.6	10.8	13.0	14.9	16.5	17.8	18.9	19.8	20.5	21.0	21.2	8	11	15	18	22	23	23	23	20	18	18	19					
Сербка	6.7	8.7	10.9	13.4	15.3	17.0	18.5	19.3	20.3	21.0	21.7	22.2	8	9	9	11	14	18	21	21	18	15	13	12					
Одеса	6.2	8.2	10.2	13.1	15.4	16.8	18.3	19.2	20.3	21.2	22.0	22.5	9	9	10	10	12	12	17	19	17	19	18	17					
Болград	8.0	10.1	12.4	14.2	16.4	17.7	19.0	20.1	21.1	22.0	22.7	23.0	10	11	18	16	18	18	18	19	19	20	20	19					
Ізмаїл	8.7	10.6	13.0	15.2	16.7	18.0	19.3	20.2	21.2	22.1	22.9	23.0	9	9	10	12	14	16	15	15	15	15	17	17					

Додаток до прогнозу строків викидання волоті кукурудзи

Варіант 1

станція	сорт	дата посіву	дата появи 3-го листа	дата визначення листків що не вийшли	число листків, що не вийшли	очікуван а дата викидання	відхилення очікув. дати викид. від сер. багат.	Середні багаторічні дати настання фаз розвитку кукурудзи												
								посів	сходи	викидання волоті	молочна стиглість	воскова стиглість	повна стиглість							
Вознесенське	ВІР-42	24.IV	6.V	10.VI	9			3.V	20.V	23.VII	11.VIII	29.VIII								
Снігірівка		28.IV	8.V	8.VI	10			1.V	18.V	20.VII	10.VIII	28.VIII								
Первомайське		30.IV	10.V	9.VI	10			1.V	19.V	25.VII	15.VIII	29.VIII								
Миколаїв		26.IV	6.V	12.VI	8			1.V	18.V	20.VII	13.VIII	29.VIII								
Аннівка		30.IV	9.V	7.VI	11			2.V	29.V	19.VII	12.VIII	28.VIII								
Братське		1.V	11.V	10.VI	10			3.V	20.V	23.VII	11.VIII	28.VIII								
Зелені Кошари		1.V	11.V	10.VI	10			4.V	21.V	25.VII	20.VIII	31.VIII								
Температура повітря, °C																				
	Фактична					Очікувана по прогнозу					Середні багаторічні									
	IV	V			VI	VI		VII			V	VI			VII			VIII		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вознесенське	13.7	14.9	13.1	16.9	17.2						15.6	16.4	17.8	18.8	19.8	20.7	21.9	22.0	22.1	
Снігірівка	14.2	15.8	14.9	16.8	17.3						16.2	16.8	18.4	18.2	19.2	21.1	21.8	21.9	22.2	
Первомайське	13.8	15.8	14.7	16.7	17.1						16.0	17.0	17.9	19.0	20.1	21.1	21.9	22.1	22.3	
Миколаїв	13.8	16.0	14.2	16.8	17.2						16.4	17.0	18.0	18.9	21.1	21.3	22.0	22.0	22.3	
Аннівка	13.7	15.0	15.0	17.0	17.3						16.3	17.1	18.5	18.5	20.1	21.5	21.8	21.8	22.1	
Братське	13.8	15.2	15.2	16.9	17.5						16.1	17.1	18.8	18.8	20.1	21.3	21.7	21.9	22.0	
Зелені Кошари	13.6	14.6	14.6	17.1	17.4						16.1	17.0	18.2	18.2	20.0	21.0	21.9	22.0	21.4	
Прогноз погоди: температура повітря у II – III декадах червні вище норми на 2 ⁰ C, а в липні – біля норми; опади – 120 % норми.																				

