

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

БЛИЩИК ДАР'Я ВАЛЕРІЇВНА

УДК 551.633:633.11"324"

**АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ОЗИМОЇ
ПШЕНИЦІ В ОСІННЬО-ЗИМОВИЙ ПЕРІОД НА ПІВДНІ УКРАЇНИ**

11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук

Науковий керівник:
кандидат біологічних наук
Феоктістов Павло Олександрович

Одеса – 2015

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ МОРОЗО- ТА ЗИМОСТІЙКОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ ...	10
1.1. Біологічні особливості районованих для Степової зони України сучасних сортів озимої пшениці	11
1.2. Вплив агrometeorological умов осінньо-зимового періоду Півдня України на ріст, розвиток і формування зимостійкості озимої пшениці	21
1.2.1. Потреба озимої пшениці у теплі та освітленні в осінній період	22
1.2.2. Ріст та розвиток рослин озимої пшениці за дефіциту вологи в осінній період	35
1.3. Математичні моделі впливу агrometeorological умов на ріст та розвиток рослин озимої пшениці	42
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ МОРОЗО- ТА ЗИМОСТІЙКОСТІ РОСЛИНАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	53
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови Півдня України	53
2.2. Ґрунтово-кліматичні умови території проведення польових дослідів	58
2.3. Агrometeorological умови років проведення досліджень	61
2.4. Методика проведення лабораторно-польових дослідів	64
2.5. Методика визначення агrometeorological параметрів	68
2.5.1. Розрахунок індексу континентальності	68

2.5.2.	Розрахунок сум активних та ефективних температур повітря	69
2.5.3.	Визначення дат стійкого переходу температури повітря через різні пороги	70
2.6.	Вихідний матеріал для проведення дослідів	71
.		
РОЗДІЛ	3. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ НА ФОРМУВАННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	74
3.1.	Аналіз змін метеорологічних умов Півдня України	74
3.2.	Вплив змін клімату на строки сівби озимої пшениці на Півдні України	83
3.3.	Формування морозостійкості рослинами озимої пшениці в умовах змін у кліматі	90
3.4.	Методологія оціночної роботи на морозо- та зимостійкість у зв'язку зі змінами клімату	101
	Висновки до розділу 3	105
РОЗДІЛ	4. ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ РОСЛИНАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	107
4.1.	Концепція моделювання	107
4.2.	Структура моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці	109
4.2.1.	Блок вхідної агрометеорологічної інформації	109
4.2.2.	Блок фотосинтезу та дихання	110
4.2.3.	Блок росту	112
4.2.4.	Блок першої фази загартування	115
4.2.5.	Блок другої фази загартування	118
4.3.	Ідентифікація параметрів моделі	119
4.4.	Перевірка адекватності моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці	128

4.5. Результати чисельних експериментів з оцінки впливу агрометеорологічних умов на формування зимостійкості рослинами озимої пшениці	135
4.6. Методика оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці	141
Висновки до розділу 4	147
ВИСНОВКИ	149
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	151
ДОДАТКИ	169
ДОДАТОК А	170
ДОДАТОК Б	186
ДОДАТОК В	198
ДОДАТОК Г	219

ВСТУП

Актуальність теми. Зміни агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду Півдня України призвели до того, що значна частина сучасних сортів озимої пшениці не може сформувати притаманного їм генетично-детермінованого рівня морозостійкості. У взаємодії системи «організм – довкілля» період осінньої вегетації рослин озимої пшениці – це один з найважливіших етапів, відповідальних за реалізацію їхнього біологічного потенціалу. Адже стан озимих посівів після припинення осінньої вегетації відіграє визначну роль у їхній перезимівлі, а загартування до несприятливих метеорологічних умов зимового періоду є одним з основних процесів, який забезпечує виживання рослин і майбутній врожай.

Актуальність дослідження впливу агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду Півдня України на перезимівлю озимої пшениці зумовлена недостатнім вивченням цього питання й необхідністю внесення змін до моделі ідеатипу сучасного сорту, адаптованого до сформованих погодних умов. У свою чергу, розробка математичної моделі та методики оцінки умов формування зимостійкості розширює можливості агрометеорологічного забезпечення сільського господарства, дозволяє прогнозувати стан розвитку культури та вчасно приймати рішення щодо застосування необхідних агроприйомів для отримання високих урожаїв.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є частиною тем кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету: «Вразливість та адаптація галузей економіки України до змін клімату» (державний реєстраційний номер 0113U000165); «Оцінка впливу екстремальних атмосферних явищ на окремі галузі економіки України в умовах зміни клімату» (державний реєстраційний номер 0111U00593) та

науково-технічної програми НААН України: «Вивчення фізіологічних механізмів формування й реалізації адаптивності до температурних стресів основних сільськогосподарських культур південного регіону та розробка способів її оцінки» (державний реєстраційний номер 0111U003500).

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень була оцінка сучасного стану і тенденцій змін агрометеорологічних умов та розробка системи способів зменшення впливу негативних наслідків їхніх змін на формування морозо- та зимостійкості рослинами озимої пшениці на Півдні України. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- дати кількісну оцінку впливу агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду Півдня України на ріст, розвиток й формування зимостійкості рослинами озимої пшениці;
- експериментально дослідити динаміку формування морозо- та зимостійкості рослинами озимої пшениці в осінньо-зимовий період вегетації;
- оцінити вплив змін агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду на строки сівби озимої пшениці на території Півдні України;
- удосконалити методологію оціночної роботи на морозо- та зимостійкість рослин озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату на Півдні України;
- розробити динамічну модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці;
- на основі створеної динамічної моделі розробити методіку оцінки формування зимостійкості рослин озимої пшениці в осінній період.

Об'єкт дослідження. Зміни погодних умов та їхній вплив на осінньо-зимовий період вегетації озимої пшениці.

Предмет дослідження. Формування морозо- та зимостійкості рослинами озимої пшениці під впливом агрометеорологічних умов Півдня України.

Методи дослідження. Лабораторно-польові експериментальні дослідження на базі Селекційно-генетичного інституту – Національного

центра насіннєзнавства та сортовивчення. Методи математичної статистики та метод математичного моделювання продукційного процесу рослин, лабораторні методи – морфофізіологічний та біохімічний методи визначення стану рослин.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у комплексному вивченні та моделюванні фізіолого-біохімічних процесів проходження двох фаз загартування рослинами озимої пшениці, які відбуваються в сучасних агрометеорологічних умовах Півдня України.

Уперше:

- розроблена концепція моделювання формування зимостійкості рослинами озимої пшениці, що описує процеси їхнього росту й розвитку та перебіг двох фаз загартування під впливом агрометеорологічних умов осіннього періоду покладена в основу методики оцінки формування зимостійкості рослин озимої пшениці;

- для території Півдня України розроблена динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці;

- експериментально визначені особливості впливу сучасних змін агрометеорологічних умов на динаміку агробіологічних характеристик досліджуваної культури.

Дістала подальший розвиток: теорія швидкості загартування рослин озимої пшениці.

Удосконалені:

- методологія оціночної роботи на морозо- та зимостійкість рослин озимої пшениці у зв'язку зі змінами клімату для території Півдня України;

- строки сівби досліджуваної культури для території Півдня України з урахуванням останніх тенденцій в зміні клімату.

Практична значимість одержаних результатів. Розроблена динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці використовується для наукового забезпечення фермерських господарств Одеської області та надання аналітичних довідок для Національної академії

аграрних наук України.

Удосконалена методологія оціночної роботи на морозо- та зимостійкість рослин озимої пшениці використовується у селекційному процесі на адаптивність сортів у Селекційно-генетичному інституті.

Розроблена методика оцінки формування зимостійкості рослин озимої пшениці на основі створеної динамічної моделі використовується в Українському гідрометеорологічному центрі.

Науково обґрунтовані рекомендації з удосконалення оптимальних строків сівби сортів озимої пшениці можуть бути використані фермерськими господарствами на Півдні України.

Особистий внесок здобувача. Автор спільно із керівником розробляла концепцію роботи, визначала мету та задачі досліджень. Автор особисто провела аналіз літературних джерел за темою дисертаційної роботи, оволоділа необхідними методами досліджень. Особиста участь дисертанта також полягає в закладенні та проведенні лабораторно-польових експериментальних дослідів, у розробці динамічної моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці, у виконанні ідентифікації параметрів моделі та проведенні чисельних експериментів з виявлення особливостей впливу агрометеорологічних умов осіннього періоду на формування зимостійкості рослинами озимої пшениці. Спільно з науковим керівником виконана обробка та інтерпретація отриманих результатів досліджень. Матеріали дисертаційної роботи одержані здобувачем особисто та спільно зі співробітниками СГІ–НЦНС.

Апробація результатів досліджень. Основні результати дисертації доповідалися на наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (м. Одеса, 2012 – 2014 рр.); Міжнародній науковій конференції студентів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної гідрометеорології» ОДЕКУ (м. Одеса, 17-19 жовтня 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Географічні дослідження: історія, сучасність, перспективи», присвячена пам'яті професора Г.П. Дубинського (м. Харків,

4-5 квітня 2013 р.); Міжнародній конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення» (м. Одеса, 10-15 червня 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Научные исследования и разработки к внедрению в АПК», присвяченій 80-річчю утворення ІрДСГА (м. Іркутськ, 28-29 квітня 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Перспективы развития научных исследований в 21 веке» (м. Махачкала, 27 червня 2014 р.).

Публікації. Результати досліджень за тематикою дисертаційної роботи опубліковано у 15 наукових працях, з них: чотири статті у провідних фахових періодичних виданнях, дві статті у зарубіжних виданнях, вісім тез доповідей у збірниках вітчизняних та міжнародних конференцій та одна стаття виробничого характеру.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Матеріал дисертації викладений на 150 сторінках, ілюстрований 23 таблицями та 35 рисунками. Список використаної літератури містить 173 найменування.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ МОРОЗО- ТА ЗИМОСТІЙКОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Оцінка стану озимих культур протягом зимівлі та прогнозування потенційної здатності рослин протистояти несприятливим агрометеорологічним факторам зимового періоду є важливою складовою економічного планування в аграрному секторі виробництва. Математичне моделювання – один з основних інструментів системного аналізу, що дозволяє в ряді випадків уникнути трудомістких і висококоштовних натурних експериментів. Діапазон і масштаб модельованих процесів вкрай великий: від глобальної екології до прогнозування динаміки окремих компонентів агроценозів [121].

В Україні площа посівів озимих культур, які підлягають пересіву після загибелі під впливом несприятливих умов перезимівлі, в середньому за останні 10 років становить близько 0,5 млн. га [77]. Розробка математичних моделей прогнозування перезимівлі посівів озимих культур дасть можливість завчасно приймати обґрунтовані рішення щодо подальшого ефективного використання матеріально-технічних ресурсів, спрямованого на зменшення негативних наслідків впливу кліматичних факторів як на рівні окремих господарств, так і цілих регіонів [85, 89].

На продуктивність землеробства, зокрема й рослинництва, найбільше впливають чотири чинники, а саме: зволоження, сонячне світло, температурні умови та континентальність клімату. Регіональні зміни погодних умов та клімату потребують уточнення і переосмислення в контексті їхнього впливу на ріст, розвиток і врожайність зернових культур [74].

На думку багатьох учених, вплив погодних умов на формування

продуктивності зернових становить 20-40 % залежно від технологій вирощування. У роки з екстремальними погодними умовами вплив природного чинника на продуктивність культур зростає до 60-70 % [59, 70, 71, 94].

1.1. Біологічні особливості районованих для Степової зони України сучасних сортів озимої пшениці

Озима пшениця є однією з найдавніших і найбільш поширених продовольчих культур на земній кулі, цінність зерна якої визначається високим вмістом білка, жиру, вуглеводів та інш. Пшениця відноситься до роду *Triticum*, який включає понад 30 видів. Стародавні форми м'якої (звичайної) пшениці (*Triticum aestivum* L.) походять із Західної Азії. Центральним регіоном зосередження різноманітних її форм є Північна Індія, Афганістан, Бухара, Іран. У даний час це найпоширеніший вид культурної пшениці, що нараховує понад 250 різновидів і кілька тисяч сортів. За даними бюлетеню Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН [42], пшеницю культивують на величезній території в 220 млн. га, що займає 31,4 % всієї світової площі під зерновими культурами.

Озима пшениця – однорічна зимуюча злакова рослина. Життєвий цикл її поділяється на наступні фенологічні фази: бубнявіння насіння, проростання насіння, сходи, третій лист, кушення, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, молочна стиглість, воскова стиглість, повна стиглість [67].

Ріст озимої пшениці відбувається протягом двох циклів, розмежованих між собою тривалим періодом вимушеного спокою, зумовленого несприятливими умовами для нормального росту та розвитку рослин. Перший цикл починається восени, з моменту проростання насіння, і закінчується припиненням осінньої вегетації рослин. Протягом цього періоду в рослин формуються головним чином вегетативні органи, що виконують функції живлення, дихання, водообміну тощо. Другий цикл починається

навесні, з моменту відновлення вегетації, і закінчується плодоносінням та відмиранням рослин. Цей період характеризується формуванням генеративних органів: колоса, колосся, квіток, зернівок та насіння [67, 77].

Початок відновлення ростової діяльності в зародку зернівки починається при його бубнявінні. Воно може розпочатись вже при вологості ґрунту, рівній її подвоєній гігроскопічності. Зародок та ендосперм зернівки бубнявіють за температури повітря $+1...+2$ °С, а асиміляційні процеси розпочинаються за температури повітря $+3...+4$ °С [77].

Для дружного проростання та появи сходів оптимальною вважається температура повітря $+15...+20$ °С. За такої температури повітря і достатнього вологозабезпечення масові сходи з'являються через 7-9 днів після сівби. Температура повітря понад $+28$ °С несприятлива для проростання насіння. При запасах продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менше 5 мм сходи не з'являються [77, 92].

Є.С. Улановою виявлено, що найменша тривалість періоду посів – сходи (5-7 днів) спостерігається при запасах продуктивної вологи в орному шарі ґрунту від 30 до 60 мм і температурі повітря понад $+14$ °С. При зменшенні запасів вологи до 15 мм сходи з'являються через 12 днів, а при 6-7 мм – через 20-25 днів. При зниженні температури повітря до $+10$ °С сходи з'являються через 10-12 днів, а при $+7...+8$ °С – через 17-20 днів [109].

Перший асиміляційний листок над поверхнею ґрунту з'являється з колеоптиля. Головна функція колеоптиля – це функція захисного чохла, який прикриває бруньку зародка зернівки у період її зберігання і, особливо, в період проростання [77]. Колеоптиль запобігає загибелі першого листка від заморозків (за пізніх строків сівби озимої пшениці) та припиняє піднімання конуса наростання зародка зернівки, регулюючи таким чином глибину залягання вузла кущення. Пшениця сходить першим листком у результаті росту зародкового листка. Загибель цього листка зумовлює відмирання всіх частин і органів паростка. У зв'язку з цим, під сходами необхідно розуміти не просто появу листка, а розвиток над поверхнею ґрунту першого

зародкового листка [31].

Після появи першого зеленого листка з'являються другий і третій зародкові листки, при достатньому зволоженні триває ріст першої та другої пари зародкових коренів, з'являється колеоптильне коріння, тобто формується первинна коренева система. Одночасно з цим частина стебла колишнього зародкового пагона перетворюється на вузол кушення головного (материнського) пагону [77].

Вузол кушення – одна із найголовніших частин рослини озимої пшениці. Із нього вода та поживні речовини, здобуті з ґрунту вузловими коренями і коренями зародкової системи, транспортуються до пагонів. Загибель вузла кушення за несприятливих умов призводить до повної загибелі рослини. Якщо рослина втрачає листки та корені, а вузол кушення залишається живим, то рослина ще може дати колос із зерном [67, 77].

Головними факторами впливу глибини залягання вузла кушення є світло, вологість та температура ґрунту. При розвитку озимої пшениці в сонячну погоду вузол кушення розташовується глибше, ніж у похмуру [67]. На глибину залягання вузла кушення впливає не лише інтенсивність світла, а й тривалість фотоперіоду. При скороченні тривалості дня від 14 до 6 годин у досліджах А.І. Носатовського глибина залягання вузла кушення зменшувалась від 3,4 до 2,9 см. Тому, чим пізніше висіяна озима пшениця, тим восени вона розвивається при більшій нестачі не лише світла, а й тепла. Вузол кушення закладається ближче до поверхні ґрунту, ніж у рослинах озимої пшениці оптимальних строків сівби [75].

Фаза кушення головного пагона пшениці починається з появою над поверхнею ґрунту першого бокового пагона. Процеси пагоноутворення і кушення відбувається практично паралельно. Бічні пагони 1-го порядку формують пагони 2-го, а пагони 2-го порядку – пагони 3-го тощо. З настанням фази кушення розвиваються вторинні (вузлові) корені, що ростуть з вузлів кушення спочатку головного, потім і бічних пагонів [77].

Куцистість озимої пшениці визначається кількістю стебел, що

розвинулися з вузла кущення. Не всі стебла є колосоносними, тому розрізняють загальну та продуктивну кущистість, тобто загальну кількість стебел та кількість колосоносних, або продуктивних стебел. Достатня вологозабезпеченість у період кущення збільшує продуктивну кущистість. Якщо зволоження орного шару ґрунту добре (понад 30 мм продуктивної вологи), кущення пшениці розпочинається при накопиченні від фази сходів суми ефективних температур, рівній 67 °С [129]. Найменша тривалість періоду сходи – кущення (8-10 днів) спостерігається при запасах вологи 30-50 мм у орному шарі ґрунту і температурі повітря +13...+18 °С. При такій же температурі повітря, але зменшенні запасів вологи до 15 мм, період сходи – кущення зростає до 16-18 днів, а при зменшенні до 6-8 мм кущення настає через 25-30 днів [67].

Найбільш сприятлива для кущення озимої пшениці температура повітря +9...+12 °С, при температурі повітря +1...+3 °С кущення припиняється. Найбільш інтенсивне кущення спостерігається при запасах вологи в орному шарі ґрунту 20 мм [92]. Активна вегетація озимої пшениці припиняється після переходу температури повітря восени через +5 °С в бік її зниження. За сприятливих умов озима пшениця оптимальних строків сівби формує до кінця осені 3-5 пагонів кущення на одній рослині [74].

Після весняного відновлення вегетації озима пшениця кущиться за температури повітря від +3...+5 °С до +12...+15 °С, при цьому рослини навесні в залежності від сорту можуть формувати ще 1-3 бокових пагонів кущення. Закінченням фази кущення зазвичай вважають початок розростання першого міжвузля стебла. Однак, за сприятливих умов рослини продовжують кущитися і під час росту стебла навесні, але ці пагони вже не утворюють колоса. Висока температура повітря та нестача вологи у ґрунті погіршують весняне кущення пшениці [74, 77].

За даними Є.С. Уланової, добрими весняними запасами продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту є 150-200 мм, задовільними – 120-150 мм, недостатніми – 100-120 мм і поганими – менше 100 мм [109].

Фаза вихід у трубку починається в кінці фази кушення (через 30-35 днів після відновлення весняної вегетації). Міжвузля рослин подовжуються і стебловий вузол з'являється на поверхні ґрунту. Після цього виходить колос з сердечка верхнього листка. Тривалість періоду від початку виходу рослин у трубку до колосіння залежить від погодних умов і становить 12-20 днів [77].

У період від виходу в трубку до колосіння в озимій пшениці виявляється найбільша потреба у волозі внаслідок інтенсивного росту. Найбільш високі врожаї озимій пшениці спостерігаються в роки, коли в означений період запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту складають 100-125 мм. При невеликих запасах продуктивної вологи в ґрунті навесні урожайність озимій пшениці значною мірою залежить від опадів. Їхня кількість у травні у межах 40-80 мм забезпечує сприятливі умови для формування врожаю. Сприятливою для формування великого колоса з багатоквітковими колосками є температура повітря від +15 до +20 °С [74, 92].

Після проходження яровизації формується колос. За оптимальних строків сівби колос починає формуватися за температури повітря +6...+8 °С. У колосі може формуватися 20-24 колоска, з яких при несприятливих умовах повністю розвиваються лише 14-16. Первинна коренева система до кінця фази виходу в трубку проникає на глибину до 1,5-2,0 м, а вторинна – до 70-80 см. У погано зволжених ґрунтах основна маса коренів зосереджена в орному шарі ґрунту. На чорноземах, якщо ґрунт добре зволожений, відбувається рівномірний розподіл кореневої системи до глибини 60-80 і навіть 100 см [77].

З виходом колоса з піхви верхнього листка починається фаза колосіння. Швидкому і дружному колосінню сприяють висока температура повітря, достатня вологість ґрунту, довгий день та сонячна погода.

Через 3-5 днів слідом за колосінням настає фаза цвітіння, при пониженій температурі повітря воно спостерігається через 7-8 днів. У період цвітіння та дозрівання збільшуються потреби рослин озимій пшениці в теплі.

Мінімальною температурою повітря для цвітіння вважається температура повітря +6...+7 °С. При зниженні відносної вологості повітря до 30 % і нижче та підвищенні температури повітря до понад +25 °С і нестачі вологи в ґрунті спостерігається пожовтіння, скручування та підсихання листків, щуплість зерна та череззерниця. За даними С.А. Веріго, запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на рівні понад 40 мм у середньому за період цвітіння – початок воскової стиглості сприяють формуванню добре виповненого зерна, а при вологозапасах менше 10 мм налив зерна припиняється і воно починає підсихати [22].

При формуванні і дозріванні посилено надходять пластичні речовини з листя і стебел до зерна, в якому утворюються зародок, ендосперм та інш. Зерно зростає в довжину і через 12-14 днів досягає нормальної величини. При роздавлюванні з нього виділяється рідина, схожа на молоко (початок молочної стиглості). У кінці цієї фази вміст води знижується до 45-40 %, накопичення сухих речовин досягає 90 %, а маса зерна зростає майже вдвоє.

Характерною ознакою настання воскової стиглості є пожовтіння зерна, воно стає м'яким, легко ріжеться нігтем. Надходження пластичних речовин у зернівку до кінця воскової стиглості майже повністю припиняється, і вона досягає своєї максимальної маси, а вологість знижується до 20-22 %. При закінченні фази воскової стиглості вологість зерна становить 16-20 % і нижче, настає фаза повної стиглості. Тривалість періоду від колосіння до повної стиглості зерна становить близько 40 днів [119].

Після дозрівання пшениці не можна запізнюватися з її жнивуванням, оскільки це призводить до зниження врожаю не лише через механічні втрати, а й через погіршення якості зерна. На його якість несприятливо впливають дощі, висока температура повітря та підвищена вологість повітря.

Загальна тривалість вегетаційного періоду озимої пшениці, включаючи зимовий період, в залежності від сорту та агрометеорологічних умов, коливається в межах 275 – 330 днів. Загальна сума позитивних температур повітря від посіву до повної стиглості становить 1850-2200 °С [74, 77].

Озима пшениця дуже вимоглива і до ґрунтів. Вони повинні мати достатню кількість поживних речовин, хороші фізичні та хімічні властивості: нейтральну реакцію ґрунтового розчину ($\text{pH} = 6 \dots 7,5$), добре утримувати вологу, але не заболочуватися. Тому кращими для пшениці є чорноземи. Вирощують її і на інших ґрунтах, але при поліпшенні їхніх фізичних властивостей і, особливо, поживного режиму.

В Україні озима пшениця займає перше місце за площею посіву і валовими зборами зерна. Одним з найбільших виробників зерна пшениці озимої в Україні є зона Степу. Тут вона займає до 3-4 млн. га, що становить 50-55 % від усіх посівів у країні, а виробництво зерна сягає 13 млн. т, або майже 60 %. Однак, рівень реалізації потенціалу продуктивності озимої пшениці у виробничих умовах ще низький і врожайність значно коливається по роках [74].

Незважаючи на якісний потенціал ярих сортів, в Україні все ж переважає вирощування озимої пшениці. У середньому за останні п'ять років частка озимих склала 95,3 % у загальному валовому зборі культури [42]. Зокрема, Дніпропетровська, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська області та АР Крим забезпечували 37 % виробництва пшениці, в тому числі 38 % від валового збору озимих зернових [74]. Урожайність пшениці в умовах виробництва за 1965-1990 рр. склала 2,8 т/га, а за 2000-2007 рр. – 2,4 т/га, тобто реалізується лише близько 24 % потенційних можливостей нових сортів. Підвищення адаптивності й продуктивності сортів, стабільності врожаїв є основною проблемою сільськогосподарського виробництва Півдня України, яка має вирішуватися, зокрема, і за одночасного відновлення родючості ґрунтів та поліпшенням якості продукції [122].

У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2012 р., внесено біля 7000 сортів сільськогосподарських культур, з них 189 сортів м'якої та 14 – твердої озимої пшениці [18, 29].

У сучасних умовах аграрного виробництва сорт, виступаючи в якості носія біологічних, господарсько-цінних ознак є одним із найважливіших

засобів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Такі властивості сорту як адаптивність до стресових чинників природного середовища, реакція на внесення мінеральних добрив, стійкість до шкідників і хвороб, здатність формувати кінцевий продукт заданої та високої якості визначають технологічний алгоритм його вирощування й цінність для переробної, харчової та інших галузей виробництва. Нині зусиллями селекційних центрів і державної системи охорони прав на сорти рослин в Україні сформовані сортові ресурси, які за свідченням вітчизняних та зарубіжних експертів є одними з кращих на пострадянському просторі та серед країн Східної Європи.

Обираючи сорт, господарства, що у змозі забезпечити інтенсивні технології вирощування, мають орієнтуватися на сорти високоінтенсивні, потенційний рівень урожайності яких сягає 10 т/га.

За генетичним потенціалом і типом вимог до умов вирощування сорти поділяють на високоінтенсивні, напівінтенсивні та універсальні.

До високоінтенсивних належать в основному низькорослі сорти озимої пшениці – Смуглянка, Куяльник, Колумбія, Пошана, Київська 8, Харус, Кірія та інш. Генетичний потенціал продуктивності сортів цієї групи перевищує 100 ц/га, для реалізації його потрібні високий агрофон, сприятливі умови, суворе дотримання технологічного процесу, надійний захист від хвороб та шкідників. В умовах низького агрофону, поганих попередників, низького ресурсного забезпечення та в екстремальних агрометеорологічних умовах високоінтенсивні сорти можуть знижувати врожайність більшою мірою, ніж напівінтенсивні чи універсальні [74].

Кращою адаптивністю до несприятливих умов вирощування, дещо меншими вимогами до агрофону та попередників характеризується найчисельніша група сортів, які відносять до універсальних. Вони формують високий врожай за інтенсивної технології та середній – за загальноприйнятими технологіями вирощування. Основною особливістю сортів цього типу є високий (80–90 ц/га) рівень урожайності за інтенсивної

технології вирощування та досить високий нижній поріг урожайності в середніх умовах господарювання, тобто на середніх та низьких агрофонах, при дещо нижчому рівні агротехнологічного процесу. До цього типу сортів можна віднести сорти Альбатрос одеський, Ніконія, Селянка, Подолянка, Повага, Херсонська безоста, Зустріч, Антонівка та інш. За дефіциту ресурсного забезпечення, добрив та пестицидів у виробництві найдоцільніше використовувати саме ці сорти.

Наступний тип – напівінтенсивні сорти. Сюди можна віднести сорти Одеська 267, Венера, Веста, Елегія, Копилівчанка, Миронівська ранньостигла, Харківська 105, Донецька 48. Ці сорти найбільш адаптовані до несприятливих факторів зовнішнього середовища, ефективніше реалізують агрофони середньоеродованих і бідних ґрунтів. Вони пластичніші і щодо строків сівби. При їхньому розміщенні на високих агрофонах, по кращих попередниках, за сприятливих умов посіви цих сортів можуть вилягати і, як наслідок, знижувати врожайність [19].

Виходячи з того, що в господарствах не всі площі посіву озимих можна забезпечити високим агрофоном, підібрати добрі попередники, організувати належний агротехнологічний процес, варто в кожному із них висівати 3–5 сортів трьох типів, які мають бути взаємодоповнюючими і при забезпеченні відповідних умов для кожного з них здатні давати високий та стабільний рівень урожайності. Разом з тим, подекуди можна помітити однобоку тенденцію до добору сортів лише високоінтенсивного типу, але з низькими адаптивними властивостями, які можуть давати досить високі врожаї лише на високих агрофонах у сприятливих умовах, коли не враховуються реальні можливості щодо умов їхнього культивування та ресурсного забезпечення і тоді це спричинює зниження продуктивності за екстремальних умов.

Однією з головних ознак сорту є рівень його стійкості до несприятливих факторів середовища і стресів. Складні осінньо-зимові умови – головний чинник зниження врожайності озимої пшениці на Півдні України. Випадки загибелі озимини від вимерзання в Україні трапляються

приблизно один-два рази на десять років. Умови перезимівлі визначають територію районування та ступінь промислової придатності сортів. Пошкоджені рослини уповільнюють свій ріст, спізнюються з дозріванням, через що знижується стійкість проти хвороб і, як наслідок, урожайність. В окремі роки посіви гинуть на великих площах (яскравий приклад – 2003 рік, коли загинуло майже 70 % посівів озимої пшениці на всій території України).

Визначальним фактором перезимівлі є генетична основа та біологічні властивості сорту. Придатними для вирощування в основних зонах України вважаються сорти із середньою- та вищесередньою зимостійкістю, які витримують зниження температури ґрунту на глибині вузла кушення до -18...-20 °С. Сучасна селекція озимої пшениці в протистоянні негативним чинникам зимового періоду ґрунтується на використанні сортів з підвищеною енергією відростання навесні і схильних до інтенсивного накопичення вуглеводів у вузлах кушення восени [25].

Найкращими за зимостійкістю є сорти Лузанівка одеська, Знахідка одеська, Ніконія, Одеська 267, Повага, Кірія, Ремеслівна, Подолянка, які мають підвищену або вищесередню зимостійкість.

Більшість зареєстрованих сортів мають середню- та вищесередню зимостійкість. Це – Альбатрос одеський, Миронівська 65, Харус, Зустріч, Куяльник, Пошана, Селянка, Херсонська безоста та інш. Разом з тим, у реєстрі є частина сортів з пониженою зимостійкістю, а саме – Панна, Доля, Обрій, Струмок, Іванівська остиста, Одеська 162, Скіф'янка [1].

Добираючи сорти за рівнем морозо- та зимостійкості, слід зважити на те, що селекціонерам важко поєднати в одному генотипі високу продуктивність з такою ж зимостійкістю, а тому часто високоврожайні сорти не надто зимостійкі, і, навпаки, сорти з підвищеною зимостійкістю мають нижчий генетичний потенціал врожайності [56].

Важливою характеристикою сучасного сорту є його скоростиглість. Якщо раніше набір сортів у виробництві не мав значних відмінностей щодо вегетаційного періоду, то нині ситуація дещо змінилася. У Реєстрі є сорти

різних груп стиглості. Рання група налічує найменшу кількість – Знахідка одеська, Миронівська ранньостигла, Дріада, Донська напівкарликова. Це пояснюється тим, що селекціонерам важко поєднати в одному генотипі високу продуктивність і скоростиглість. До середньоранніх можна віднести Альбатрос одеський, Зустріч, Ніконію, Колумбію, Пошану, Куяльник, Смуглянку, які досягають на 5–6 днів пізніше від ранньостиглих [29].

Оцінюючи сорт, важливо враховувати не тільки рівень продуктивності чи врожаю, а і його прибутковість. Новий сорт може бути комерційним і затребуваним, якщо він покриває підвищені затрати на придбання насіння еліти, розмноження, додаткові вкладення для реалізації генетичного потенціалу і дає змогу мати принаймні до 25–30 % додаткового прибутку.

В умовах реформування сільськогосподарського виробництва роль сорту та високоякісного насіння як вагомих факторів виробництва зростає. Перш за все, впровадження нового сорту залишається найдешевшим прийомом підвищення продуктивності рільництва. Історія розвитку селекції пшениці озимої м'якої на Півдні України свідчить, що більш ніж за 80-річний період врожайність цієї культури тільки через селекцію нових сортів зросла, порівняно з першими селекційними сортами, більш як у 2,5 рази (з 24,6...27,3 ц/га до 47,5...67,4 ц/га) [74].

У степовій зоні України найпоширенішими є такі сорти пшениці: Антонівка, Альбатрос одеський, Одеська 16, Одеська 267, Колумбія, Дальницька, Землячка, Фантазія одеська та інші [29].

1.2. Вплив агрометеорологічних умов осінньо-зимового періоду Півдня України на ріст, розвиток і формування зимостійкості озимої пшениці

В осінньо-зимовий період озима пшениця зазнає негативного впливу як окремого агрокліматичного фактора, так і цілого їхнього комплексу. У зв'язку з цим залишаються актуальними пошуки шляхів зменшення наслідків

впливу несприятливих погодних умов на ріст та розвиток озимини.

З літературних джерел і виробничої практики відомо, що вже нині генетичний потенціал сортів озимої пшениці у ряді розвинутих країн світу сягає понад 100 ц/га [74]. Але, за даними Національної академії аграрних наук України, якщо в 80-х роках ХХ ст. реалізація генетичного потенціалу врожайності озимої пшениці була на рівні 50 %, то останнім десятиріччям у виробничих умовах він коливається у межах 25 – 35 %. Однією з причин такого становища є суттєве зростання рівня потенційної продуктивності сучасних сортів на тлі відсутності зростання стійкості рослин озимої пшениці до несприятливих умов зимівлі [89].

1.2.1. Потреби озимої пшениці у теплі та освітленні в осінній період

За даними ВМО, найтеплішим за 200 років в Україні був період з 1990 по 2000 рр. Середня температура повітря з початку минулого сторіччя в Степу України зросла на 0,2...0,3 °С. За результатами багаторічних спостережень, теплова аномалія, як правило, більшою мірою має місце у зимовий період і певним чином позначається на тривалості осінньої вегетації озимих культур та на умовах їхньої зимівлі [3, 4, 73]. Проте в зимові місяці спостерігаються окремі піки різкого зниження температури повітря, що може спричинити значне пошкодження озимих культур [4].

Як відомо, глобальні зміни клімату призвели до перегляду агрокліматичного районування території України, що зумовлено, в першу чергу, зростанням теплозабезпечення рослин у вегетаційний період. При цьому значно зменшилися тривалість холодного періоду і сума негативних температур повітря за цей час. Спостерігається пізніший перехід середньої температури повітря через +5 °С восени [4]. Отже, холодний період стає значно теплішим і коротшим. За рахунок цього, а також пізнього настання зимового періоду, подовжується період вегетації посівів озимих культур, а через скорочення холодного зимового періоду раніше відновлюється

вегетація навесні [48].

Як наслідок цих змін, спостерігається суттєве збільшення тривалості осінньо-зимової вегетації озимої пшениці (в середньому на 18 діб), частоти відновлення зимової вегетації рослин (на 22-26 %), значного зростання амплітуди коливання метеорологічних факторів. Так, із проаналізованого 100-річного періоду у 18-ти роках спостерігались зими з від'ємними температурами, що були критичними для перезимівлі пшениці, 16 років були майже безморозні, коли рослини практично не припиняли вегетації. Слід зазначити, що дев'ять найтепліших зим спостерігалися протягом останніх двадцяти років [3].

За модельними розрахунками, найближчими роками переважатимуть сприятливі умови осінньої вегетації, що дозволить приблизно на 20-40 днів змістити строки сівби і більш ефективно використовувати ці умови. Очікується подальше поліпшення умов перезимівлі рослин. Період зимового спокою проходитиме за температури повітря на 4...8 °С вищої, ніж у наш час, а тривалість перезимівлі скоротиться на 1,5-2 місяця [3].

Ріст та розвиток рослин тісно пов'язані з температурними умовами середовища. Дія температури на рослинний організм – це багатостороннє і складне явище, що впливає на всі процеси його життєдіяльності. Розвитку і продуктивності рослин залежно від температурних умов середовища присвячені монографічні роботи багатьох науковців [50, 54, 95, 99, 107, 128, 159, 163].

Як показали роботи багатьох дослідників [7, 169], для будь-якого фізіологічного процесу, що відбувається в рослинному організмі, необхідні свої мінімальні, оптимальні та максимальні температурні умови, які визначають або найбільш інтенсивний, або уповільнений перебіг цього процесу.

Рослини озимої пшениці розвиваються в широкому спектрі факторів довкілля і мають ширшу адаптацію в порівнянні з усіма видами зернових культур [136]. Оптимальні умови для бубнявіння та проростання насіння

озимої пшениці при достатньому зволоженні ґрунту складаються за температури повітря $+18...+25$ °С. Верхня межа температури повітря, за якої насіння вже не проростає становить $+32$ °С [54]. Мінімальна температура повітря, за якої відбувається проростання насіння озимої пшениці становить $+1...+4$ °С, які вважаються мінімальною температурою для росту та розвитку рослин [76, 92]. За іншими даними нижня межа температури проростання насіння озимої пшениці становить $+4...+5$ °С [73, 74]. Якщо сівба проводиться після оптимальних строків, то внаслідок пониженого температурного режиму тривалість періоду сходів збільшиться на 5-7 днів і сягає 12-15 днів. За цих умов можливе зниження польової схожості насіння і темпів розвитку рослин. Низька температура повітря гальмує витрати запасних речовин ендосперму на ріст проростка, знижується інтенсивність ростових процесів [64, 74].

Коли на поверхні ґрунту з'являється перший справжній листок, настає фаза сходів. При достатніх запасах вологи в ґрунті, за даними А.А. Шиголева [129], для проходження періоду сівба – сходи озимій пшениці необхідна сума ефективних температур повітря, що дорівнює 66 °С.

У природних умовах Півдня України тепло рідко буває лімітуючим фактором для формування сходів, та все ж необхідно мати на увазі, що найсприятливіша температура повітря для одержання своєчасних дружних сходів для пшениці озимої на глибині посіву становить $+15...+17$ °С. За вищих температур повітря польова схожість насіння пшениці зменшується. Так, вже за температури $+21...+22$ °С польова схожість знижується на 8-10 % [77].

Дослідження [73] показали, що за достатньої вологості ґрунту в південному Степу України початком оптимального строку сівби пшениці можна вважати день стійкого переходу середньодобової температури повітря через $+18$ °С. За температури повітря $+14...+15$ °С та достатнього зволоження ґрунту сходи пшениці з'являються на 7-8-й день. За даними Ф.М. Куперман, у початковий період росту (до фази третій лист) оптимальною температурою ґрунту є $+9...+16$ °С [54]. За В.М. Степановим

[28] оптимальна температура для появи сходів пшениці становить +6...+12 °С.

Через кілька днів після сходів у рослин озимої пшениці утворюються другий та третій листки, а після масової появи третього листка починається період кушення – утворення пагонів з підземних стеблових вузлів. Кушення рослин є важливою біологічною властивістю пшениці озимої, внаслідок чого рослини створюють вузол кушення, бокові пагони та вузлові корені. Добре розкушені з осені рослини краще зимують і відростають навесні та створюють більше продуктивних стебел. Утворення нових пагонів супроводжується розвитком вузлових коренів, що дозволяє рослинам краще використовувати воду та поживні речовини з ґрунту. Тому для реалізації біологічного потенціалу посіву важливою умовою є добре осіннє кушення рослин [77].

Кушення рослин починається з появи над поверхнею ґрунту першого бокового пагона, який розвивається з бруньки в пазусі колеоптиля. Зазвичай, перший боковий пагін з'являється одночасно з третім листком головного пагона. За оптимальних строків сівби та наявності вологи в ґрунті, кушення починається на 14-15 день після появи сходів [74].

Г.Р. Пікуш [83] прийшов до висновку, що створення великого асиміляційного апарату в процесі кушення пшениці є енергетичною базою для формування добре розвиненої кореневої системи, накопичення великої кількості запасних поживних речовин – матеріальної основи для успішної перезимівлі рослин, подальшого росту коренів, відновлення листкового апарату після перезимівлі. Тому, від ступеня розвитку куща, площі листя і тривалості їхньої роботи залежить величина не тільки надземної маси в наступних фазах вегетації, але й кореневої системи, продуктивного стеблостою і самого врожаю.

Процес кушення залежить від температури повітря: при +2...+4 °С енергія кушення незначна, при +8...+10 °С його інтенсивність зростає майже вдвоє, оптимальні температури кушення +13...+18 °С [45, 81, 119]. За

іншими даними [92], найбільш сприятлива для кущення пшениці температура повітря $+9...+12$ °С, за температури в $+1...+3$ °С воно припиняється. Учені вказують на те, що найбільш сприятливі умови для кущення озимих культур створюються при зниженій температурі повітря, від $+6$ °С до $+12$ °С [75, 94, 98].

З'ясовано [74], що кількість пагонів, які утворились восени за достатньої вологості ґрунту, має тісний кореляційний зв'язок із сумою середньодобових температур повітря за цей період, $r = 0,82 \pm 0,017$. Якщо зволоження орного шару ґрунту добре (понад 30 мм продуктивної вологи), кущення озимої пшениці починається при накопиченні суми ефективних температур повітря (вище $+5$ °С), рівній 67 °С від фази сходів [67].

Найменша тривалість періоду сходів – кущення за оптимальних умов становить 5 днів; при нестачі тепла або вологи в ґрунті зростає на понад 25-30 днів. Оптимальною межею середньої температури повітря за період сходів – кущення при достатній вологості ґрунту А.А. Шиголєв вважає $+18$ °С [129]. Найменша тривалість цього міжфазного періоду при такій температурі повітря у озимих культур спостерігалась і М.М. Яковлевим [132]. Є.С. Уланова [110] за оптимальну межу вважала середню за період температуру повітря $+13$ °С.

Кущення у озимих культур починається лише на 20-25-й день після сходів, якщо температура повітря утримується в межах $+7...+9$ °С [61]. Дослідами виявлено, що рослини озимої пшениці за оптимальних строків сівби і достатнього вологозабезпечення починають кущитися на 15-16-ту добу після появи сходів, а за ранніх – на 12-ту. Ріст нових пагонів у ранніх посівів інтенсивніший, розвиваються вони швидше, добре кущаться й до настання зими формують іноді до 5-6 і більше стебел [74].

У залежності від сорту, агрометеорологічних умов осіннього періоду та тривалості періоду початок кущення – дата припинення осінньої вегетації рослини утворюють від 1 до 10-20 пагонів, а в окремих випадках і понад 50 [94]. Зазвичай при достатній кількості тепла і вологи, оптимальних строках

сівби восени озима пшениця припиняє свій ріст, маючи в середньому 3-5 пагонів кушення. Але слід зауважити, що у зв'язку з потеплінням клімату ряд сортів нового покоління забезпечують високу врожайність при утворенні 2,5-3 пагонів кушення, що слід враховувати при визначенні строків сівби [74].

На перебіг процесу кушення значною мірою впливають строки сівби. Однак думки дослідників про те, який ступінь розвитку рослин слід вважати оптимальним для зимуючих рослин, розходяться. В.П. Мосолов [69] на підставі багаторічних досліджень дійшов висновку, що найбільш морозостійкими є рослини з потужною вегетативною масою. Рослини ранніх строків сівби восени формують 7-10 пагонів, оптимальних – 3-4, а при пізніх строках сівби вони не встигають розкущитись, тільки за тривалої осінньої вегетації утворюють 2-2,5 пагони.

За даними А.І. Задонцева, В.І. Бондаренка [39], Г.Р. Пікуша [83], найкращою продуктивністю та морозостійкістю характеризуються рослини, які до входження в зиму встигають утворити 3-5 пагонів. За даними А.І. Носатовського [75], найвища стійкість до низьких температур формується у рослин оптимальних строків сівби, які утворюють перед входом у зиму 2-4 пагони кушення. Щоб сформувати таку кількість стебел, необхідно 50–60 днів при сумі ефективних температур повітря 300–350 °С [74]. За таких умов посіви встигають накопичити достатню кількість пластичних речовин, а отже, краще протистояти жорстким умовам зимового періоду вегетації.

За даними вчених [61, 77], сівбу озимої пшениці за сприятливих умов зволоження доцільно проводити за 45-60 днів до припинення осінньої вегетації, при переході середньодобової температури повітря через +14...+17 °С. За цей термін має накопичитися 450...550 °С активних температур і сформуватися 4-5 пагонів кушення. Менш стійкі до несприятливих умов перезимівлі перерослі рослини, що мають 6 і більше стебел, а також 1-3 листки [61, 125].

Пагони кушення різного віку формуються за різних температурних і світлових умов, мають різну зимостійкість. Велика стійкість до низьких температур, як правило, властива першим 2-3 пагонам рослин оптимальних строків сівби, які формувалися за помірних температур повітря. У рослин надмірно ранніх строків сівби перші 1-2 пагони більше ушкоджуються за критичних температур повітря в період зимівлі або зовсім гинуть.

Важливим чинником, що впливає на стійкість рослин, є глибина закладання вузла кушення. У результаті аналізу даного показника була виявлена чітка тенденція до заглиблення вузла кушення зі зміщенням строків сівби в бік пізніх, що спостерігалось у всі роки досліджень [24]. Явище заглиблення вузла кушення зі зміщенням строків сівби, що пояснюється погіршенням режиму освітлення рослин та зниженням середньодобових температур повітря, зауважували у своїх дослідженнях А.І. Носатовський та М.М. Яковлєв [75, 132].

Глибина залягання вузла кушення визначається складним комплексом взаємного впливу інтенсивності сонячного освітлення та гідротермічних умов у період появи сходів озимої пшениці. Сонячне світло справляє пряму дію на глибину закладання вузлів кушення. Вони закладаються в тому місці, де на них подіяло сонячне світло.

Температурний фактор також впливає на глибину залягання вузла кушення. Висока температура повітря прискорює ріст рослин, у цьому випадку на даний період росту припадає менша кількість світла, тобто вплив температури зводиться до впливу світла. Тому знижена температура повітря, сповільнюючи ріст рослин, діє на глибину залягання вузла кушення в тому ж напрямі, в якому діє і більш тривале освітлення, а саме – поглиблює залягання вузла кушення [46, 67].

Важливу роль у рості та розвитку рослин відіграє мінімальна температура росту або так званий фізіологічний нуль. Він є одним з головних критеріїв при визначенні величин адаптаційних температур [49]. Активна вегетація пшениці припиняється після переходу температури повітря восени

через +5 °С у бік її зниження. Однак, у південних районах країни перехід від осені до зими відбувається повільно, і кушення пшениці триває у період від дати переходу температури повітря через +5 °С до дати переходу її через +3 °С. Під час тривалих та інтенсивних відлиг також можливе подовження періоду кушення рослин [67, 92].

Температурні умови в період осінньої вегетації справляють великий вплив на перезимівлю озимої пшениці та її врожайність. Рослини краще зимують і, відповідно, дають вищий врожай після холодної осені (+5 °С) порівняно з теплою (+12 °С). Знижені температури повітря сприяють формуванню більш розвинених корневих систем у порівнянні з надземними органами [49]. Однак, у кінцевому рахунку, знижені температури повітря (+5 °С) та нестача світла восени затримують розвиток озимих рослин і уповільнюють їхній ріст – як кореневої системи, так і надземної маси. За даними Т.І. Трунової [106], уповільнення ростових процесів в осінній період у стійких до холоду сортів настає значно раніше, ніж у слабкостійких.

Для набуття властивостей зимостійкості рослини мають пройти три підготовчі етапи: перехід у стан спокою, перша і друга фази загартування. Для озимої пшениці перехід у стан спокою супроводжує першу фазу загартування [107].

У природних умовах рослини ростуть і розвиваються при мінливих умовах довкілля, які часто є фактором стресового впливу. Так, було з'ясовано, що адаптація рослин до низької температури повітря супроводжується гальмуванням ростових процесів [114], накопиченням значної кількості запасних метаболітів [106, 107], зміною водного статусу рослин і фракційного вмісту води [5, 65, 161], а також зміною ряду фізіологічних процесів у рослинному організмі. Саме інтенсивність впливу зовнішніх факторів визначає рівень адаптаційного потенціалу рослин. Вирішальним у цьому процесі є температура довкілля.

Залежно від тривалості осіннього періоду формується стійкість рослин і до несприятливих факторів зимового періоду. Строк сівби озимої пшениці

значною мірою визначає за яких кліматичних умов проходитиме її ріст та розвиток. А загалом варто зазначити, що стійкість рослин до низьких температур не є стабільним показником, а змінюється протягом осені та зими. Однак у літературі відсутні дані про можливі зміни стійкості рослин протягом доби [101, 126].

Особливе місце серед несприятливих умов, які впливають на фотосинтетичний апарат пшениці, займають низькі (зокрема й від'ємні) температури повітря осінньо-зимового періоду. Реалізація яровизаційної потреби генотипу – також одна з умов входження рослин у стан зимового спокою, тому що генотипи з потребою в тривалій яровизації переходять до зимівлі з мало диференційованим конусом наростання, що підвищує їхню стійкість до дії стресорів [32, 54].

Рослини озимої пшениці відрізняються тим, що мають тривалу стадію яровизації (до 30-60 днів) порівняно з яровими формами (5-14 днів). Сучасні сорти озимої м'якої пшениці, за даними В.І. Файта [112], характеризуються коротшим періодом яровизації (30-40 днів), на відміну від колишніх (45-55 днів) та близькою до нейтральної фотоперіодичною чутливістю. Це дає змогу рослинам пройти стадію яровизації за пізніших строків сівби. Сорти, що мають коротший період яровизації, за ранньої сівби в сприятливих умовах можуть переростати, восени виходити в трубку і зріджуватись [111].

Поряд з іншими показниками тривалість яровизаційної потреби та фотоперіодична чутливість суттєво визначають рівень адаптації рослинного організму до різноманітних стресових умов довкілля у зв'язку зі значним впливом цих ознак на морозо- та зимостійкість конкретних генотипів пшениці [103, 113, 131].

Яровизація озимих сортів пшениці – ефективний адаптивний механізм, що забезпечує захист рослин у критичні фази розвитку від пошкодження морозами. Проте прямої залежності між морозостійкістю і яровизацією серед сортів, що вивчались, не виявлено. Для створення високопродуктивних сортів пшениці озимої з високим адаптивним потенціалом, вдалим є

поєднання слабкої або середньої чутливості до фотоперіоду з тривалістю яровизації близько 50 діб [58].

Тривала яровизаційна потреба є необхідною умовою для досягнення високої морозостійкості, однак середньою та дещо вищою від середньої морозостійкістю можуть вирізнятися і сорти з короткою тривалістю яровизаційного періоду. Морозостійкість у даному випадку досягається через інші механізми адаптації до дії низької температури [52].

Відомо, що в основі наукових уявлень про природу морозостійкості рослин лежить теорія загартування І.І. Туманова, розвинута в працях І.М. Васильєва, П.А. Власюка, Д.П. Проценка, О.І. Колоші, А.К. Федорова, Ф.Г. Кириченка та інших вчених [20, 41, 47, 106, 115]. І.І. Туманов, зокрема, встановив, що морозо- та зимостійкість рослин значною мірою визначається умовами їхнього входження до зимового спокою.

Згідно теорії загартування І.І. Туманова [107], підготовка рослин пшениці до зимівлі проходить у два етапи. Перша фаза загартування починається в другій половині осені, коли в нічні години температура повітря суттєво знижується і процес загартування проходить при температурах повітря від $+6...+10$ °С удень та близько 0 °С ($+2...+3$ °С) вночі. Зниження середньодобової температури повітря до $+5...+6$ °С вважається початком проходження першої фази загартування. Перехід температури повітря через 0 °С в бік знижених температур приймається як припинення цього періоду.

Перша фаза загартування може відбуватися лише за наявності світла, хоча ізольовані відрізки колеоптилів набувають загартування і за відсутності світла, але при їхньому витримуванні на розчині сахарози в умовах зниженої температури повітря [106, 107]. Тривалість першої фази загартування коливається в залежності від довжини дня. Чим коротший день та нижча температура повітря, тим повільніше проходить процес загартування і навпаки.

Хід зниження середньодобового рівня термічного режиму і, особливо, в

нічні години викликає гальмування ростових процесів, у той час як удень на тлі позитивних температур повітря спостерігається інтенсивний процес фотосинтезу – починається підготовка рослин озимої пшениці до перезимівлі. Багато авторів велике значення надають активності фотосинтезу у зв'язку з адаптацією рослин до низьких температур, при якій знижується швидкість росту, в той час як фотосинтетичні процеси протікають на досить високому рівні [82].

Фотосинтетичний апарат у озимих рослин має високу резистентність до знижених температур. У результаті холодого загартування відбувається зрушення температурного оптимуму фотосинтезу у бік більш низьких температур повітря. Відомо, що фотосинтез озимої пшениці відбувається і за температури повітря у $-6...-8$ °С, причому зниження температурного мінімуму цього процесу зумовлюється морозостійкістю рослин. У адаптованих до холоду рослин фотосинтетична діяльність при температурі $-5...-9$ °С досягає 10-20 % від такої в оптимальних умовах вирощування [45, 82, 104]. Внаслідок цього, восени в сонячні дні у рослин пшениці при позитивних температурах повітря можуть порівняно інтенсивно відбуватися процеси фотосинтезу, але у вечірні, нічні та ранкові години, при зниженні температури повітря, надлишок продуктів фотосинтезу, що утворюється та не використовується на ростові процеси, спричинює утворення та накопичення вуглеводів у листках та вузлах кущення рослин [6, 107].

Знижена температура повітря є дуже важливою умовою для проходження першої фази загартування, що є необхідною, перш за все, для послаблення росту рослин. Однак, при загартуванні озимої пшениці гальмування ростових процесів досягається не тільки впливом низьких позитивних або знижених негативних температур повітря, а й через накопичення в тканинах рослин розчинних вуглеводів [106]. Цей фактор може сприяти тому, що при відлигах їхнє зростання помітно гальмуватиметься, і морозостійкість знижуватиметься повільніше. Ослаблення темпів росту озимої пшениці є хоча і важливим фактором у

процесі загартування, але далеко не єдиним. Тому, можливі випадки невідповідності між інтенсивністю росту та стійкістю рослин до дії несприятливих факторів довкілля.

Згідно І.І. Туманова, друга фаза загартування проходить за температури повітря у межах $-2...-5$ °С, не потребує наявності світла і триває 3-5 діб [107]. Однак, подальше вивчення цього процесу показало, що збільшення тривалості другої фази загартування до 9 днів підвищує морозостійкість рослин озимої пшениці. Причому наявність інтенсивного освітлення тим більше сприятливе, чим більше годин на добу освітлюється рослина [127]. У цей період відбувається зневоднення рослинних клітин. Це призводить до зниження кількості утворюваного в міжклітинниках льоду та ступеня його ушкоджуючої дії [27, 59]. При цьому, внаслідок тривалого і безперервного охолодження, водночас з накопиченням вуглеводів та інших захисних речовин, змінюються властивості протоплазми.

Різке збільшення рівня морозостійкості в другій фазі загартування спостерігається лише в рослин, які попередньо накопичили достатній запас розчинних вуглеводів [107]. Механізм їхньої захисної дії полягає в збільшенні концентрації клітинного соку, зменшенні маси внутріклітинного льоду, що захищає колоїдну масу цитоплазми від коагуляції при дії низьких температур [45, 107].

Проте, рівень морозостійкості визначається не лише вмістом цукрів у вузлах кущення, а й характером їхніх витрат у зимовий період [45, 63, 107]. Це підтверджується тим, що сорти, які мають високий вміст цукрів восени, але інтенсивно витрачають їх узимку, як правило, перезимовують гірше, ніж ті, що витрачають цукрів значно менше. Більш морозостійкі сорти вирізняються економнішим витрачанням цукрів протягом зимівлі, що пояснюється менш інтенсивним обміном речовин у цих рослин при низьких температурах повітря, тобто більш глибоким станом спокою.

Отже, морозо- та зимостійкість рослин суттєво залежать від глибини спокою рослин. Чим глибший спокій, тим нижчий рівень обмінних процесів

у рослинах, тим менші витрати високоенергетичних речовин, передусім розчинних вуглеводів, тим вищий рівень їхньої морозостійкості і менша реакція на зимові потепління та відлиги.

Рослини, вирощені в умовах теплої осені, зазвичай менш зимостійкі, ніж ті, що росли при знижених температурах осені. У відносно теплу осінь морозостійкість може бути нижчою на 3...5 °С, ніж у відносно холодну. Позитивний вплив на морозостійкість пшениці справляють осінні заморозки. Заморозки від -3...-12 °С у період загартування сприяють підвищенню рівня морозостійкості [60].

Багато авторів вважає, що світло є найбільш важливим фактором у житті рослин. І чим інтенсивніше рівень освітлення, тим краще йде процес загартування, хоча і хмарні дні не перешкоджають його перебігу [60, 127]. Чимало дослідників стверджують, що процес загартування може відбуватися лише за наявності світла [127, 131], котре впливає на формування загартування не лише через фотосинтез, але й гальмування процесів росту та розвитку [106, 107]. Але Ендрюс зазначав [133], що додаткове освітлення рослин озимої пшениці має значення лише для підсилення росту вегетативної маси та збільшення листової площі.

Підкреслюється вплив світла і на проходження фаз загартування. Так, Ф.М. Куперман та А.І. Задонцев зробили висновок, що безперервне освітлення в період проходження першої фази загартування зменшує стійкість рослин до дії низьких температур [54, 40]. Менша, у порівнянні з природною, інтенсивність освітлення в період проходження другої фази загартування може призвести до подовження строків її проходження [107].

Більш складним та менш вивченим є питання про сумісну дію осіннього світла та температури повітря на формування рослинами загартування та подальшої їхньої морозостійкості. Як зазначала І.В. Красовська, найкраще загартування у озимих рослин формується в тому випадку, коли в початковий період наявні високий рівень інсоляції та температура повітря в межах +10...+12 °С. Такі умови сприяють проходженню першої фази загартування.

Під час другої фази загартування найкращими умовами є інсоляція за температури повітря $-2\dots-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ [132].

1.2.2. Ріст та розвиток рослин озимої пшениці за дефіциту вологи в осінній період

Внаслідок глобальних змін клімату майже кожен другий рік на території України характеризується дефіцитом вологи в період оптимальних строків сівби, що зумовлює проблему отримання своєчасних і дружних сходів [57]. Водночас, явної тенденції до зменшення річної кількості опадів не спостерігається. Крім того, більш важливим показником є не сума опадів, а їхній розподіл, у характері якого спостерігається тенденція до збільшення кількості малоефективних тривалих дощів та злив. Якщо місячна норма опадів випадає за 1-2 дні, то для сільськогосподарського виробництва такі опади є малоефективними. Останнім двадцятиліттям екстремальність погодних умов на Півдні України зростає, а п'ятирічки, на які випадають 3 роки сухих, 1 – середній і 1 – вологий, повторюються через кожні 5 років, а не через 10, як це було раніше [55].

Головна особливість водного режиму ґрунту степової зони – недостатня кількість атмосферних опадів за високих літніх температур повітря і низької вологості повітря, а також непромивний тип його зволоження [74]. Аналіз даних метеостанцій показав [2], що у різних частинах Степу водозабезпеченість рослин пшениці озимої різна. Найменші запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту під посівами пшениці після всіх попередників спостерігаються в районах південного, найбільш посушливого Степу. Найгірша вологозабезпеченість спостерігається в Херсонській, Луганській, Донецькій областях, степових районах Криму, а також у південних районах Миколаївської, Одеської, Дніпропетровської і Запорізької областей.

Аналіз багаторічних даних Інституту зрошуваного землеробства та метеостанції Херсон показав, що в цій зоні загальна динаміка вологості

грунту на посівах пшениці озимої в усі роки має однакову закономірність: в осінньо-зимовий період йде накопичення вологи в ґрунті і до весни її запаси сягають максимуму, після чого споживаються посівами та знижуються до кінця вегетації [73]. Разом з тим, водний режим ґрунту кожного року має свої особливості. Щорічно запаси вологи в ґрунті та інтенсивність їхніх витрат на посівах пшениці різні, що зумовлюється кількістю опадів, температурою і вологістю повітря, станом посівів тощо.

Степова зона України відноситься до ризикованих територій стосовно можливості своєчасного отримання сходів озимої пшениці. Це відбувається в першу чергу тому, що майже щороку в період сівби пшениці саме в кращі календарні строки в багатьох випадках спостерігається дефіцит вологи в ґрунті [84, 100]. Численні польові й лабораторні дослідження показали, що сортова специфічна реакція на дефіцит вологи в ґрунті є суто спадковим явищем і майже не залежить від фізичних властивостей і фізіологічного стану насіння [39]. Основною стратегією в адаптації рослин пшениці до посухи вважають здатність до підтримання водного статусу, економного витрачання води через інгібування ростових процесів, зниження транспірації регуляцією продихового опору [38, 73].

Водозабезпеченість пшениці значною мірою залежить від попередника. Після жнивування різних культур, у ґрунті залишається різна кількість вологи. Найбільше використовується її після культур на зелений корм і гороху, а найменше – після стерньових попередників, соняшника, люцерни двох років використання [23, 43]. У всіх областях південного регіону одним із найбільш несприятливих для пшениці є вологозабезпеченість ґрунту на початку її сівби і протягом осінньої вегетації. Під час сівби запаси вологи в ґрунті нерідко бувають настільки низькими, що одержати своєчасні сходи пшениці майже неможливо. У той же час на чорних парах запаси вологи в ґрунті значно вищі, ніж після непарових попередників. Так, після кукурудзи на силос у період сівби пшениці запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0-100 см становлять в середньому лише 47 мм, по чорному пару в 2,5 рази

більше – 109 мм, а на зрошенні – 134 мм. У шарі ґрунту 0-10 см, від якого залежать сходи пшениці, вони складають у середньому 5, 11 та 16 мм відповідно [74].

Після збирання попередника з серпня по жовтень включно випадає в середньому 100-110 мм опадів. Але коефіцієнт їхнього вбирання ґрунтом дуже низький. У серпні тримаються високі температури повітря, опади на обробленому ґрунті часто не накопичуються, а майже всі випаровуються. У вересні коефіцієнт їхнього використання не перевищує 0,25, в жовтні й листопаді, в міру зниження температури повітря, він підвищується до 0,75-0,85.

А.Л. Коваленко і В.С. Кружилін [44, 124] зазначають, що в період від збирання попередника до сівби пшениці після культур, які збираються рано, ґрунтом вбирається не більше 16...26,4 % опадів. За даними дослідників [30], третина вологи витрачається при випаровуванні з поверхні ґрунту. Такі умови призводять до того, що на час сівби запаси доступної вологи в ґрунті після непарових попередників у більшості випадків, недостатні для проростання насіння та росту рослин восени, тобто спостерігається ґрунтова посуха.

Осішня посуха значно гальмує і процес кущення, внаслідок чого восени рослини мають низьку кущистість і утворюється недостатня кількість пагонів на одиницю площі. На Півдні України часто, навіть за оптимальних строків сівби, рослини восени не кушаться, коли через відсутність вологи в ґрунті сходи з'являються пізно. Тому посіви слід розміщувати по забезпечених вологою попередниках [73, 74].

Отже, в степовій зоні для одержання своєчасних сходів пшениці вологи в ґрунті достатньо лише на чорних парах і зрошенні. У більшості ж років шар ґрунту 0-10 см містить лише 2-6 мм вологи або буває зовсім сухим. Навіть, якщо випадають дощі в передпосівний період, то при настанні сухої погоди з вітрами і високими температурами повітря посівний шар ґрунту до сівби висихає, тому отримати своєчасні сходи не завжди можливо. За сухого

грунту одержання сходів пшениці після непарових попередників залежить від опадів у післяпосівний період. Але вони випадають зазвичай в середині жовтня й пізніше, а тому сходи з'являються пізно, рослини до зими не встигають розкущитись, створюють лише 2-3 листочки і навесні частина з них підсіваються або й зовсім пересіваються. Навіть на полях, де сходи з'являються вчасно, суха погода та висока температура повітря в жовтні часто призводять до висушування верхнього шару ґрунту та погіршення росту й кущення рослин. В окремі роки рослини, через нестачу вологи в'януть, припиняють ріст, що знижує їхню зимостійкість [74, 84].

Дослідження [73] показують, що критичним до нестачі вологи є передусім осінній період вегетації. Рівень забезпечення рослин вологою восени має вирішальне значення для формування високопродуктивних посівів озимої пшениці.

Для одержання своєчасних, дружних і повних сходів необхідно, щоб запаси продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту були не менше 12-13 мм. Вологість ґрунту на глибині заробки насіння має бути не нижчою 65-70 % повної вологоємності. При вологості ґрунту вище 90 % повної вологоємності спостерігається тенденція до зниження польової схожості насіння через дефіцит кисню в ґрунті. Після затоплення протягом 2-3 діб (інколи буває після сильних дощів і в умовах зрошення) відбувається значне сповільнення росту паростків; їхній нормальний розвиток відновлюється лише через 10-12 діб після сходів [77].

С.А. Веріго на значному фактичному матеріалі показала, що сходи озимих культур, як правило, не з'являються, якщо запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менше 5 мм [22]. Оптимальні умови вологозабезпечення при проростанні насіння та розвитку сходів у чорноземній зоні складаються тоді, коли ґрунт містить 30-50 мм вологи.

М.С.Кулик [53] на основі спостережень протягом великої кількості років дійшов висновку, що головними показниками умов бубнявіння та проростання насіння озимих культур є запаси продуктивної вологи у

верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту. Запаси вологи в ньому понад 10 мм є надійним показником сприятливих умов початку вегетації озимих культур; при запасах менше 10 мм поява сходів знаходиться в більшій залежності від опадів, що засвідчують досліді багатьох учених [22].

При запасах вологи менше 5 мм можлива загибель рослин на початку їхнього розвитку та значне зниження повноти сходів. За оптимальних запасів вологи в ґрунті та оптимальній температурі, тривалість періоду сівба – сходи в озимій пшениці триває 4-6 днів. При недостатніх та поганих запасах продуктивної вологи у верхньому 0–10 см шарі ґрунту (менше 10 мм) тривалість періоду сягатиме понад 30 днів. При нестачі запасів вологи в ґрунті, незалежно від значень температури повітря та ґрунту, сходи можуть і не бути, а при недостатньому зволоженні ґрунту вони з'являються із значним запізненням.

На думку інших вчених [74], повноцінні сходи озимій пшениці спостерігаються на 7-8 день при запасах вологи 10 мм у шарі ґрунту 0-10 см і більше, а в орному – 20-30 мм, польова схожість становить 70-80 % від висіяного насіння. При волозі ґрунту у 6-8 мм проростання насіння гальмується, сходи з'являються зі значним запізненням – на 14-15 день, польова схожість насіння знижується і становить 50-60 %, тому сходи зазвичай бувають зрідженими, нерівномірними і слабкими, через тривале перебування в ґрунті.

При запасах вологи 5 мм і менше насіння не проростає і за тривалої відсутності дощу починає пріти та втрачати схожість. Насіння пшениці, яке почало проростати, а потім висохло і пролежало в ґрунті 10-20 днів, може знову проростати при наступному зволоженні, хоча й знижує схожість. Але якщо насінина утворила паросток, то вдруге вона вже не проросте [39].

Значний вплив на водоспоживання пшениці справляють також строки сівби. Ранні посіви витрачають майже у два рази більше вологи в осінній період вегетації порівняно з посівами оптимальних строків сівби – 706 м³/га, 366 м³/га та 374 м³/га відповідно (в шарі ґрунту 0-150 см,

середнє за 11 років) [74].

М.С. Кулик [53] вважає, що головним показником умов росту озимих культур є вологість ґрунту. Він зазначає, що запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту понад 20 мм протягом 2-ї та 3-ї декад вегетації озимих восени забезпечує у 86 % випадках утворення 3-4 пагонів, глибину проникнення кореневої системи на 40-50 см та висоту рослин у 15-25 см. Багаторічні дані свідчать [74], що восени рослини добре кущаться й укорінюються та добре розвинені тоді, коли в період сівби запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0-20 см сягали 20-30 мм, а в 0-100 см – понад 100-115 мм.

При сівбі озимих культур у оптимальні строки, кущення рослин восени визначається кількістю вологи, а при пізніх термінах – лімітується сумою позитивних температур повітря за період сівба – припинення осінньої вегетації. У зв'язку з цим, пізніша поява сходів при недостатньому вологозабезпеченні призводить до зростання рослин пшениці в умовах недостатнього забезпечення теплом. Такі посіви в більшості випадків входять у зимівлю у фазі 1-3-х листків, внаслідок чого рослини перебувають під загрозою вимерзання.

Основна кількість вологи на посівах пшениці накопичується в осінньо-зимовий період. Кількість опадів цього періоду цілком достатня для накопичення в ґрунті 170-180 мм доступної вологи. Проте фактично в цей час ґрунт поглинає дуже малу кількість атмосферних опадів. Так, із 196 мм опадів осінньо-зимового періоду, в середньому за 42 роки спостережень у посівах пшениці після кукурудзи на силос у шарі ґрунту 0-100 см води вбиралось 83 мм, по пару – 40 мм, а в умовах зрошення – 31 мм. Отже, ґрунтом поглинуто відповідно 42, 20 та 16 % опадів. Решта води опадів – 58-84 % збігла в низини, почасти випарувалася або вимерзла і, отже, була втрачена [74]. Взимку волога добре вбирається ґрунтом лише в періоди тривалих відлиг, коли ґрунт повністю розмерзається.

Аналогічні втрати вологи опадів зафіксовані і Запорізькою дослідною

метеостанцією, де у 2-метровому шарі ґрунту за осінь і зиму посівами пшениці засвоювалось 21-59 % опадів [73]. У цьому випадку 41-79 % осінньо-зимових опадів не поглиналися ґрунтом. Розрахунки показують, що втрати вологи опадів за цей період сягають 80-160 мм, що було б достатньо для створення лише 1-2 тонн зерна пшениці. Для посушливої зони такі великі витрати вологи недопустимі, бо це по суті втрачений врожай [74].

Як надмірне зволоження ґрунту (90 % від найменшої вологості), особливо в умовах високих температур повітря, так і недостатнє водозабезпечення дуже виснажують рослини, зумовлюють зниження стійкості до від'ємних температур і продуктивності посівів. При підвищеній вологості ґрунту, особливо за високої температури повітря і доброго азотного живлення, спостерігається переростання рослин. Шкідливий її вплив зростає у випадках, коли рослини з настанням зими знаходяться на III етапі органогенезу, що часто спостерігається у сортів, які слабо реагують на скорочення тривалості дня в осінній період (Обрій, Юна, Одеська 162). Рослини таких сортів в умовах інтенсивного перебігу ростових процесів слабо загартовуються і більшою мірою пошкоджуються морозами.

Формуванню високої морозо- та зимостійкості сприяє оптимальний водний режим для рослин у період осінньої вегетації. Дослідженнями виявлено [46, 65, 107], що в другій половині осені в тканинах рослин озимої пшениці вміст води зменшується, тобто спостерігається перший етап початку їхнього загартування. Зневоднення протоплазми в передзимовий період сприяє уповільненню біохімічних процесів і накопиченню органічних речовин у зимуючих органах рослин. Зменшення вмісту води в пізньоосінній період найінтенсивніше проходить у рослин оптимальних строків посіву, які до моменту припинення осінньої вегетації мають найменший вміст води в клітинах порівняно з рослинами пізніх строків, і особливо порівняно з рослинами ранніх строків посіву. Зниження вмісту води в зимуючих органах рослин у період осінньої вегетації в окремі роки відбувається на тлі високої вологості ґрунту, що підтверджує виключно біологічний характер цього

явища.

У процесі зимівлі в міру витрати органічної речовини, і в першу чергу вуглеводів, кількість води в органах рослин зростає і чим інтенсивніше використовуються органічні сполуки, тим інтенсивніше накопичується вода в зимуючих рослинах. Збільшення вільної води в тканинах зимуючих рослин знижує рівень їхньої морозо- та зимостійкості.

1.3. Математичні моделі впливу агрометеорологічних умов на ріст та розвиток рослин озимої пшениці

Математичні моделі можуть стати ефективним засобом інтеграції великого комплексу теоретичних уявлень про життєдіяльність агроєкосистем. Істотний інтерес, що спостерігається останнім часом до проблем моделювання агроценозів, пов'язаний також із зростанням практичного значення моделей [6].

Математичні моделі росту та розвитку сільськогосподарських культур базуються на уявленнях про взаємодію біологічних процесів між собою та довкіллям, і об'єднують у собі математичні уявлення про основні фізіологічні процеси, що відбуваються в рослинах. Кожна з моделей, що розроблена для багатьох культур, є унікальною за рядом процесів, які лежать в її основі [144].

Застосування математичних моделей для прогнозування швидкості росту культур має кілька проблем. По-перше, більшість існуючих моделей недостатньо глибоко імітують фізіологічні процеси, що лежать в основі фенології рослин. По-друге, моделі акцентують увагу на сортах та агрометеорологічних умовах певного регіону, для якого вони були розроблені, і не можуть давати задовільних результатів при застосуванні цих же моделей для нових територій [173]. На жаль, більшість доступних моделей не знайшли практичного використання через складність визначення параметрів тих фізіологічних процесів, що беруться в розрахунок моделі.

Протягом останніх 20-ти років для пшениці було розроблено понад 70 моделей, імітуючих зміни продуктивності культури у відповідь на вплив факторів довкілля [144, 146, 153, 167]. Однак нараховується менше 20 моделей, які орієнтовані на моделювання перебігу фізіологічних процесів у рослинному організмі [141, 150].

Одним з основних процесів, що зумовлює майбутній врожай озимої пшениці, є загартування рослин до несприятливих умов зимівлі. Незважаючи на суттєві досягнення у дослідженнях морозо- та зимостійкості озимої пшениці, лише незначна кількість моделей орієнтована на визначення впливу генетичних та екологічних факторів на зимівлю рослин [6, 78, 135, 140, 149, 166]. Прикладами моделей, що відображають різні підходи до представлення росту й розвитку пшениці озимої є: модель Ceres [167], модель Simtag [170], модель Arcwheat [146, 172], Sucros [171].

На сучасному етапі розвитку моделювання до моделей, які імітують період перезимівлі рослин озимої пшениці можна віднести моделі FROSTOL [135], CERES-Wheat, канадську модель, розроблену D.B. Fowler et al. [140], та модель, розроблену Lecomte et al. [149], під-блоки періоду осінньої вегетації та перезимівлі рослин озимої пшениці динамічної моделі впливу агрометеорологічних умов на ріст, розвиток та формування врожаю озимої пшениці В.С. Антоненко [6], фізико-математичну модель умов перезимівлі озимих культур Е.Г. Палагіна [78].

При моделюванні росту та розвитку озимої пшениці вченими було визнано першорядне значення впливу температури повітря. Багато з перших моделей (наприклад CERES-Wheat та Winter Wheat, EPIC) характеризувались відносно низькими рівнями опису фенологічних процесів і розроблялись лише для прогнозування кількох фаз росту та розвитку рослин [154].

Багато сучасних моделей озимої пшениці – Ceres, Afrc та Putu розроблені на основі залежності розвитку культури від суми активних температур повітря. Починаючи з 1970-х років, було запропоновано використання поняття філохрону – накопичена кількість тепла між

послідовною появою листків або величина швидкості появи листка, як засіб вимірювання часу між фазами розвитку рослин [154, 165]. Наприклад, такі моделі, як SHOOTGRO [157] та MODWht [165], розраховують величину філохрону. У моделях Afrc та SIMAG [134] період філохрону визначається з урахуванням швидкості зміни тривалості дня, широти місцевості і дати сівби.

Вплив фотоперіоду на ріст рослин уперше показали Гарнер і Аллард в 1920-х роках. До моделей, в яких розглядається вплив тривалості світлового дня (фотоперіоду) на швидкість розвитку рослин озимої пшениці, відносяться моделі Ceres, Afrcwheat та Putu. Генотипова мінливість в чутливості до фотоперіоду, або яровизації, враховується в моделях Ceres, Simtag та Putu. У вищеперерахованих моделях в основу аналізу процесів росту закладено моделювання трьох процесів: поглинання сонячної радіації й накопичення сухої речовини, розподіл сухої речовини та збільшення площі листової поверхні.

У деяких моделях розвиток листової поверхні моделюється процесами утворення, зростання і відмирання листків на головному стеблі та пагонах кушення рослин озимої пшениці (наприклад, такі моделі, як Ceres, Simtag, Afrc та Sinclair). Швидкість утворення пагонів кушення в цих моделях залежить від суми активних температур повітря і тісно пов'язана з періодом філохрону.

Деякі дослідження і теорії припускають, що використання показників температури ґрунту на глибині вузла кушення уточнить розрахунки [142, 145], але деякі вчені вважають, що це поліпшення буде незначним [156]. Залишається відкритим питання про те, чи використання даних температури ґрунту чи температури повітря значно поліпшить субмоделі фенології озимої пшениці. У той час, як температура є основним екологічним чинником, що контролює розвиток пшениці, інші фактори – світло, вода, солоність, поживні речовини та вміст CO₂ відіграють допоміжну, а часом і важливу роль. Часто ці фактори взаємодіють, і у випадку залучення показників води, солоності й світла важко відокремити взаємодію цих факторів від головного

фактора – впливу температури. У деяких фенологічних субмоделях не беруться до уваги допоміжні фактори впливу, а якщо і враховують їх, то не достатньою мірою [154, 158].

Розвиток площі листової поверхні після появи першого листка моделюється різними способами: в моделі Ceres площа листової поверхні розраховується на одну рослину, в залежності від величини площі листової поверхні головного пагона, числа пагонів кушення та відносної швидкості росту листя, та лімітується постачанням асимілятів, нестачею води та азоту [167].

У моделі Putu [169] величина збільшення площі листової поверхні рослин озимої пшениці береться в розрахунок як функція ефективної температури повітря (середньодобові максимальні та мінімальні температури повітря) та залежить від фази розвитку культури, чисельності рослин, міжлистової конкуренції, що виражається через індекс листової поверхні та нестачі водозабезпечення.

Процес старіння листя моделюється з урахуванням однієї або кількох з наступних факторів впливу: вік листя з урахуванням накопичення тепла (суми активних температур повітря), наприклад моделі AFRC, Ceres, Simtag, вимерзання (Ceres), дії морозу (Simtag), нестачі води та нестачі азоту (Ceres, Swheat) та індексу листової поверхні (Ceres, Putu) [134, 167, 169].

Особливість динамічних моделей полягає у тому, що вони досліджують явища в їхньому розвитку в часі. Такі моделі мають практичну цінність, і, як правило, будуються на основі диференціальних рівнянь, що не піддаються прямому інтегруванню і їхнє рішення не можна отримати у вигляді простих аналітичних виразів. У цьому випадку звертаються до чисельних методів, які можна реалізувати лише за допомогою ПЕОМ та спеціального програмного забезпечення [6, 90].

Модель CERES-Wheat була розроблена для моделювання впливу особливостей сортів, густоти стояння рослин, погоди, вологості ґрунту та вмісту азоту на ріст, розвиток рослин і формування врожаю озимої пшениці.

Комп'ютерна програма моделі CERES-Wheat написана на мові Fortran з добовим кроком у часі. В моделі CERES-Wheat стадії росту пшениці нумеруються від 1 до 9, де стадії від 1-ї до 5-ї – активні фази вегетативного росту, стадії від 6-ї до 9-ї описують інші важливі етапи в життєвому циклі рослин озимої пшениці [167].

Потенційна швидкість формування пагонів кущення залежить від суми накопичених температур повітря після сходів, яка міститься в концепції раннього розвитку сформованих листків або накопичених філохронів. Після трьох філохронів вважається, що пагони продукуються прямо пропорційно кількості листя:

$$TC1 = -2.5 + CUMPH, \quad (1.1)$$

де TC1 – швидкість денного продукування пагонів;

CUMPH – накопичені філохрони з фази сходів.

Хоча швидкість формування наступних пагонів кущення відповідає цьому ж співвідношенню, поточна кількість потенційно сформованих пагонів лімітується кількістю доступних асимілятів. Розподіл асимілятів між пагонами оцінюється кількістю пагонів кущення на 1 м², TPSM:

$$TPSM = PLANTS * TILN, \quad (1.2)$$

де PLANTS – кількість рослин,

TILN – кількість пагонів на рослині.

Швидкість формування пагонів кущення основана на конкуренції лімітування пагонів на 1 м²:

$$TC2 = 2.56E-10 \cdot (2500 - TPSM)**3, \quad (1.3)$$

де TC2 – швидкість формування пагонів на 1 м².

Індекс листової поверхні, LAI, визначається за формулою:

$$LAI = (PLA - SENLA) \cdot PLANTS \cdot 0,0001, \quad (1.4)$$

де PLA – сумарна площа листя;

SENLA – старіння площі листя;

0,0001 – константа, що переводить одиницю площі листя із см² у м².

Математична модель залежності вегетативного росту і темного дихання від температури повітря описує потік вуглецю CO₂ в системі «атмосфера – рослина», що йде на утворення тимчасових вуглеводів у рослині та побудову структурного матеріалу. Автори припускають, що швидкість утворення сухої речовини залежить від температури повітря та від суми неструктурних вуглеводів. Модель описує швидкість росту рослин та нічного дихання, припускаючи, що за низьких температур повітря, ріст рослин лімітується дефіцитом енергії дихання, а за високих температур – нестачею вуглеводів. Термоперіодизм, що характеризується чергуванням теплого дня та холодної ночі, призводить до швидших темпів росту рослин, ніж ріст при постійних значеннях температури, що пояснюється в моделі збільшенням суми неструктурних вуглеводів, провокуючих зростання швидкості росту стосовно до величини дихання підтримки [141, 151].

Модель основана на трьох процесах, що беруть участь у метаболізмі вуглеводів: фотосинтез, дихання росту та дихання підтримки клітинних структур. Розглядається здатність моделі спрогнозувати відносну швидкість росту рослин, швидкість обміну вуглецю і суму неструктурних вуглеводів.

Сума неструктурних вуглеводів складається з крохмалю і вільних цукрів та відіграє центральну роль у моделі. Перевага моделі в тому, що вона одночасно прогнозує швидкість росту рослин, суму неструктурних вуглеводів та величину обміну CO₂ і пояснює зв'язок між цими процесами та враховує коливання величини денних та нічних температур повітря.

В основі моделі лежить рівняння зміни кількості неструктурних

вуглеводів за одиницю часу:

$$\frac{d(TCN)}{dt} = 0,68 * \left[\frac{P}{L_i L_r} - R_m - R_g rgr \right] - 0,92 rgr, \quad (1.5)$$

де P – фотосинтез;

R_m – дихання підтримки клітинних структур;

R_g – коефіцієнт співвідношення між відносною швидкістю росту і величини дихання росту;

rgr – відносна швидкість росту;

L_i – індекс листової поверхні;

L_r – коефіцієнт площі листя.

Автори моделі припускають [141], що в широкому діапазоні температур повітря ріст рослин регулюється мінімумом постачання вуглеводів від процесу фотосинтезу і потребою вуглеводів для синтезу нових рослинних тканин. Розроблена модель основана на вищеназваній гіпотезі для прогнозування впливу температури повітря та світла на вегетативний розвиток рослин у постійних умовах середовища, і була розроблена для таких культур, як помідори, соняшник та озима пшениця. Мета моделі – передбачити ріст та розвиток загартованих рослин.

Добовий структурний ріст « s » розраховується за формулою:

$$s = \varepsilon (p - m), \quad (1.6)$$

де p – це величина добового бруто - фотосинтезу;

m – добова величина дихання підтримки;

ε – коефіцієнт перетворення вуглецю з продуктів фотосинтезу на структурний вуглець.

У моделі окремо розглядаються потенційне і фактичне утворення та

потреба у вуглеводах. Коли ріст обмежується постачанням, то постачання, як мовиться, на своєму потенційному рівні, в той час як потреба – на своєму фактичному рівні, і навпаки. За високої інтенсивності світла і низьких температур повітря рослини накопичують надлишки неструктурних вуглеводів, в основному у вигляді крохмалю і цукрів, що є свідченням надлишкового постачання вуглеводів.

Потенційна величина постачання вуглеводів розраховується за формулою:

$$\hat{\sigma} = \hat{p} - \hat{m}. \quad (1.7)$$

Якщо $\hat{\sigma} - \hat{\delta} < 0$ ріст вважається обмежений постачанням асимілятів;

якщо $\hat{\sigma} - \hat{\delta} > 0$ ріст вважається обмежений потребою в асимілятах.

Усі рівняння моделі стосуються щоденних змін у розрахунку на одиницю структурної сухої речовини. Висхідною точкою тут є добовий (від світанку до світанку) баланс вуглеводів:

$$\hat{p} - \hat{m} = s + g + r + e + i, \quad (1.8)$$

де \hat{p} – величина добового потенціального бруutto - фотосинтезу;

\hat{m} – дихання підтримки;

s – структурний ріст;

g – дихання росту;

r – необхідний мінімум неструктурних вуглеводів, що спостерігається на світанку;

e – надлишок не структурних вуглеводів понад мінімальну величину резерву;

i – пригнічення процесу фотосинтезу.

Механістичні моделі застосовуються, як правило, у випадку, якщо треба зрозуміти поведінку біологічної системи на основі її механізмів. Таку модель створюють шляхом вивчення структури системи, розділення її на компоненти, намагаючись зрозуміти поведінку всієї системи на основі уявлень про поведінку окремих її компонентів та їхню взаємодію один з одним [90].

В основі моделі Cropsim-Wheat [144] лежать чотири основних погодних змінних, що впливають на ріст та розвиток рослин озимої пшениці: добове надходження сонячної радіації, максимальна і мінімальна середньодобова температура повітря та денна сума опадів. У моделі вегетативний та репродуктивний розвиток поділені на два окремі процеси.

Фенологічний розвиток культури контролюється двома незалежними змінними, вегетативний розвиток контролюється лише температурою повітря, а репродуктивний – залежить від температури повітря та фотоперіоду. Вегетативні етапи розвитку озимої пшениці, що представлені в моделі: сівба, проростання, сходи та кількість листків на головному стеблі. Процеси росту регулюються як водним статусом, так і концентрацією азоту в рослині. Ці впливи враховуються через «фактори дефіциту», які визначаються за даними водного та азотного балансу і використовуються як коефіцієнти для різних процесів росту.

Модель SHOOTGRO 4.0 була модифікована на основі моделей SHOOTGRO/SPIKEGRO 2.0 [155] шляхом включення субмоделей дефіциту води і вмісту азоту та їхнього впливу на фенологію рослин. Версія моделі SHOOTGRO 2.0 враховує тільки вплив температури повітря для оцінки стадій розвитку рослин. Модель SHOOTGRO 4.0 є фенологічно керованою, вона імітує ріст і розвиток шести вікових фаз конусу наростання пшениці з моменту появи сходів. Для пшениці температура повітря є основним фактором, що контролює розвиток рослин. Процеси росту та розвитку, що описує модель SHOOTGRO, основані на розрахунку величини філохрону.

У моделі фенології конусу наростання озимої пшениці [157, 158] описується повна послідовність етапів розвитку конусу наростання озимої пшениці, що корелюється з загально визнаними фенологічними фазами росту культури з добовим часовим кроком від посіву до повної стиглості. Філохрон використовується для обчислення теплового періоду між фенологічними фазами росту.

Тривалість періоду філохрону в одиницях суми активних температур повітря розраховується за формулою:

$$\text{філохрон} = 1 / (0,026 * Ad) + 0,0104, \quad (1.9)$$

де Ad – зміна тривалості дня (год.) на момент сходів.

Моделюються стадії розвитку кожного стебла однієї рослини конкретного вікового класу. У цій моделі використовується морфологічна номенклатура, що дозволяє ідентифікувати кожне стебло. Бокові пагони кушення позначаються як головні (наприклад БП0, БП1, БП2), вторинні (наприклад БП10, БП11) та третинні пагони кушення (наприклад БП110, БП 111), тощо.

В основі фізико-математичної моделі діагнозу умов та прогнозу перезимівлі озимих культур [78] лежить вирішення задачі теплообміну в системі «атмосфера – сніговий покрив – ґрунт». Модель розраховує температурний режим ґрунту за даними конкретної метеостанції. В якості вхідної інформації слід мати наступні дані про: щільність ґрунту, за допомогою якого розраховуються коефіцієнти тепло- та температуропровідності, об'ємну масу сухого ґрунту та його вологість, як функції глибини, вологість та теплоту фазового переходу води в лід. Розрахунок проводиться з доби настання стійкої від'ємної середньодобової температури повітря та появи шару промерзлого ґрунту. Модель дозволяє вести розрахунки як за наявності, так і за відсутності снігового покриття, при його таненні та появі (припускаються також і відлиги). В якості вихідної

інформації – зрідженість та площа з різним ступенем ушкодження посівів озимих культур унаслідок дії несприятливих умов зимівлі – вимерзання та випрівання.

На основі фізико-математичної моделі розроблена методика розрахунку на ЕОМ термічного режиму ґрунту та прогнозу перезимівлі озимих зернових культур [79]. Головною задачею при створенні фізико-математичної моделі умов перезимівлі озимих культур є вирішення проблеми теплообміну у системі: атмосфера – сніговий покрив – ґрунт, розробка методу розрахунку та програм для реалізації на ЕОМ. Кінцевою метою є прогноз зрідженості посівів, а також площа пошкоджених чи повністю загблих від вимерзання або випирання посівів озимих зернових, маючи в розпорядженні розраховані на кожен день температури в різних точках профілю будь-якої досліджуваної області та показники залежності зрідженості посівів від температури ґрунту [78, 79].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ МОРОЗО- ТА ЗИМОСТІЙКОСТІ РОСЛИНАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови Півдня України

До території Півдня України відносяться Одеська, Миколаївська, Херсонська та Запорізька області, що розташовані в степовій природній зоні, північно-західна частина Одеської області – у лісостеповій. Зона Степу займає майже 25 млн. га, або 40 % території України. За властивостями ґрунтового покриву, умовами теплового режиму та зволоженням території зону поділяють на північну та південну підзони.