продовження додатка Б

сорт	дата посіву	дата появи 3-го листа	дата визначення листків, що не вийшли	число листків, що не вийшли	очікувана дата викидання волоті	відхилення очікув. дати викид. від сер. багат.
Варіант 2						
Вознесенське	14.IV	30.IV				
Снігірівка	18.IV	3.V	1.VI	8		
Первомайське	20.IV	8.V	2.VI	8		
Миколаїв	16.IV	3.V	2.VI	9		
Аннівка	20.IV	28.IV	28.V	9		
Братське	21.IV	30.IV	1.VI	10		
Зелені Кошари	21.IV	6.V	1.VI	11		
Варіант 3						
Вознесенське	4.V	16.V	20.VI	7		
Снігірівка	8.V	18.V	18.VI	6		
Первомайське	10.V	20.V	19.VI	6		
Миколаїв	6.V	16.V	12.VI	7		
Аннівка	10.V	19.V	17.VI	8		
Братське	11.V	21.V	20.VI	9		
Зелені Кошари	11.V	21.V	20.VI	10		
Варіант 4						
Вознесенське	20.IV	2.V	6.VI	8		
Снігірівка	24.IV	4.V	2.VI	8		
Первомайське	26.IV	6.V	5.VI	9		
Миколаїв	22.IV	5.V	8.VI	10		
Аннівка	26.IV	7.V	3.VI	8		
Братське	25.IV	7.V	6.VI	7		
Зелені Кошари	25.IV	8.V	6.VI	7		

Розрахунок дат настання молочної стиглості кукурудзи

Варіант 1			ст. Любашівка										Варіант 2			ст. Затишсьє									
Показники	червень			липень			серпень			вересень			травень			червень			серпень			вересень			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Фази розвитку	викидання волоті												викидання волоті												
Дата наступу	20.VII												22.VII												
Середньодакда температура повітря, °C	16.8	20.4	17.0	20.7	19.2	17.0							17.5	21.1	17.6	20.8	17.3	20.1							
Запаси вологи 0 – 50, мм	51												59												
Продовження періоду вик. волоті – поява стовпчиків																									
Продовження періоду поява стовпчиків – молочна стиглість																									
Сума опадів, мм	24	6	15	24	63	7							15	2	28	15	30	9							
Варіант 3			ст. Сербка										Варіант 4			ст. Роздільна									
Показники	червень			липень			серпень			вересень			травень			червень			серпень						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Фази розвитку	викидання волоті												викидання волоті												
Дата настання	20.VII												22.VII												
Середньодакда температура повітря, °C	18.3	21.4	17.8	21.2	18.5	21.0							17.9	21.0	17.3	20.8	17.4	20.1							
Запаси вологи 0 – 50, мм	60												61												
Продов. періоду вик. волоті – поява стовп.																									

Продов.періоду поява стовпч.— молоч.стигл.																						
Сума опадів, мм	10	4	64	10	18	10							20	6	73	20	88	26				
Сорт середньостиглий					Прогноз: серпень, вересень – температура повітря і опади у нормі																	

продовження додатку В

Середні багаторічні дані																			
станції	температура повітря, °С											опади, мм							
	червень			липень			серпень			вересень		червень		липень			серпень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	2	3	1	2	3
Любашівка	17.3	18.0	18.7	19.4	20.0	20.4	20.1	19.6	18.4	16.7	14.7	18	17	16	15	13	12	12	11
Затишшя	17.8	18.9	19.8	20.5	21.0	21.2	21.0	20.4	19.5	17.7	15.7								
Сербка	18.5	19.3	20.3	21.0	21.7	22.2	22.0	21.3	20.1	18.0	15.9	18	18	16	16	15	14	13	13
Роздільна	18.4	19.2	20.3	21.0	21.6	22.1	22.0	21.0	19.8	17.5	15.8								
Фази розвитку																			
	посів		сходи			3 –й лист			викидання волоті		молочна стиглість		воскова стиглість		повна стиглість				
Любашівка	27.IV		13.V			21.V			15.VII		13.VIII		4.IX		15.IX				
Затишшя	23.IV		14.V			21.V			15.VII		17.VIII		28.VIII		4.IX				
Сербка	24.IV		16.V			23.V			17.VII		10.VIII		28.VIII		10.IX				
Роздільна	21.IV		8.V			17.V			8.VII		10.VIII		31.VIII		9.IX				

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів та виконання контрольної роботи
з дисципліни

«Агрометеорологічні прогнози»
для студентів заочної форми навчання

Спеціальність 7.04010602 «Прикладна екологія та
збалансоване природокористування»

Спеціалізація «Агроекологія»

Укладачі: к.г.н., доц. Божко Л.Ю., к.г.н., доц. Барсукова О.А.

Підпис до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір друк. №
Зам. №

Одеський державний екологічний університет,
270016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