До підзони північного Степу входять північні райони Миколаївської, Херсонської та Запорізької областей, північна і центральна частини Одеської області. Південний Степ об'єднує південні та південно-західні райони Одеської області, південні райони Херсонської області. Природною межею між ними є лінія переходу чорноземів звичайних у південні [26].

Ґрунтовий покрив зони відносно однорідний, тут формувались головним чином чорноземи, у структурі якого чорноземи звичайні займають 64 %, чорноземи південні – 23 %, чорноземи на не лесових породах – 6 %, лучно-чорноземні, лучні та їхні солонцюваті види – 6 % площі орних земель зони.

Чорноземи звичайні поширені у північному Степу на лесах і

характеризуються високим рівнем родючості, але недостатня кількість ґрунтової вологи обмежує повне їхнє використання. З півночі на південь в міру наростання посушливості клімату потужність гумусного горизонту і вміст гумусу зменшується (з 4,7-6,1 % до 4,0-4,6 %). Реакція ґрунтового розчину нейтральна, донизу профілю слаболужна, порівняно великі запаси основних поживних елементів. Вміст азоту в межах 0,17-0,24 %, причому більшість його міститься в шарі 0-50 см, де розташована основна маса кореневої системи рослин; вміст фосфору становить 0,13-0,15 %. Чорноземи звичайні добре забезпечені калієм, у тому числі рухомими та обмінними формами.

Чорноземи південні займають південну посушливу підзону Степу. Вони формувалися на лесах під типчаково-ковилевими степами. Вміст гумусу у важкосуглинистих і легкоглинистих ґрунтах становить 3-3,5 %, у середньо-суглинистих – 2-3 %, легкосуглинистих і супіщаних – 0,4-2 %. Вміст гумусу у чорноземах південних становить від 2 до 5 % та характеризуються лужною реакцією ($\text{pH} = 7,6 \dots 7,9$). Загальний вміст азоту у межах 0,1-0,2 %, фосфору – 0,1-0,15 %, у тому числі рухомого – від 4 до 12 мг, обмінного калію 0,3-1,2 мг на 100 г ґрунту.

Зона сухого Степу займає 3 % території України. Вона приурочена до крайньої південної частини Причорноморської низовини. У ґрунтовому покриві переважають каштанові ґрунти: темно-каштанові солонцюваті, каштанові солонцюваті і лучно-каштанові солонцюваті. Темно-каштанові ґрунти поширені в північній підзоні сухого Степу. Вміст гумусу 4-5 %, а в легкосуглинистих і супіщаних різновидностях Азово-Причорноморської смуги – 0,7-1,5 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слаболужна. Ґрунтовий вбирний комплекс насичений кальцієм, магнієм та натрієм.

Каштанові солонцюваті ґрунти поширені в Присивасько-Причорноморській смузі Лівобережжя Дніпра і по узбережжю Сиваша в Криму під полиново-типчаківими степами на лесах та алювіальних відкладах. Вміст гумусу становить 3-4 %. Каштанові ґрунти сухого Степу

також належать до категорії високородючих ґрунтів, але вирощування високих урожаїв на цих ґрунтах можливе лише за умов зрошення.

На ріст та розвиток рослин, урожай, якість продукції та сільське господарство в цілому значний вплив справляють агрометеорологічні умови. Сільське господарство є найбільш чутливою галуззю економіки до коливань метеорологічних чинників, що, як наслідок, впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Варіювання врожаїв сільськогосподарських культур за роками на 50-60 % визначається погодними умовами [74].

Клімат у зоні Степу посушливий, з великими ресурсами тепла. У підзоні Північного Степу середньомісячна температура повітря в січні перебуває в межах $-1,5 \dots -3$ °С, у липні – від $+22$ до $+25$ °С. Середньорічна кількість опадів становить 425-450 мм. Вони розподіляються протягом року нерівномірно, бездошові періоди часто тривають 25-30 днів. Високі температури повітря при низькій відносній вологості повітря нерідко спричинюють посуху, особливо в другій половині літа. Сильні вітри призводять до дефляції ґрунту.

У південному Степу в січні середня температура повітря становить $-1,5 \dots -2$ °С, у липні – $+25 \dots +27$ °С. Середньорічна кількість опадів становить 300...450 мм, з них у теплий період року 200...250 мм, часто у вигляді злив, які супроводжуються градом, грозою чи бурею, що завдають значної шкоди сільському господарству. У південному Степу майже щорічно бувають тривалі бездошові періоди, що призводить до атмосферних та ґрунтових посух різної сили. У південних, південно-східних областях вони тривають протягом 40-45 днів, північніше – 33-38 днів [2].

Осінь в Україні настає у вересні й закінчується в листопаді – на початку грудня, з переходом середньодобової температури повітря через 0°С. Перші осінні заморозки на поверхні ґрунту відмічаються на початку вересня, у повітрі – у другій-третьій декадах вересня.

Кількість днів з відлигами в зимовий період (з грудня по лютий) становить від 40 до 70 днів. Відлиги, які тривають більше п'яти днів поспіль,

зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин. Тривалі відлиги зумовлюють утворення льодової кірки на полях.

За гідротермічним коефіцієнтом (за період із середньодобовою температурою повітря ≥ 10 °С) південний Степ відноситься до посушливої зони (ГТК=0,7-0,9), де запасів вологи в ґрунті недостатньо для одержання високих урожаїв. У посушливі роки ГТК знижується до 0,5. Північний Степ має кращі умови забезпечення рослин вологою (ГТК=0,9) і тому більш сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур.

Тривалість сонячного сяйва у зоні Степу за період квітень-вересень становить 1710 годин. Тривалість сонячного сяйва у зимовий сезон розподіляється по території відповідно до тривалості цього сезону. У зоні Степу тривалість сонячного сяйва в зимовий період перевищує 200 год (холодний період розпочинається в Степу у середині, на крайньому півдні навіть наприкінці грудня, а закінчується переважно на початку березня).

Найсонячнішим є період травень-серпень, а найменш сонячним – листопад-лютий. У північному Степу мінімальні значення тривалості сонячного сяйва становлять до 35-45 год (15-20 % можливої), а в південному – збільшуються до 45-60 год (19-25 % можливої). У річному ході найбільше зростання сумарної радіації спостерігається від зими до весни. Найістотніше її зменшення (на 35-45 %) спостерігається від жовтня до листопада і зумовлено зменшенням прямої радіації.

Середні багаторічні суми активних температур у північному Степу коливаються від 2900 до 3100 °С, а в південному – від 3200 до 3500 °С. Суми цих температур з ймовірністю до 90 % дещо менші; в північному Степу вони становлять 2550-3000 °С, а в південному – 3000-3200 °С [26].

В Україні одним з найбільших виробників зерна озимої пшениці є зона Степу. Тут пшениця розміщується на площі 3-4 млн. га, що становить 50-55 % всіх її посівів в Україні, а виробництво зерна сягає 13 млн. т або майже 60 %. Однак, рівень урожайності досить низький і сильно коливається

по роках, що пояснюється головним чином вкрай нерівномірним зволоженням, значними коливаннями запасів продуктивної вологи як у орному шарі, так і в більш глибоких шарах ґрунту [74].

Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту під озимими культурами за осінню вегетацію в середньому становлять 23, 17, 21 та 22 мм в Одеській, Херсонській, Миколаївській та Запорізькій областях відповідно.

Згідно середніх багаторічних даних [2], масова поява сходів озимої пшениці спостерігається відповідно в Одеській, Миколаївській, Херсонській та Запорізькій областях 5 жовтня (при сівбі 21 вересня), 29 вересня (при сівбі 16 вересня), 4 жовтня (при сівбі 22 вересня), 5 жовтня (при сівбі 19 вересня).

Масове кущення рослин озимої пшениці припадає в середньому на третю декаду жовтня, а припинення осінньої вегетації – на третю декаду листопада в Одеській, Миколаївській, Херсонській областях та на другу декаду листопада в Запорізькій області.

Забезпеченість теплом періоду осінньої вегетації на всій території регіону висока і при ранніх строках сівби перевищує потребу озимої пшениці в теплі в півтора-два рази. У зв'язку з цим, посіви, де сходи з'являються в оптимальні строки, завжди добре забезпечені теплом.

Нестача тепла спостерігається головним чином для озимої пшениці пізнього строку сівби, а також для рослин, сходи яких, незважаючи на своєчасну сівбу, з'являються пізно внаслідок нестачі запасів вологи в ґрунті.

Датою стійкого переходу середньодобової температури повітря через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ є друга декада листопада в Одеській та Херсонській областях та перша декада листопада в Миколаївській та Запорізькій областях. Датою стійкого переходу через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ восени є перша декада грудня в Одеській, Херсонській та Миколаївській областях та третя декада листопада в Запорізькій області відповідно.

Зима на Півдні України малосніжна, згідно середніх багаторічних даних [2], сніг спостерігався менше ніж у 50 % років. Найменше значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущення на полях із

озимими зерновими культурами за зимовий період було -17°C в Одеській, -15°C – у Миколаївській, -16°C – у Херсонській та -15°C – у Запорізькій областях. Середня за зимовий період глибина промерзання ґрунту становить 15 см у Одеській, 18 см – у Миколаївській, 16 см – у Херсонській та 17 см – у Запорізькій областях [2].

Зими в регіоні, зазвичай, з відлигами, часто на посівах утворюється льодяна кірка, що призводить до зрідження, а то й до загибелі посівів пшениці на значних площах. В один-два роки з десяти спостерігаються суворі зими з критичними умовами для зимівлі озимих культур.

Середня кількість днів з відлигами становить 61, 46, 49 та 42 дні відповідно в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій областях. Повторюваність років із несприятливими умовами перезимівлі (за період 1986-2005 рр.), такими як вимерзання становить 10, 25 та 15 %, льодова кірка – 5, 10, 10 % відповідно в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях.

Особливу небезпеку для посівів озимих представляє період переходу від умов зимівлі до весінньої вегетації, що досить часто супроводжується різкими коливаннями температури повітря: від сильних морозів до позитивних температур повітря. У зв'язку з цим місцями на щільних ґрунтах спостерігається зрідження посівів від випирання вузлів кущення та обривання коренів озимих рослин.

2.2. Ґрунтово-кліматичні умови території проведення польових дослідів

Вивчення морозо- та зимостійкості озимої пшениці проводилось на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення, розташованого на околиці міста Одеси. Експериментальні поля включають ділянку 250 га в безпосередній близькості до інституту. Ґрунтово-кліматичні умови території проведення досліджень є типовими для Причорноморського степу і за основними

агрометеорологічними показниками відповідають умовам південної частини України, яка включає степову і південні райони лісостепової зон.

Ґрунти полів інституту представляють собою південний малогумусний важкосуглинистий чорнозем, материнською породою якого служить лесовидний суглинок. Потужність ґрунтового профілю 65-78 см, власне гумусного горизонту – 36-37 см. Вміст гумусу в шарі ґрунту 0-10 см – 3,0 %, на глибині 20-30 см – 2,83 %, 30-40 см – 1,71 % і на 60-70 см – 0,98 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН =6,8-7,0). Сума поглинених основ становить 31,19 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Агрогідрологічні властивості ґрунту за даними Одеської агрометеорологічної станції наступні: коефіцієнт зав'ядання становить 10,6 %; запас вологи у метровому шарі при повній ґрунтовій вологоємкості в середньому становить 170,2 мм. Забезпеченість рухомими формами поживних речовин наведена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Забезпеченість рухомими формами поживних речовин південного
важкосуглинистого чорнозему

Глибина шару, см	Гідролізуємий азот		Рухомий фосфор		Рухомий калій	
	мг на 100 г ґрунту	оцінка забезпеченості	мг на 100 г ґрунту	оцінка забезпеченості	мг на 100 г ґрунту	оцінка забезпеченості
0–20	5,63	висока	25,56	дуже висока	16,99	середня

Згідно наведених результатів забезпеченості рухомими формами поживних речовин стан ґрунтів дозволяє отримувати високі врожаї озимої пшениці.

Клімат території – помірно континентальний, з вираженою посушливістю. На експериментальних полях інституту континентальність знижується близькістю моря. Теплозабезпеченість території висока. У зв'язку

з цим, посіви зі сходами в оптимальні строки завжди забезпечені теплом. За початок осіннього сезону прийнято вважати дату стійкого переходу температури повітря через +15 °С. За середніми багаторічними даними стійкий перехід середньодобової температури через +15 °С приходить на третю декаду вересня. Однак у середині жовтня можливі перші заморозки на поверхні ґрунту. Середні багаторічні температури повітря та опади по місяцях представлені у таблиці 2.2 (за даними метеорологічного посту Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення, у період з 1986-2005 рр.).

Таблиця 2.2

Середні багаторічні метеорологічні дані на території експериментальних полів Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення

Місяць	Температура, °С				Опади, мм			
	по декадах			середня місячна	по декадах			середні місячні
	I	II	III		I	II	III	
Січень	-2,7	-3,5	-3,6	-3,2	7	7	6	20
Лютий	-3,5	-2,7	-1,2	-2,8	6	5	5	16
Березень	0,1	1,7	3,6	1,8	6	6	7	19
Квітень	6,2	8,2	10,2	8,2	9	9	10	28
Травень	13,1	15,4	16,8	15,1	10	11	12	33
Червень	18,3	19,2	20,3	19,3	17	19	18	54
Липень	21,2	22,0	22,5	21,9	17	16	15	48
Серпень	22,4	21,4	20,1	21,3	14	13	13	40
Вересень	18,4	16,4	14,6	16,5	11	8	8	27
Жовтень	12,6	10,8	8,7	10,7	10	13	14	37
Листопад	6,5	4,4	2,0	1,3	10	9	9	28
Грудень	0,5	-0,7	-1,7	-0,6	10	9	8	27

Основним несприятливим чинником, котрий обумовлює затримку появи сходів, а також подальший ріст і розвиток озимих культур в осінній

період є нестача запасів продуктивної вологи, особливо у верхніх шарах ґрунту. Осіння посуха пригнічує розвиток вторинної кореневої системи, внаслідок чого рослини озимої пшениці страждають від несприятливих умов перезимівлі, а поновлення весняної вегетації починають ослабленими. За цим показником Одеса відноситься до зони недостатнього зволоження, тому розвиток рослин озимої пшениці значною мірою залежить від опадів у осінній період вегетації.

Середня багаторічна кількість опадів становить 372 мм, з них 80 % випадає в теплий період року у вигляді дощу і лише 20 % взимку у вигляді снігу, які випадають дуже нерівномірно. В осінній період їх випадає незначна кількість або переважно у вигляді злив.

Значним пошкоджуючим рослини озимої пшениці фактором у зимовий період є різкі коливання температури повітря в короткий період – від плюсових до критичних значень нижче нуля. Одним із головних чинників пошкодження і загибелі озимих посівів в області у зимовий період є вимерзання внаслідок дії низьких негативних температур повітря при відсутності або недостатньому сніговому покриві на полях (не частіше ніж раз у п'ять років).

Зима в області м'яка і коротка, вона триває біля двох місяців. Взимку спостерігаються часті і різні за тривалістю відлиги. Надходження маси континентального холодного повітря викликає в області значне зниження температури повітря. У зимовий період на території області стійкий сніговий покрив спостерігається тільки в північних районах (ст. Любашівка). Разом з тим, тривалість залягання стійкого снігового покриву навіть на півночі області, в більшості випадків не перевищує 40-70 днів. В окремі зими стійкий сніговий покрив може утворюватись і у більш південних районах області. Часті відлиги, що нерідко супроводжуються відтаванням ґрунту та відновленням вегетації, з подальшими різкими похолоданнями в окремі роки та утворенням льодової кірки на полях сприяють послабленню рослин та зниженням рівня зимостійкості рослин озимої пшениці.

2.3. Агрометеорологічні умови років проведення досліджень

Польові дослідження на полях СГІ-НЦНС проводились у 2012-2014 посівних роках. За даними Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів, вересень 2012 року характеризувався переважно теплою, ясною, без опадів погодою (перша та друга декади), та дуже теплою, з опадами у вигляді дощу, погодою в третій декаді місяця. Середня місячна температура повітря становила $+19,5$ °С, що понад норму на $2,3$ °С. Максимальна температура повітря за місяць становила $+31,4$ °С. Максимальна місячна температура поверхні ґрунту становила $+55,2$ °С. Мінімальна місячна температура повітря знижувалася до $+8,0$ °С, а мінімальна температура на поверхні ґрунту становила $+5,7$ °С. Місячна сума опадів склала $13,7$ мм, що випали у вигляді злив 21 вересня і становить 33 % від норми. Внаслідок відсутності опадів протягом місяця та високого температурного фону запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту становили 14 мм.

У жовтні 2012 року спостерігалась переважно тепла, ясна, без опадів погода (перша декада), переважно тепла, похмура із значними опадами погода (друга декада), та тепла з ефективними опадами погода в третій декаді місяця. Середня місячна температура повітря становила $+14,9$ °С, що на $3,3$ °С понад норму. Максимальна температура повітря за місяць становила $+26,0$ °С. Максимальна місячна температура поверхні ґрунту становила $+43,5$ °С. Мінімальна місячна температура повітря знижувалася до $+3,0$ °С, а мінімальна температура на поверхні ґрунту становила $+2,4$ °С. За місяць випало $61,2$ мм опадів, що становить 175 % від норми. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту були задовільними і становили 20 мм.

Листопад 2012 року характеризувався переважно хмарною, теплою, із значною кількістю опадів погодою (перша декада). У другій декаді листопада спостерігалась тепла погода (в першій половині декади), та холодна – у

другій половині, без опадів та нестійкою погодою з недостатньою кількістю опадів у третій декаді місяця. Середня місячна температура повітря становила + 8,0 °С, що на 2,3 °С понад норму. Максимальна температура повітря за місяць становила +17,8 °С. Максимальна місячна температура поверхні ґрунту становила +24,0 °С. Мінімальна місячна температура повітря знижувалася до -4,4 °С, а мінімальна температура на поверхні ґрунту становила -5,4 °С. За місяць випало 26 мм опадів, що становить 63 % від норми. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту були задовільними і становили 24 мм станом на 27 листопада.

У 2012 році стійкий перехід середньодобової температури повітря через +5 °С спостерігався 4 грудня. Температурно-світлові умови осіннього періоду були несприятливими для проходження першої фази загартування внаслідок переважання похмурої погоди. Тривалість першої фази загартування становила 14 діб.

Перша декада вересня 2013 року характеризувалася сонячною, прохолодною погодою з незначними опадами. У другій декаді вересня спостерігалася прохолодна з опадами різної інтенсивності погода. У третій декаді вересня спостерігалася переважно хмарна погода.

Середня місячна температура повітря становила +15,4 °С, що на 1,8 °С нижче за норму. Максимальна місячна температура повітря становила +28,4 °С, а максимальна місячна температура поверхні ґрунту – +50,9 °С. Мінімальна температура повітря за місяць знижувалася до +4,5 °С, а мінімальна температура на поверхні ґрунту становила +1,9 °С. За місяць випало 52,1 мм опадів, що становить 127 % від норми. Станом на 20 вересня запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту становили 32 мм, а станом на 30 вересня – 30 мм, що було достатнім для посіву озимої пшениці.

У жовтні 2013 року спостерігалась переважно хмарна, холодна погода з заморозками (перша декада), переважно сонячна, тепла із значною кількістю опадів погода (друга декада) та тепла, сонячна погода без опадів (третьа декада). Середня місячна температура повітря була на 0,9 °С нижче норми і

становила +10,7 °С. Максимальна місячна температура повітря становила +22,4 °С. Максимальна місячна температура поверхні ґрунту становила +36,5 °С. Мінімальна місячна температура повітря за місяць становила -0,7 °С, а мінімальна температура на поверхні ґрунту – -3,2 °С. За місяць випало 33 мм опадів, що становить 91 % від норми. Станом на 31 жовтня запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту складали 25 мм.

Листопад 2013 року характеризувався теплою погодою, хмарною, з недостатньою кількістю опадів та заморозками в другій декаді та різким зниженням температури повітря в другу половину третьої декади. Середня місячна температура повітря становила +9,0 °С, що була на 3,3 °С понад норми. Максимальна місячна температура повітря становила +20,7 °С. Максимальна місячна температура поверхні ґрунту становила +17,2 °С. Мінімальна місячна температура повітря становила -6,6 °С, а мінімальна температура на поверхні ґрунту – -8,9 °С. За місяць випало 14,6 мм опадів, що становить 36 % від норми. Станом на 30 листопада запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту складали 23 мм.

У 2013 році стійкий перехід середньодобової температури повітря через +5 °С спостерігався 26 листопада. Температурно-світлові умови осіннього періоду були сприятливими для проходження першої фази загартування, тривалість якої становила 55 днів.

2.4. Методика проведення лабораторно-польових дослідів

Польові досліді проводили за рекомендованою методикою, на полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення [34]. Повторність у дослідях трикратна, площа посівної ділянки – 5 м². Сівба здійснювалась насінням, протруєним комплексним інсектофунгіцидним протруєвачем Селест Топ 312,5 FS т.к.с., сівалкою Дунаєвського на базі трактора Т-16. Під час вегетаційного періоду здійснювалось підживлення рослин нітроамофоскою у рекомендованих дозах

$N_{40}P_{40}K_{40}$ [70]. Лабораторна схожість, енергія проростання та інші показники посівних якостей насіння визначались за ДСТУ 4138-2002 [35]. Сівба була здійснена у ранній та оптимальній строки – 25 вересня та 2 жовтня 2013 року відповідно.

Визначення агробіологічних характеристик, а саме: висоти рослин, глибини залягання вузла кущання, площі листя, кількості пагонів кущання, кількості корінців первинної кореневої системи, появи вторинної кореневої системи та динаміки вмісту цукрів у листках і вузлах кущання проводили після появи першого листка.

Для визначення параметрів культури рослини озимої пшениці добирали з поля по 50 рослин кожного сорту з різних частин ділянки в трьох повтореннях. Рослини складали в паперові пакети та переносили до лабораторії.

Дібрані рослини обережно обтрушували від ґрунту таким чином, щоб не пошкодити вузол кущання та листову поверхню. Після цього зразки розділяли для проведення наступних лабораторних досліджень: по 30 рослин кожного сорту для визначення сухої біомаси листків, стебла, вузлів кущання, площі листової поверхні, визначення вмісту вільної та зв'язаної води та 20 рослин для визначення вмісту розчинних вуглеводів у вузлах кущання та надземній частині.

Підготовка зразків та готування проб для визначення вмісту розчинних вуглеводів проводилась наступним чином. З дібраних рослин струшували ґрунт і відмивали в холодній воді. Для складання зразків попередньо готували окремі паперові коробочки для надземної частини та вузлів кущання, на котрих зазначали дату відбору та назву сорту.

Відмиті рослини обережно висушували між листами фільтрувального паперу. З рослин зрізали ножицями кореневу систему і надземну частину таким чином, щоб залишилися вузли кущання від 2,0 до 2,5 см, видаляли відмерлі тканини. Зрізані вузли кущання та надземну частину складали в попередньо підготовлені паперові коробочки. Зразки фіксували в сушильній

шафі впродовж 15 хвилин за температури 105 °С і продовжували висушувати за температури 60 °С до повітряно-сухого стану.

Висушений матеріал подрібнювали у ступці з товкачиком та зберігали для проведення аналізу в пробірках з пробками. Подальше визначення вмісту цукрів у надземній частині та у вузлах кушення проводили антроновим способом [120].

Підготовка зразків для визначення вільної та зв'язаної води проводилась таким же чином, як і для визначення вмісту вуглеводів. Після того, як надземну частину та вузли кушення розклали по коробочкам, зразки спочатку зважували на аналітичних вагах для визначення сирієї біомаси надземної частини та вузлів кушення. Після зважування зразки складали в сушильну шафу і висушували до повітряно-сухого стану за температури 60 °С. Висушений матеріал зважували на аналітичних вагах для визначення сухої маси рослин. Щоб рослини не накопичували вологу з повітря брали по одному зразку та швидко вимірювали його масу. Після зважування зразки знов складали в сушильну шафу і продовжували висушувати за температури 105 °С до їхньої постійної маси.

Вміст вільної води в надземній частині та у вузлах кушення розраховували за формулою:

$$Sswod_{в.к.} = 100 - \left(\frac{m_{в.к.1} * 100}{m_{в.к.}} \right); \quad (2.1)$$

$$Sswod_{надз} = 100 - \left(\frac{m_{надз1} * 100}{m_{надз}} \right), \quad (2.2)$$

де $Sswod_{в.к.}$, $Sswod_{надз}$ – вміст вільної води відповідно у вузлах кушення та надземній частині рослин, % від маси сухої речовини;

$m_{\text{в.к.}}, m_{\text{надз}}$ – маса сирої речовини відповідно вузлів кущення та надземної частини рослин, г;

$m_{\text{в.к.1}}, m_{\text{в.к.1}}$ – маса сухої речовини відповідно вузлів кущення та надземної частини рослин за температури 60 °С, г.

Вміст зв'язаної води в надземній частині та у вузлах кущення розраховували за формулою:

$$Swvod_{\text{в.к.}} = 100 - \left(\frac{m_{\text{в.к.2}} * 100}{m_{\text{в.к.1}}} \right), \quad (2.3)$$

$$Swvod_{\text{надз}} = 100 - \left(\frac{m_{\text{надз2}} * 100}{m_{\text{надз1}}} \right), \quad (2.4)$$

де $Swvod_{\text{в.к.}}, Swvod_{\text{надз}}$ – вміст зв'язаної води відповідно у вузлах кущення та надземній частині рослин, % від маси сухої речовини;

$m_{\text{в.к.1}}, m_{\text{в.к.1}}$ – маса сухої речовини відповідно вузлів кущення та надземної частини рослин за температури 60 °С, г;

$m_{\text{в.к.2}}, m_{\text{надз2}}$ – маса сухої речовини відповідно вузлів кущення та надземної частини рослин за температури 105 °С, г.

Визначення площі листків проводили планіметричним методом [93]. Зрізались листки з кожної рослини і зважувались на аналітичних вагах. Вимірювання проводилось на електронному пристрої – планіметрі моделі ААС-100 Hayashi Lenkon, Japan. Перед початком роботи слід було впевнитись, що поверхня прозорої плівки, на котру у подальшому викладались листки, суха, без крапель води, пилу та інших забруднюючих частинок. Плівку клали на рухому стрічку пристрою і визначали площу її поверхні. Після вимірювання листки обережно розправляли і розкладали на одній із чистих поверхонь плівки, а другою її поверхнею накривали

викладені листки таким чином, щоб вони не зкручувались. Плівку з листками клали на рухому стрічку планіметра. Пристрій видає значення показника площі листової поверхні в см². Для визначення площі листків необхідно від фактичної площі листків відняти площу прозорої плівки.

Проходження основних етапів органогенезу визначали за динамікою розвитку конусу наростання [54].

Визначення динаміки формування морозо- та зимостійкості рослин озимої пшениці проводили найпоширенішими способами: посівних ящиків, паперових рулонів та добору пучків з поля [36, 118].

2.5. Методика визначення агрометеорологічних параметрів

2.5.1. Розрахунок індексу континентальності

Індекс континентальності Горчинського є простим, але ефективним способом оцінити вплив океану на місцевий клімат. Індекс континентальності лінійно залежить від річної амплітуди температур повітря. Однак, амплітуда температур залежить не лише від впливу океану, але й від річного циклу сонячної радіації, що надходить. Оскільки амплітуда річного циклу сонячної радіації залежить від широти, з максимумом у полярних широтах, тому значення зворотного синусу широти φ входить у розрахункову формулу [147]. Індекс континентальності Горчинського [143], що найбільш часто використовується для території Європи, обчислюється за рівнянням:

$$k = \frac{1,7 A}{\sin \varphi} - 20,4, \quad (2.5)$$

де k – індекс континентальності;

A – річна амплітуда температур, °C;

φ – географічна широта.

Річна амплітуда температур повітря розраховується як різниця між середньомісячною температурою самого холодного і самого теплого місяців року. Згідно рівняння, Горчинський припускає три ступені континентальності – перехідний морський ($k = 0...33$), континентальний ($k = 34...66$) та різко континентальний ($k = 67...100$) клімат [148].

Для оцінки континентальності клімату були проаналізовані дані середньомісячної температури повітря у період з 1980 по 2013 рр. по чотирьох метеостанціях Півдня України: Одеса, Миколаїв, Херсон та Запоріжжя. Розраховано тенденцію його зміни до 2035 року.

2.5.2. Розрахунок сум активних та ефективних температур повітря

За період вегетації для проходження повного циклу розвитку рослина потребує певну кількість тепла. Якщо забезпеченість теплом у досліджуваному районі висока та перевищує потребу рослин (сорту) в теплі, це призводить до переростання рослин, особливо при сівбі в ранні строки. Якщо фактична кількість тепла в досліджуваному районі буде менше, ніж потрібно рослині (сорту), рослина не завершить свій розвиток, навіть якщо тривалість періоду вегетації буде достатньою.

Для вегетаційного періоду або окремі міжфазні періоди необхідна кількість тепла, що зазвичай розраховується як сума активних та ефективних температур повітря. Суми активних температур повітря більш широко використовуються в агрокліматичних розрахунках для оцінки термічних ресурсів території та теплозабезпеченості сільськогосподарських культур. Для визначення темпів розвитку рослин використовуються суми ефективних температур, бо ці суми піддаються значно меншому коливанню в часі й більш точно відображають потребу рослин у теплі [91, 92].

Сума активних температур за будь-який період (декада, місяць, рік)

може бути визначена з виразу [92]:

$$\sum t_{акт} = \bar{t} * n, \quad (2.6)$$

де \bar{t} – активна середньодобова температура за період, °С;

n – кількість днів у періоді.

Якщо середня за добу температура повітря нижче біологічного мінімуму температури розвитку рослин, то в суму вона не враховується. Для озимої пшениці біологічний мінімум становить 5 °С.

Сума ефективних температур за цей же період розраховується як

$$\sum t_{эф.} = (\bar{t} - B) * n, \quad (2.7)$$

де B – біологічний мінімум, °С.

У дисертаційній роботі використовувалися середні добові значення температури повітря, тому розрахунок сум активних та ефективних температур проводився наростаючим підсумком, який проводився для періоду «сівба-припинення осінньої вегетації» за різних строків сівби озимої пшениці за трьома часовими періодами 1980-1989, 1990-1999 та 2000-2013 рр. Після визначення дати стійкого переходу температури через +5 °С, проводився розрахунок тривалості періоду «сівба-припинення осінньої вегетації».

2.5.3. Визначення дат стійкого переходу температури повітря через різні пороги

Перехід температури повітря через той чи інший поріг дозволяє визначити тривалість періодів з температурою вище будь-якого порогу, тривалість вегетації сільськогосподарських рослин.

У дисертаційній роботі визначали дати стійкого переходу температури повітря через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ восени за даними середньодобових значень температури повітря методом «залишків», розробленого О.В. Федоровим та Г.З. Венцкевичем [21]. За даними середньодобової температури повітря виявляють періоди з позитивними і негативними відхилами температури повітря від того чи іншого порогу. Якщо температура нижче зазначеного порогу – відхил негативний, якщо вище – позитивний.

Для розрахунку дат стійкого переходу температури восени знаходять перший період з негативним відхиленням температури, підсумовують від'ємні відхилення температури повітря за період. За періодом з від'ємним відхиленням йде період з позитивним відхиленням температури повітря, по якому також підраховується сума відхилень. Якщо від'ємні відхилення перевищують позитивні, то дата першого значення температури з негативним відхиленням приймається за дату стійкого переходу через означений поріг. Якщо ж ні, то відхилення визначаються в наступний негативний період [92].

Після визначення дат переходу температури повітря через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ восени розраховувалась тривалість періоду першої фази загартування рослин озимої пшениці від дати стійкого переходу температури через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до дати стійкого переходу температури через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ у бік її зниження восени.

2.6. Вихідний матеріал для проведення дослідів

В якості вихідного матеріалу досліджень були використані п'ять найбільш поширених та районованих для території Півдня України сортів озимої м'якої пшениці різних сортозмін.

1. Сорт пшениці озимої м'якої Одеська 16, авторами якого є Ф.Г. Кириченко та М.С. Кириченко. Сорт середньоранній, дозріває на 1-3 дні пізніше сорту Безоста 1. Зимостійкість вище середньої і висока. Добре переносить коливання температур повітря в зимовий і ранньовесняний періоди. Посухостійкість висока. Ураженість поливою сажкою слабка (5-6

балів), жовтої та бурої іржею і твердою сажкою – середня (3-4 бали). Сорт високоврожайний. На сортодільницях Одеської області отримують по 32,9-38,3 ц/га.

2. Сорт пшениці озимої м'якої Альбатрос одеський, автори: М.А. Литвиненко, Ф.Г. Кириченко, А.Ф. Гержов та інш. У Реєстрі сортів рослин України та Росії знаходиться з 1990 року. Особливості сорту – виключно висока екологічна пластичність і стійкість до комплексу несприятливих умов вирощування.

Сорт Альбатрос одеський – перший озимий сорт інтенсивного типу універсального використання на різних агрофонах. Урожайність становить 58,8-103,4 ц/га. Широко вирощується в степовій, лісостеповій зонах України та за її межами. Посівна площа за останні роки становить 500-600 тис. га щорічно. За часом дозрівання відноситься до середньостиглих сортів з вегетаційним періодом 278-282 дні. Сорт є середньорослим (92-104 см). Морозостійкість вище середнього рівня (7-8 балів).

За агротехнічними вимогами відрізняється як високою позитивною реакцією на поліпшення агрофону, так і відносно високою врожайністю по непарових попередниках, а також при відхиленнях у технології вирощування. Строки сівби і норми висіву загальноприйняті для пшениці озимої м'якої.

3. Сорт пшениці озимої м'якої Одеська 267 занесений до Державного Реєстру України в 1997 році, авторами якого є Д.О. Долгушин, Р.Є. Шестопалова, А.М. Хейфець, та інш. За господарськими та біологічними характеристиками характеризується високою екологічною пластичністю, підвищеною конкурентоздатністю до бур'янів. Потреба в яровизації середня, чутливість до фотоперіоду підвищена. За часом дозрівання відноситься до середньостиглих сортів.

Характеризується високою морозо- та посухостійкістю (9 балів, кількість живих рослин становить 90-100 %). Характеризується високою стійкістю до проростання та осипання та середньою стійкістю до вилягання.

За агротехнічними вимогами сорт Одеська 267 один з найменш вимогливих до умов вирощування сортів, відповідно рекомендується для гірших попередників. Негативна реакція на ранньо- та пізньоосінні строки сівби виявлена меншою мірою, порівняно з іншими сортами [7].

4. Сорт пшениці озимої м'якої Струмок, автори: С.П. Лифенко, М.І. Єриняк, В.П. Федченко, Ю.О. Борідченко та інш. Занесений до Державного Реєстру сортів України з 1998 року.

За біологічними ознаками характеризується стійкістю до вилягання. За рівнем морозостійкості поступається перед Одеською 51, але значно перевищує сорт Обрій. За роки конкурсного сортовипробування при середній врожайності 67,5 ц/га перевищив показники сортів-стандартів Обрій та Альбатрос одеський на 5,6 і 3,2 ц/га відповідно. За агротехнічними вимогами – це сорт інтенсивного типу. Найбільш повно реалізує потенціальні можливості при добрій агротехніці, але при її погіршенні не поступається перед сортами напівінтенсивного типу.

5. Авторами сорту пшениці озимої м'якої Антонівка є М.А. Литвиненко, Н.О. Гончарук, О.М. Пташенчук, та інш. У Державному Реєстрі сортів рослин України знаходиться з 2008 року. За біологічними характеристиками – сорт інтенсивного типу, універсального використання на різних агрофонах. Сорт високоврожайний через високу кущистість (610-830 стебел на 1 м²) крупного, добре озерненого колоса та крупного виповненого зерна (маса 1000 зерен становить 36,2-44,4 г). Вегетаційний період становить 280-285 днів. Відноситься до середньостиглих сортів. Зони вирощування – Лісостеп та Степ. За агротехнічними вимогами – позитивно реагує на високий агрофон, у той же час забезпечує високу врожайність на низькому агрофоні та непарових попередниках. Строки сівби та норми висіву загальноприйняті для зон. Середня врожайність за роки випробування в зоні Степу – 57,6 ц/га, Лісостепу – 61,7 ц/га. Максимальний врожай становить 84,2 ц/га.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ НА ФОРМУВАННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

3.1. Аналіз змін метеорологічних умов Півдня України

На продуктивність сільського господарства найбільше впливають чотири, пов'язані із кліматом фактори: зволоження, теплозабезпеченість, термічні умови холодного періоду та континентальність клімату. Починаючи з 1989 року в Україні спостерігається найтриваліший за сторіччя період потепління, який триває досі. Уже зафіксовано подовження періоду активної вегетації сільськогосподарських культур на 7-10 днів, відновлення вегетації навесні в останні роки відбувається в середньому на 2-3 тижні раніше. Теплозабезпеченість вегетаційного періоду сільськогосподарських культур збільшилася на 70-100 °С [4]. За цей період середньорічна температура повітря підвищилась на 0,5-0,6 °С [3, 4, 96, 102, 159].

Підвищення приземної температури повітря, яке спостерігається останнім часом на території України, характеризується нерівномірністю: періоди різкого збільшення температури змінюються його уповільненням, або похолоданням. Такі умови суттєво впливають на процес підготовки озимих культур до несприятливих умов перезимівлі, внаслідок чого виникла необхідність проведення досліджень, спрямованих на пошук шляхів зменшення негативних наслідків змін клімату на продуктивність посівів озимої пшениці.

Показник індексу континентальності з 1980 по 2013 роки та тенденцію його зміни до 2035 року представлено на рисунках (рис. 1-4) для кожної метеостанції Півдня України. Вихідні дані являють собою типовий часовий ряд або ряд динаміки. Одним з методів виявлення закономірностей часових рядів є парний кореляційно-регресійний аналіз [130]. При цьому за незалежну змінну x приймають час (роки), а за залежну y – значення параметра (показник континентальності). У нашому випадку форма лінійного зв'язку описується у вигляді рівняння парної регресії, що має вигляд: $y_i = a_0 + a_1 x_i$, де y_i – предиктант (величина, що прогнозується, тобто індекс континентальності); x_i – факторна ознака (у нашому випадку – роки); a_0 – вільний член рівняння регресії; a_1 – коефіцієнт рівняння регресії.

Для метеостанції Одеса рівняння регресії має наступний вид: $y_i = 0,24x_i - 444,9$. Згідно рівняння, збільшення індексу континентальності за рік становить 0,24. Річний приріст незначний, але за весь період спостережень становить 26 %. При збереженні таких же темпів росту через 23 роки індекс континентальності збільшиться ще на 15 %.

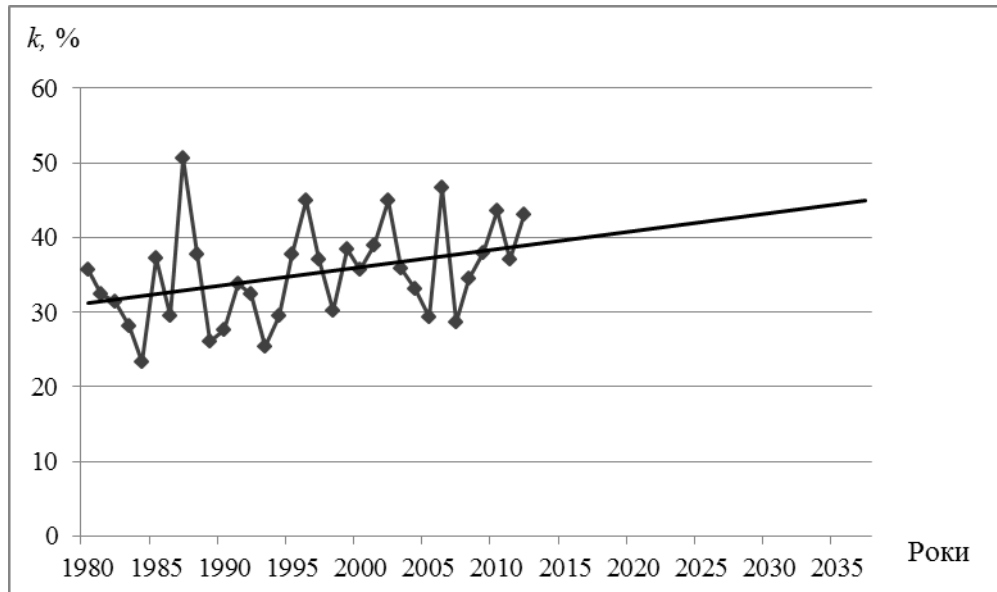


Рис. 3.1. Багаторічна динаміка показника індексу континентальності та тенденція його зміни, метеостанція Одеса

Для метеостанції Миколаїв рівняння регресії має вид: $y_i = 0,29x_i - 547,8$. Збільшення індексу континентальності за рік становить 0,29. Річний приріст за весь період спостережень становить 29 %. Через 23 роки індекс континентальності збільшиться ще на 14 %.

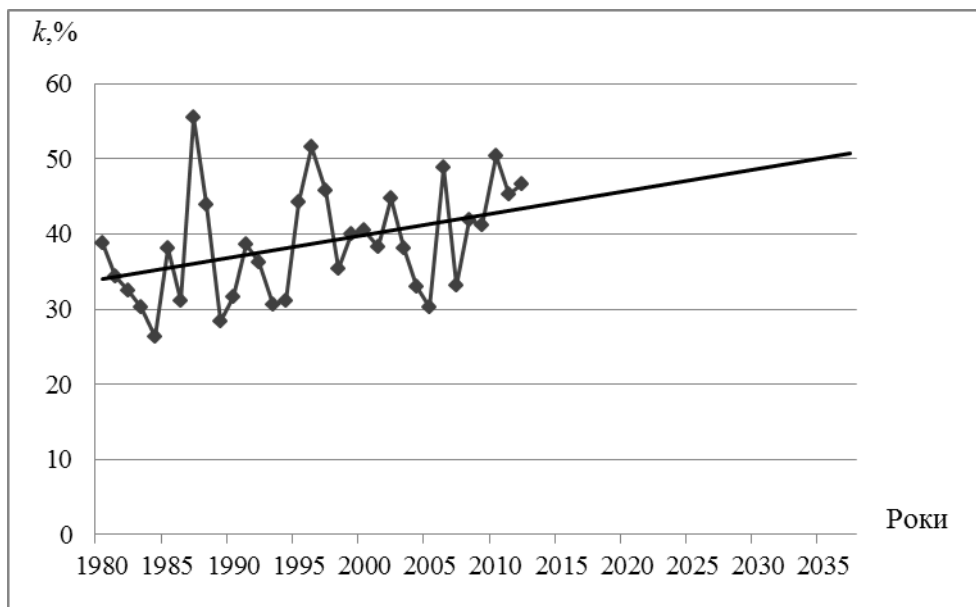


Рис. 3.2. Багаторічна динаміка показника індексу континентальності та тенденція його зміни, метеостанція Миколаїв

Для метеостанції Херсон рівняння регресії має вид: $y_i = 0,27x_i - 499,9$. Збільшення індексу континентальності за рік становить 0,27. Річний приріст за весь період спостережень становить 27 %, через 23 роки індекс континентальності збільшиться ще на 12 %.

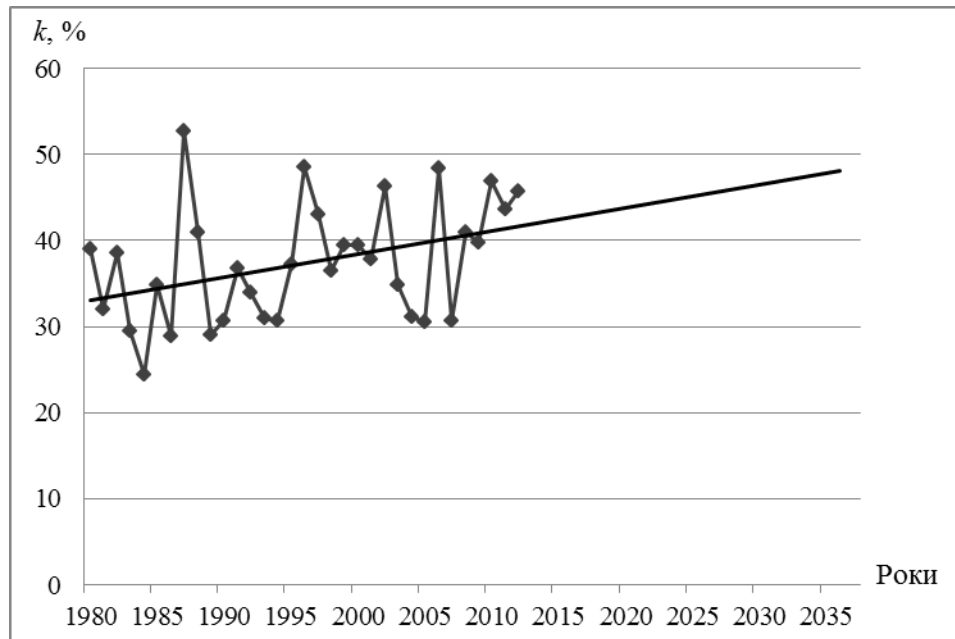


Рис. 3.3. Багаторічна динаміка показника індексу континентальності та тенденція його зміни, метеостанція Херсон

Для метеостанції Запоріжжя рівняння регресії має вид: $y_i = 0,28x_i - 522,1$. Збільшення індексу континентальності за рік становить 0,28. Річний приріст становить 26 %. Через 23 роки індекс континентальності збільшиться ще на 12 %.

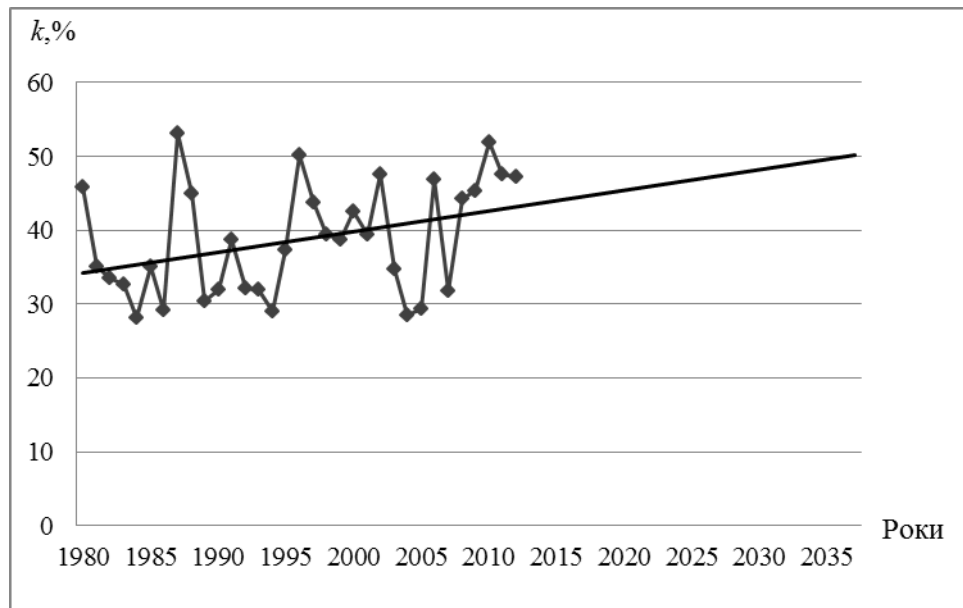


Рис. 3.4. Багаторічна динаміка показника індексу континентальності та тенденція його зміни, метеостанція Запоріжжя

Для визначення величини мінливості індексу континентальності розраховано коефіцієнт варіації c_v . Для метеостанцій Одеса та Херсон він становить 16 %, а для метеостанцій Миколаїв та Запоріжжя – 17 %. Чим більше значення коефіцієнта варіації, тим відносно більший розкид та менша вирівняність досліджуваних значень [8]. У нашому випадку коефіцієнт варіації більше 10 % та менше 20 %, що говорить про середню мінливість показника індексу континентальності.

У взаємодії системи «організм – довкілля» період осінньої вегетації рослин озимої пшениці – це один з найважливіших підготовчих етапів, відповідальних за реалізацію їхнього біологічного потенціалу. Стан озимих посівів після припинення осінньої вегетації має вирішальне значення для їхньої перезимівлі. Одним з основних процесів, який зумовлює майбутній врожай озимої пшениці, є загартування до несприятливих метеорологічних умов зимового періоду.

Аналіз термічного режиму виявив скорочення тривалості температурних умов, сприятливих для проходження першої фази загартування до несприятливих умов зимівлі рослинами озимої пшениці на

метеостанції Одеса в середньому з 63 діб (1980-1989 рр.) до 35 та 34 діб (відповідно в 1990-1999 та 2000-2013 рр.), (рис. 3.5).

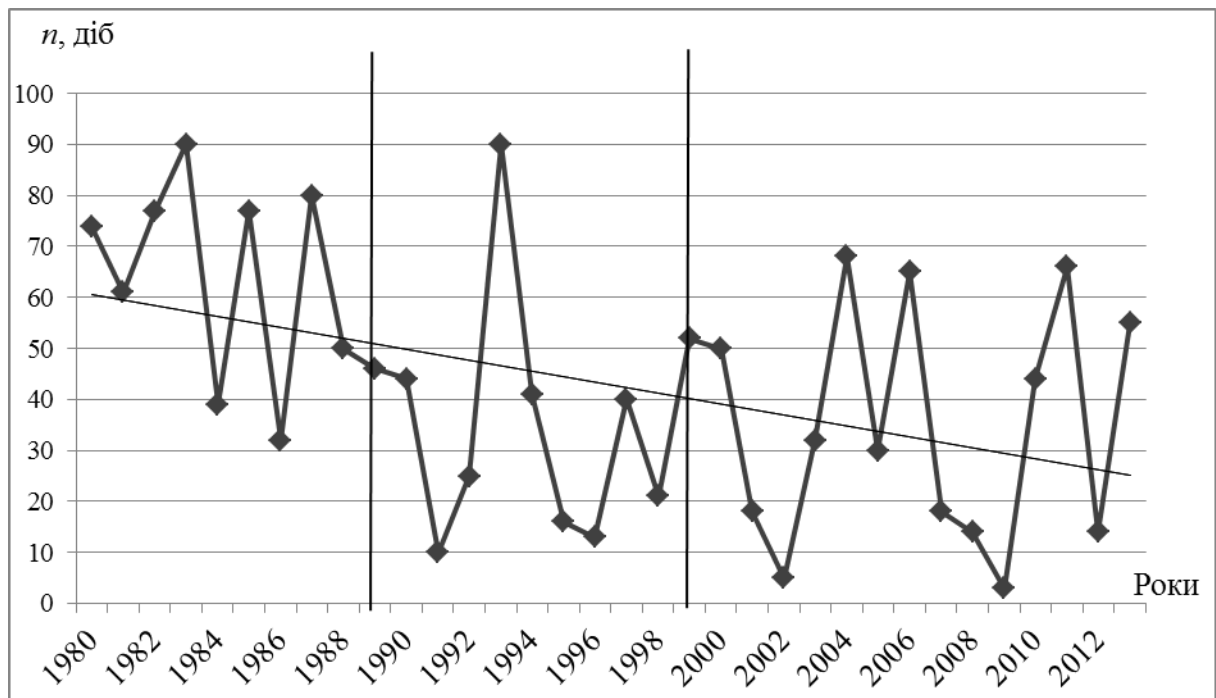


Рис. 3.5. Динаміка флуктуацій тривалості першої фази загартування по періодам на метеостанції Одеса

На метеостанції Запоріжжя виявлено також скорочення тривалості температурних умов, сприятливих для проходження першої фази загартування в середньому з 48 (1980-1989 рр.) до 27 діб (1990-1999 рр.). У період 2000-2013 рр. виявлено збільшення тривалості сприятливих умов, у порівнянні з періодом 1990-1999 рр. до 44 діб (рис. 3.6).

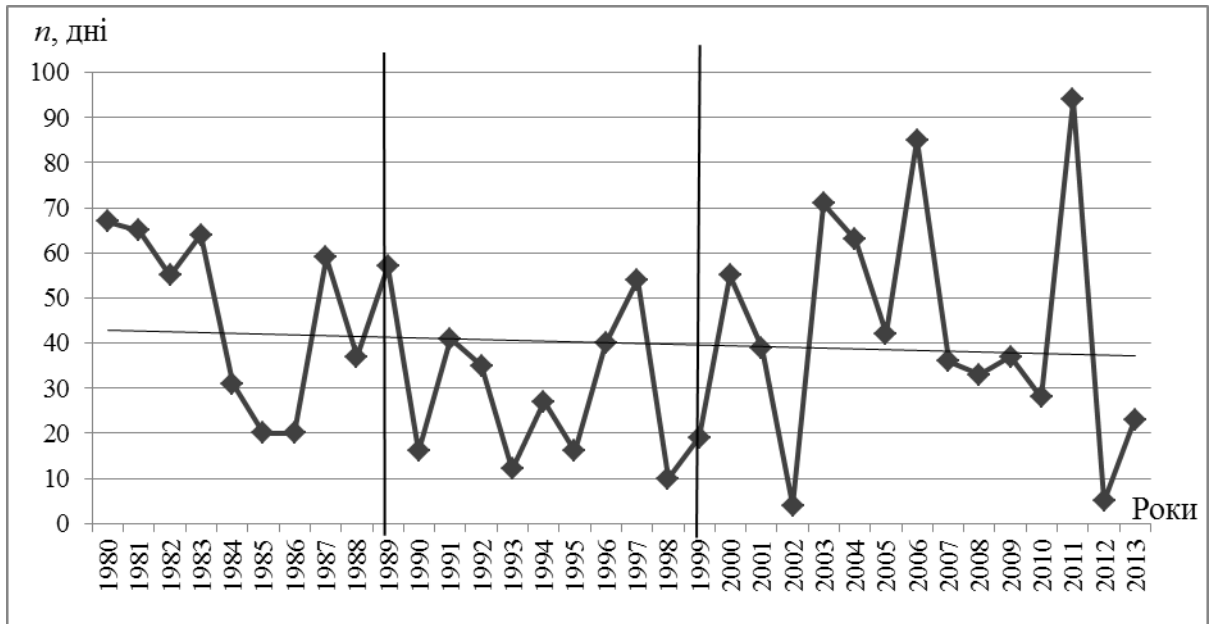


Рис. 3.6. Динаміка флуктуацій тривалості першої фази загартування по періодам на метеостанції Запоріжжя

На метеостанції Херсон виявлено скорочення тривалості температурних умов, сприятливих для проходження першої фази загартування в середньому з 59 (1980-1989 рр.) до 31 діб (1990-1999 рр.), (рис. 3.7).

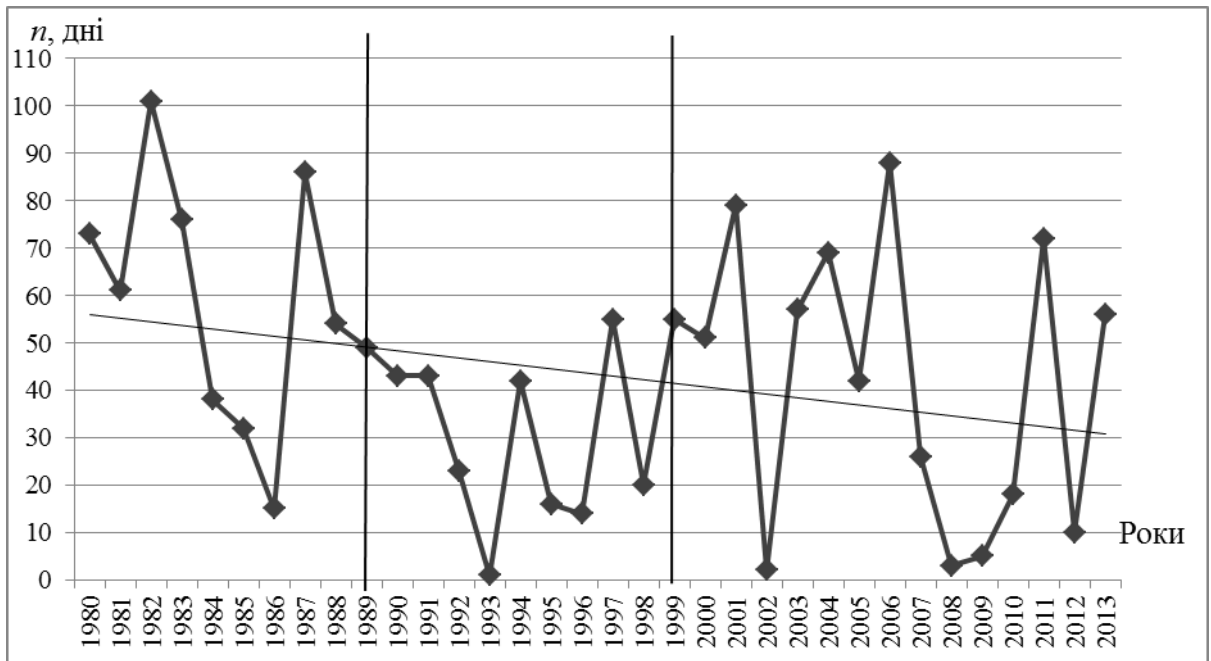


Рис. 3.7. Динаміка флуктуацій тривалості першої фази загартування по періодам на метеостанції Херсон

У період 2000-2013 рр. виявлено збільшення тривалості сприятливих умов, у порівнянні з періодом 1990-1999 рр. до 41 доби (рис. 3.7).

На метеостанції Миколаїв виявлено скорочення тривалості температурних умов, сприятливих для проходження першої фази загартування в середньому з 61 (1980-1989 рр.) до 33 діб (1990-1999 рр.). У період 2000-2013 рр. виявлено збільшення тривалості сприятливих умов, у порівнянні з періодом 1990-1999 рр. до 40 діб (рис. 3.8).

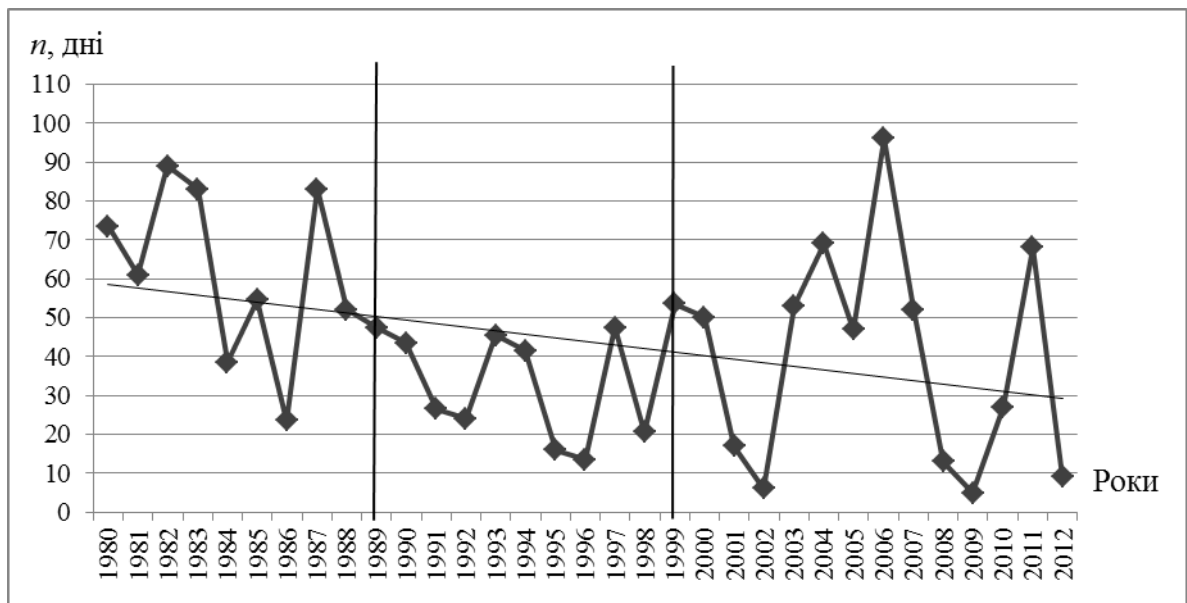


Рис. 3.8. Динаміка флуктуацій тривалості першої фази загартування по періодам на метеостанції Миколаїв

Таким чином, на території Півдня України за досліджений період тривалість погодних умов, сприятливих для проходження першої фази загартування, скоротилась на 25–45 % [11, 13, 115, 116].

Аналіз місячної кількості опадів восени по періодам показав, що в середньому, на метеостанції Одеса відхилення сум опадів від норми за періодами є незначним (рис. 3.9). У середньому у вересні місяці за три часові періоди сума опадів становить 76, 93 та 122 % від норми відповідно; в жовтні – 106, 83 та 109 % від норми відповідно. У той же час, у листопаді сума опадів становила 102, 102 та 100% від норми (рис. 3.9).

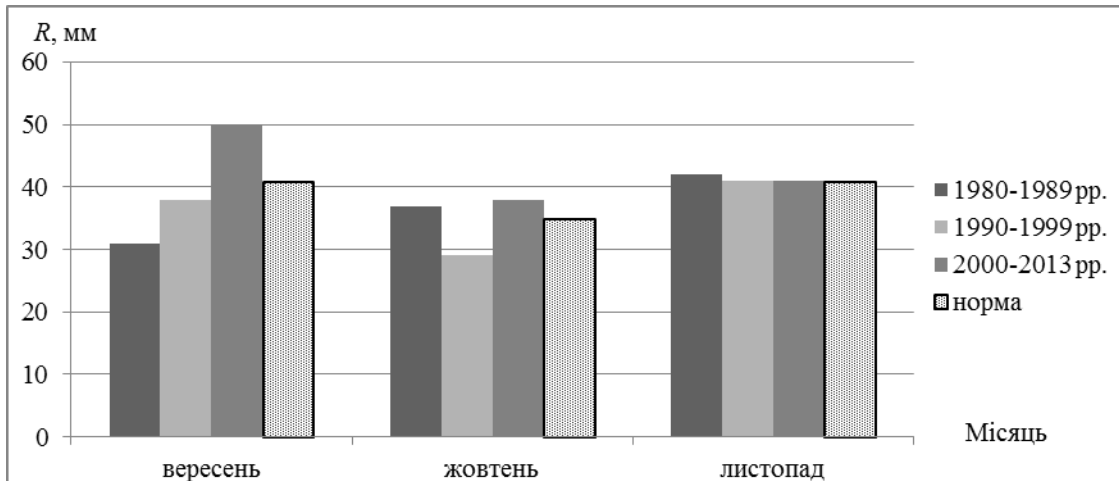


Рис. 3.9. Місячні суми опадів в осінній період по періодам на метеостанції Одеса

У середньому на метеостанції Херсон у вересні за три часові періоди сума опадів становить 71, 110 та 98 % від норми відповідно; у жовтні – 116, 122 та 125 % від норми відповідно, у листопаді – 119, 147 та 82 % від норми (рис. 3.10).

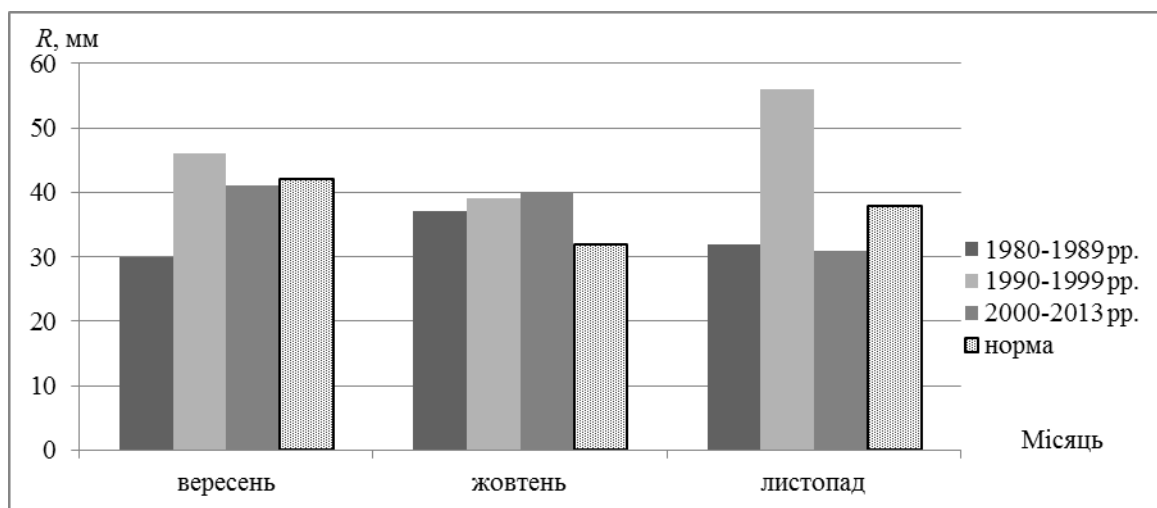


Рис. 3.10. Місячні суми опадів в осінній період по періодам на метеостанції Херсон

На метеостанції Запоріжжя у вересні за три часові періоди сума опадів становить 64, 64 та 103 % від норми відповідно; у жовтні – 83, 143 та 97 % від норми відповідно, а у листопаді – 77, 95 та 82 % від норми (рис. 3.11).

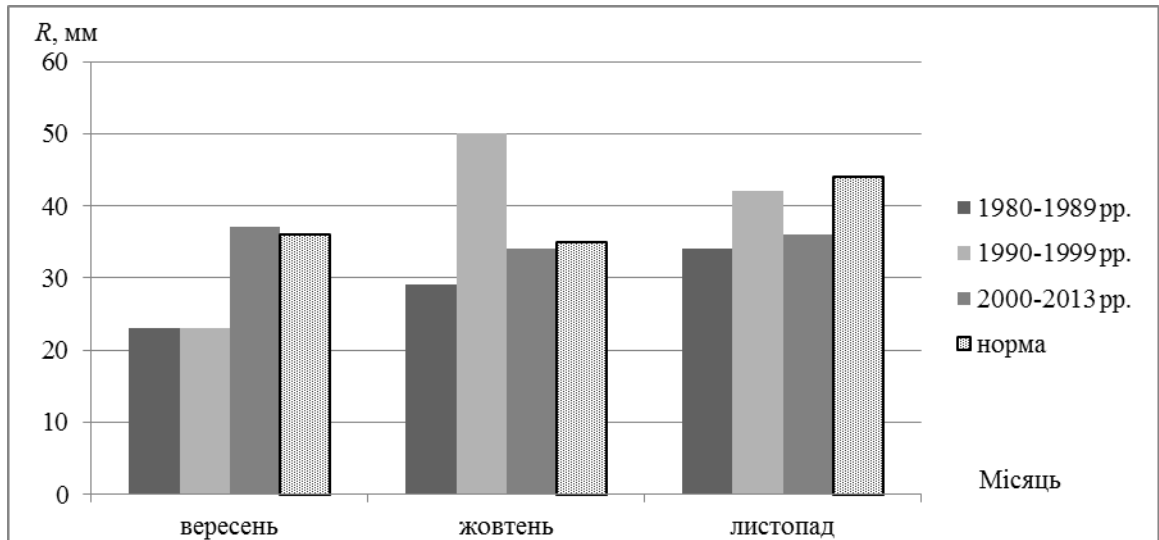


Рис. 3.11. Місячні суми опадів в осінній період по періодам на метеостанції Запоріжжя

На метеостанції Миколаїв у вересні за три часові періоди сума опадів становить 69, 93 та 98 % від норми відповідно; у жовтні – 112, 103 та 109 % від норми відповідно, а у листопаді – 116, 153 та 84 % від норми (рис. 3.12).

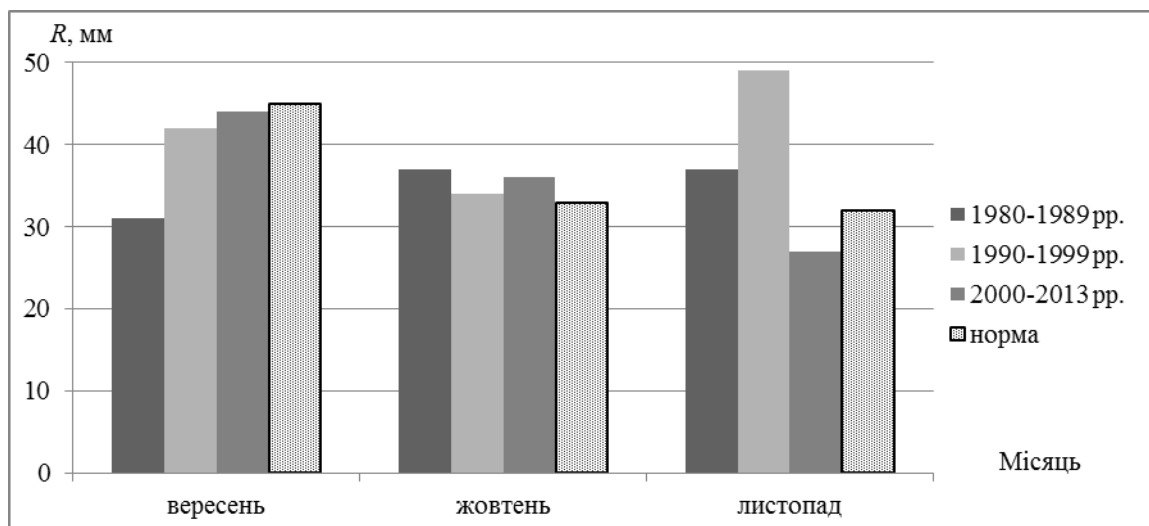


Рис. 3.12. Місячні суми опадів в осінній період по періодам на метеостанції Миколаїв

Важливою характеристикою погодних умов є розподіл опадів у часі. Якщо за середніми показниками по періодам відхилення суми опадів восени як у бік зменшення, так і у бік збільшення є незначним, то при порівнянні

суми опадів за окремий рік з нормою спостерігається тенденція, згідно якій місячна норма опадів випадає за 1-2 дні, на фоні того, що протягом однієї-двох декад їх взагалі може не спостерігатись.

Таким чином, на Півдні України відсутня очевидна тенденції до зниження середньомісячної кількості опадів, але спостерігається чітка тенденція до збільшення кількості малоефективних та неефективних для сільськогосподарського виробництва дощів та злив.

3.2 Вплив змін клімату на строки сівби озимої пшениці на Півдні України

Зі строками сівби тісно пов'язані інтенсивність росту та розвитку рослин восени, накопичення запасних речовин у листках і вузлах кущання, та набуття рослинами стійкості до несприятливих умов перезимівлі. Сівба в оптимальні строки повинна забезпечити проходження рослинами пшениці озимої в осінній період тих етапів органогенезу, від яких у подальшому залежить рівень життєдіяльності агробіоценозу і його продуктивність [61].

Посіви пшениці озимої ранніх строків сівби накопичують більшу кількість вуглеводів у вузлах кущання, але у зв'язку з переростанням і активним диханням у зимовий період використовують їх у більшій кількості, ніж рослини оптимальних і пізніх строків сівби й стають менш стійкими до несприятливих умов, знижуючи рівень своєї зимостійкості [125]. За пізніх строків сівби врожай знижується через слабкий розвиток рослин в осінній період, які не встигають восени розкущитись, розвинути достатню кореневу систему і надземну масу [76]. Озима пшениця краще зимує у фазі кущання за наявності 2-4 пагонів, коли накопичено достатню кількість пластичних речовин у клітинах рослин [79].

Найповніша реалізація генетично потенційної продуктивності сортів можлива за оптимальних строків сівби озимих культур. Правильно встановити оптимальний строк сівби пшениці озимої певного сорту для

конкретних ґрунтово-кліматичних умов – означає створити рослинам у період вегетації найбільш сприятливі умови для їхнього росту, розвитку та формування високого рівня зимостійкості [61].

Тенденція збільшення індексу континентальності, яка пов'язана зі збільшенням амплітуди літніх та зимових температур повітря, викликала необхідність вивчення й оптимізації строків сівби пшениці озимої та реакції на них сучасних сортів культури. Враховуючи це, були проаналізовані оптимальні, допустимо ранні та пізні строки сівби озимої пшениці для території Півдня України [16, 116].

Згідно літературних даних, рослинам пшениці для формування восени 2-4 пагонів кушення та найбільшого рівня морозостійкості на Півдні України необхідно 50-65 днів при сумі активних температур повітря 500-550 °С [82] та сумі ефективних температур повітря 300- 350 °С [57].

Аналіз термічних умов території за період 1980-1989 роки на метеостанції Одеса показав, що оптимальні строки сівби знаходились в межах 22-25 вересня, а тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» становила відповідно 50-53 дні (табл. 3.1, 3.3).

Таблиця 3.1

Суми активних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби, метеостанція Одеса, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	757,3	668,6	585,5	502,6	427,9	362,1	293,6	232,1
1990-1999 рр.	799,6	714,5	634,7	558,3	481,8	413,8	346,2	282,3
2000-2013 рр.	907,0	818,2	730,9	647,4	568,1	493,4	423,2	366,2

У період з 1990-1999 рр. оптимальні строки сівби були у межах 24-28 вересня, а тривалість періоду становила 53-55 днів. У період з 2000-

2013 рр. оптимальні строки сівби були в межах 1-4 жовтня, а тривалість періоду становила 55-60 днів (табл. 3.1, 3.3).

Таблиця 3.2

Суми ефективних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби, метеостанція Одеса, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	475,7	412,2	352,8	294,3	242,9	200,4	156,1	117,8
1990-1999 рр.	489,2	428,2	372,9	321,1	268,8	225,3	182,4	141,5
2000-2013 рр.	543,3	478,4	417,7	359,7	305,2	255,4	211,1	178,6

Загальна потреба рослин озимої пшениці у теплі задовольнялася за міжфазний період «сівба – припинення осінньої вегетації» у 1980-1989 рр. при сівбі 22-25 вересня, у 1990-1999 рр. – 22-27 вересня та у 2000-2013 рр. – 26 вересня-1 жовтня (табл. 3.2).

Таблиця 3.3

Середня тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби в умовах зміни клімату, метеостанція Одеса, діб

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	65	60	55	50	45	40	35	30
1990-1999 рр.	71	66	61	56	51	46	41	36
2000-2013 рр.	81	76	71	66	61	56	51	46

Аналіз температурних умов за період 1980-1989 роки на метеостанції Херсон показав, що оптимальні строки сівби знаходились в межах 17-21 вересня, а тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» становила 49-53 дні (табл. 3.4, 3.6).

Таблиця 3.4

Суми активних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби, метеостанція Херсон, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	757,3	668,6	585,5	502,6	427,9	362,1	293,6	232,1
1990-1999 рр.	799,6	714,5	634,7	558,3	481,8	413,8	346,2	282,3
2000-2013 рр.	907,0	818,2	730,9	647,4	568,1	493,4	423,2	366,2

У період з 1990-1999 рр. оптимальні строки сівби були в межах 22-26 вересня, а тривалість періоду становила 50-54 дні. У період з 2000-2013 рр. оптимальні строки сівби були в межах 26-28 вересня, а тривалість періоду становила 48-54 дні (табл. 3.4, 3.6).

Таблиця 3.5

Суми ефективних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби, метеостанція Херсон, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	475,7	412,2	352,8	294,3	242,9	200,4	156,1	117,8
1990-1999 рр.	489,2	428,2	372,9	321,1	268,8	225,3	182,4	141,5
2000-2013 рр.	543,3	478,4	417,7	359,7	305,2	255,4	211,1	178,6

Таблиця 3.6

Середня тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби в умовах зміни клімату, метеостанція Херсон, діб

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	60	55	50	45	40	35	30	25
1990-1999 рр.	66	61	56	51	46	41	36	31
2000-2013 рр.	66	61	56	51	46	41	36	31

Загальна потреба рослин озимої пшениці в теплі задовольнялася за міжфазний період «сівба – припинення осінньої вегетації» у 1980-1989 рр. при сівбі 14-18 вересня, у 1990-1999 рр. – 17-22 вересня та у 2000-2013 рр. – 22-26 вересня (табл. 3.5).

Аналіз термічних умов за період 1980-1989 роки на метеостанції Запоріжжя показав, що оптимальні строки сівби знаходились в межах 12-16 вересня, а тривалість періоду становила 47-51 день (табл. 3.7, 3.9). У період з 1990-1999 рр. оптимальні строки сівби були в межах 14-18 вересня, а тривалість періоду становила 44-52 дні. У період з 2000-2013 рр. оптимальні строки сівби були в межах 18-22 вересня, а тривалість періоду становила 49-53 дні (табл. 3.7, 3.9).

Таблиця 3.7

Суми активних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби, метеостанція Запоріжжя, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	595,3	513,9	439,0	362,5	295,6	245,4	190,7	136,9
1990-1999 рр.	621,1	539,5	462,4	392,0	323,6	268,4	206,0	147,0
2000-2013 рр.	695,4	610,9	528,7	453,2	376,6	307,2	244,6	197,0

Таблиця 3.8

Суми ефективних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби, метеостанція Запоріжжя, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	345,5	288,3	238,4	186,9	144,5	114,5	83,8	54,5
1990-1999 рр.	372,1	315,5	263,4	218,0	174,6	140,4	102,0	67,1
2000-2013 рр.	416,6	357,1	299,9	245,4	194,3	153,0	114,7	88,8

Загальна потреба рослин озимої пшениці в теплі задовольнялася за міжфазний період «сівба – припинення осінньої вегетації» у 1980-1989 рр. при сівбі 9-14 вересня, у 1990-1999 рр. – 12-16 вересня та у 2000-2013 рр. – 15-20 вересня (табл. 3.8).

Таблиця 3.9

Середня тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби в умовах зміни клімату, метеостанція Запоріжжя, діб

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	60	55	50	45	40	35	30	25
1990-1999 рр.	66	61	56	51	46	41	36	31
2000-2013 рр.	66	61	56	51	46	41	36	31

Аналіз термічних умов за період 1980-1989 роки на метеостанції Миколаїв показав, що оптимальні строки сівби знаходились у межах 19-22 вересня, а тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» становила 51-54 дні (табл. 3.10, 3.12). У період з 1990-1999 рр. оптимальні строки сівби були в межах 22 - 27 вересня, а тривалість періоду становила 52-57 днів. У період з 2000-2013 рр. оптимальні строки сівби були в межах 27-30 вересня, а тривалість періоду становила 53-56 днів (табл. 3.10, 3.12).

Таблиця 3.10

Суми активних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимої пшениці за різних строків сівби,

метеостанція Миколаїв, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	719,7	629,4	547,9	467,4	394,5	330,9	265,5	205,5
1990-1999 рр.	775,1	682,6	602,7	527,8	451,8	385,2	317,7	254,4
2000-2013 рр.	845,3	754,2	666,3	583,6	503,4	429,0	360,1	305,1

Загальна потреба рослин озимої пшениці в теплі задовольнялася за міжфазний період «сівба – припинення осінньої вегетації» у 1980-1989 рр. при сівбі 17-21 вересня, у 1990-1999 рр. – 20-25 вересня та у 2000-2013 рр. – 23-27 вересня (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Суми ефективних температур повітря вище 5 °С за період «сівба – припинення осінньої вегетації» озимої пшениці за різних строків сівби, метеостанція Миколаїв, °С

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	439,2	376,9	319,8	263,95	215	175,75	134,7	99,1
1990-1999 рр.	466,1	406,2	351,0	300,7	249,3	207,3	164,8	124,9
2000-2013 рр.	514,7	448,6	385,7	327,7	272,4	222,7	178,5	146,6

Таблиця 3.12

Середня тривалість періоду «сівба – припинення осінньої вегетації» озимини за різних строків сівби в умовах зміни клімату, метеостанція Миколаїв, діб

Період	Дата сівби							
	10.09	15.09	20.09	25.09	30.09	05.10	10.10	15.10
1980-1989 рр.	63	58	53	48	43	38	33	28
1990-1999 рр.	69	64	59	54	49	44	39	34
2000-2013 рр.	73	68	63	58	53	48	43	38

У 1980-1989 роках перехід середньодобової температури повітря через +5 °С восени на метеостанції Одеса переважно спостерігався в другу декаду листопада (4 роки з 10-ти), у 1990-1999 роках – від першої декади жовтня до третьої декади листопада та в першу декаду грудня (відповідно 3 та 2 роки з 10-ти), у 2000-2013 рр. – в першу декаду грудня (6 років з 14-ти). На метеостанції Миколаїв у 1980-1989 роках перехід середньодобової температури повітря через +5 °С восени переважно відбувався в другу декаду

листопада (повторюваність – 6 років з 10-ти), у 1990-1999 роках – у першу декаду листопада (повторюваність – 5 років з 10-ти), у 2000-2013 рр. – у другу декаду листопада (4 роки з 14-ти).

На метеостанції Херсон у 1980-1989 роках перехід середньодобової температури повітря через +5 °С восени переважно відбувався в другу декаду листопада (4 роки з 10-ти), у 1990-1999 роках – у першу декаду листопада (5 років з 10-ти), у 2000-2013 рр. – у першу декаду листопада та грудня (відповідно 4 роки з 10-ти для двох декад). У 1980-1989 роках перехід середньодобової температури повітря через +5 °С восени на метеостанції Запоріжжя переважно відбувався в першу декаду листопада (повторюваність – 6 років з 10-ти), у 1990-1999 рр. та 2000-2013 рр. – також у першу декаду листопада (відповідно 6 та 4 роки з 14-ти).

У період з 2000 по 2013 роки на метеостанції Одеса тривалість теплового періоду збільшилась до 20 днів у порівнянні з періодом 1980-1989 рр. На метеостанції Миколаїв тривалість теплового періоду збільшилась до 10 днів у період 2000-2013 рр. у порівнянні з періодом 1980-1989 рр. На метеостанції Херсон тривалість теплового періоду з 2000 по 2013 рр. збільшилась до 20 днів у порівнянні з 1980-1989 рр. У період з 2000 по 2012 роки на метеостанції Запоріжжя тривалість теплового періоду збільшилась до 10 днів у порівнянні з періодом 1980-1989 рр.

Таким чином, ріст температурного фону призвів до зсуву оптимальних строків сівби на більш пізній період. Зміщення оптимальних строків сівби, які були розраховані для кожної з чотирьох метеостанцій, у середньому для території Півдня України становить 10-15 діб [13, 16].

3.3 Формування морозостійкості рослинами озимої пшениці в умовах змін у кліматі

Вивчення зимостійкості зернових культур нараховує понад 200 років [71]. Встановлені основні фактори, що впливають на рівень зимостійкості,

однак невирішених проблем залишається чимало. На сьогодні ще відсутня загальноприйнята теорія морозо- та зимостійкості рослин. Це значно стримує подальший прогрес селекції, яка передбачає наявність надійних методів оцінки й визначення перспективних напрямків селекції на підвищення рівня морозо- та зимостійкості. Дольовий внесок морозостійкості в загальний рівень зимостійкості залежить у першу чергу від метеорологічних умов конкретної території вирощування озимої пшениці і тому має регіональні особливості [57, 58]. Для Півдня України спрямованість селекції на створення морозостійких форм дуже перспективна, бо сорти з високою морозостійкістю проявляють і високий рівень зимостійкості.

В Україні середня площа посівів озимих культур, що останнім часом підлягають пересіву після загибелі під впливом несприятливих умов перезимівлі становить біля 1,5 млн. га. Незважаючи на підвищення загального температурного фону осінньо-зимового періоду, суттєво зріс рівень його коливання, внаслідок чого спостерігаються часті довготривалі відлиги з різкими короткочасними зниженнями температури, утворенням льодової кірки та інш.

В агрометеорологічних умовах південного регіону нашої країни посіви озимої пшениці перебувають у стані вимушеного спокою протягом 4-5 місяців [70]. У цей період вони підлягають дії ряду негативних факторів довкілля: низькі від'ємні температури, льодова кірка та інш. Рівень згубного впливу негативних факторів перезимівлі значною мірою залежить від особливостей кліматичних умов не лише зимового, а й осіннього періоду, що визначає характер процесу загартування рослин [39, 56, 62, 73, 94].

У польовому досліді вивчалась динаміка росту, розвитку та формування морозо- та зимостійкості рослин озимої пшениці під впливом погодних умов конкретного року досліджень.

За температурних умов 2013-2014 року, припинення осінньої вегетації озимої пшениці спостерігалось 26 листопада, за стійкого переходу середньодобової температури повітря через +5 °С. За умов сівби озимої

пшениці 25 вересня, сума активних температур повітря за період сівба-припинення осінньої вегетації становила 613 °С, а тривалість періоду становила 63 дні. За сівбі озимої пшениці 2 жовтня, тривалість періоду вегетації становила 56 днів, а сума активних температур повітря за період сівба-припинення осінньої вегетації склала 570 °С.

Формування надземної біомаси в осінній період за рахунок кущистості, а не висоти, є одним із показників морозостійкості сортів [80]. Висота рослин на момент припинення осінньої вегетації становила 29 см та 27 см першого та другого строків сівби відповідно (табл. 3.13). Кількість корінців первинної кореневої системи в середньому становила 4-5 шт. на рослину за двох строків сівби.

Таблиця 3.13

Формування надземної маси рослин озимої пшениці, (середнє по п'яти сортам)

Дата	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листків, см ² /росл.
перший строк сівби, 25 вересня				
10.X	16,8±0,4	2,7±0,1	1,0	60±5
20.X	19,8±0,6	2,9±0,2	1,2	69±7
31.X	22,1±0,5	3,1±0,2	2,3	158±16
10.XI	23,8±0,6	3,3±0,2	3,0	212±23
20.XI	26,3±0,5	3,4±0,3	3,7	277±34
30.XI	29,2±0,7	3,5±0,3	4,3	513±38
10.XII	30,2±0,7	3,6±0,3	4,6	513±32
другий строк сівби, 2 жовтня				
31.X	14,7±0,3	3,2±0,2	1,0	42±7
10.XI	19,8±0,5	3,2±0,2	1,2	100±17
20.XI	25,3±0,6	3,7±0,3	1,6	194±21
30.XI	26,6±0,7	3,9±0,3	2,4	283±26
10.XII	26,3±0,6	4,1±0,3	2,8	277±31

Поява вторинної кореневої системи та пагонів кущення спостерігалась 24 жовтня та 13 листопада першого та другого строку сівби відповідно. За літературними даними, початок кущення рослин корелює з появою вторинної кореневої системи. Кущення в озимих культур починається лише на 25-30-ту добу після сходів, при зменшенні запасів вологи в ґрунті або нестачі тепла [92, 129]. За першого та другого строку сівби тривалість періоду сходи – початок кущення становила 30 та 27 діб відповідно, що пов'язано з відсутністю опадів. На дату припинення осінньої вегетації рослини озимої пшениці утворили 4 та 2 пагони кущення першого та другого строку сівби відповідно.

Ріст, розвиток та проходження рослинами загартування тісно пов'язані з роботою фотосинтетичного апарату, показником розвитку якого служить площа листової поверхні [82]. Згідно вимірювань, рослини першого строку сівби на момент припинення осінньої вегетації мали найбільшу площу листя 513 см² на рослину. Сівба в більш пізні строки призвела до зменшення площі листової поверхні майже вдвічі. Така суттєва різниця в накопиченні вегетативної маси негативно відбилась на формуванні зимостійкості рослин восени, їхньої стабільності протягом зимівлі та потенційному врожаї.

Одним з важливих чинників, що впливає на стійкість рослин до несприятливих умов зими є глибина залягання вузла кущення. За оптимальних строків сівби та агрометеорологічних умов вегетаційного періоду, вузол кущення розміщується на глибині 2-4 см [74, 77]. Глибина залягання вузла кущення рослин першого та другого строків сівби, за результатами вимірювань, становить 3,5 см та 3,9 см на кінець припинення осінньої вегетації відповідно (табл. 3.13). У наших дослідженнях спостерігались відмінності в заглибленні вузла кущення зі зміщенням строків сівби, які можуть бути пояснені погіршенням режиму освітлення рослин та зниженням середньодобових температур повітря [74, 132].

У рік проведення досліджень умови для проходження першої фази загартування були сприятливими. При стійкому переході середньодобової

температури повітря через +5 °С у бік її зниження, спостерігалось істотне збільшення вмісту цукрів у надземній частині та вузлах кушення рослин озимої пшениці за двох строків сівби. За літературними даними, при нормальному рівні загартування вміст цукрів у рослинах озимої пшениці для території Півдня України становить 32...35 % [74].

Згідно з нашими дослідженнями вміст розчинних вуглеводів у надземній частині рослин першого і другого строків сівби збільшився в середньому для всіх сортів озимої пшениці відповідно з 15...18 % до 31...35 % і з 11...14 % до 24...34 % на масу сухої речовини (табл. 3.14, 3.15).

Таблиця 3.14

Вміст розчинних вуглеводів у надземній частині та вузлах кушення рослин озимої пшениці першого строку сівби, % на масу сухої речовини

Сорти	Дата відбору						
	10.X	20.X	31.X	10.XI	20.XI	30.XI	10. XII
надземна частина							
Одеська 16	17	7	13	9	11	16	31
Одеська 267	15	8	21	8	9	11	35
Антонівка	16	11	19	9	7	13	32
Альбатрос од.	17	14	16	10	5	11	35
Струмок	18	13	18	8	11	14	34
НІР_{0,05}	1,5	1,1	1,6	0,9	1,0	1,2	1,8
вузли кушення							
Одеська 16	19	11	20	14	16	27	43
Одеська 267	18	8	17	15	15	17	40
Антонівка	20	13	18	18	14	20	47
Альбатрос	20	15	21	16	10	21	47
Струмок	20	14	24	24	18	21	44
НІР_{0,05}	1,1	0,9	1,3	1,1	1,0	1,3	1,9

Вміст розчинних вуглеводів у вузлах кушення рослин першого і другого строків сівби збільшилась відповідно з 18...20 % до 40...47 % і з

16...22 % до 41...44 % на масу сухої речовини, що вказує на високий рівень загартування рослин (табл. 3.14, 3.15).

Таблиця 3.15

Вміст розчинних вуглеводів у надземній частині та вузлах кушення рослин озимої пшениці другого строку сівби, % на масу сухої речовини

Сорт	Дата відбору				
	31.X	10.XI	20.XI	30.XI	10.XII
надземна частина					
Одеська 16	12	15	15	15	34
Одеська 267	14	10	14	14	25
Антонівка	12	10	13	16	24
Альбатрос од.	12	10	13	14	26
Струмок	11	9	13	15	29
НІР_{0,05}	0,6	0,8	0,7	0,6	1,4
вузли кушення					
Одеська 16	16	17	22	24	44
Одеська 267	17	16	20	21	41
Антонівка	22	17	19	24	43
Альбатрос од.	21	13	17	23	44
Струмок	18	16	18	22	42
НІР_{0,05}	1,2	0,9	1,0	0,8	1,0

Проведений статистичний аналіз показав, що між вмістом розчинних вуглеводів у надземній частині рослин та температурою повітря простежується тісний обернений кореляційний зв'язок. Для першого і другого строків сівби коефіцієнт кореляції дорівнює відповідно $r = -0,63$ та $r = -0,79$. Між вмістом розчинних вуглеводів у надземній частині рослин і рівнем освітленості простежується істотний прямий кореляційний зв'язок, який становить $r = 0,50$ і $r = 0,45$, відповідно для першого і другого строків сівби.

Між вмістом розчинних вуглеводів у вузлах кушення і температурою повітря простежується також тісний негативний кореляційний зв'язок. Для

першого і другого строків сівби коефіцієнт кореляції дорівнює відповідно $r = -0,70$ та $r = -0,74$. Досить тісний зв'язок простежується також між вмістом розчинних вуглеводів у вузлах кушення та рівнем освітленості – коефіцієнт кореляції становить $r = 0,50$ і $r = 0,52$ відповідно для першого та другого строків сівби.

Під час загартування відбувається зневоднення тканин рослин і перехід вільної води в зв'язану. Підвищений вміст вільної води в рослинних тканинах призводить до посилення процесів росту, обміну речовин, дихання, що сприяє підвищенню продуктивності рослин в оптимальних умовах. Однак, у несприятливих умовах перевагу отримують рослини, що мають підвищений вміст зв'язаної води, що сприяє збереженню більшої кількості незамерзаючої води при температурі нижче нуля, що є одним з факторів, що підвищує рівень морозостійкості рослин [27].

Таблиця 3.16

Відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної води у надземній частині та вузлах кушення рослин озимої пшениці першого строку сівби, відн. од.

Сорти	Дата відбору								
	10.X	20.X	31.X	10.XI	20.XI	30.XI	10.XII	20.XII	30.XII
надземна частина									
Одеська 16	0,05	0,06	0,06	0,03	0,06	0,06	0,12	0,16	0,22
Одеська 267	0,05	0,07	0,06	0,06	0,07	0,05	0,10	0,17	0,21
Антонівка	0,06	0,07	0,06	0,03	0,06	0,04	0,10	0,18	0,27
Альбатрос од.	0,04	0,07	0,06	0,03	0,06	0,06	0,10	0,16	0,21
Струмок	0,05	0,07	0,06	0,03	0,06	0,05	0,12	0,17	0,22
вузли кушення									
Одеська 16	0,08	0,16	0,20	0,16	0,17	0,15	0,16	0,19	0,38
Одеська 267	0,08	0,19	0,19	0,17	0,21	0,18	0,16	0,21	0,30
Антонівка	0,07	0,14	0,17	0,16	0,15	0,13	0,13	0,16	0,31
Альбатрос од.	0,08	0,16	0,19	0,16	0,16	0,14	0,15	0,18	0,33
Струмок	0,08	0,17	0,19	0,16	0,14	0,13	0,14	0,17	0,32

Друга фаза загартування забезпечує відтік з цитозоллю клітин майже всієї води. Вміст зв'язаної води в надземній частині та у вузлах кущення по мірі наближення до зими зростає (табл. 3.16, 3.17).

Якщо у початкові періоди розвитку рослин першого та другого строків сівби відношення вмісту зв'язаної води до вільної в надземній частині становить 0,04...0,06 та 0,02...0,06; у вузлах кущення за першого та другого строку сівби – 0,07...0,08 та 0,06...0,08, то у грудні воно суттєво зростає (табл. 3.16, 3.17).

Таблиця 3.17

Відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної води в надземній частині та вузлах кущення рослин озимої пшениці другого строку сівби, відн. од.

Сорти	Дата відбору						
	31.X	10.XI	20.XI	30.XI	10.XII	20. XII	30. XII
надземна частина							
Одеська 16	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,08	0,12
Одеська 267	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	0,06	0,09
Антонівка	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04	0,08	0,10
Альбатрос од.	0,05	0,05	0,04	0,02	0,03	0,07	0,09
Струмок	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,06	0,09
вузли кущення							
Одеська 16	0,06	0,09	0,08	0,06	0,07	0,16	0,24
Одеська 267	0,08	0,10	0,09	0,07	0,08	0,16	0,21
Антонівка	0,07	0,09	0,09	0,07	0,08	0,15	0,20
Альбатрос од.	0,07	0,09	0,07	0,06	0,07	0,14	0,19
Струмок	0,06	0,08	0,08	0,06	0,07	0,15	0,22

Відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної у надземній частині рослин першого та другого строку сівби становить відповідно 0,21...0,27 та 0,09...0,12, а у вузлах кущення за першого та другого строку сівби – відповідно 0,31...0,38 та 0,19...0,24. Це пояснюється видаленням вільної

води з рослин, а також тим, що частина вільної води зв'язується колоїдами протоплазми клітин по мірі накопичення вуглеводів, білків та жирів [45].

Проведений статистичний аналіз показав, що між вмістом вільної води в надземній частині рослин та мінімальною температурою повітря простежується тісний позитивний кореляційний зв'язок. Для першого і другого строків сівби коефіцієнт кореляції становить відповідно $r = 0,70$ та $r = 0,60$. Між вмістом вільної води у вузлах кущення та мінімальною температурою повітря простежується також тісний позитивний кореляційний зв'язок. Для першого і другого строків сівби коефіцієнт кореляції становить відповідно $r = 0,55$ та $r = 0,45$.

Між вмістом зв'язаної води у вузлах кущення і мінімальною температурою повітря простежується тісний негативний кореляційний зв'язок. Для першого і другого строків сівби коефіцієнт кореляції становить відповідно $r = -0,54$ і $r = -0,50$. Між вмістом зв'язаної води в надземній частині рослин і мінімальною температурою повітря також простежується тісний негативний кореляційний зв'язок. Для першого і другого строків сівби коефіцієнт кореляції становить відповідно $r = -0,75$ і $r = -0,60$.

Процеси органогенезу в озимих зернових культур детально досліджені Ф.М. Куперман [54]. Встановлено, що в процесі формування органів плодоношення в різних злаків проходить 12-ть основних етапів органогенезу. У озимих культур перші три етапи органогенезу проходять в осінній, зимовий та ранньовесняний періоди. Зазвичай, озимі культури зимують на II етапі органогенезу в фазі кущення та переходять до III етапу навесні протягом 2-4 днів після сходу снігового покриву. Найтривалішим у озимих культур є II етап органогенезу; I та III етапи, як правило, проходять протягом декількох днів [54].

Уже в зародку насіння закладена брунька, біля підніжжя котрої знаходиться первинний конус наростання. Він формується на I етапі органогенезу. На цьому етапі рослини знаходяться в фазах проростання насіння, сходів та утворення третього листка. Протягом I етапу органогенезу

конус наростання має куполоподібну форму. Він диференціюється на тканини, котрі дають початок зародковому стеблу та листям (рис. 3.13). За сприятливих умов тривалість I етапу органогенезу становить 7-10 днів [54].

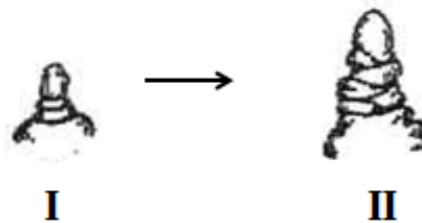


Рис. 3.13. Етапи органогенезу (I-II) в осінньо-зимовий період вегетації озимої пшениці (за Ф.М. Куперман)

Відбір рослин озимої пшениці першого та другого строків сівби проводився 24 жовтня в фазі розвитку третій та другий лист відповідно за двох строків сівби (рис. 3.14).

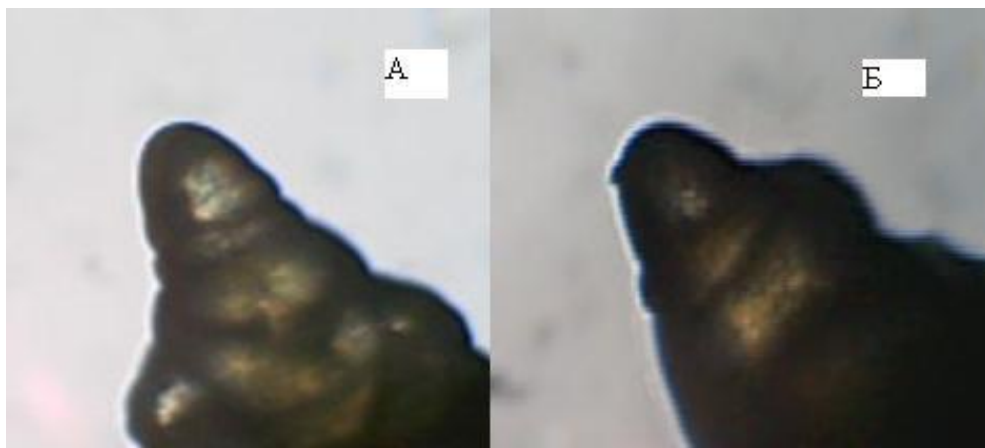


Рис. 3.14. Типові конуси наростання озимої пшениці першого (А) та другого (Б) строків сівби на 24 жовтня 2013 р.

На цьому етапі в пазухах листових зародків формуються конуси наростання другого порядку, з котрих у подальшому утворюються пагони кушення (рис. 3.15). У цей період у озимих культур починається процес

кущення. Конус наростання на II етапі органогенезу видовжується та розташовується безпосередньо над вузлом кущення [54].

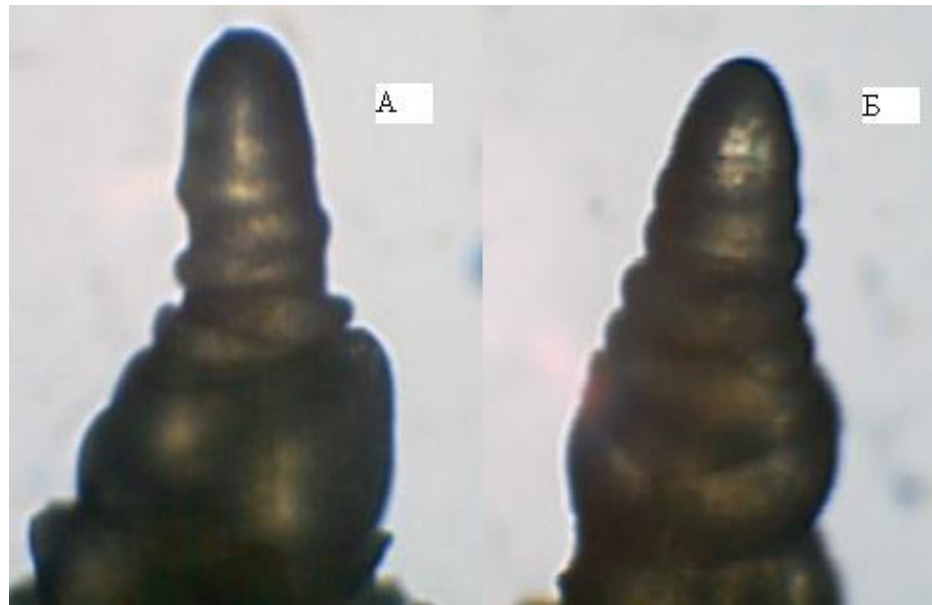


Рис. 3.15. Типові конуси наростання озимої пшениці першого (А) та другого (Б) строків сівби на 30 листопада 2013 р.

Черговий відбір рослин озимої пшениці першого та другого строків сівби проводився у фазі кущення. На момент припинення осінньої вегетації конуси наростання рослин озимої пшениці суттєво не відрізнялись та характеризувались нормальним станом – без деформацій, побуріння чи втрати тургору. Рослини першого та другого строків сівби увійшли в зиму на II етапі органогенезу.

Таким чином, зміни погодних умов справили значний вплив на характер формування рівня морозо- та зимостійкості рослин озимої пшениці. Встановлена чітка обернена кореляція між вмістом розчинних вуглеводів у тканинах рослин та температурою повітря, та істотна позитивна – з рівнем освітленості. Відхилення від оптимальних строків сівби призводить до суттєвого зменшення вегетативної маси рослин, продуктивного кущення, розвитку вторинної кореневої системи, що негативно відбивається на

формуванні зимостійкості рослин восени, стабільності їхньої зимівлі та потенційному врожаї.

3.4 Методологія оціночної роботи на морозо- та зимостійкість у зв'язку зі змінами клімату

Рослинний організм являє собою відкриту динамічну систему з широкими можливостями до саморегуляції та оптимізації головних процесів обміну під впливом абіотичних факторів довкілля. У зв'язку з глобальними змінами в кліматі вже сьогодні в процесі перезимівлі спостерігаються певні порушення в збереженні оптимальної для перезимівлі функціональної єдності взаємозв'язків між живим організмом та довкіллям.

Коливання погодних умов під впливом змін у кліматі суттєво відбилися на формуванні морозостійкості рослинами озимої пшениці. Яскравим тому прикладом є результати зимівлі у 2002-2003 роках, коли до 70 % посівів пшениці по всій території України загинули вже після дії морозів у $-12...-14$ °C при тому, що зазвичай вони здатні витримувати зниження температури до $-18...-20$ °C. Крім того, спостерігались факти, коли високоморозостійкі сорти суттєво поступались за рівнем пошкодження морозом достовірно менш стійким сортам. Для пошуку відповіді на можливі причини такого явища нами були проведені дослідження з вивчення динаміки формування морозо- та зимостійкості рослинами озимої пшениці. Під час проведення оціночної роботи на морозостійкість за допомогою найбільш поширених та перевірених часом способів оцінки спостерігались артефакти, які, за умов відсутності змін методики та сортового складу, можуть бути пояснені лише впливом змін кліматичних параметрів (табл. 3.18).

Добір рослин проводився в першій декаді грудня. Аналіз даних показує відсутність суттєвих пошкоджень рослин у польових умовах дослідних років. У той же час, спостерігається суттєва різниця між ранжуванням сортів за

морозостійкістю по роках за результатами оцінки її рівня.

Таблиця 3.18

Морозостійкість сортів озимої пшениці, визначена різними способами, бал

Сорт	Перезимівля в полі	Спосіб пучків	Спосіб посівних ящиків	Спосіб паперових рулонів
2012-13 рр.				
Одеська 16	9	6	6	9
Одеська 267	9	7	6	7
Антонівка	9	8	7	6
Альбатрос од.	9	7	7	5
Струмок	7	5	4	3
2013-14 рр.				
Одеська 16	9	9	9	9
Одеська 267	9	9	9	7
Антонівка	9	7	6	6
Альбатрос од.	9	5	5	5
Струмок	8	4	3	3

Результати оцінки способами пучків та посівних ящиків показують, що під час перезимівлі 2012-13 рр. високоморозостійкі сорти Одеська 16 та Одеська 267 не тільки не змогли сформувати притаманний їм рівень морозостійкості, а й навіть поступились менш морозостійким сортам Антонівка та Альбатрос одеський. Спостерігалась також незвично незначна різниця між сформованим рівнем морозостійкості сортів Одеська 16 та Струмок. Поряд з цим, за результатами оціночної роботи під час перезимівлі 2013-14 рр. спостерігалось звичайне ранжування сортів за рівнем морозостійкості. Необхідно відмітити, що розбіжності за рівнем сформованої морозостійкості стосуються лише способів, які передбачають проходження загартування рослин у природних умовах. Результати ранжування сортів лабораторним способом залишались незмінними. Це дозволило нам

підтвердити припущення, що зміни у формуванні морозостійкості відбулись саме під впливом змін погодних умов.

Морозостійкість вважається генетично обумовленою ознакою, але їй характерна значна фенотипова мінливість, яка реалізується в процесі загартування. У польових умовах, той чи інший рівень морозостійкості формується тільки після дії певного співвідношення погодних умов. Це, в першу чергу, температурні та світлові умови, що лімітують термін тривалості проходження першої фази загартування [68, 72, 118].

Більш того, велика кількість факторів, що забезпечують певний рівень стійкості протягом зимівлі, дозволяє вважати характер формування зимостійкості поліваріантним. Відсутність сортового поліморфізму за рівнем морозостійкості після проморожування незагартованих рослин дозволяє стверджувати, що генетично детермінована не сама ознака морозостійкості, а фізіолого-біохімічні особливості загартування. Справедливо відмічається [37], що морозостійкість одного і того ж сорту в одних умовах може формуватись високою, а в інших, навпаки, відносно низькою.

З метою встановлення сортового поліморфізму реакції на агрометеорологічні умови проходження загартування вивчалась динаміка формування рівня морозостійкості рослин першого строку сівби в польовому досліді 2013 року способом пучків (табл. 3.19).

Таблиця 3.19

Відсоток живих рослин після проморожування (*-11 °С; **-13 °С)

Сорти	Дата відбору						
	10.X*	20.X*	31.X*	10.XI*	20.XI*	30.XI*	10. XII**
Одеська 16	34	30	46	50	56	68	100
Одеська 267	36	32	54	58	68	74	92
Антонівка	38	40	64	60	66	70	72
Альбатрос од.	38	42	58	62	64	68	58
Струмок	30	32	50	58	48	54	42

Отримані результати показали суттєву різницю в швидкості проходження загартування рослинами різних сортів. Так, рівень морозостійкості сорту Одеська 16 на початку жовтня суттєво не відрізнявся від інших досліджуваних сортів, а в листопаді поступався навіть найменш морозостійкому серед досліджуваних сортів – Струмку. Однак, у середині грудня, після 30 діб, сприятливих для проходження першої фази загартування, рослини сорту Одеська 16 сформували притаманний їм рівень морозостійкості одного з кращих за цим показником сорту вітчизняної селекції. Сорти Антонівка та Альбатрос одеський поступово підвищували рівень морозостійкості протягом усього періоду осінньої вегетації.

Сорт Струмок мав найвищий, як для слабоморозостійкого сорту, показник швидкості загартування, але вже до середини листопада досяг свого «максимуму» та, перед початком дії морозів, займав останнє місце за рівнем сформованої морозостійкості.

Такі дані пояснюють результати, отримані під час зимівлі 2012-13 рр., коли тривалість першої фази загартування складала біля 8 діб, що виявилось недостатнім для формування притаманного високого рівня морозостійкості сортам Одеська 16 та Одеська 267.

Таким чином, досліджені сорти можна умовно поділити на три групи:

– Група 1 (Одеська 16) – сорти, що дуже повільно загартовуються і для реалізації потенціалу морозостійкості потребують понад 30 діб, сприятливих для першої фази загартування.

– Група 2 (Альбатрос одеський) – сорти, що мають стабільно високу швидкість загартування і для реалізації потенціалу морозостійкості потребують 20-30 діб, сприятливих для першої фази загартування.

– Група 3 (Струмок) – сорти, що мають високу стартову швидкість загартування і швидко досягають максимально можливого в конкретних умовах потенціалу морозостійкості, для чого потребують 10-15 діб, сприятливих для першої фази загартування.

Аналіз залежності формування морозостійкості від кількості накопичених цукрів показує наявність лише певної тенденції прямого зв'язку між ними. Це підтверджує прийняте багатьма авторами [10, 33, 37, 123] положення про те, що за вмістом цукрів у вузлах кушення неможливо характеризувати рівень морозо- та зимостійкості сортів восени, перед настанням стійких від'ємних температур повітря.

Однак, отримані результати дозволили нам оцінити загальний стан рослин з урахуванням перспектив їхньої подальшої перезимівлі. Саме тому, нами рекомендовано використовувати спосіб проморожування рослин у пучках та визначення накопичення цукрів у вузлах кушення не тільки для оцінки морозостійкості селекційного матеріалу, але і для прогнозування загального стану озимих посівів за їхньою здатністю в подальшому проявляти стійкість до несприятливих умов зимівлі.

Крім того, встановлене в наших дослідженнях скорочення тривалості та збільшення флуктуацій температурно-світлових умов, сприятливих для проходження першої фази загартування до несприятливих умов зимівлі рослинами озимої пшениці показало необхідність не тільки в збільшенні рівня морозостійкості сучасних сортів озимої пшениці, але й в підвищенні темпів їхнього загартування. Врахування швидкості загартування вкрай важливе при вирішенні окремих питань методології оціночної роботи на морозостійкість, бо головною причиною частих розбіжностей в розподілі сортів за рівнем морозостійкості, отриманих у лабораторних та польових дослідках, є різна тривалість температурно-світлових умов загартування.

Висновки до розділу 3

1. Встановлена тенденція збільшення флуктуацій динаміки та скорочення тривалості сприятливого температурно-світлового режиму першої фази загартування рослин озимої пшениці на Півдні України, що відбивається на формуванні їхнього рівня морозостійкості. За останні

тридцять років на Півдні України коливання збільшилися від 35 до 47 діб на тлі скорочення сприятливих умов для проходження першої фази загартування в середньому на 11 діб.

2. Розраховано динаміку показника індексу континентальності для Півдня України. Показано стійке підвищення континентальності клімату на досліджуваній території у середньому на 27 %. Розрахунок лінії тренду показав тенденцію до подальшого його підвищення до 2035 року в середньому ще на 13 %.

3. Встановлено, що погіршення умов вологозабезпеченості періоду осінньої вегетації озимої пшениці пов'язане не зі змінами в кількості опадів, а з суттєвим зростанням малоефективних та неефективних для сільського господарства дощів та злив.

4. За теплозабезпеченістю період активної вегетації посівів озимих восени стає більш тривалим і теплим, що призводить до необхідності оптимізації строків сівби. Їхній зсув для території Півдня України в середньому становить 10-15 діб.

5. Встановлено тісний обернений кореляційний зв'язок між вмістом розчинних вуглеводів у вузлах кушення та надземній частині рослин і середньодобовою температурою повітря, та істотний прямий кореляційний зв'язок між вмістом розчинних вуглеводів та рівнем освітленості.

6. Встановлено сортоспецифічність характеру відношення вмісту зв'язаної та вільної води у вузлах кушення та надземній частині рослин озимої пшениці в процесі осіннього загартування.

7. Зміни погодних умов призвели до зміщення пріоритетів у пристосувально-захисних механізмах адаптивності рослин озимої пшениці, що викликало необхідність внесення коректив у методологію оціночної роботи на морозо- та зимостійкість. Доведена актуальність впровадження показника «швидкість загартування» при створенні нових сортів озимої пшениці внаслідок скорочення тривалості та збільшення флуктуацій температурно-світлових умов загартування до несприятливих умов зимівлі.

РОЗДІЛ 4

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ РОСЛИНАМИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

4.1 Концепція моделювання

В основу концепції моделювання формування зимостійкості рослинами озимої пшениці покладено поняття про наявність двох фаз загартування озимих культур під впливом агрометеорологічних умов осіннього періоду. Перша фаза проходить за умов високого рівня освітлення вдень та істотного зниження температури повітря в нічні години; друга фаза – за температур повітря у $-2...-5$ °С [139].

Таким чином, модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці моделює наступні фізіологічні та біохімічні процеси, зумовлені генотипом, та що проходять у рослині під впливом агрометеорологічних умов:

- процеси фотосинтезу, дихання, росту та розвитку рослин;
- формування надземної та підземної частин рослин;
- формування пагонів кущання;
- процес створення та накопичення резервів фотосинтезу у надземній частині та вузлах кущання рослин;
- вміст вільної та зв'язаної води у вузлах кущання рослин.

Блок-схема моделі представлена на рис. 4.1.

На першому етапі модель описує процеси фотосинтезу і дихання при переході рослин озимої пшениці на самостійне автотрофне живлення після появи сходів. Далі описуються процеси формування надземної та підземної частин рослин. При переході середньодобової температури повітря через $+5$ °С у бік зниження описуються процеси накопичення легкокорозчинних вуглеводів у листках та вузлах кущання рослин озимої пшениці.

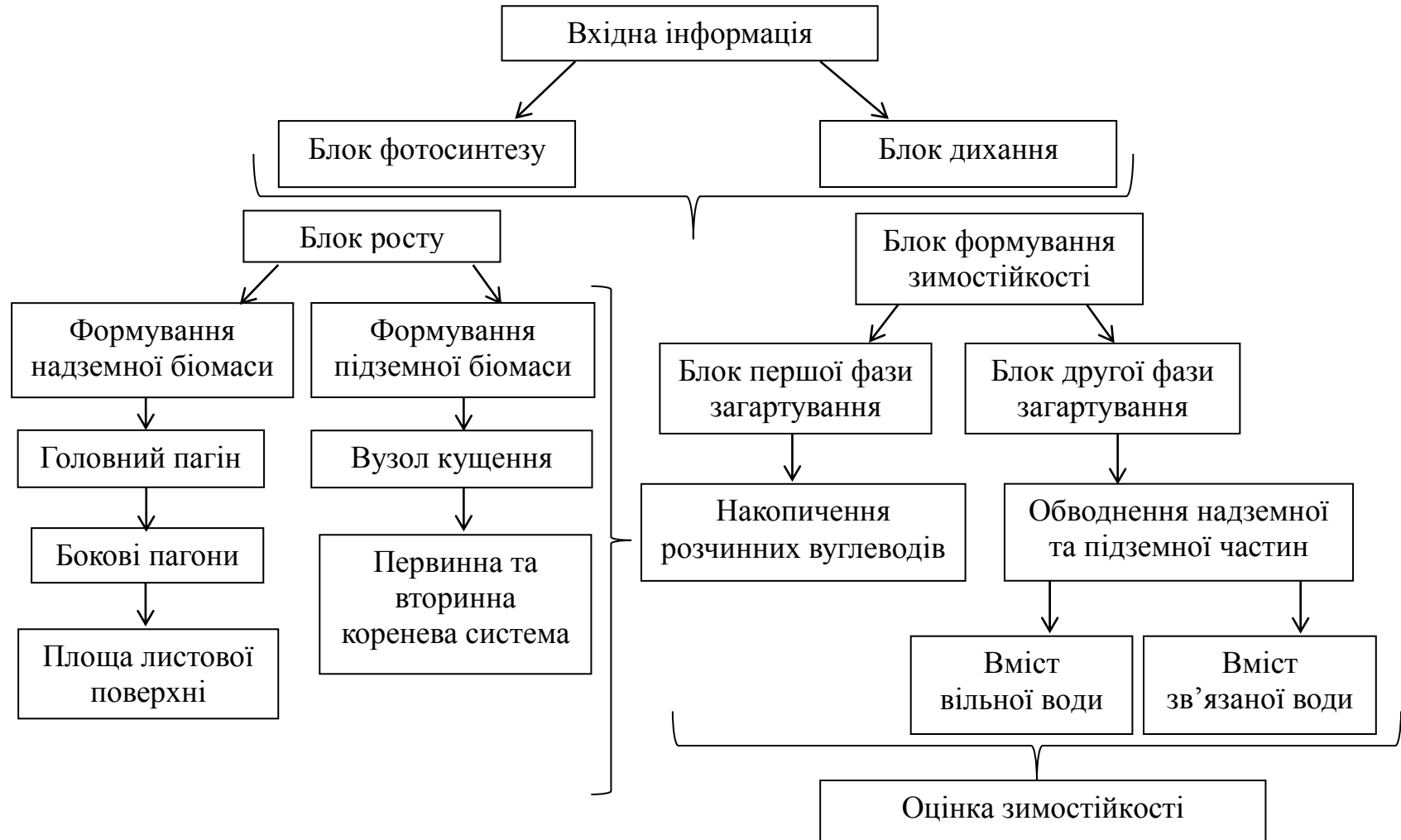


Рис. 4.1. Блок-схема динамічної моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці в осінньо-зимовий період

При переході середньодобової температури повітря через 0 °С моделюється вміст зв'язаної та вільної води у вузлах кушення рослин озимини. Рівень зимостійкості оцінюється за кількістю накопичених цукрів та відношенням вмісту зв'язаної води до вмісту вільної у вузлах кушення рослин озимої пшениці.

Динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці в осінньо-зимовий період складається з наступних блоків:

- блок вхідної агрометеорологічної інформації;
- блок фотосинтезу та дихання;
- блок росту;
- блок першої фази загартування;
- блок другої фази загартування.

До блоку росту входять підблоки накопичення біомаси надземної та підземної частин; до підблоку формування надземної маси відносяться підблоки формування головного пагону та бокових пагонів кушення, динаміка площі листової поверхні. До підблоку підземної маси рослин відносяться формування первинної та вторинної кореневої систем та вузла кушення. Блок першої фази загартування включає підблоки формування розчинних вуглеводів у надземній частині рослин та вузлах кушення. Блок другої фази загартування включає підблок обводнення надземної та підземної частин рослин, що характеризується кількістю вільної та зв'язаної води у вузлах кушення рослин.

4.2 Структура моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці

4.2.1 Блок вхідної агрометеорологічної інформації

Містить наступну добову агрометеорологічну інформацію по ст. Одеса за період сівба – припинення осінньої вегетації: максимальна, середня та

мінімальна температура повітря, запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту, кількість годин сонячного сяйва, сума опадів.

4.2.2 Блок фотосинтезу та дихання

Після появи сходів (розгортання над поверхнею ґрунту першого листка, що виріс з першого зародкового листка) завершується процес переходу молодого паростку на самостійне автотрофне живлення [67, 77]. Моделювання осінньої вегетації озимої пшениці в першу чергу включає кількісний опис процесів фотосинтезу та дихання. Фотосинтез – основний процес утворення органічних речовин у клітинах рослин. При описі процесу фотосинтезу будь-якого з фотосинтезуючих органів рослин за основу було обране рівняння Монсі та Саєкі [87]:

$$\Phi_{0i} = \frac{\Phi_{max_i} a_{\Phi_i} I}{a_{\Phi_i} I + \Phi_{max}}, \quad i = \epsilon l, s, \quad (4.1)$$

де Φ_{0i} – інтенсивність фотосинтезу i -го органу при оптимальних умовах тепло- та вологозабезпеченості та реальних умовах освітлення, мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{год}$;

Φ_{max_i} – інтенсивність фотосинтезу i -го органу при світловому насиченні та нормальній концентрації CO_2 , мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{год}$;

a_{Φ_i} – початковий нахил світлової кривої фотосинтезу, мг $\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{год} / (\text{кал} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{хв}^{-1})$;

I – інтенсивність фотосинтетично активної радіації, ФАР, $\text{кал}/\text{см}^2 \cdot \text{хв}$;

l, s – листя, стебла.

За допомогою рівняння (4.1) проводиться розрахунок інтенсивності фотосинтезу в біологічно оптимальних умовах середовища. Для визначення

інтенсивності фотосинтезу в реальних умовах необхідно врахувати вплив зовнішніх факторів та фази розвитку рослин, відповідно, з врахуванням вищесказаного, рівняння (4.1) має наступний вигляд:

$$\Phi_{\tau_i} = \Phi_{0_i} a_{\Phi} \psi_{\Phi} \gamma_{\Phi}, \quad (4.2)$$

де Φ_{τ_i} – інтенсивність фотосинтезу в реальних умовах середовища, мг CO₂/дм²*год;

a_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, безрозм.;

$\psi_{\Phi}, \gamma_{\Phi}$ – функції впливу температури повітря та вологості ґрунту відповідно, безрозм.

У динамічних моделях, призначених для вирішення прикладних завдань краще розраховувати інтенсивність фотосинтезу органу на відносну площу асимілюючої поверхні за світлий період доби [87]:

$$\Phi_i = \varepsilon \Phi_{\tau_i} L_i \tau_d, \quad (4.3)$$

де Φ_i – інтенсивність фотосинтезу i -го органу, г/(м²*доба);

ε – коефіцієнт для перерахунку в одиниці сухої маси, г/мг CO₂;

L_i – відносна площа асимілюючої поверхні i -го органу, м²/м²;

τ_d – тривалість світлого періоду доби, год.

Частина асимільованого в процесі фотосинтезу вуглецю витрачається на дихання рослин, що включає дихання росту (конструктивне дихання), пов'язаного з пересуванням речовин, фотосинтезом та утворенням нових структурних одиниць (білків, ліпідів, вуглеводів, та інш.) та дихання підтримки структур органів рослин, які моделюються з використанням концепції [152], з урахуванням зміни інтенсивності дихання в онтогенезі [87, 137]:

$$\frac{dR}{dt} = a_R \left[C_m * M + C_G * \frac{d\Phi}{dt} \right], \quad (4.4)$$

де $\frac{dR}{dt}$ – витрати на дихання, г/(м²*доба);

a_R – онтогенетична крива дихання, безрозм.;

C_G – коефіцієнт витрат на дихання росту, безрозм.;

C_m – коефіцієнт витрат на дихання підтримки, г (сух. реч.)*г⁻¹*доба⁻¹;

M – маса рослин, г*м².

4.2.3 Блок росту

Блок росту включає підблоки формування надземної та підземної біомаси рослин озимої пшениці.

Після появи першого зеленого листка з'являються другий та третій зародкові листки, при достатньому зволоженні триває зростання першої та другої пари зародкових коренів, з'являються корені колеоптиля, тобто формується первинна коренева система. Одночасно з цим частина стебла колишнього зародкового пагону перетворюється на вузол кущення головного (материнського) пагону.

Фаза кущення головного пагона пшениці починається з появою над поверхнею ґрунту першого бічного пагона. Процес пагоноутворення і кущення відбувається практично паралельно. Бічні пагони 1-го порядку формують пагони 2-го порядку, а пагони 2-го порядку – пагони 3-го тощо. З настанням фази кущення розвиваються вторинні (вузлові) корені, що ростуть з вузлів кущення спочатку головного, потім і бічних пагонів [77].

Для появи кожного наступного бічного пагону кущення необхідна певна сума ефективних температур повітря і сумарної сонячної радіації.

Виходячи з цього, рівняння швидкості утворення бічних пагонів кушення має наступний вигляд:

$$\frac{dN_{\bar{b}.n}}{dt} = \begin{cases} \frac{2,3b_{\bar{b}.n}(10^{a_{\bar{b}.n}-b_{\bar{b}.n}/T}) * N_{\bar{b}.n}^{max}}{(1+10^{a_{\bar{b}.n}-b_{\bar{b}.n}/T})^2} \min \{F(Q), F(\sum T_{эф.})\}, & \text{при } W_{0-20} > W_{0-20}^{crit} \\ 0, & \text{при } W_{0-20} \leq W_{0-20}^{crit} \end{cases}, \quad (4.5)$$

де $\frac{dN_{\bar{b}.n}}{dt}$ – швидкість утворення бічних пагонів кушення, шт/доба;

$N_{\bar{b}.n}^{max}$ – максимально можлива у даних умовах кількість пагонів кушення, шт.;

$F(Q), F(\sum T_{эф.})$ – функції забезпеченості необхідною кількістю сонячної радіації та тепла, безрозм.;

W_{0-20}^{crit} – критичний вміст вологи в орному шарі ґрунту, при якому кушення не відбувається, мм;

$a_{\bar{b}.n}$ и $b_{\bar{b}.n}$ – параметри росту бічних пагонів кушення, безрозм..

Величина максимально можливої в даних умовах кількості бокових пагонів кушення, що буде забезпечена асимілятами, визначається за формулою:

$$N_{\bar{b}.n}^{max} = \frac{dm_{\bar{b}.n}^{рез.}/dt}{G_{\bar{b}.n}^{max}}, \quad (4.6)$$

де $N_{\bar{b}.n}^{max}$ – максимально можлива в даних умовах кількість пагонів кушення, шт./роsl.;

$dm_{\bar{b}.n}^{рез.}/dt$ – резерв асимілятів, що залишається після задоволення потреб головного пагона рослин, г/(м²*доба);

$G_{\bar{b}.n}^{max}$ – максимально можливий в даних умовах приріст біомаси бокових пагонів, г/(м²*доба).

Резерв асимілятів знаходиться як різниця між кількістю асимілятів, спрямованих у надземну частину рослини, і кількістю асимілятів, що надійшли до головного пагона:

$$\frac{dm_{\bar{n}.}^{рез.}}{dt} = \frac{dm_{надз.}}{dt} - \frac{dm_{з.н.}}{dt}, \quad (4.7)$$

де $\frac{dm_{надз.}}{dt}$, $\frac{dm_{з.н.}}{dt}$ – приріст біомаси відповідно надземної частини рослин та головного пагона, г/(м²*доба).

Максимально можливий в даних умовах приріст біомаси бокових пагонів $G_{\bar{n}.}^{max}$, визначається як:

$$G_{\bar{n}.}^{max} = (m_{\bar{n}.} * G_{\bar{n}.}^{abs}) \min\{F(T_{ноє}), F(W)\}, \quad (4.8)$$

де $m_{\bar{n}.}$ – біомаса бокових пагонів, г/м²;

$G_{\bar{n}.}^{abs}$ – абсолютний приріст біомаси бокових пагонів, г/(м²*доба).

Біомаса головного пагону визначається як:

$$m_{з.н.} = FRGL * (m_l + m_s), \quad (4.9)$$

де $FRGL$ – функція розподілу надземної біомаси у головний пагін, безрозм.;

m_l, m_s – біомаса відповідно листя та стебел, г/м².

Відповідно, біомаса бічних пагонів розраховуються як:

$$m_{\bar{n}.} = (1 - FRGL) * (m_l + m_s). \quad (4.10)$$

Динаміка біомаси надземної та підземної частин рослин описується рівняннями виду [134, 161]:

$$\frac{dm_{\text{надз.}}}{dt} = \left(\frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt} \right) * \gamma_{\text{надз.}}; \quad (4.11)$$

$$\frac{dm_{\text{підз.}}}{dt} = \left(\frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt} \right) * (1 - \gamma_{\text{надз.}}), \quad (4.12)$$

де $\frac{dm_{\text{надз.}}}{dt}$, $\frac{dm_{\text{підз.}}}{dt}$ – приріст біомаси відповідно надземної та підземної частин рослин, г/(м²*доба);

$\gamma_{\text{надз.}}$ – ростова функція надземної частини рослин, безрозм.

Формування вузла кущення розраховується за формулою:

$$\frac{dm_{\text{в.к.}}}{dt} = \gamma_{\text{в.к.}} * \frac{dm_{\text{підз.}}}{dt}, \quad (4.13)$$

де $\frac{dm_{\text{в.к.}}}{dt}$ – приріст біомаси вузла кущення, г/(м²*доба);

$\gamma_{\text{в.к.}}$ – ростова функція вузла кущення, безрозм.

Динаміка площі асимілюючої поверхні описується рівнянням виду:

$$\frac{dL}{dt} = \frac{dm_l}{dt} * \frac{1}{\sigma}, \quad (4.14)$$

де $\frac{dL}{dt}$ – відносна площа листя, м²/м²;

$\frac{dm_l}{dt}$ – приріст сухої біомаси листя, г/(м²*доба);

σ – питома поверхнева щільність листя, г/м².

4.2.4 Блок першої фази загартування

Для придбання властивостей зимостійкості, рослини повинні пройти три етапи підготовки: перехід у стан спокою, перша і друга фази загартування. Для озимої пшениці перехід у стан спокою супроводжує першу фазу загартування.

У другій половині осені зниження середньодобової температури повітря викликає гальмування ростових процесів. Через нестачу тепла рослини ростуть слабо, а утворений надлишок продуктів фотосинтезу, що не використовується на ростові процеси, веде до утворення у надземній частині та вузлах кушення вуглеводів, які виконують функцію захисних речовин, що забезпечують підготовку рослин до зимівлі, тобто відбувається процес загартування рослин [6, 82].

Фізіологічна суть процесів загартування зводиться до нагромадження в клітинах цукрів та інших простих сполук; вони мають захисну роль по відношенню до білкового комплексу органоїдів клітин (перша фаза загартування), до зневоднення клітин внаслідок переходу значної частини води у міжклітинники з утворенням там льоду (друга фаза загартування) і до змін водно-фізичних властивостей протоплазми (перша та друга фази загартування). Розвиток цих пристосувальних властивостей пов'язаний із зміною характеру обміну речовин у напрямі зниження синтезу білків і крохмалю та посилення утворення простих молекул, стійкіших до вимерзання речовин у процесі гідролізу білків та складних вуглеводів. Захисна роль цукрів полягає в збільшенні концентрації клітинного соку і зменшенні маси внутріклітинного льоду, тим самим захищаючи колоїдну масу цитоплазми від коагуляції за низьких температур [16, 45, 66, 107].

Накопичення вуглеводів у вузлах кушення має велике значення для забезпечення регенераційних процесів: при загибелі листя взимку запаси

вуглеводів навесні використовуються новими пагонами, що формуються з точок росту вцілілих вузлів кущення [119].

Моделюється зміна механізму розподілу асимілятів між органами рослин, що продовжують уповільнений ріст та створення резерву асимілятів, що перетворюються в розчинні вуглеводи після стійкого переходу температури повітря через +5 °С. Кількість продуктів фотосинтезу порівнюється з максимально можливою величиною приросту надземної та підземної біомаси рослин, які визначаються аналогічно рівнянню (4.8).

Приріст маси надземної та підземної частини рослин визначається як:

$$\frac{dm_{\text{надз.}}}{dt} = \begin{cases} G_{\text{надз.}}^{\text{max}}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} > G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \\ \left(\frac{G_{\text{надз.}}^{\text{max}}}{G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}}} \right) * \frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} < G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \end{cases}; \quad (4.15)$$

$$\frac{dm_{\text{підз.}}}{dt} = \begin{cases} G_{\text{підз.}}^{\text{max}}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} > G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \\ \left(\frac{G_{\text{підз.}}^{\text{max}}}{G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}}} \right) * \frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} < G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \end{cases}, \quad (4.16)$$

де $\frac{dm_{\text{надз.}}}{dt}$ та $\frac{dm_{\text{підз.}}}{dt}$ – приріст маси відповідно надземної та підземної частин рослин, г/(м²*доба);

$G_{\text{надз.}}^{\text{max}}$ та $G_{\text{підз.}}^{\text{max}}$ – максимально можлива величина приросту надземної та підземної частин рослин у даних умовах відповідно, г/(м²*доба).

Надлишок продуктів фотосинтезу визначають як різницю:

$$\frac{dm_{\text{рез.}}}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} - (G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}}), \quad (4.17)$$

де $\frac{dm_{рез.}}{dt}$ – надлишок продуктів фотосинтезу, що утворюється після задоволення потреб підземної та надземної частин рослин у асимілятах, г*м².

Концентрація виникаючих резервних продуктів фотосинтезу визначається як відношення:

$$mC_{рез.} = \frac{m_{рез.}}{M}, \quad (4.18)$$

де $mC_{рез.}$ – концентрація резервів продуктів фотосинтезу в рослинах, г/(м²*доба);

M – маса рослин, г*м².

Процес утворення розчинних вуглеводів у надземній частині та вузлі кушення рослин визначається за рівняннями типу Міхаеліса-Ментен:

$$\frac{dCS_{надз.}}{dt} = \frac{\frac{dCS_{надз.}^{pot}}{dt} * mC_{рез.} * K_{надз.}^{M-M}}{\frac{dCS_{надз.}^{pot}}{dt} + (mC_{рез.} * K_{надз.}^{M-M})}, \quad (4.19)$$

$$\frac{dCS_{в.к.}}{dt} = \frac{\frac{dCS_{в.к.}^{pot}}{dt} * mC_{рез.} * K_{в.к.}^{M-M}}{\frac{dCS_{в.к.}^{pot}}{dt} + (mC_{рез.} * K_{в.к.}^{M-M})}, \quad (4.20)$$

де $\frac{dCS_{надз.}}{dt}$ та $\frac{dCS_{в.к.}}{dt}$ – швидкість утворення вуглеводів у надземній частині та вузлі кушення відповідно, мг*г/доба;

$\frac{dCS_{надз.}^{pot}}{dt}$ та $\frac{dCS_{в.к.}^{pot}}{dt}$ – потенційна швидкість утворення вуглеводів у надземній частині та вузлі кушення відповідно, мг*г/доба;

$K_{надз}^{М-М}$ и $K_{в.к.}^{М-М}$ – константи Міхаеліса-Ментен для надземної частини та вузла кущення рослин відповідно, мг/г.

Сума розчинних вуглеводів визначається окремо для надземної частини рослин $SmCS_{надз.}$ та вузлів кущення $SmCS_{в.к.}$

4.2.5 Блок другої фази загартування

У другу фазу загартування відбувається зневоднення тканин рослин і перехід вільної води у зв'язану. Відмінність властивостей вільної та зв'язаної води визначається їхнім різним фізіологічним значенням. Вміст вільної води визначає інтенсивність фізіологічних процесів, а вміст зв'язаної – стійкість рослин до несприятливих умов середовища. Підвищений вміст вільної води в рослинних тканинах веде до посилення процесів росту, обміну речовин, дихання, спричиняючи підвищення продуктивності рослин у оптимальних умовах існування. Однак у несприятливих умовах перевагу отримують рослини, що мають підвищений вміст зв'язаної води, що сприяє збереженню більшої кількості незамерзаючої води при температурі нижче нуля, що є одним з факторів, що підвищують морозостійкість рослин [27].

Обводнення вузлів кущення рослин розраховується як:

$$Wovod_{в.к.} = (83 - 0,038 * F(\sum T_{эф.}) + 65) * F(W); \quad (4.21)$$

де $F(\sum T_{эф.})$, $F(W)$ – функції впливу відповідно тепла та вологозабезпеченості, безрозм.

Кількість зв'язаної води у вузлах кущення рослин визначається за наступною формулою:

$$Sswod_{в.к.} = Sswod_{в.к.} * F(T_{нос}), \quad (4.22)$$

де $F(T_{nos})$ – функція впливу температури повітря на вміст зв'язаної води у вузлах кущення рослин, безрозм.

Кількість вільної води у вузлах кущення рослин визначається за формулою:

$$Swvod_{\text{в.к.}} = Wovod_{\text{в.к.}} - Sswod_{\text{в.к.}} \quad (4.23)$$

4.3 Ідентифікація параметрів моделі

Ідентифікація параметрів моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці проводилася на основі лабораторно-польових експериментальних досліджень, матеріалів масових агрометеорологічних спостережень за культурою озимої пшениці та агрометеорологічними особливостями її вирощування, а також літературних джерел, що відносяться до досліджуваної проблеми. Параметри моделі представлені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Значення основних параметрів моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці

№ п/п	Параметр	Позначення	Числове значення чи номер розрахункової формули	Розмірність	Джерело
1.	Інтенсивність фотосинтезу при світловому насиченні та нормальній концентрації CO ₂	Φ_{max}	11	мг CO ₂ /дм ² *год	[87]

Продовження таблиці 4.1

№ п/п	Параметр	Позначення	Числове значення чи номер розрахункової	Розмірність	Джерело
-------	----------	------------	---	-------------	---------

			формули		
2.	Початкове значення світлової кривої фотосинтезу	α_{Φ}^0	0,3	безрозм.	[87, 105]
3.	Сума температур повітря для онтогенетичної кривої фотосинтезу	ΣT_{Φ}^I	125	°C	[91]
4.	Емпірична стала величина	C	0,5	безрозм.	[87]
5.	Порогова температура повітря для фотосинтезу	T_{d_0}	3	°C	[91]
6.	Оптимальна температура повітря для фотосинтезу	$T_{d_{opt}}$	12	°C	[87]
7.	Коефіцієнт для перерахунку в одиниці сухої маси	ε	0,68	г/мг CO ₂	[91]
8.	Коефіцієнт витрат на дихання підтримки	C_m	0,015	мг(г с.р.) ⁻¹ доба ⁻¹	[97]
9.	Коефіцієнт витрат на дихання росту	C_G	0,15	безрозм.	[138]
10.	Початкове значення онтогенетичної кривої дихання	α_R^0	0,5	безрозм.	[87]
11.	Критичний вміст вологи в орному шарі ґрунту, при якому кушення не відбувається	W_{0-20}^{crit}	8	Мм	[110]
12.	Необхідна сума ефективних температур повітря для початку кушення	$\Sigma T_{\varepsilon\Phi_{opt}}$	217	°C	[45]
13.	Необхідна сума сумарної сонячної радіації	ΣQ_{opt}	450	МДж/м ²	[45]
14.	Сума активних температур повітря до початку кушення	$\Sigma T_{поч.кущ.}$	67	°C	[67]
15.	Сума активних температур повітря за ½ періоду початок кушення-припинення осінньої вегетації	$\Sigma T_{п.к.-п.с.}$	200	°C	[67]

Продовження таблиці 4.1

№ п/п	Параметр	Позначення	Числове значення чи номер розрахункової	Розмірність	Джерело
-------	----------	------------	---	-------------	---------

			формули		
16.	Початкові запаси продуктивної вологи в ґрунті на дату сходів	$W_{0-20}^{поч}$	20	Мм	експер. дані
17.	Функція розподілу надземної біомаси в головний пагін	$FRGL$	(4.49)	безрозм.	експер. дані
18.	Питома поверхнева щільність листя	Σ	50	г/м ²	[87]
19.	Потенційна швидкість утворення вуглеводів в надземній частині	$\frac{dCS_{надз}^{pot}}{dt}$	113,3	мг/доба	[20, 54, 107]
20.	Потенційна швидкість утворення вуглеводів у вузлі кушення	$\frac{dCS_{в.к}^{pot}}{dt}$	120,5	мг/доба	[20, 54, 107]
21.	Константа Міхаеліса-Ментен для надземної частини рослин	$K_{надз}^{М-М}$	15,1	мг/г	[20, 54, 107]
22.	Константа Міхаеліса-Ментен для вузла кушення рослин	$K_{в.к.}^{М-М}$	17,4	мг/г	[20, 54, 107]
23.	Функція впливу температури повітря на вміст зв'язаної води	$F(T_{пов.})$	(4.50)	безрозм.	експер. дані

Поглинена посівом ФАР обчислюється за формулою:

$$I = \frac{I_o}{1+CL}, \quad (4.24)$$

де I_o – поглинена сонячна радіація, кал/(см²/хв);

C – емпірична стала величина, безрозм.;

L – площа листя, м²/м².

Потік ФАР на верхню межу посіву визначається з формули:

$$I_o = \frac{0,5Q}{60\tau_g}, \quad (4.25)$$

де Q – сумарна сонячна радіація, кал/(см²/доба);

τ_g – середня тривалість дня, год.

Середня тривалість дня розраховується за формулою:

$$\tau_g = t_z - t_v, \quad (4.26)$$

де t_z – час заходу Сонця, год.;

t_v – час сходу Сонця, год.

Час заходу та сходу Сонця розраховуються за формулами:

$$t_z = 12 + 3,8197 * \arccos(-A/B); \quad (4.27)$$

$$t_v = 24 - t_z. \quad (4.28)$$

Сумарна сонячна радіація розраховується з формули С.І. Сівкова:

$$Q = 12,66(S)^{1,31} + 315(\sin h_o)^{2,1}, \quad (4.29)$$

де S – тривалість сонячного саява, год;

h_o – полуденна висота Сонця.

Полуденна висота Сонця розраховується як:

$$h_o = A + B. \quad (4.30)$$

Параметри A і B обчислюються за формулами:

$$A = \sin\varphi * \sin\delta; \quad (4.31)$$

$$B = \cos\varphi * \cos\delta, \quad (4.32)$$

де φ – географічна широта місцевості;

δ – нахил Сонця.

Формула для розрахунку нахилу Сонця має наступний вигляд:

$$\delta = [-23,4 * \cos(2 * 3,1428 * ((t_o + g_i) / 365))] * 0,017453, \quad (4.33)$$

де t_o – початок розрахунку сонячної радіації (1 січня);

g_i – номер доби розрахункового періоду.

Онтогенетична крива фотосинтезу описується виразом:

$$a_{\Phi} = \exp(-0,01 * a * (TS_2 - \sum t_i^l)^2), \quad (4.34)$$

де a – параметр;

TS_2 – сума ефективних температур повітря наростаючим підсумком, °С;

$\sum t_i^l$ – сума ефективних температур повітря, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу листя, °С.

Параметр a знаходиться за допомогою формули:

$$a = \frac{-100 * \ln a_{\Phi}^0}{\sum t_i^l}, \quad (4.35)$$

де a_{Φ}^0 – початкова інтенсивність фотосинтезу по відношенню до максимально можливої.

Температурна крива фотосинтезу апроксимована, згідно [97], виразом:

$$\psi_{\Phi} = 0,2 \frac{T_d - T_{d_o}}{T_{d_{opt}} - T_{d_o}} \left[6 - \left(\frac{T_d - T_{d_o}}{T_{d_{opt}} - T_{d_o}} \right) \right], \quad (4.36)$$

де T_d – середньодобова температура повітря, °С;

T_{d_o} – порогова температура повітря для фотосинтезу, °С;

$T_{d_{opt}}$ – оптимальна температура повітря для фотосинтезу, °С.

Крива, що характеризує вплив вологості ґрунту на фотосинтез, апроксимована наступним виразом:

$$\gamma_{\Phi} = d_o + d_1 (W/W_{FC})^2 + d_2 W/W_{FC}, \quad (4.37)$$

де W – запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту, мм;

W_{FC} – польова вологоємність, мм;

d_o, d_1, d_2 – параметри, безрозм.

Онтогенетична крива дихання описується виразом:

$$\alpha_R = \exp(-0,01 * a(TS_2 - \sum t_i^3)^2), \quad (4.38)$$

TS_2 – сума ефективних температур повітря наростаючим підсумком, °С;

$\sum t_i^3$ – сума ефективних температур повітря, при якій спостерігається максимальна інтенсивність дихання листя, °С.

Функції забезпеченості процесу кушення необхідною кількістю сонячної радіації та тепла, розраховується як відношення накопичення сум температур повітря та сонячної радіації до оптимальної величини:

$$k_{\bar{b}.n.}(\sum T_{\text{эф.}}) = \frac{\sum T_{\text{эф.}}}{\sum T_{\text{эф.опт}}}; \quad (4.39)$$

$$k_{\bar{b}.n.}(\sum Q) = \frac{\sum Q}{\sum Q_{\text{опт}}}, \quad (4.40)$$

де $\sum Q$ – сума сумарної сонячної радіації, МДж/м²;

$\sum T_{\text{эф.}}$ – сума ефективних температур, °С.

Параметри росту бічних пагонів кушення $a_{\bar{b}.n.}$ та $b_{\bar{b}.n.}$ розраховуються за формулами:

$$a_{\bar{b}.n.} = \left(2,3026 * \left(\frac{2}{\sum T_{\text{поч.к.-пр.вез.}} - \sum T_{\text{поч.кущ.}}} \right) \right) * \\ * 10 \left(2 - \left(\frac{2}{\sum T_{\text{поч.кущ.-прин.вез.}}} - \sum T_{\text{поч.кущ.}} \right) \right) * (\sum T_{\text{акт.}} - \sum T_{\text{поч.кущ.}}) * \sum T_{\text{эф.}}; \quad (4.41)$$

$$b_{\bar{b}.n.} = \left[1 + 10 \left(\frac{2}{\sum T_{\text{поч.кущ.-прин.вез.}}} - \sum T_{\text{поч.кущ.}} \right) \right]^2 * (\sum T_{\text{акт.}} - \sum T_{\text{поч.кущ.}}), \quad (4.42)$$

де $\sum T_{\text{поч.кущ.}}$ – сума температур повітря до початку кушення, °С;

$\sum T_{\text{поч.кущ.-прин.вез.}}$ – сума температур повітря за ½ періоду початок кушення – припинення осінньої вегетації, °С;

$\sum T_{\text{эф.}}$ – сума ефективних температур повітря, °С;

$\sum T_{\text{акт.}}$ – сума активних температур повітря, °С.

Функція впливу температури повітря на процес кушення в графічному вигляді представлена на рис. 4.2.

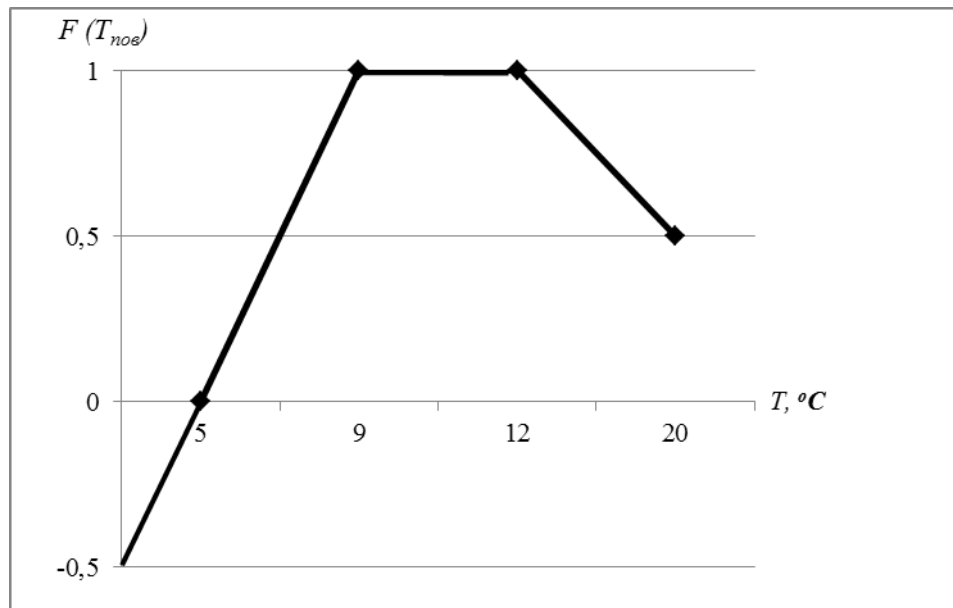


Рис. 4.2. Функція впливу температури повітря на кушення рослин

У загальному вигляді функція впливу температури повітря на кушення, $F(T_{\text{ноє}})$, має вид: $y = ax + b$:

$$F(T_{\text{ноє}}) = \frac{1}{4} * (T_{\text{ноє}} - 5), \text{ при } T_{\text{ноє}} > 5^\circ\text{C} \text{ і } T_{\text{ноє}} < 9^\circ\text{C}; \quad (4.43)$$

$$F(T_{\text{ноє}}) = 1, \text{ при } T_{\text{ноє}} = 9 \dots 12^\circ\text{C}; \quad (4.44)$$

$$F(T_{\text{ноє}}) = 0,0625 * (T_{\text{ноє}} - 12), \text{ при } T_{\text{ноє}} > 12^\circ\text{C}. \quad (4.45)$$

Функція впливу вологості ґрунту на процес кушення в графічному вигляді представлена на рис. 4.3.

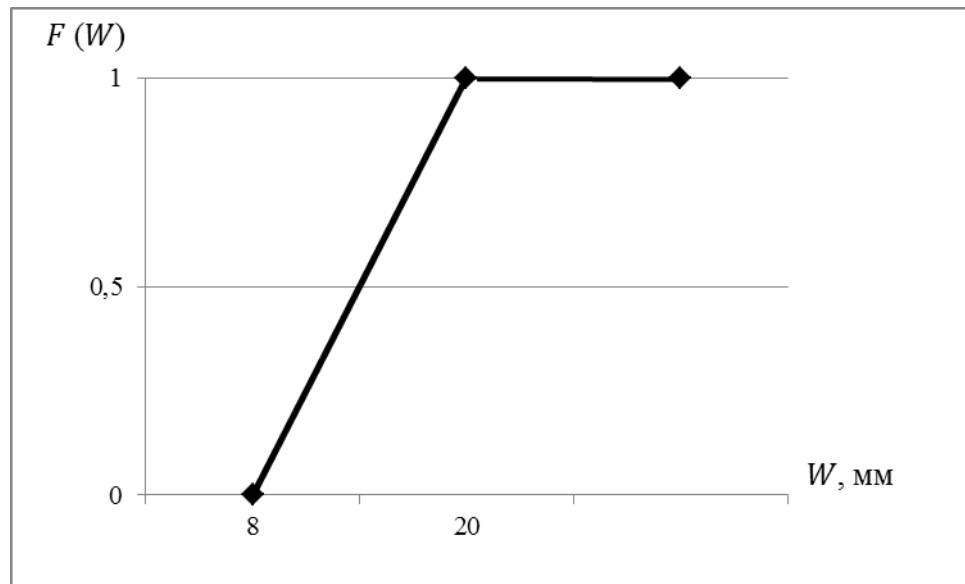


Рис. 4.3. Функція впливу вологості ґрунту на кушення рослин

У загальному вигляді функція впливу вологості ґрунту на кушення, $F(W)$, має наступний вид: $y = ax + b$:

$$F(W) = 0, \text{ при } W_{0-20} < 8 \text{ мм}; \quad (4.46)$$

$$F(W) = 0,0833 * W_{0-20}, \text{ при } W_{0-20} < 20 \text{ мм}; \quad (4.47)$$

$$F(W) = 1, \text{ при } W_{0-20} > 20 \text{ мм}. \quad (4.48)$$

На основі фактичних даних отримана функція розподілу надземної біомаси рослин, що має наступний вигляд:

$$y = 0,0148x^2 - 0,1966x + 1,001. \quad (4.49)$$

Функція в графічному вигляді представлена на рис. 4.4.

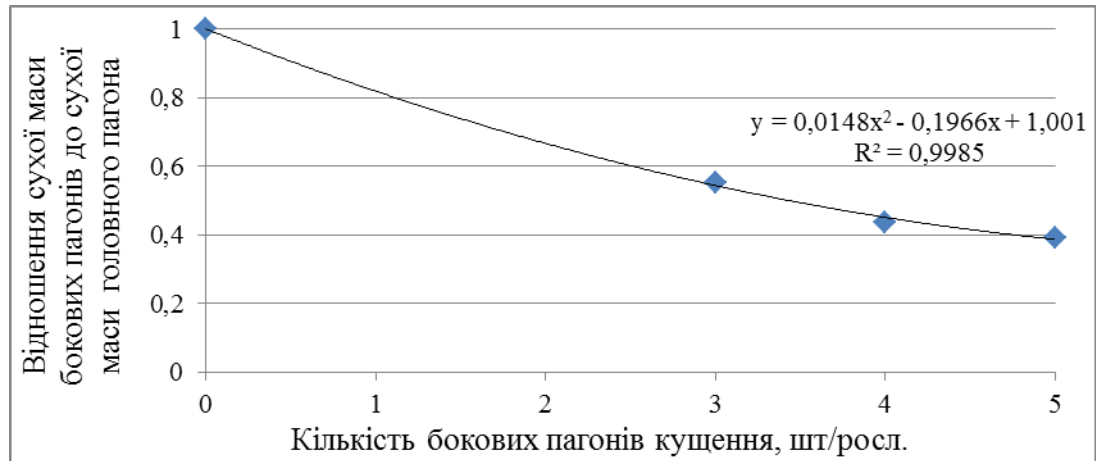


Рис. 4.4. Функція розподілу надземної біомаси рослин

На основі фактичних даних отримана функція впливу температури повітря на вміст зв'язаної води у вузлах кушення рослин, яка в графічному вигляді представлена на рис. 4.5.

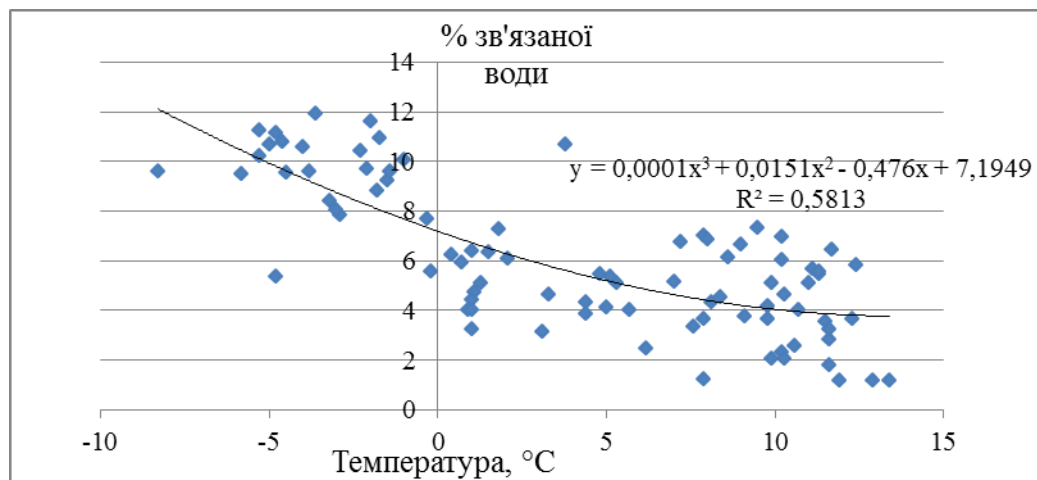


Рис. 4.5. Функція впливу температури повітря на кількість зв'язаної води у вузлах кушення рослин

Згідно рисунку 4.5, простежується тісна залежність між вмістом зв'язаної води в тканинах рослин та впливом температури повітря. Коефіцієнт детермінації становить $R^2 = 0,58$.

На основі фактичних даних отримана функція впливу температури повітря на вміст зв'язаної води у вузлах кушення рослин, яка має вигляд:

$$y = 0,0001x^3 + 0,0151x^2 - 0,476x + 7,1949. \quad (4.50)$$

4.4 Перевірка адекватності моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці

Перевірка адекватності моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці проводилася шляхом співставлення результатів моделювання з отриманими результатами лабораторно-польових експериментальних досліджень за наступними показниками: динаміка накопичення надземної біомаси, динаміка вмісту суми розчинних вуглеводів у надземній частині та вузлах кущення двох строків сівби озимої пшениці, вмісту вільної та зв'язаної води. За результатами отриманих модельних та фактичних значень була розрахована середня помилка розрахунків:

$$\text{Помилка} = [(\text{модел. знач.} - \text{факт. знач.}) / \text{факт. знач.}] * 100 \%. \quad (4.51)$$

Результати досліджень ймовірні при $p < 0,05$. Для перевірки адекватності моделі в якості початкових значень сухої біомаси надземної частини рослин озимої пшениці приймалося перше експериментальне значення цього показника (рис. 4.6, 4.7).

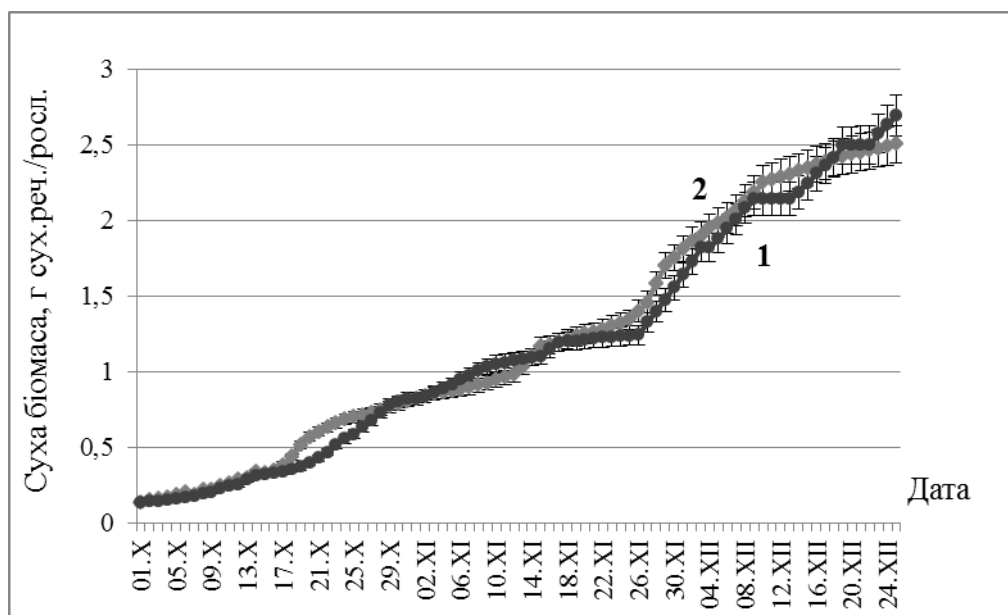


Рис. 4.6. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка сухої біомаси надземної частини рослин озимої пшениці першого строку сівби

Величина сухої біомаси надземної частини рослин озимої пшениці першого та другого строків сівби становила 0,138 та 0,078 г сухої речовини відповідно (рис. 4.6, 4.7).

Зіставлення розрахованих за допомогою моделі значень надземної частини біомаси рослин з фактичними даними показало гарне узгодження динаміки і абсолютних значень біомаси (рис. 4.6, 4.7).

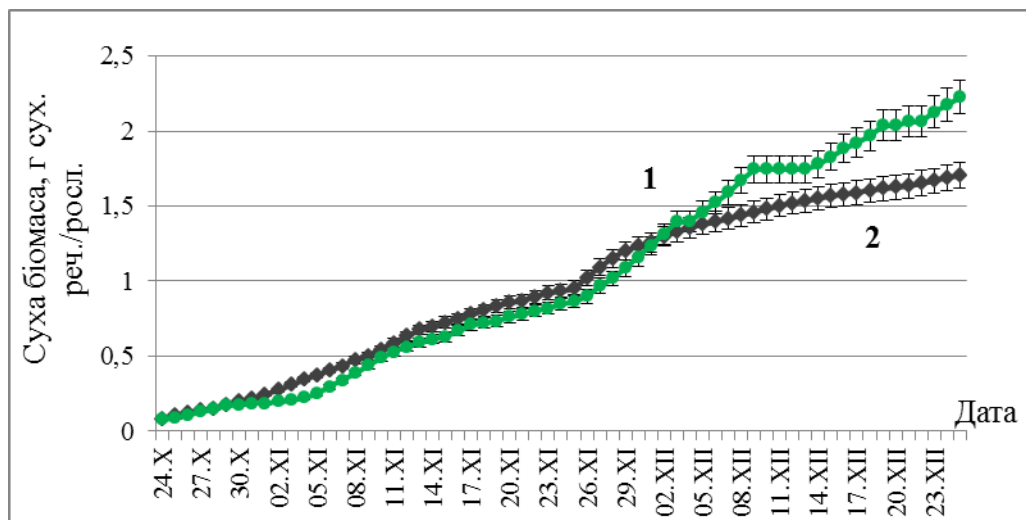


Рис. 4.7. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка сухої біомаси надземної частини рослин озимої пшениці другого строку сівби

В якості початкових значень вмісту розчинних вуглеводів у надземній частині та вузлах кущення рослин озимої пшениці приймалося перше експериментальне значення цього показника в надземній частині та вузлах кущення рослин у польовому досліді (рис. 4.8, 4.9).

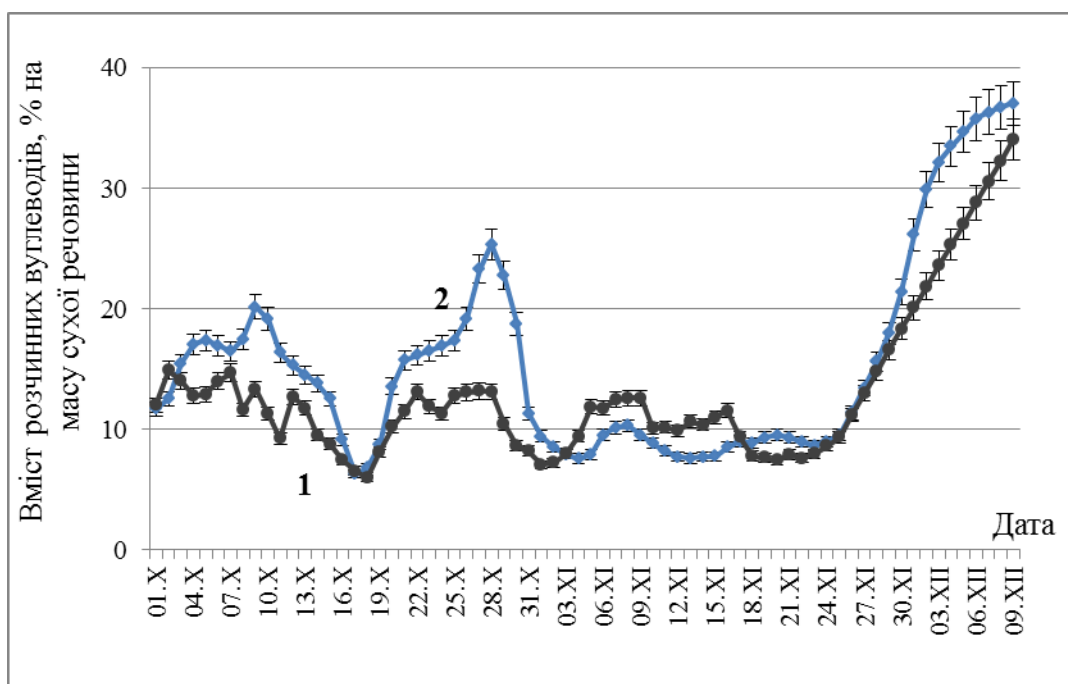


Рис. 4.8. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту розчинних вуглеводів у надземній частині рослин озимої пшениці першого строку сівби

Для надземної частини першого і другого строків сівби початкове модельне значення суми цукрів дорівнює 12 і 13 % (рис. 4.8, 4.9), а для вузлів кущення – 16 і 17 % на масу сухої речовини відповідно (рис. 4.10, 4.11).

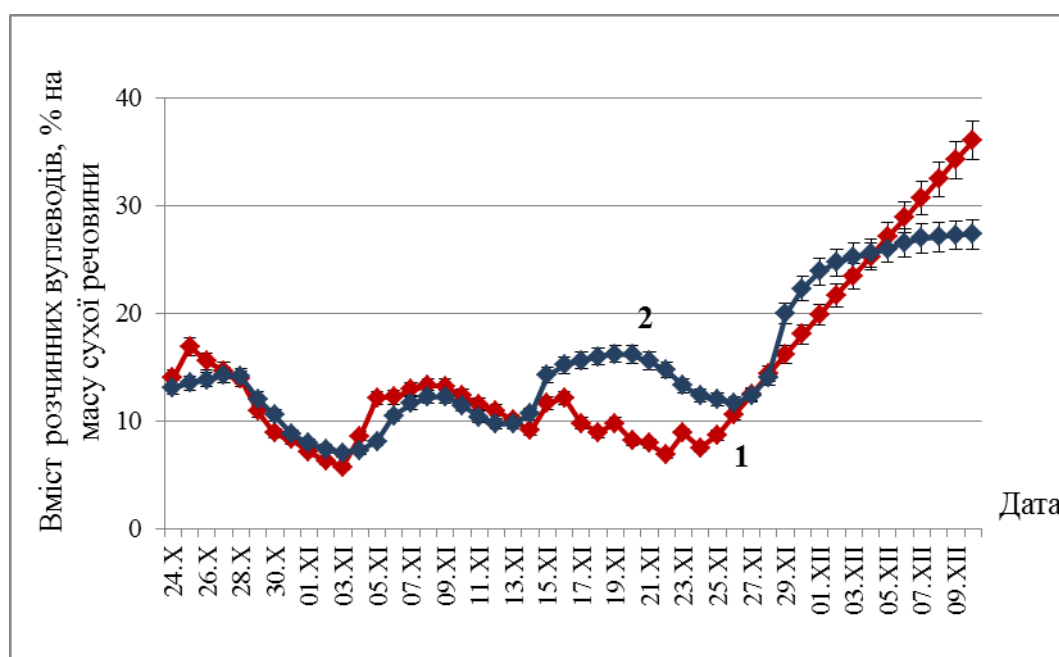


Рис. 4.9. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту розчинних вуглеводів у надземній частині рослин озимої пшениці другого строку сівби

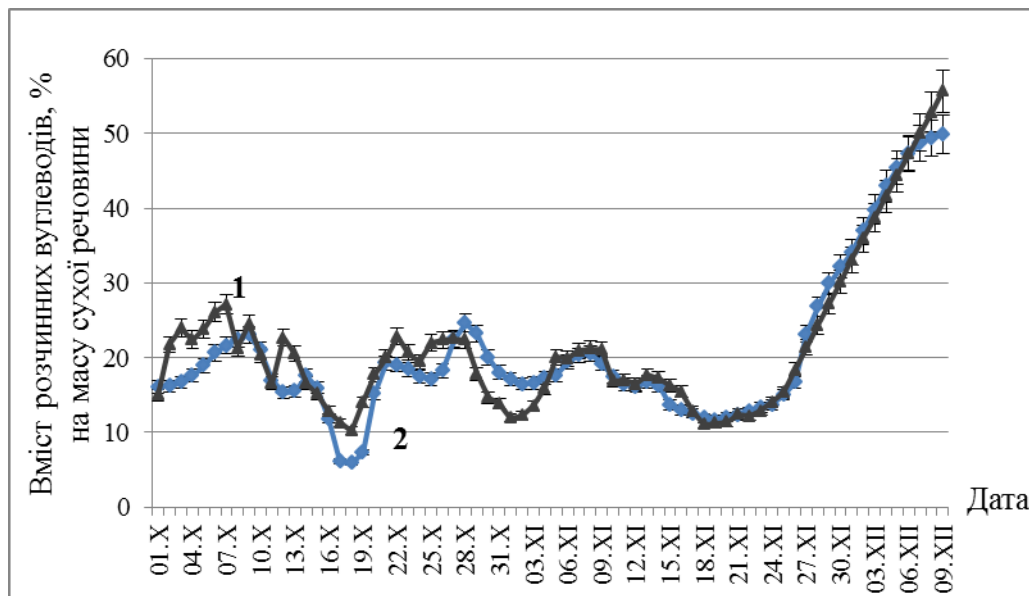


Рис. 4.10. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту розчинних вуглеводів у вузлах кушення рослин озимої пшениці першого строку сівби

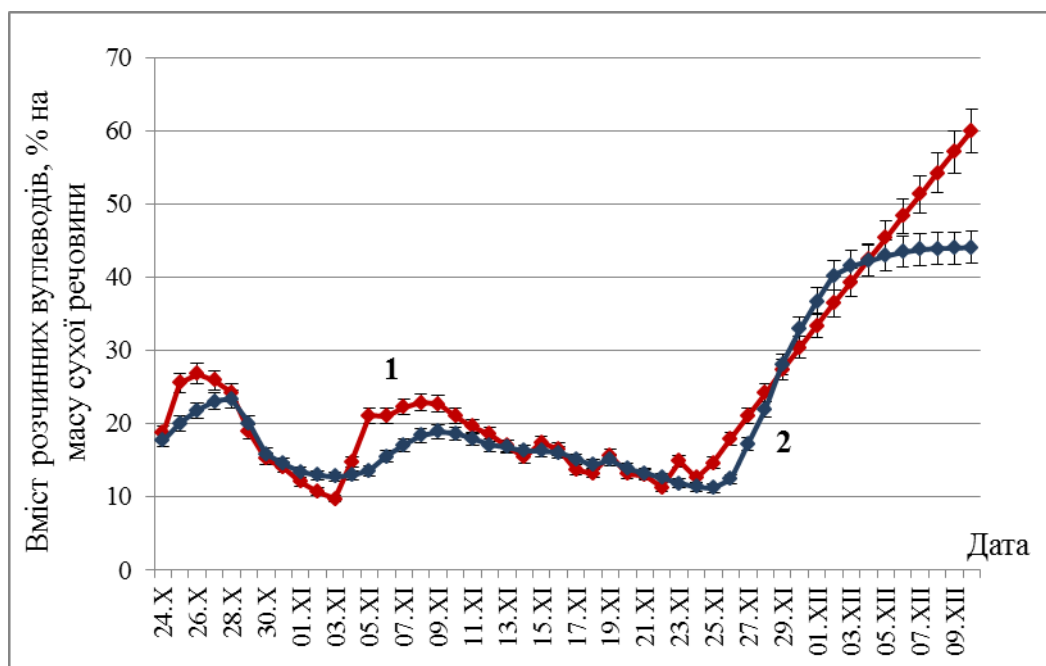


Рис. 4.11. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту розчинних вуглеводів у вузлах кушення рослин озимої пшениці другого строку сівби

Розраховане значення динаміки вмісту розчинних вуглеводів у надземній частині рослин (рис. 4.8, 4.9) та вузлах кушення (рис. 4.10, 4.11) також добре узгоджується з даними польового експерименту.

В якості початкових значень вмісту вільної води у вузлах кушення рослин пшениці приймалося перше експериментальне значення цього показника у вузлах кушення у польовому досліді.

Для рослин першого та другого строків сівби початкове модельне значення вмісту вільної води у вузлах кушення рослин дорівнює відповідно 87 % та 86 % на масу сухої речовини (рис. 4.12, 4.13).

Зіставлення розрахованих за допомогою моделі вмісту вільної води у вузлах кушення рослин двох строків сівби з фактичними даними показало (рис. 4.12, 4.13) добре узгодження динаміки та абсолютних значень.

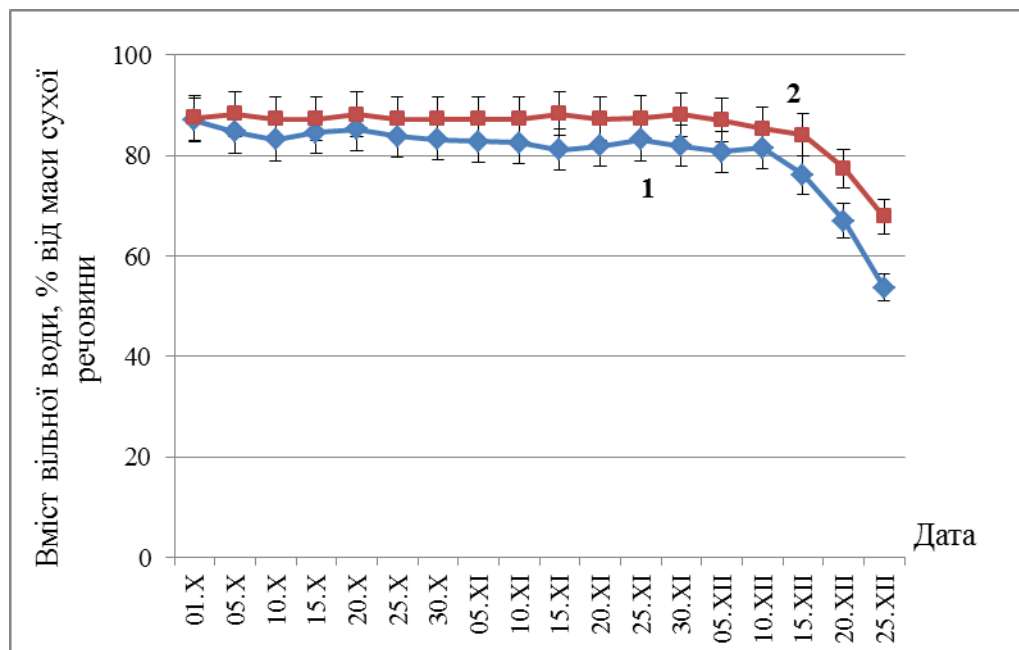


Рис. 4.12. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту вільної води у вузлах кушення рослин озимої пшениці першого строку сівби

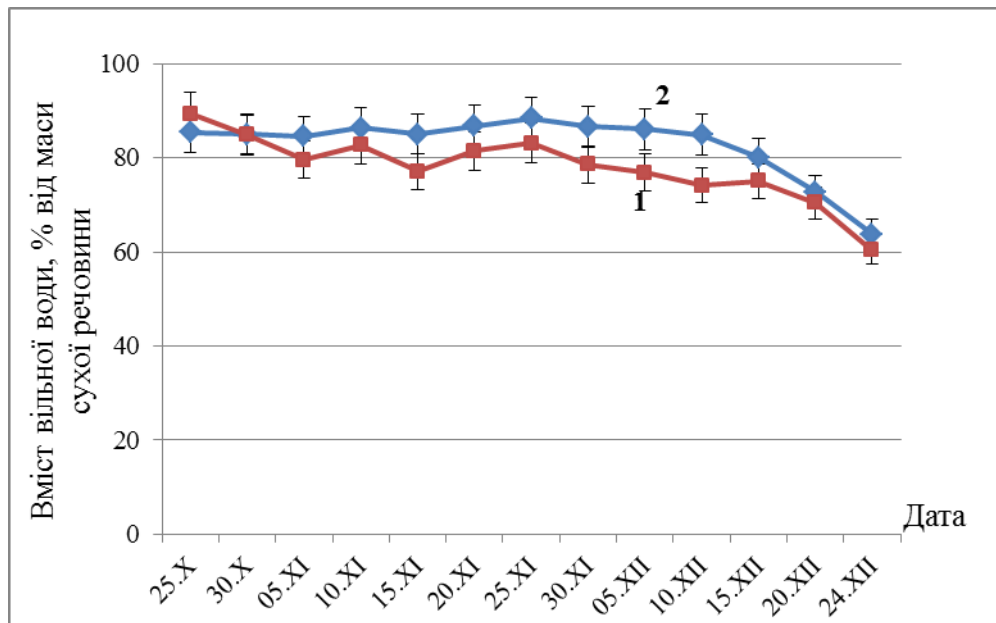


Рис. 4.13. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту вільної води у вузлах кушення рослин озимої пшениці другого строку сівби

Для рослин першого та другого строків сівби початкове модельне значення вмісту зв'язаної води у вузлах кушення рослин дорівнює 2,6 % та 4,5 % від маси сухої речовини (рис. 4.14, 4.15).

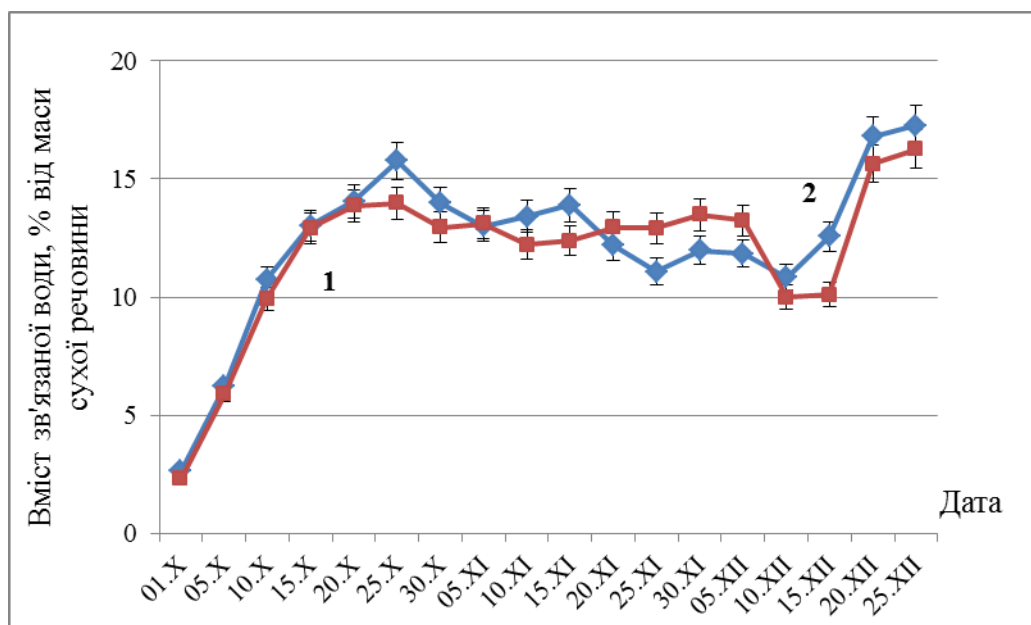


Рис. 4.14. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту зв'язаної води у вузлах кушення рослин озимої пшениці першого строку сівби

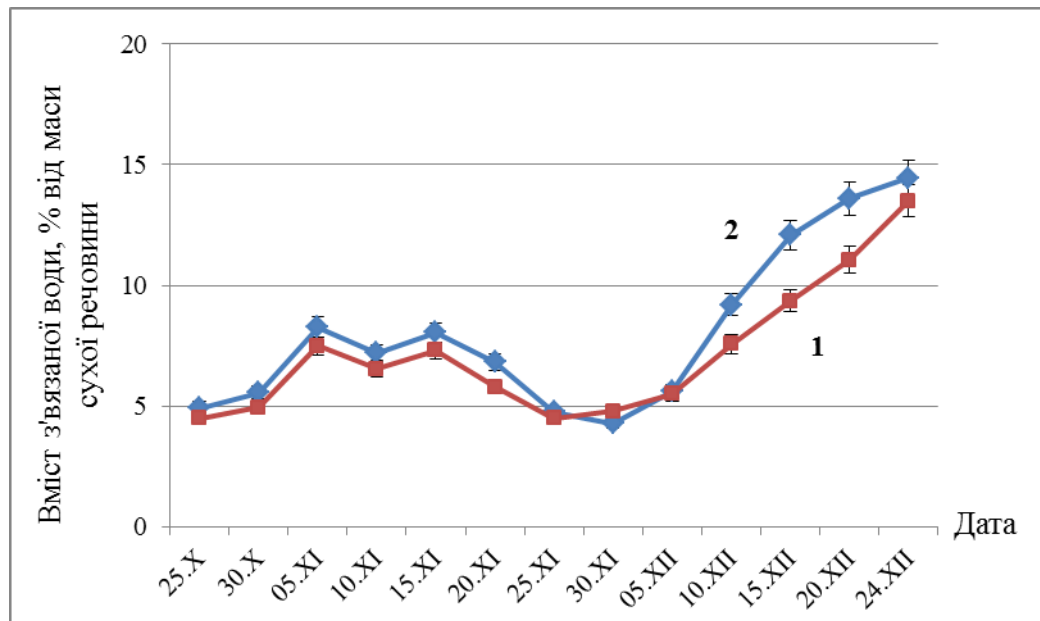


Рис. 4.15. Розрахована за моделлю (1) та фактична (2) динаміка вмісту зв'язаної води у вузлах кущення рослин озимої пшениці другого строку сівби

Зіставлення розрахованих за допомогою моделі вмісту зв'язаної води у вузлах кущення рослин двох строків сівби з фактичними даними показало (рис. 4.14, 4.15) також добре узгодження динаміки вмісту та абсолютних значень.

Оцінка адекватності моделі показала, що середня помилка розрахунку модельних значень динаміки накопичення сухої біомаси надземної частини рослинами озимої пшениці першого та другого строків сівби становить 8 та 16 % відповідно. Середня помилка розрахунку модельних значень накопичення цукрів у надземній частині рослинами першого та другого строків сівби дорівнює відповідно 22 та 24 %, а середня помилка розрахунку модельних значень накопичення цукрів у вузлах кущення рослинами першого та другого строків сівби дорівнює 15 та 13 %.

Середня помилка розрахунку модельних значень вмісту вільної води у вузлах кущення рослин першого та другого строків сівби дорівнює 10 та 12 %, а середня помилка розрахунку модельних значень вмісту зв'язаної води у вузлах кущення рослин першого та другого строків сівби дорівнює

відповідно 14 та 11 %. Отримані результати є прийнятними для використання моделі в прикладних розрахунках.

4.5 Результати чисельних експериментів з оцінки впливу агрометеорологічних умов на формування зимостійкості рослинами озимої пшениці

Наявність моделі, яка адекватно описує процес формування зимостійкості рослинами озимої пшениці, дозволила провести ряд чисельних експериментів з оцінки впливу агрометеорологічних умов на формування та приріст резервів продуктів фотосинтезу в першу фазу загартування та динаміку вмісту вільної та зв'язаної води в рослинних тканинах у другу фазу загартування.

Найбільший приріст резервів продуктів фотосинтезу спостерігається при ФАР = 0,9 кал/см²*хв та температурі повітря 15 °С, найменший приріст – при ФАР = 0,1 кал/см²*хв та температурі повітря +5 °С, при цьому приріст резервів продуктів фотосинтезу зменшується від 0,5 до 0,08 мг/добу (рис. 4.16).

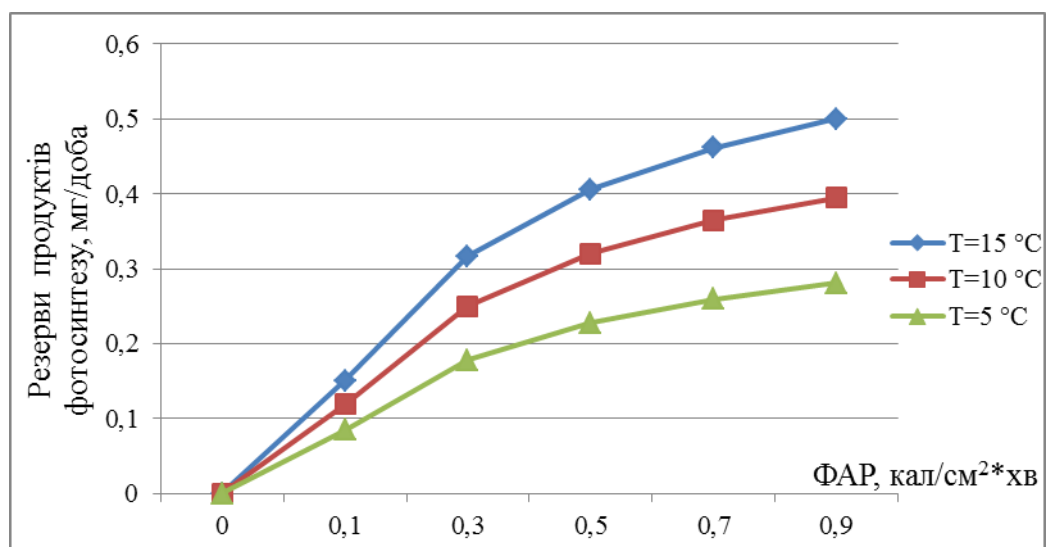


Рис. 4.16. Залежність приросту резервів фотосинтезу у рослинах озимої пшениці від інтенсивності ФАР за різної температури повітря

За умови, що запаси вологи в шарі 0-20 см близькі до найменшої вологоємкості і при збільшенні інтенсивності ФАР до величини $0,9 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$, приріст резервів продуктів фотосинтезу зростає до $0,5 \text{ мг}$ за добу (рис. 4.17).

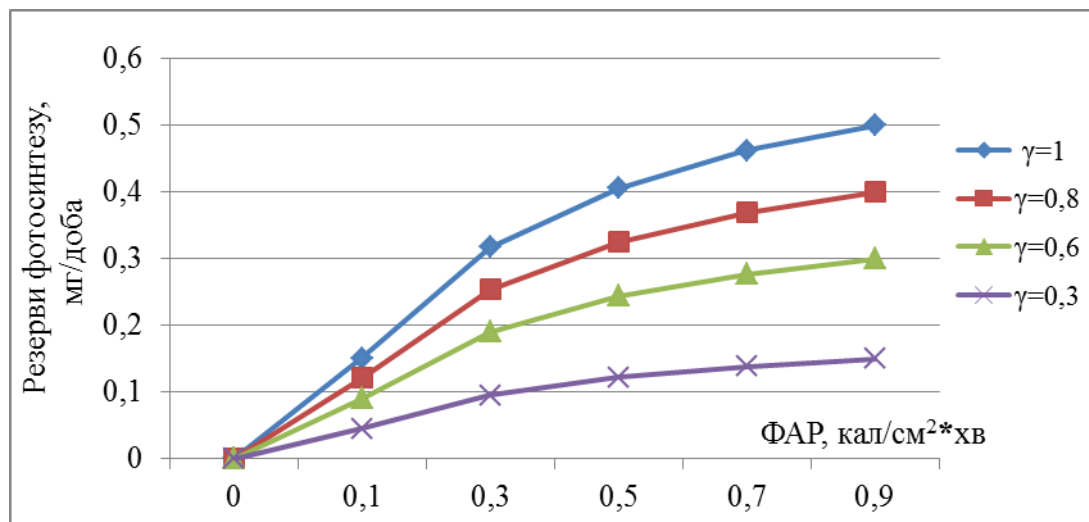


Рис. 4.17. Залежність приросту резервів фотосинтезу в залежності від інтенсивності ФАР за різних умов зволоження

При поступовому зменшенні вологості ґрунту аж до $0,3$ відн. од. від найменшої вологоємкості, приріст резервів продуктів зменшується втричі і становить $0,15 \text{ мг}$ на добу (рис. 4.17).

Далі в ході чисельного експерименту було розглянуто вплив інтенсивності освітленості та температури повітря на динаміку приросту легкокорозчинних вуглеводів у надземній частині та у вузлах кущення рослин озимої пшениці.

При температурі повітря вище $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ та ясній погоді, спостерігається найбільший приріст легкокорозчинних вуглеводів – від 3 до 5 мг за добу у вузлах кущення та від $1,8$ до $2,5 \text{ мг}$ на добу у надземній частині рослин (рис. 4.18, 4.19).

При хмарній або похмурій погоді, приріст легкокорозчинних вуглеводів значно зменшується (до 2 мг за добу у вузлах кущення та до 1 мг за добу у надземній частині), (рис. 4.18, 4.19).

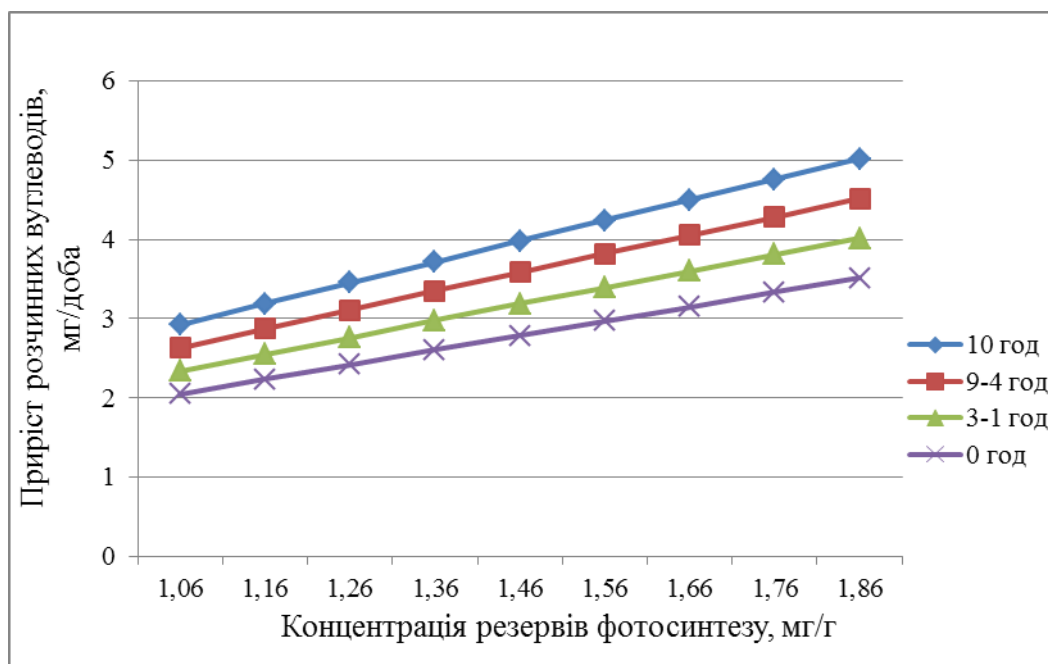


Рис. 4.18. Залежність приросту розчинних вуглеводів у вузлах кущення рослин від тривалості сонячного сйва, при $T_{\text{ср}} = +5 \text{ }^\circ\text{C}$

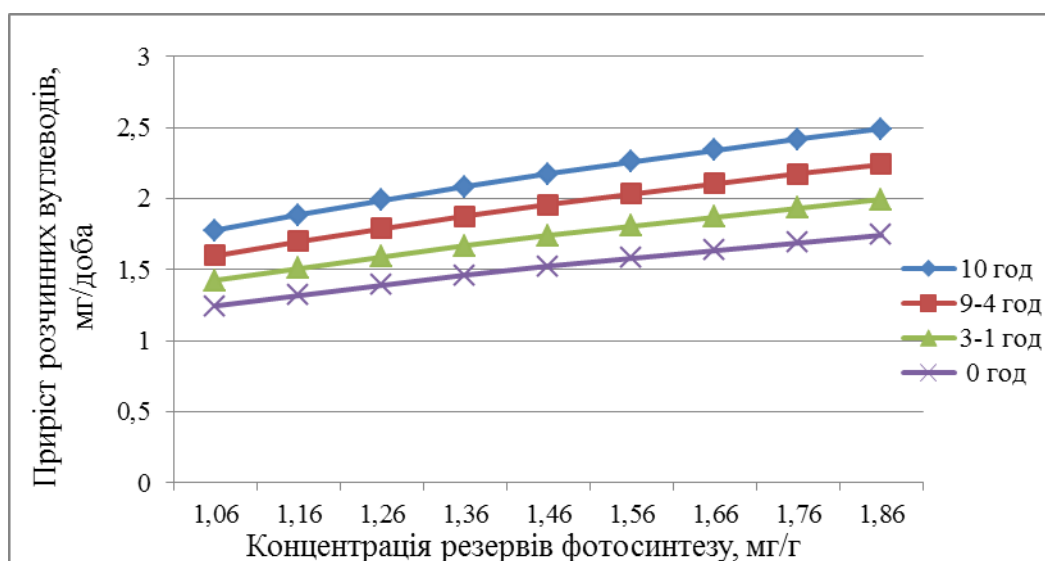


Рис. 4.19. Залежність приросту розчинних вуглеводів у надземній частині рослин від тривалості сонячного сйва, при $T_{\text{ср}} = +5 \text{ }^\circ\text{C}$

Як вказувалося раніше, в другу половину осені хід зниження температури повітря, особливо в нічні години, призводить до гальмування ростових процесів, і ті продукти фотосинтезу, які не використовуються на приріст надземної та

підземної біомаси, йдуть на утворення розчинних вуглеводів у тканинах рослин. Зі збільшенням амплітуди температури повітря спостерігається збільшення приросту розчинних вуглеводів у рослинних тканинах.

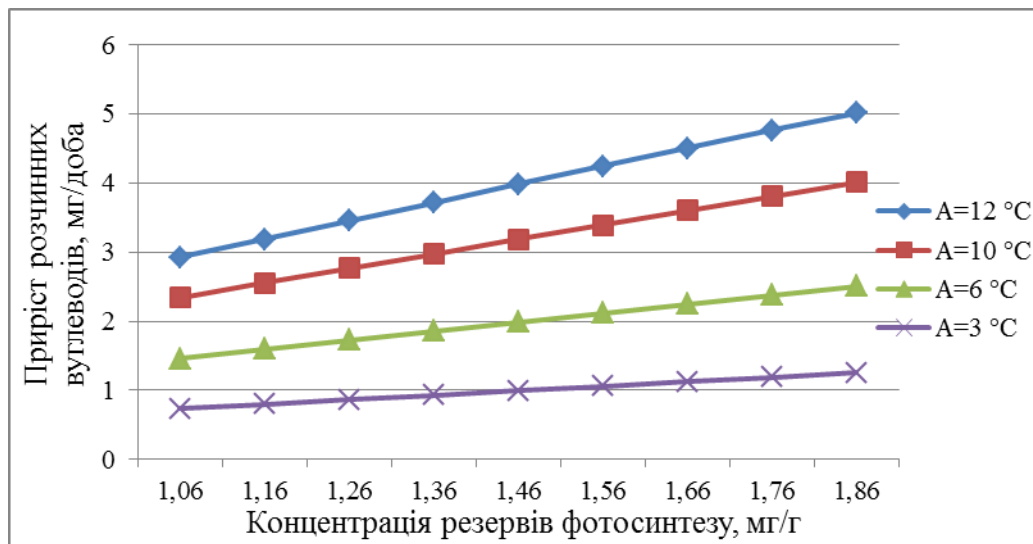


Рис.4.20. Залежність приросту розчинних вуглеводів у вузлах кущення рослин від амплітуди температур повітря

Якщо при амплітуді температури повітря $A = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ приріст розчинних вуглеводів у вузлах кущення на добу дорівнює $0,7...1,25$ мг, а в надземній частині – $0,45...0,6$ мг, то зі збільшенням амплітуди температури повітря до $A = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ приріст вуглеводів зростає до $3...5$ мг за добу у вузлах кущення, а у надземній частині – до $1,8...2,5$ мг за добу (рис. 4.20, 4.21).

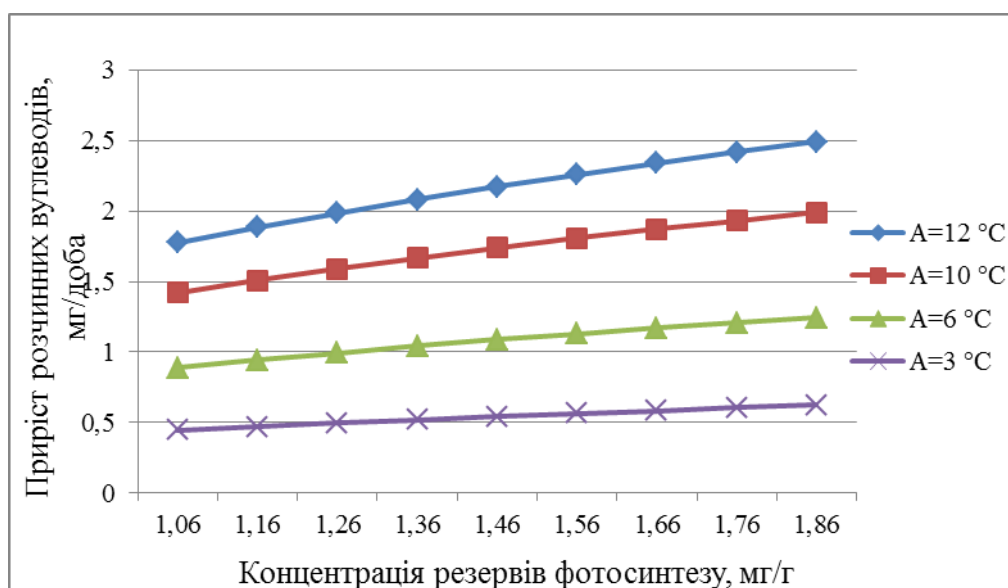


Рис. 4.21. Залежність приросту розчинних вуглеводів у надземній частині рослин від амплітуди температур повітря

Отримані результати узгоджуються з даними І.І. Туманова [107], згідно досліджень якого, накопичення розчинних вуглеводів восени може відбуватися і при змінних температурах повітря, особливо в сонячні дні, коли вдень температура повітря підвищується до $+10...+15$ °С, а вночі може знижуватись до 0 °С.

У період другої фази загартування простежується тісна залежність між вмістом зв'язаної та вільної води в рослинних тканинах та температурою повітря нижче 0 °С (рис. 4.22). Чим нижче температура повітря, тим більше вільної води переходить у зв'язану, таким чином, змінюється співвідношення вільної та зв'язаної води, відповідно, кількість вільної води зменшується, а зв'язаної – зростає. Так, при температурі повітря 0 °С відношення вмісту зв'язаної до вмісту вільної води становить $0,095$, а при температурі повітря -10 °С відношення зростає до $0,29$.

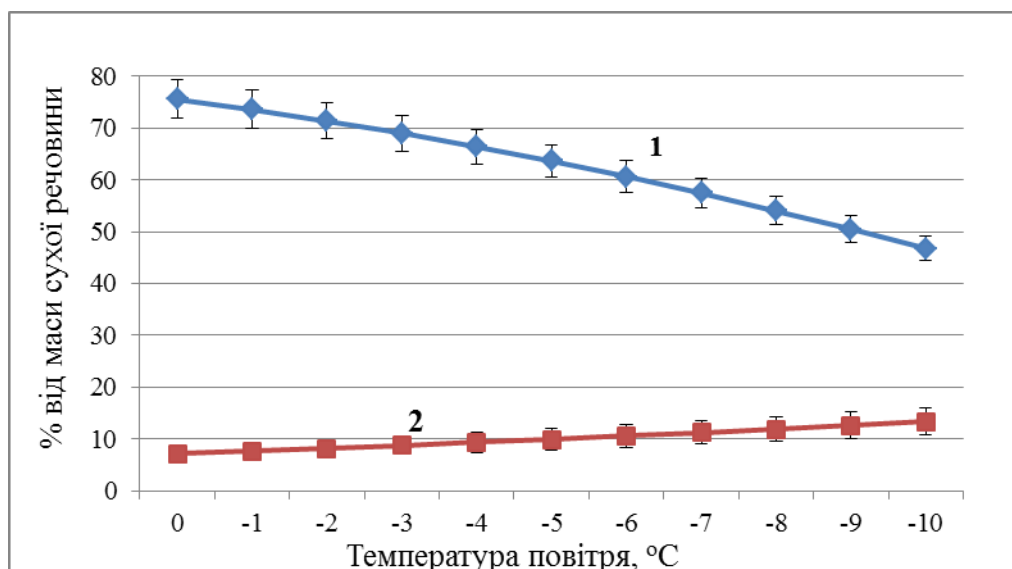


Рис. 4.22. Динаміка вмісту вільної (1) та зв'язаної (2) води в рослинних тканинах при температурі повітря нижче 0 °С

Отримані результати узгоджуються з дослідженнями [45], згідно яких, вміст зв'язаної води в листках озимої пшениці з наближенням до зими також збільшується.

Встановлено залежність приросту резервів продуктів фотосинтезу від інтенсивності ФАР та температури повітря: максимальний приріст спостерігається при поєднанні високої інтенсивності ФАР ($0,9 \text{ кал} / \text{см}^2 \cdot \text{хв}$) та температури повітря $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. Максимальний приріст легкокорозчинних вуглеводів спостерігається при високому рівні освітленості та високому значенні амплітуди температури повітря ($A = 12 \dots 10 \text{ }^\circ\text{C}$). У період загартування рослин, при переході температури повітря через $0 \text{ }^\circ\text{C}$ у бік негативних температур, відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної зростає внаслідок переходу вільної води в зв'язану.

4.6. Методика оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці

Запропонована методика оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці оснований на динамічній моделі формування зимостійкості озимої пшениці. На першому етапі проводиться підготовка даних, на другому – розрахунок процесів фотосинтезу та дихання, далі – послідовний розрахунок згідно блоків моделі. Прикладний варіант моделі представлений у вигляді блок-схеми на рис. 4.23.

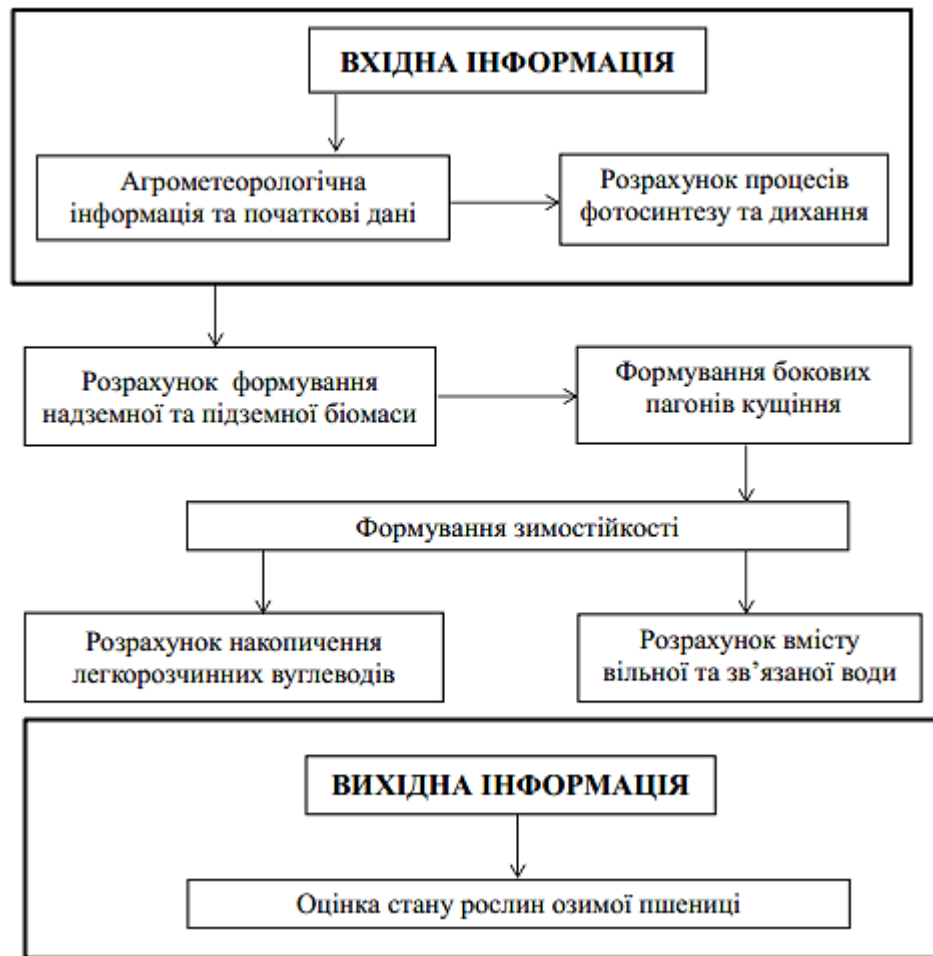


Рис. 4.23. Блок-схема методики оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці

Методика оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці є діагностично-прогностичною, оскільки дає поточну інформацію про стан рослин озимої пшениці після проходження двох фаз загартування та перспективи їхньої подальшої перезимівлі.

1. Підготовка даних

Для виконання оцінки за допомогою моделі необхідно підготувати три групи даних:

1. опис географічного пункту (метеорологічної станції), для якого виконується розрахунок;

2. агрометеорологічна інформація періоду за конкретний рік;
3. параметри моделі.

1. Опис географічного пункту (метеорологічної станції).

φ – географічна широта метеорологічної станції.

2. Поточна агрометеорологічна інформація.

До складу цієї групи входять щодобові метеорологічні та агрометеорологічні дані за період «сходи – припинення осінньої вегетації»:

W_{0-20} – запаси продуктивної вологи у 0–20 см шарі ґрунту на дату сівби;

T_{max} – максимальна температура повітря за добу;

$T_{сер}$ – середня за добу температура повітря;

T_{min} – мінімальна температура повітря за добу;

S_s – число годин сонячного сьйва за добу;

O_s – кількість опадів за добу.

3. Параметри моделі.

До складу цієї групи входять наступні характеристики:

- 3.1 Вимоги культури до тепла та вологи:

B_o – біологічний нуль культури;

ΣT – сума температур повітря для онтогенетичної кривої фотосинтезу;

ΣT – сума температур повітря для онтогенетичної кривої дихання;

ΣT_l – сума температур повітря для ростової функції листя;

ΣT_s – сума температур повітря для ростової функції стебел;

ΣT_r – сума температур повітря для ростової функції коріння;

a_{Φ} – початкове значення онтогенетичної кривої фотосинтезу;

a_R – початкове значення онтогенетичної кривої дихання;

k – плато світлової кривої фотосинтезу;

b – нахил світлової кривої фотосинтезу;

$W_{0-20}^{20ч}$ – початкові запаси продуктивної вологи в ґрунті на дату сходів;

$\beta_{надз}$ - потенційне значення ростової функції надземної частини;

$\sum T_{поч.кущ}$ – сума температур повітря до початку кушення;

$\sum T_{поч.кущ-прип.сез.}$ – сума температур повітря за $\frac{1}{2}$ періоду початок кушення-припинення осінньої вегетації;

$dCS_{надз.}$ – потенційна швидкість утворення цукрів у надземній частині рослин;

$dCS_{в.к.}$ – потенційна швидкість утворення цукрів у вузлах кушення рослин;

$K_{надз.}^{M-M}$ – константа Міхаеліса-Ментен для надземної частини рослин;

$K_{в.к.}^{M-M}$ – константи Міхаеліса-Ментен для вузла кушення рослин.

3.2 Параметри культури:

m_l – суха біомаса листя;

m_s – суха біомаса стебла;

m_r – суха біомаса коріння;

L – початкова площа листя на сході;

σ – питома поверхнева щільність листя;

c_l – частка листя у загальній біомасі рослини;

c_s – частка стебел у загальній біомасі рослини;

c_r – частка коріння у загальній біомасі рослини;

$N_{б.п.}^{max}$ – максимально можлива кількість бокових пагонів;

$dm_{надз.}^{max}$ – максимально можлива маса надземної частини на момент припинення осінньої вегетації;

$dm_{підз.}^{max}$ – максимально можлива маса підземної частини на момент припинення осінньої вегетації;

$SmCS_{надз.}$ – початкова сума розчинних вуглеводів у надземній частині рослин;

$SmCS_{в.к.}$ – початкова сума розчинних вуглеводів у вузлах кушення рослин;

$Sswod_{в.к.}$ – початковий вміст зв'язаної води у вузлах кушення рослин;

$Sswod_{в.к.}$ – початковий вміст вільної води у вузлах кушення рослин

2. Розрахунок процесів фотосинтезу та дихання

Розрахунок інтенсивності фотосинтезу і-го органу на відносну площу асимілюючої поверхні за світлий період доби:

$$\Phi_i^j = \varepsilon \Phi_{i_i}^j L_i^j t_d^j. \quad (5.1)$$

Розрахунок процесу дихання рослин:

$$\frac{dR}{dt} = \alpha_R \left[C_m * M + C_G * \frac{d\Phi}{dt} \right]. \quad (5.2)$$

3. Розрахунок формування надземної біомаси

Рівняння швидкості утворення бічних пагонів кушення має наступний вигляд:

$$\frac{dN_{б.н}}{dt} = \begin{cases} \frac{2,3b_{б.н}(10^{a_{б.н}-b_{б.н}/T}) * N_{б.н}^{max}}{(1+10^{a_{б.н}-b_{б.н}/T})^2} \min \{F(Q), F(\sum T_{эф.})\}, & \text{при } W_{0-20} > W_{0-20}^{crit}; \\ 0, & \text{при } W_{0-20} \leq W_{0-20}^{crit}. \end{cases} \quad (5.3)$$

Динаміка біомаси надземної частини рослин озимої пшениці описується рівнянням виду:

$$\frac{dm_{надз.}}{dt} = \left(\frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt} \right) \gamma_{надз.}, \quad (5.4)$$

Площа асиміляційної поверхні описується рівнянням виду:

$$\frac{dL}{dt} = \frac{dm_l}{dt} * \frac{l}{\sigma}. \quad (5.5)$$

4. Розрахунок формування підземної біомаси

Динаміка біомаси підземної частини рослин озимої пшениці описується рівнянням виду:

$$\frac{dm_{\text{підз.}}}{dt} = \left(\frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR}{dt} \right) * (1 - \gamma_{\text{надз.}}). \quad (5.6)$$

5. Розрахунок проходження першої фази загартування

Приріст маси надземної та підземної частин рослин визначається як:

$$\frac{dm_{\text{надз.}}}{dt} = \begin{cases} G_{\text{надз.}}^{\text{max}}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} > G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \\ \left(\frac{G_{\text{надз.}}^{\text{max}}}{G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}}} \right) * \frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR_{\text{надз.}}}{dt}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} < G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \end{cases}; \quad (5.7)$$

$$\frac{dm_{\text{підз.}}}{dt} = \begin{cases} G_{\text{підз.}}^{\text{max}}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} > G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \\ \left(\frac{G_{\text{підз.}}^{\text{max}}}{G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}}} \right) * \frac{d\Phi}{dt} - \frac{dR_{\text{підз.}}}{dt}, \text{ якщо } \frac{d\Phi}{dt} < G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}} \end{cases}. \quad (5.8)$$

Надлишок продуктів фотосинтезу визначається як:

$$\frac{dm_{\text{рез.}}}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} - (G_{\text{надз.}}^{\text{max}} + G_{\text{підз.}}^{\text{max}}). \quad (5.9)$$

Концентрація виникаючих резервних продуктів фотосинтезу визначається як:

$$mC_{\text{рез.}} = \frac{m_{\text{рез.}}}{M}. \quad (5.10)$$

Процес утворення розчинних вуглеводів у надземній частині рослин:

$$\frac{dCS_{\text{надз.}}}{dt} = \frac{\frac{dCS_{\text{надз.}}^{\text{pot}}}{dt} * mc_{\text{рез}} * K_{\text{надз.}}^{\text{M-M}}}{\frac{dCS_{\text{надз.}}^{\text{pot}}}{dt} + (mc_{\text{рез}} * K_{\text{надз.}}^{\text{M-M}})}. \quad (5.11)$$

Процес утворення розчинних вуглеводів у вузлах кущення рослин:

$$\frac{dCS_{\text{в.к.}}}{dt} = \frac{\frac{dCS_{\text{в.к.}}^{\text{pot}}}{dt} * mc_{\text{рез}} * K_{\text{в.к.}}^{\text{M-M}}}{\frac{dCS_{\text{в.к.}}^{\text{pot}}}{dt} + (mc_{\text{рез}} * K_{\text{в.к.}}^{\text{M-M}})}. \quad (5.12)$$

6. Розрахунок проходження другої фази загартування

Обводнення вузлів кущення рослин розраховується як:

$$Wovod_{\text{в.к.}} = (83 - 0.038 * F(\sum T_{\text{эф.}}) + 65) * F(W). \quad (5.13)$$

Кількість зв'язаної води у вузлах кущення рослин визначається за формулою:

$$Sswod_{\text{в.к.}} = Sswod_{\text{в.к.}} * F(T_{\text{ноб.}}). \quad (5.14)$$

Кількість вільної води у вузлах кущення рослин визначається за формулою:

$$Swvod_{\text{в.к.з}} = Wovod_{\text{в.к.}} - Sswod_{\text{в.к.}}. \quad (5.15)$$

7. Вихідна інформація

Вихідною інформацією є стан рослин озимої пшениці після проходження першої та другої фаз осіннього загартування – надземна та підземна біомаса рослин, кількість пагонів кушення, концентрація розчинних вуглеводів, сума розчинних вуглеводів, вміст зв'язаної та вільної води в тканинах рослин. Рівень загартування рослин озимої пшениці визначається за співвідношенням двох основних характеристик: суми розчинних вуглеводів та відношенням вмісту зв'язаної води до вмісту вільної (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Рівень загартування сортів м'якої озимої пшениці залежно від вмісту розчинних вуглеводів та відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної у вузлах кушення

Рівень загартування	Вміст розчинних вуглеводів, % на масу сухої речовини	Відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної, відн.од.
Високий	> 42	> 0,3
Середній	28-42	0,21-0,30
Низький	10-27	0,10-0,20

Висновки до розділу 4

1. Створена математична модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці дає можливість у найкоротші терміни дати оцінку їхнього стану та спрогнозувати перспективу подальшої перезимівлі.

2. Для перевірки роботи моделі була проведена ідентифікація параметрів та перевірка її адекватності. Отримані результати доводять можливість використання моделі для вирішення прикладних задач з максимальною помилкою отриманих результатів 22 %.

3. Наявність моделі, яка адекватно описує процес формування зимостійкості рослинами озимої пшениці, дозволила провести ряд чисельних експериментів з оцінки впливу агрометеорологічних умов на формування та

приріст резервів продуктів фотосинтезу в першу фазу загартування та динаміку вмісту вільної та зв'язаної води в рослинних тканинах у другу фазу загартування. Встановлена залежність приросту резервів продуктів фотосинтезу від інтенсивності ФАР та температури повітря: максимальний приріст спостерігається при поєднанні високої інтенсивності ФАР ($0,9 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$) та температури повітря $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. Максимальний приріст легкокорозчинних вуглеводів спостерігається при високому рівні освітленості та високому значенні амплітуди температури повітря ($A = 12 \dots 10 \text{ }^\circ\text{C}$). У період загартування рослин, при переході температури повітря через $0 \text{ }^\circ\text{C}$ у бік негативних температур, відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної зростає.

4. На основі створеної моделі розроблена методика оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці. Рівень загартування рослин визначається за співвідношенням двох основних характеристик: суми розчинних вуглеводів та відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної у вузлах кушення рослин озимої пшениці.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз середньодобової, максимальної та мінімальної температур повітря, суми опадів та тривалості сонячного сяйва показав, що агрометеорологічні умови, сприятливі для проходження першої фази загартування на території Півдня України за період 1980-2013 рр. скоротилися на 25-45 %, а їхнє коливання зросло на 34 %.

2. Осінній період за теплозабезпеченістю активної вегетації посівів озимих став більш тривалим і теплим, що призвело до необхідності зсуву оптимальних строків сівби на пізні строки у середньому на 10-15 діб.

3. Розраховано динаміку показника індексу континентальності для Півдня України. Показано стійке підвищення континентальності клімату на досліджуваній території у середньому на 27 %. Розрахунок лінії тренду показав тенденцію до подальшого його підвищення до 2035 року в середньому ще на 13 %.

4. Встановлено, що погіршення умов вологозабезпеченості періоду осінньої вегетації озимої пшениці пов'язане не зі змінами у кількості опадів, а з суттєвим зростанням малоефективних та неефективних для сільського господарства дощів та злив.

5. Зміни погодних умов призвели до зміщення пріоритетів у пристосувально-захисних механізмах адаптивності рослин озимої пшениці, що викликало необхідність внесення коректив у методологію оціночної роботи на морозо- та зимостійкість. Доведена актуальність впровадження показника «швидкість загартування» при створенні нових сортів озимої пшениці внаслідок скорочення тривалості та збільшення флуктуацій температурно-світлових умов загартування до несприятливих умов зимівлі.

6. Розроблена динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці для території Півдня України. Перевірка

адекватності моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці проводилася шляхом співставлення результатів моделювання з отриманими результатами лабораторно-польових експериментальних досліджень за наступними показниками: динаміка накопичення надземної біомаси, динаміка вмісту суми розчинних вуглеводів у надземній частині та вузлах кушення двох строків сівби озимої пшениці, динаміка вмісту та співвідношення вільної та зв'язаної води у вузлах кушення рослин. Оцінка адекватності моделі показала можливість її використання для вирішення практичних задач. Середня помилка даних, отриманих по моделі становить 17 %.

7. Встановлені закономірності впливу агрометеорологічних факторів на приріст резервів продуктів фотосинтезу та розчинних вуглеводів у першу фазу загартування. Максимальний приріст резервів продуктів фотосинтезу спостерігається при поєднанні високої інтенсивності ФАР ($0,9 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{хв}$) та температури повітря $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. Максимальний приріст легкорозчинних вуглеводів спостерігається при високому рівні інсоляції та високому значенні амплітуди температури повітря ($A = 12 \dots 10 \text{ }^\circ\text{C}$). У період загартування рослин, при переході температури повітря через $0 \text{ }^\circ\text{C}$ у бік негативних температур, відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної зростає.

8. На основі створеної динамічної моделі розроблена методика оцінки формування зимостійкості рослинами озимої пшениці, придатна для надання аналітичних довідок зі стану посівів озимини державним установам та фермерським господарствам. Оцінка стану рослин озимої пшениці визначається за співвідношенням двох основних характеристик: суми розчинних вуглеводів та відношення вмісту зв'язаної води до вмісту вільної у вузлах кушення рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко А. Критерії підбору сорту озимих зернових культур / А.Авраменко, Н. Жижка [та ін.] // Агробізнес сьогодні. – 2012. – № 15. – С. 42–44.
2. Агрокліматичний довідник по території України / за редакцією: Т.І. Адаменко М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. – Кам'янець - Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. – 108 с.
3. Адаменко Т.І. Зміни агрокліматичних умов холодного періоду в Україні при глобальному потеплінні клімату / Т.І. Адаменко // Агроном. – 2006. – № 34. – С. 12–13.
4. Адаменко Т.И. Как потепление действует на рынок зерна / Т.И. Адаменко // Зерно. – 2008. – № 10. – С. 38–45.
5. Айсакулова Х.Р. Оценка зимнего состояния посевов по степени накопления коллоидно-связанной воды / Х.Р. Айсакулова, А.П. Стаценко // Зерновые культуры. – 1993. – № 4. – 21 с.
6. Антоненко В.С. Динамическое моделирование роста, развития и формирования продуктивности озимой пшеницы. – Киев: «АртЭк», 2002. – 64 с.
7. Бабушкин Л. Н. Метеорологические факторы и растения / Л.Н. Бабушкин. – Ташкент: Сагу, 1953. – 185 с.
8. Балинова В.С. Статистика в вопросах и ответах: Учеб. пособие. / В.С. Балинова — М.: ТК. Велби, Изд-во Проспект, 2004. — 344 с.
9. Барабаш М. Зміна клімату при глобальному потеплінні / М. Барабаш, Н. Гребенюк, О. Татарчук // Водне господарство України. – 1998. – № 3. – С. 9-12.
10. Барашкова Э.А. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям / Э.А. Барашкова, В.В. Виноградова. – Л.: ВИР, 1988. – С. 128–154.

11. Блищик Д.В. Вплив змін погодних умов на загартування озимої пшениці в Одеській області / Д.В. Блищик // Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: «ТЕС», 2012. – С. 16.
12. Блищик Д.В. Вплив змін погодних умов на формування морозостійкості рослин озимої пшениці в Одеській області / Д.В. Блищик // Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: «ТЕС», 2013. – С. 15.
13. Блищик Д.В. Вплив змін температурних умов осіннього періоду півдня України на строки сівби озимої пшениці / Д.В. Блищик // Матеріали міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених. – Одеса: «ТЕС», 2012. – С. 11-12.
14. Блищик Д.В. Моделювання впливу агрометеорологічних умов на закалку озимих культур / Д.В. Блищик // Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: «ТЕС», 2014. – С. 20.
15. Блищик Д.В. Моделювання росту, розвитку та формування морозостійкості рослинами озимої пшениці / Д.В. Блищик // Матеріали II міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення». – Київ: ТОВ «ДІА», 2013. – С. 133-134.
16. Блищик Д.В. Строки сівби озимої пшениці в Одеській області у зв'язку зі змінами клімату / Д.В. Блищик // Матеріали щорічної міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г.П. Дубинського. – Харків: Вид-во «Форт», 2013. – С. 8-10.
17. Бондаренко В.І. Технологія вирощування в Степу / В.І. Бондаренко, В.М. Гармашов, В.М. Круть [та ін.] // Зернові культури. – К.: Урожай, 1985. – С. 33-62.
18. Бурденюк-Тарасевич Л. Пшеница: Глубина генетического потенциала / Л. Бурденюк-Тарасевич // Зерно: Ежемесячный журнал агропромышленника. – 2010. – № 4(48). – С. 49-51.
19. Василюк П.М. Сортові ресурси озимих зернових та їх використання в Україні / П.М. Василюк, А.А. Ключко // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – № 3. – 2012. – С. 52-59.

20. Васильев И.М. Зимовка растений / И.М. Васильев – М.: Изд-во МГУ АН СССР, 1956. – 250 с.
21. Венцкевич Г.З. Агрометеорология: учебное пособие для гидрометеорологических техникумов / Г. З. Венцкевич. – Л.: Гидрометиздат, 1958. – 375 с.
22. Вериго С.А. Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства) / С.А. Вериго, Л.А. Разумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 328 с.
23. Волошин О.С. Продуктивная влага под озимой пшеницей в интенсивных севооборотах северной Степ Украины / О.С. Волошин, П.Б. Лиман, А.И. Дудар // Степное земледелие. – К.: Урожай, 1986. – Вып. 20. – С. 9-13.
24. Гирка А.Д. Зимостійкість рослин озимої пшениці залежно від строків сівби / А.Д. Гирка // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААНУ. – № 36. – С. 1-4.
25. Глухова Н. Как повысить зимостойкость озимой пшеницы / Н. Глухова, М. Ельников, Н. Рябчун // Главный агроном: Ежемесячный научно-практический журнал. – 2010. – № 9. – С. 15-19.
26. Гудзь В.П. Землеробство: Підручник. / В.П. Гудзь, І.Д. Примак, Ю.В. Будьонний, С.П. Танчик; за ред. В.П. Гудзя. – 2-ге вид. перероб. та доп. – К.: Центр учбової літератури, – 2010. – 464 с.
27. Гусев Н.А. Состояние воды в растении / Н.А. Гусев. – М.: Наука, 1974. – 130 с.
28. Дергачов О.Л. Вплив строків сівби на тривалість основних періодів вегетації озимої пшениці в Центральному Лісостепу України / О.Л. Дергачов // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2012. Вип. 12. – С. 57-64.
29. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2012 році: витяг станом на 20 січня 2012 р. – К.: ТОВ Алефа. – 2012. – С. 3-25.

30. Дмитренко В.К. Залежність врожаю зерна озимої пшениці від попередників та метеорологічних факторів / В.К. Дмитренко // Вісник с.-г. наук. – 1980. – № 3. – С.15-19.
31. Добрынин М.Г. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков / М.Г. Добрынин. – Л.: Колос, 1969. – 275 с.
32. Долгушин Д.А. Использование биологической закономерности развития растений в селекции озимой пшеницы / Д.А. Долгушин // Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. – Сб. науч. трудов. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 36–41.
33. Долгушин Д.А. Стадия яровизации и некоторые биологические особенности современных сортов озимой пшеницы на юге СССР / Д.А. Долгушин // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1980. – № 9 (288). – С. 46-56.
34. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: «Агропромиздат», 1985. – 351 с.
35. ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». – К.: Держстандарт України, 2003.
36. ДСТУ 4749:2007 «Пшениця озима. Метод визначення морозостійкості сортів». – К.: Держстандарт України, 2008.
37. Животков Л.А. Результаты селекции озимой пшеницы на зимостойкость в условиях Лесостепи Украины / Л.А. Животков, В.В. Шелепов, А.Ф. Мельников, Л.А. Коломиец, В.А. Власенко // Повышение зимостойкости озимых зерновых. – М.: Колос, 1993. – С. 129–143.
38. Жук О.І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води / О.І. Жук // Физиология и биохимия культ.растений. – 2011. – № 1 (43). – С.26–37.
39. Задонцев А.И. Зимостойкость и продуктивность сортов озимой пшеницы в зависимости от сроков посева в условиях Ставропольского края / А. И. Задонцев, В. И. Бондаренко, В.Ф. Нечаев // Бюл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1972. – Вып. 26. – С. 11–16.

40. Задонцев А.И. Приемы возделывания озимой пшеницы в Степи Украины / А.И. Задонцев, В.И. Бондаренко // Повышение зимостойкости и продуктивности озимой пшеницы: сб. избр. научн. тр. акад. А. И. Задонцева / ВАСХНИЛ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кукурузы; редкол: П. И. Сусидко, Б. П. Соколов, Д. С. Филев [и др.]; биогр. очерк П. И. Сусидко [и др.]. – Днепропетровск, 1974. – С. 237-244.

41. Кириченко Ф.Г. О направлении работ по созданию высокоурожайных зимостойких сортов озимой пшеницы для степных районов Украины / Ф.Г. Кириченко // Научные труды: Селекция и семеноводство зерновых культур. – М.: Колос, 1972. – С. 82–90.

42. Кобута И. Экономика экспорта пшеницы в Украине / И.Кобута, А. Сикачина, В. Жигадло // ФАО Региональное бюро по Европе и Центральной Азии. Исследования по политике перехода сельского хозяйства. – №. 2012-5. – 2012. – С. 59.

43. Коваленко А.М. Шляхи стабілізації виробництва зерна в південному Степу / А.М. Коваленко // Зрошуване землеробство: зб. наук. праць. – Вип. 48. – 2007. – С. 6-9.

44. Коваленко А.П. Некоторые итоги изучения научных основ построения севооборотов в условиях запорожской области / А.П. Коваленко, В.С. Кружилин // Степное земледелие. – К.: Урожай. – 1986. – С. 3-9.

45. Ковтун И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.

46. Ковтун И.И. Формирование зимостойкости и продуктивности интенсивности сортов озимой пшеницы в лесостепи Украины: дисс. ... доктора с.-х. наук / И.И. Ковтун – Ровно, 1982. – 387 с.

47. Колоша О.И. Физиологические основы морозостойкости озимых зерновых культур / О.И. Колоша // Научные труды ВАСХНИЛ: Методы и приёмы повышения зимостойкости зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 294–306.

48. Комобакін В. Кліматичні зміни та їх наслідки. / В. Комобакін. // Farmer. – К., 2008. – № 2 (11). – С. 11-12.
49. Коровин А.И. Осенне-весенние условия погоды и урожай озимых / А.И. Коровин, Е.В. Мамаев, В.М. Мокиевский. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 160 с.
50. Коровин А.И. Роль температуры в минеральном питании растений / А.И. Коровин. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 226 с.
51. Кочмарський В.С. Посівні якості насіння пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу України / В.С. Кочмарський // Насінництво. – 2008. – № 5. – С. 15-18.
52. Кочмарський В.С. Селекція пшениці озимої на підвищену зимостійкість в умовах лісостепу України / В.С. Кочмарський // Бюлетень №1 Інституту сільського господарства степової зони НААНУ. – С. 27-31.
53. Кулик М.С. Погода и минеральные удобрения / М.С. Кулик – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 139 с.
54. Куперман Ф.М. Физиология развития, роста и органогенеза пшеницы / Ф.М. Куперман. – В кн.: Физиология с.-х. растений. – М.: Изд. МГУ, 1969. – С. 7-204.
55. Лимар А. О. Екстремальні явища погоди на Півдні України і агротехнічні заходи по їх пом'якшенню / А. О. Лимар // Таврійський науковий вісник : зб. наук. праць. – Херсон, 2004. – № 34. – С. 113-121.
56. Литвиненко М.А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для умов Степу України / М.А. Литвиненко // Автореф. дис. ... докт. с.-г. наук. Київ, 2001. – 46 с.
57. Литвиненко М.А. Удосконалення програми селекції сортів озимої м'якої пшениці універсального типу для умов Півдня України / М.А. Литвиненко // Зб. наук. праць СГІ-НЦНС. – 2010. – Вип. 16 (56). – С. 9-22.
58. Литвиненко Н.А. Возможность различного сочетания чувствительности к длине дня и потребности в яровизации в генотипе озимой

мягкой пшеницы / Н.А. Литвиненко, В.В. Козлов // Науч. -техн. бюл. ВСГИ. – Одесса, 1986. – № 4(62). – С. 5–11.

59. Лифенко С. П. Які строки сівби – оптимальні / С. П. Лифенко, М. А. Литвиненко, В. Г. Чайка // Насінництво. – 2009. – № 11. – С. 3-5.

60. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур / В.М. Личикаки. – М.: Колос, 1974. – 207 с.

61. Ляшенко В.В. Вплив строків сівби на продуктивність посівів пшениці озимої / В.В. Ляшенко, М.М. Маренич // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 2. – 2010. – С. 46-50.

62. Маймистов В.В. Влияние условий перезимовки на засухоустойчивость озимой пшеницы / В.В. Маймистов // Физиология продуктивности и устойчивости зерновых культур. – Краснодар, 1988. – С. 59–67.

63. Майор П.С. Вміст розчинних цукрів у рослинах озимої пшениці протягом осінньо-зимового періоду / П.С. Майор, Г.Я. Козіна, Л.В. Сливка // Физиология и биохимия культ. растений. – 2010. Т. 42. – № 2. – С. 174-182.

64. Маклаидуев Х.А. Влияние сроков сева и норм высева на урожай и качество зерна твердой пшеницы / Х.А. Маклаидуев, Ю.Д. Ханкев. // Зерновые культуры. – 1997. – №1. – С. 4-5.

65. Максимов Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений / Н.А. Максимов. – М.: Изд. АН. СССР, 1952. – Т.2. – 294 с.

66. Максимов С.А. Погода и сельское хозяйство / С.А. Максимов. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 201 с.

67. Мойсейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимих культур / В.А. Мойсейчик. – Л.: Гидрометиздат, 1975. – 295 с.

68. Мойсейчик В.А. Агроклиматические условия перезимовки озимых зерновых культур на территории социалистических стран Европы / В.А. Мойсейчик // Повышение устойчивости растений к низким температурам. – К.: Наукова думка, 1982. – С. 13–14.

69. Мосолов В. П. Агротехника / В.П.Мосолов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Сельхозгиз, 1950. – 430с.
70. Моргун В.В. Сучасний стан проблеми терморезистентності озимої пшениці у зв'язку з глобальними змінами клімату / В.В. Моргун, А.К. Ляшок, І.П. Григорюк // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2003. – № 6 (35). – С. 1–32.
71. Мусич В.Н. Влияние продолжительности закаливания и возраста растений на формирование морозостойкости у озимой пшеницы / В.Н. Мусич, В.А. Сиволап // Науч.-техн. бюл.– Одесса: ВСГИ, 1982. – № 3 (45). – С. 13–17.
72. Мусич В.Н. Физиологические проблемы создания морозостойких сортов озимой пшеницы / В.Н. Мусич // Физиологические основы устойчивости зерновых культур к стрессовым воздействиям. – Радзиков, 1988. – С. 83–94.
73. Нетіс І.Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці: Монографія / І.Т. Нетіс. – Херсон: Айлант, 2008. – С. 8–18.
74. Нетіс І.Т. Пшениця озима на Півдні України: Монографія / І.Т. Нетіс. – Х.: Олдіплюс, 2011.- 352 с.
75. Носатовский А.И. Пшеница (биология) / А.И. Носатовский. – М.: Сельхозгиз, 1950. – 407 с.
76. Оничко Т.О. Вплив строків сівби на врожайність та якість зерна сучасних сортів пшениці озимої / Т.О. Оничко // Вісник Сумського національного аграрного університету. – Вип. 2 (23). – 2012. – С. 136-142.
77. Орлюк А.П. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці / А.П. Орлюк, К.В. Гончарова. – Херсон: Айлант, 2002. – 263 с.
78. Палагин Э.Г. Математическое моделирование агрометеорологических условий перезимовки озимых культур / Э.Г. Палагин. – Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 191 с.

79. Палагин Э.Г. Методика расчета на ЭВМ термического режима почвы и прогноза перезимовки озимых зерновых культур: метод. пособие / Э.Г. Палагин, В.А. Мойсейчик. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 37 с.
80. Панкеев С.В. Зимостійкість сортів озимої пшениці на Півдні України / С.В. Панкеев // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2012. – Вип. 3. – С. 168-173.
81. Петер Иржи. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Петер Иржи, В. Черны, Л. Грушка; перевод с чеш. Э.К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.
82. Пешкова А.А. Адаптация фотосинтетического аппарата озимой пшеницы в период осеннего развития / А.А. Пешкова, Н.В. Дорофеев // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». – 2011. - Вып. 45. – С. 20-28.
83. Пикуш Г.Р. Некоторые особенности биологии кущения озимой пшеницы / Г.Р. Пикуш // Повышение продуктивности озимой пшеницы. – Днепропетровск. – 1980. – С. 22–29.
84. Подуст Ю.І. Вплив сортових особливостей, крупності та фізіологічного стану насіння озимої пшениці на інтенсивність проростання за дефіциту вологи в ґрунті / Ю.І. Подуст // Вісник білоцерківського державного аграрного університету. – Біла церква. – 2008. – Вип. 52. – С. 39-42.
85. Полевой А.Н. Использование математических моделей в сельском хозяйстве в условиях изменения климата / А.Н. Полевой, Д.В. Блыщик, П.А. Феоктистов // Материалы V-ой международной научно-практической конференции «Перспективы развития научных исследований в 21 веке». –Махачкала: ООО «Апробация», 2014. – С. 52-55.
86. Полевой А.Н. Моделирование осеннего периода вегетации озимой пшеницы / А.Н. Полевой, Д.В. Блыщик // Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных, посвященной 80-летию образования ИрГСХА. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – С. 61-69.

87. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов / А.Н. Полевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 320 с.
88. Польовий А.М., Блищик Д.В., Феоктістов П.О. Блок динамічної моделі формування зимостійкості рослинами озимої пшениці на Півдні України в залежності від строків сівби / А.М. Польовий, Д.В. Блищик, П.О. Феоктістов // Культура народів Причорномор'я. – 2014. – № 123. – С. 83-89.
89. Польовий А.М. Динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці на території південного степу України / А.М. Польовий, Д.В. Блищик, П.О. Феоктістов // Український гідрометеорологічний журнал. – Вип. 14. – С. 105-112.
90. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем / А.М. Польовий. – Київ: КНТ, 2007. – 344 с.
91. Польовий А.М. Практикум з сільськогосподарської метеорології / А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, В.М. Ситов, О.Є. Ярмольська. – Одеса: ТЕС, 2001. – 400 с.
92. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: Підручник / А.М. Польовий; Одеськ. Держ. Еколог. Університет. – Одеса: ТЕС, 2013. – 630 с.
93. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие / Г.С.Посыпанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.
94. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница / Ф.М. Пруцков // Зимостойкость озимой пшеницы и причины гибели её при перезимовке. – М.: Колос, 1970. – 344 с.
95. Радченко С.И. Температурные градиенты среды и растения / С.И. Радченко. – М.: Наука, 1966. – 27 с.

96. Ромащенко М.І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку із змінами клімату: пр. / М.І. Ромащенко, О.О. Собко, Д.П. Савчук, М.І. Кульбіда // Інститут гідротехніки і меліорації УААН. – К., 2003. – 96 с.
97. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова / Ю.К. Росс. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 341 с.
98. Руденко А.В. Определение фаз развития с.-х. растений / А.В. Руденко. – М.: Изд. МГУ, 1950. – 148 с.
99. Сабинин Д.А. Физиология развития растений / Д.А. Сабинин. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 58-60.
100. Савченко М.П. Полнота всходов у некоторых полевых культур при различном увлажнении почвы / М.П. Савченко // Биология, агротехника и семеноводство полевых культур. – Омск, 1977. – С. 10-12.
101. Салтыковский М.И. Влияние осенней влажности почвы на морозостойкость озимины – М.И. Салтыковский, Е.С. Сапрыгина // Тр. Днепропетровс. с.-х. ин-та, 1956. – Т. 6. – С. 20-27.
102. Ситник К. Біосфера і клімат: минуле, сьогодні і майбутнє / К. Ситник, В. Багнюк // Вісн. НАН України. – 2006. – № 9. – С. 3-20
103. Стельмах А.Ф. Яровизаційна потреба та фоточутливість сучасних генотипів озимої м'якої пшениці / А.Ф. Стельмах, М.А. Литвиненко, В.І. Файт // Зб. наук. праць СГІ – НЦНС. – Одеса, 2004. – Вип. 5(45). – С. 118-127.
104. Тарчевский И.А. Фотосинтез пшеницы / И.А. Тарчевский // Физиология сельскохозяйственных растений. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – Т.4. – С. 298-365.
105. Торнли Дж.Г.М. Математические модели в физиологии растений / Дж.Г.М. Торнли. – К.: Наук. думка, 1982. – 310 с.
106. Трунова Т.И. Физиологические основы закаливания озимых культур / Т.И. Трунова // Агрометеорологические аспекты перезимовки растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 63 с.

107. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений / И.И. Туманов. – М.: Наука, 1979. – 352с.
108. Тупицын Н.В. Сроки сева озимой пшеницы / Н.В. Тупицын, С.В. Валяйкин, А.В. Жирнов // Земледелие. – 2004. – №4. – С. 20.
109. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е.С. Уланова. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
110. Уланова Е.С. Методика оценки сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий развития и роста озимых в осенний период / Е.С. Уланова. – В кн.: Сб. метод. указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – С. 92-105.
111. Уліч Л.І. Урожайність нових сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від строків сівби / Л.І. Уліч, М.М. Корхова, О.А. Котиніна // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – К., 2009. – Вип. 1 (9). – С. 91-95.
112. Файт В.І. Морозостійкість і урожайність сортів озимої пшениці / В.І. Файт // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 11. – С. 25-29.
113. Файт В.И. Связь фенотипических и генотипических различий по продолжительности яровизации и фенотипической чувствительности с морозостойкостью озимой пшеницы / В.И. Файт, В.Р. Федорова, О.И. Нагуляк, К.Л. Прокопович, Н.В. Попова // Зб. наук. праць Уманського державного аграрного університету. – Умань, 2003. – С. 359-364.
114. Федоров А.К. Яровизация и ее загадка / А.К. Федоров, Л. П. Чельцова. – Штинца, 1990. – 174 с.
115. Федорова Н.А. Значення зимостійкості сорту у підвищенні врожайності та зборів зерна озимої пшениці / Н.А. Федорова // Зимостійкість і врожайність озимої пшениці. – К.: Урожай, 1972. – С. 43-49.
116. Феоктістов П.О. Вплив змін клімату на строки сівби озимої пшениці на Півдні України / П.О. Феоктістов, Д.В. Блищик // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2014. – Вип. 1-2. – С. 56-61.

117. Феоктістов П.О. Вплив змін погодних умов на формування морозостійкості рослин озимої пшениці в Одеській області / П.О. Феоктістов, Д.В. Блищик, О.І. Нагуляк. // Насінництво. – 2013. – Вип. 6. – С. 7-9.
118. Феоктістов П.О. Методологічні принципи оцінки озимої пшениці на терморезистентність в умовах Півдня України: методичні рекомендації / П.О. Феоктістов, А.К. Ляшок, І.П. Григорюк, М.Д. Мельничук. – К.: Видавничий центр НАУ, 2006. – 36 с.
119. Физиология сельскохозяйственных растений. Т. IV (пшеница) // под ред. П.А. Генкель. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 555 с.
120. Филиппович Ю.Б. Практикум по общей биохимии: Учеб. пособие для студентов хим. специальностей пед. ин-тов / Под общ. ред. Ю.Б. Филипповича. – М.: «Просвещение», 1975. – 318 с.
121. Хомяков Д.М. Информационные технологии и математическое моделирование в задачах природопользования при реализации концепции устойчивого развития / Д.М. Хомяков, Р.А. Искандаря // Экологические и социально-экономические аспекты развития России в условиях глобальных изменений природной среды и климата. – М.: Геос, 1997. – С. 102-119.
122. Цандур М.О. Агротехнологические основы выращивания озимых зерновых культур в южной Степи Украины: автор. ... канд. с.-х. наук / М.О. Цандур. – К., 2009.
123. Цыбулько В.С. Трофические закономерности фотопериодизма растений / В.С. Цыбулько. – К.: Наукова думка, 1978. – 208 с.
124. Черные пары и стабильность земледелия в Степи Украины / Е. М. Лебедь, И. Е. Бабенко, В. С. Кружилин, А. П. Коваленко [и др.] // Земледелие. – 1984. – № 5. – С. 18-20.
125. Четверик О. М. Вплив строків сівби та погодних умов осіннього періоду вегетації на перезимівлю та урожайність пшениці м'якої озимої / О.М. Четверик // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2011. – Вип.10. – С. 265-273.

126. Шалин Ю.П. К вопросу о динамике морозостойкости озимых пшениц на световой стадии развития. В кн.: Вопросы генетики, селекции и семеноводства / Ю.П. Шалин. – К.: Урожай, 1964. – С. 63-66.

127. Шалин Ю.П. Влияние света и температуры на формирование свойств морозостойкости у некоторых сортов и гибридов озимых пшениц: дис. ... канд. с.-х. наук / Ю.П. Шалин. – Одесса, 1963. – 275 с.

128. Шевелуха В.С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В.С. Шевелуха. – М.: Колос, 1980. – 452 с.

129. Шиголев А.А. Методика составления фенологических прогнозов: Сб. метод. указаний / А.А. Шиголев. – Л.: Гидрометиздат, 1957. - С. 5-18.

130. Школьный Е.П. Обработка и анализ гидрометеорологической информации / Е.П. Школьный, И.Д. Лоева, Л.Д. Гончарова. – Одесса, 2000. – 600 с.

131. Шулындин А.Ф. Эволюционно - генетические основы повышения зимостойкости растений пшеничного типа / А.Ф. Шулындин // Научные труды ВАСХНИЛ: Методы и приёмы повышения зимостойкости зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 79-96.

132. Яковлев Н.Н. Климат и зимостойкость озимой пшеницы / Н.Н. Яковлев. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 419 с.

133. Andrews C.I. Survival and cold hardiness of winter wheat's during partial and total ice immersion / C.I. Andrews, M.K. Pomeroy // Crop Sci. 1975. – V.15. – № 7. – P. 561-567.

134. Baker C.K. Daylength change and leaf appearance in winter wheat / C.K. Baker, J.N. Gallagher, J.L. Monteith // Plant, Cell, and Environ. 1980. – № 3. – P. 285-287.

135. Bergjord A.K. Modelling the course of frost tolerance in winter wheat I. Model development / A.K. Bergjord, H. Bonesmo, A.O. Skjelvag // Europ. J. Agronomy. – 2008. – V. 28. – P. 321-330.

136. Briggie L.W. Wheat worldwide / L.W. Briggie, B.C. Curtis // In: E.G. Heyne, ed. Wheat and wheat improvement. – 2nd ed. – Agronomy 13. – 1987. – P. 1-32.
137. Curry R.B. Dynamic simulation of plant growth: I. Development of a model / R.B. Curry // ASAE Trans. – 1971. – V. 14, № 5. – P. 946-959.
138. Dent J.B. System simulation in agriculture / J.B. Dent, M.J. Blackie. – London: Applied science publ., 1979. – 180 p.
139. Dronova E.A. Assessment of the impact of the heat and moisture conditions on the winter hardiness formation of winter wheat under climate change in the South of Ukraine / E.A. Dronova, D.V. Blyshchyk // European Applied Sciences. – 2014. – № 11. – P. 62-65.
140. Fowler D.B. Low-temperature tolerance in cereals: model and genetic interpretation / D.B. Fowler, A.E. Limin, J.T. Ritchie // Crop Sci. – 1999. – V. 39. – P. 626-633.
141. Gent M.P.N. A carbohydrate supply and demand model of vegetative growth: response to temperature and light / M.P.N. Gent, I. Seginer // Plant, Cell & Environment. – 2012. – № 35(7). – P. 1274-1286.
142. Hay R.K.M. Leaf appearance and extension in field-grown winter wheat plants: the importance of soil temperature during vegetative growth / R.K.M. Hay, G. T. Wilson // Journal of Agricultural Science. – 1982. – Cambridge 99. – P. 403– 410
143. Hela I. Regional distribution of the continentality in the climate of the oceans / I. Hela // Geophysica. – 1953. – Vol. 4. – №2. – P.41-47.
144. Hunt L.A. CROPSIM-WHEAT: A model describing the growth and development of wheat / L.A. Hunt, S. Pararajasingham // Can. J. Plant Sci. – 1995. – № 75. – P. 619-632.
145. Jamieson P. D. Prediction of leaf appearance in wheat: a question of temperature / P. D. Jamieson, I. R. Brooking, I. R. Porter, D. R. Wilson // Field Crops Research . – 1995. – № 41. – P. 35– 44.

146. John R Porter. Crop responses to climatic variation / John R Porter, Mikhail A Semenov // *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* – 2005. – № 360 (1463). – P. 2021–2035.

147. Jürgen Grieser. Data sources for FAO worldmaps of Koeppen climatologies and climatic net primary production / Jürgen Grieser, René Gomme, Stephen Cofield, Michele Bernardi // FAO of the UN, Viale delle Terme di Caracalla: http://www.fao.org/nr/climpag/globgrids/kc_commonddata_en.asp

148. Kateřina Mikolášková. A regression evaluation of thermal continentality / Kateřina Mikolášková // *Sborník české geografické společnosti.* – 2009. – №4. – P. 350-362.

149. Lecomte C. Testing a predicting model for frost resistance of winter wheats under natural conditions / C. Lecomte, A. Giraud, V. Aubert // *Agronomie.* – 2003. – V. 23. – P. 51-66.

150. Leonardis E.D. Daily photosynthetic and C-export patterns in winter wheat leaves during cold stress and acclimation / E.D. Leonardis, L.V. Savitch, N.P.A. Huner, G. Oquist, B. Grodzinski // *Physiologia Plantarum.* – 2003. – 117. – P. 521–531.

151. Martin P. N. Gent. Temperature dependence of vegetative growth and dark respiration: a mathematical model / Martin P. N. Gent, Herbert Z. Enoch // *Plant Physiol.* – 1983. – № 71. – P. 562-567.

152. Mc Cree K.J. An equation for the rate of respiration of white clover plants growth under controlled condition / K.J. Mc Cree; In: *Prediction and measurement of photosynthetic productivity.* – 1970. – Wageningen: Pudoc. – P. 221-229.

153. McMaster G.S. Existing wheat yield models / G.S. McMaster. – Distributed listing, USDA – ARS Crops Research Lab, Fort Collins, CO.

154. McMaster G.S. Phenological responses of wheat and barley to water and temperature: improving simulation models / G. S. McMaster, W. W. Wilhelm // *Journal of Agricultural Science.* – 2003. – № 141. – P. 129-147.

155. McMaster G.S. Simulation of shoot vegetative development and growth of unstressed winter wheat // G.S. McMaster, Betty Klepper, R.B. Rickman [et al.] // *Ecological Modelling*. – 1991. – № 53. – P. 189-204.
156. McMaster G.S. Soil management alters seedling emergence and subsequent autumn growth and yield in dry land winter wheat-fallow systems in the central Great Plains on a clay loam soil / G.S. McMaster, D.B. Palic, G.H. Dunn // *Soil and Tillage Research*. – 2002. – № 65. – P. 193-206.
157. McMaster G.S. Simulating winter wheat shoot apex phenology / G.S. McMaster, W.W. Wilhelm, J.A. Morgan // *J. Agric. Sci. Camb.* – 1992. – № 119. – P. 1-12.
158. Narendra Tuteja. Plant acclimation to environmental stress / Narendra Tuteja, Singh Gill Sarvajeet // Springer Science+Business Media New York. – 2013. – 493 p.
159. Nikolayeva L. Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine / L. Nikolayeva, N. Denisov, V. Novikov // Environment and Security Initiative (ENVSEC), Zoï Environment Network (Zoï). – 2012. – 60 p.
160. Nobel P.S. Dessication and freezing phenomena for plants with large water capacitance – cacti and espeletias / P.S. Nobel, G. Goldestein; In: G.N. Somero, C.B. – 1992.
161. Osmond. Water and life: Comparative analysis of water relationships at the organismic, cellular, and molecular levels / Osmond, C.L. Bolis // Springer-Verlag, Berlin. – P. 240-257.
162. P.H. Li, A. Sakai. Plant cold hardiness and freezing stress: Mechanisms and crop implications / P.H. Li, A. Sakai // Academic Press Inc. – 1982. Vol. 2. – 694 p.
163. Polevoy A.N. Modelling of the autumn vegetation period for winter wheat (*Triticum aestivum l.*) / A.N. Polevoy., D.V. Blyshchyk // *Agricultural sciences*. – 2014. – Vol. VI. – Issue 15. – P. 79-85.
164. Reynolds J.F. A shoot: root partitioning model / J.F. Reynolds, J.H.M. Thornley // *Ann. Bot.* – 1982. – V. 49. – №5. – P. 585-597.

165. Rickman R.W. The phyllochron: Where do we go in the future? / R.W. Rickman, B. Klepper // *Crop Sci.* – 1995. – № 35. – P. 44-49.
166. Ritchie J.T. Wheat phasic development / J.T. Ritchie; In: (Hanks J., Ritchie J.T., eds.). – *Modeling Plant and Soil Systems.* – 1991. – ASA-CSSA-SSSA: Madison, WI. – P. 31-54.
167. Ritchie J.T. CERES Wheat: A simulation model of wheat growth and development college Station / J.T. Ritchie, D.C. Godwin, S. Otter-Nacke. – Texas: Texas. AM University Press, 1985.
168. Runge E.G.A. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield / E.G.A. Runge // *Agr. J.* – 1966. – V.60. – №5. – P. 91-98.
169. Singels A. Refinement and validation of the PUTU wheat crop growth model 1. Phenology / A. Singels, J.M. de Jager // *South African Journal of Plant and Soil.* 1991. – Vol. 8. – Issue 2. – P. 59-66.
170. Stapper M. SIMTAG: A simulation model of whet genotypes / M. Stapper; In: *Model Documentation.* University of New England. – 1984. – Armidale and ICARDA, Aleppo.
171. Van Keulen G.J. A summary model for crop growth / G.J. Van Keulen, F.W.T. Penning de Vries, E.M. Drees; In: Penning de Vries, F.W.T. Van Laar, H.H. (eds.). *Simulation of plant growth and crop production.* Simulation Monographs. Pudoc. Wageningen, 1982.
172. Weir A.H. A winter wheat crop simulation model without water or nutrient limitations / A.H. Weir, P.L. Bragg, J.R. Porter, J.H. Rayner // *J. Agric. Sci. (Cambridge).* – 1984. – № 102. – P. 371–382.
173. Zalud Z. Evaluating SHOOTGRO 4.0 as a potential winter wheat management tool in the Czech Republic / Z. Zalud, G.S. McMaster, W.W. Wilhelm // *Europ. J. Agronomy.* – 2003. – № 19. – P. 495-507.

ДОДАТКИ

Додаток А

Агробіологічні показники рослин озимої пшениці сортів першого строку сівби

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
Сорт Одеська 16						
01.X	17,3	2,8	1,0	-	10,0	10,0
02.X	17,7	2,8	1,0	-	10,6	10,6
03.X	17,9	2,8	1,0	-	12,0	12,0
04.X	18,2	2,9	1,0	-	15,0	14,7
05.X	18,4	2,8	1,0	-	17,9	18,9
06.X	18,6	2,9	1,0	-	20,6	25,0
07.X	18,8	3,0	1,0	74	22,2	26,9
08.X	19,0	3,0	1,0	76	22,5	25,9
09.X	19,2	3,1	1,0	75	22,0	23,1
10.X	19,3	3,0	1,0	79	18,4	20,2
11.X	19,3	3,1	1,0	65	11,9	14,7
12.X	19,4	3,1	1,0	69	9,0	13,3
13.X	19,5	3,1	1,0	75	7,2	13,7
14.X	19,5	3,1	1,0	81	5,5	16,6
15.X	19,7	3,1	1,0	83	5,0	16,4
16.X	19,8	3,1	1,0	85	4,7	14,3
17.X	19,9	2,9	1,2	88	4,6	5,9
18.X	20,1	3,0	1,2	90	4,9	3,8
19.X	20,4	3,0	1,4	92	5,3	3,2
20.X	20,6	3,0	1,4	94	6,7	4,7

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
21.X	20,6	2,8	1,3	96	11,9	15,1
22.X	20,7	3,0	1,8	105	13,3	20,2
23.X	20,9	3,0	1,8	113	13,6	23,8
24.X	20,9	2,9	2,0	125	13,7	25,0
25.X	20,9	3,1	1,8	128	13,9	24,3
26.X	20,9	3,1	2,0	130	13,4	21,9
27.X	20,9	3,0	2,0	135	13,7	19,9
28.X	21,0	3,2	2,0	135	13,4	18,3
29.X	21,1	3,0	1,9	138	12,4	17,1
30.X	21,2	3,1	2,0	140	11,4	16,4
31.X	21,3	2,9	2,4	140	9,3	16,0
01.XI	21,5	3,2	2,2	145	9,1	15,4
02.XI	21,6	3,2	2,2	150	9,8	14,4
03.XI	21,7	3,2	2,6	153	10,3	13,7
04.XI	22,0	3,2	2,8	162	10,3	12,9
05.XI	22,2	3,2	3,0	168	10,1	13,0
06.XI	22,3	3,2	3,0	171	9,4	14,2
07.XI	22,5	3,2	3,3	185	8,0	15,0
08.XI	22,5	3,2	3,2	198	7,5	14,8
09.XI	22,8	3,2	3,4	200	7,9	13,5
10.XI	23,1	3,2	3,6	220	8,5	11,9
11.XI	23,3	3,2	3,5	245	9,5	12,2
12.XI	23,4	3,2	3,7	255	10,0	12,6

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
13.XI	23,4	3,0	3,7	280	10,3	13,5
14.XI	23,4	3,2	4,0	285	10,3	14,1
15.XI	23,4	3,3	4,8	290	10,3	14,0
16.XI	23,4	3,0	4,3	295	10,5	15,4
17.XI	23,5	3,1	4,2	300	10,8	17,1
18.XI	23,6	3,3	4,6	305	10,9	19,1
19.XI	23,9	3,3	5,0	310	11,2	21,0
20.XI	24,4	3,3	4,7	325	11,8	22,3
21.XI	24,7	3,3	4,8	335	12,5	24,0
22.XI	25,0	3,3	4,9	355	13,0	24,8
23.XI	25,1	3,3	4,7	370	14,0	25,6
24.XI	25,5	3,3	4,8	380	15,0	25,9
25.XI	25,8	3,3	5,0	400	16,4	26,2
26.XI	26,0	3,3	5,0	405	16,6	26,8
27.XI	26,1	3,6	5,2	415	16,7	27,8
28.XI	26,1	3,3	4,8	450	17,0	29,1
29.XI	26,1	3,3	4,4	473	17,3	30,8
30.XI	26,1	3,3	5,0	492	18,0	32,2
01.XII	26,1	3,3	4,8	515	22,5	33,4
02.XII	26,1	3,4	4,6	539	28,6	34,5
03.XII	26,1	3,5	5,0	553	30,0	37,0

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
04.XII	26,1	3,6	5,0	562	31,7	39,9
05.XII	26,2	3,4	4,6	578	32,3	43,6
06.XII	26,2	3,5	4,6	586	32,9	46,5
07.XII	26,2	3,6	4,6	593	33,3	48,0
08.XII	26,2	3,6	4,6	612	33,6	49,2
09.XII	26,2	3,6	4,8	625	33,8	49,8
10.XII	26,2	3,6	5,0	638	33,9	50,0
Сорт Одеська 267						
01.X	15,9	2,8	1,0	-	10,9	14,1
02.X	16,0	2,8	1,0	-	12,0	14,2
03.X	16,3	2,8	1,0	-	16,6	14,4
04.X	16,4	2,9	1,0	-	18,4	15,0
05.X	16,8	2,8	1,0	-	16,8	17,0
06.X	17,5	2,8	1,0	-	14,0	19,9
07.X	18,0	2,9	1,0	61	13,1	20,9
08.X	18,4	2,8	1,0	61	14,2	21,0
09.X	18,8	2,8	1,0	61	15,9	20,0
10.X	19,0	3,0	1,0	65	14,8	18,2
11.X	19,3	3,0	1,0	68	11,6	14,7
12.X	19,5	3,0	1,0	71	10,8	11,2
13.X	19,6	3,0	1,0	72	10,5	8,6
14.X	19,8	3,0	1,2	73	10,6	6,2

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
15.X	19,9	3,0	1,2	80	9,0	4,5
16.X	20,1	3,0	1,4	82	4,3	4,1
17.X	20,2	3,1	1,4	88	3,2	4,9
18.X	20,4	3,0	1,3	96	4,8	6,9
19.X	20,4	3,0	1,6	106	7,5	9,5
20.X	20,7	3,0	1,8	125	11,9	13,3
21.X	20,9	3,1	2,0	135	14,0	15,4
22.X	21,4	3,2	2,4	138	14,8	16,1
23.X	21,7	3,2	2,2	143	15,1	15,9
24.X	22,1	3,2	2,2	148	15,1	14,7
25.X	22,1	3,2	2,6	152	17,1	14,2
26.X	22,3	3,2	2,8	154	23,0	14,8
27.X	22,5	3,2	2,8	156	31,1	17,2
28.X	23,0	3,2	3,0	157	36,0	18,3
29.X	23,1	3,2	3,0	158	31,2	18,8
30.X	23,2	3,2	3,2	160	24,8	18,9
31.X	23,3	3,0	3,2	160	11,0	18,1
01.XI	23,4	3,3	3,4	162	9,1	17,0
02.XI	23,3	3,1	3,6	165	8,5	15,8
03.XI	23,5	3,3	3,5	176	8,1	14,9
04.XI	23,7	3,3	3,7	179	7,8	13,7
05.XI	23,8	3,3	3,7	185	7,6	13,5
06.XI	24,0	3,3	3,9	200	7,6	14,6

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
07.XI	24,0	3,3	3,8	215	7,6	16,1
08.XI	24,2	3,3	3,9	225	8,0	16,4
09.XI	24,6	3,3	4,0	239	8,7	15,1
10.XI	24,8	3,5	4,0	245	9,1	13,2
11.XI	25,0	3,4	4,0	260	9,6	12,6
12.XI	25,2	3,5	4,0	286	9,9	13,0
13.XI	25,5	3,5	3,8	307	9,9	14,0
14.XI	25,6	3,5	3,7	315	9,4	16,1
15.XI	25,73	3,5	4,1	322	7,9	17,1
16.XI	25,8	3,6	4,0	330	7,9	17,2
17.XI	25,8	3,6	4,0	345	8,9	15,6
18.XI	26,1	3,6	4,1	352	8,8	13,8
19.XI	26,4	3,7	4,3	360	7,9	13,0
20.XI	26,6	3,6	4,2	371	7,1	12,5
21.XI	27,0	3,6	4,5	381	7,0	12,1
22.XI	27,3	3,6	4,4	391	7,0	12,0
23.XI	27,8	3,6	4,3	401	7,2	12,2
24.XI	28,2	3,6	4,5	416	7,5	12,5
25.XI	28,4	3,6	4,4	435	8,0	12,2
26.XI	28,5	3,6	4,2	455	9,6	13,9
27.XI	28,6	3,6	4,3	490	14,9	20,0
28.XI	28,8	3,6	4,0	520	16,4	23,4
29.XI	29,1	3,6	4,3	541	17,3	25,7

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кущення, % на масу сухої речовини
30.XI	29,1	3,6	4,4	550	19,0	27,8
01.XII	29,2	3,6	4,6	566	24,8	30,2
02.XII	29,3	3,6	5,1	578	29,2	33,4
03.XII	29,3	3,6	4,2	586	32,9	35,4
04.XII	29,4	3,7	4,6	595	35,3	36,9
05.XII	29,4	3,6	4,7	610	36,5	39,0
06.XII	29,4	3,6	4,5	621	37,5	40,9
07.XII	29,4	3,6	4,5	631	37,8	42,9
08.XII	29,4	3,8	4,5	641	38,0	44,4
09.XII	29,4	3,6	4,8	645	38,0	45,6
10.XII	29,5	3,6	4,5	660	38,1	45,8
Сорт Антонівка						
01.X	16,4	2,7	1,0	-	11,9	15,6
02.X	16,6	2,7	1,0	-	12,5	15,9
03.X	16,7	2,7	1,0	-	14,1	16,7
04.X	16,9	2,7	1,0	-	15,0	17,7
05.X	17,0	2,7	1,0	-	15,6	18,9
06.X	17,1	2,8	1,0	-	15,4	19,5
07.X	17,4	2,8	1,0	51	14,4	19,5
08.X	18,0	2,6	1,0	58	16,5	21,8
09.X	18,4	2,8	1,0	66	22,8	26,1
10.X	19,0	2,7	1,0	66	22,1	24,2
11.X	19,4	2,9	1,0	70	19,9	18,7

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
12.X	19,9	2,9	1,0	75	18,1	17,4
13.X	20,2	3,0	1,0	80	16,0	18,3
14.X	20,4	3,1	1,0	85	13,3	20,0
15.X	20,7	3,0	1,2	90	10,5	18,8
16.X	21,0	3,0	1,2	96	5,0	15,9
17.X	21,1	3,1	1,4	102	2,9	5,5
18.X	21,3	2,9	1,4	103	3,9	4,7
19.X	21,4	3,2	1,7	104	7,1	5,3
20.X	21,5	3,0	1,6	105	13,3	9,0
21.X	21,6	3,2	1,8	106	15,4	15,1
22.X	21,9	3,3	1,8	106	15,8	16,0
23.X	22,1	3,1	1,8	107	16,2	16,7
24.X	22,2	3,2	2,0	108	16,3	15,7
25.X	22,3	3,2	2,0	109	17,4	15,2
26.X	22,5	3,4	2,0	110	20,7	15,5
27.X	22,5	3,3	2,2	110	24,6	20,3
28.X	22,7	3,3	2,2	111	26,3	23,3
29.X	22,8	3,2	2,4	111	24,4	21,6
30.X	22,8	3,3	2,5	111	21,1	18,5
31.X	23,0	3,3	2,4	112	10,8	17,4
01.XI	23,1	3,3	2,5	119	8,4	16,7
02.XI	23,2	3,3	2,6	125	7,6	16,6
03.XI	23,3	3,3	2,7	132	8,1	16,8

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
04.XI	23,4	3,3	2,8	145	9,4	18,0
05.XI	23,6	3,3	3,0	152	11,1	18,0
06.XI	23,9	3,3	3,0	158	11,9	18,3
07.XI	24,1	3,3	3,0	159	11,5	19,1
08.XI	24,4	3,4	3,2	160	9,4	20,2
09.XI	24,8	3,4	3,2	162	7,2	19,3
10.XI	25,1	3,3	3,2	163	6,0	17,3
11.XI	25,5	3,2	3,3	165	6,1	14,8
12.XI	25,9	3,4	3,3	168	6,2	14,5
13.XI	26,1	3,4	3,1	190	6,7	15,9
14.XI	26,4	3,4	3,3	210	6,4	15,0
15.XI	26,7	3,4	3,3	230	5,5	12,2
16.XI	27,0	3,4	3,5	240	6,2	11,6
17.XI	27,5	3,4	3,6	246	7,3	11,9
18.XI	27,9	3,4	3,4	250	8,3	12,6
19.XI	28,1	3,4	3,7	256	9,7	13,7
20.XI	28,4	3,4	3,4	259	10,2	14,4
21.XI	28,8	3,4	3,6	262	9,7	14,8
22.XI	29,0	3,4	3,6	265	9,4	14,9
23.XI	29,2	3,5	3,6	267	9,3	15,6
24.XI	29,4	3,2	3,6	268	9,5	15,8
25.XI	29,5	3,3	3,6	280	11,0	17,9
26.XI	29,6	3,3	3,6	295	12,1	18,9

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
27.XI	29,7	3,3	3,6	318	14,2	22,0
28.XI	29,7	3,5	3,8	332	15,7	24,1
29.XI	29,8	3,5	3,8	350	16,7	28,1
30.XI	29,8	3,5	3,6	375	18,5	30,2
01.XII	29,9	3,5	3,9	395	21,5	31,4
02.XII	29,9	3,3	3,8	420	26,8	34,0
03.XII	29,9	3,5	3,9	435	29,5	38,0
04.XII	29,9	3,4	3,9	440	31,0	44,2
05.XII	30,0	3,5	3,9	453	32,7	48,5
06.XII	30,1	3,5	3,9	461	34,7	52,7
07.XII	30,1	3,5	3,9	486	35,3	55,1
08.XII	30,1	3,5	4,0	505	35,5	56,3
09.XII	30,1	3,5	4,0	524	36,1	56,9
10.XII	30,2	3,5	4,0	544	36,3	57,1
Сорт Альбатрос						
01.X	14,6	2,6	1,0	-	10,9	16,9
02.X	14,7	2,6	1,0	-	11,8	17,3
03.X	14,9	2,6	1,0	-	16,0	18,0
04.X	15,0	2,6	1,0	-	17,2	19,3
05.X	15,2	2,6	1,0	-	17,8	20,2
06.X	15,4	2,6	1,0	-	17,9	20,9
07.X	15,5	2,6	1,0	42	17,5	22,4
08.X	15,8	2,6	1,0	46	18,7	23,3

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
09.X	16,2	2,7	1,0	50	21,9	23,1
10.X	16,8	2,7	1,0	51	21,4	21,2
11.X	17,7	2,7	1,0	60	18,7	16,2
12.X	18,2	2,7	1,0	65	17,9	15,1
13.X	18,6	2,7	1,0	70	17,7	16,5
14.X	18,8	2,8	1,0	76	17,8	25,0
15.X	19,1	2,8	1,2	79	17,0	23,3
16.X	19,3	2,8	1,1	80	14,5	15,5
17.X	19,5	2,8	1,2	83	7,0	6,7
18.X	19,7	2,9	1,3	96	6,5	5,7
19.X	19,9	2,8	1,1	100	7,8	7,4
20.X	20,0	2,8	1,4	110	16,1	17,2
21.X	20,2	2,9	1,3	122	19,7	20,9
22.X	20,7	2,9	1,6	133	18,1	21,2
23.X	21,1	2,9	1,7	134	12,6	20,6
24.X	21,5	2,9	2,0	136	10,6	18,6
25.X	21,7	2,9	1,8	138	10,6	17,2
26.X	21,9	2,9	2,0	139	12,2	18,2
27.X	22,2	3,0	2,0	140	18,7	24,5
28.X	22,5	3,2	2,1	141	22,1	27,9
29.X	22,7	3,0	2,2	142	19,9	26,0
30.X	22,8	3,0	2,0	146	15,6	20,4
31.X	22,9	3,1	2,0	150	11,0	16,3

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
01.XI	23,0	3,1	2,6	162	8,9	14,9
02.XI	23,2	3,0	2,3	175	7,9	14,0
03.XI	23,4	3,1	2,4	185	7,3	13,7
04.XI	23,5	3,2	2,8	193	6,9	13,8
05.XI	23,7	3,0	2,6	209	9,3	14,6
06.XI	24,0	3,5	3,1	220	14,6	19,3
07.XI	24,3	3,3	2,8	224	15,4	19,9
08.XI	24,5	3,3	3,2	226	14,0	18,4
09.XI	24,7	3,3	3,3	228	10,0	16,1
10.XI	25,0	3,3	3,2	230	7,3	14,9
11.XI	25,5	3,3	3,4	232	5,3	14,3
12.XI	26,0	3,3	3,2	234	4,6	13,9
13.XI	26,5	3,4	3,4	236	4,6	14,0
14.XI	27,0	3,4	3,4	241	4,6	13,0
15.XI	27,1	3,4	3,6	247	5,2	8,5
16.XI	27,3	3,4	3,6	265	6,3	7,6
17.XI	27,6	3,4	3,6	285	6,9	7,5
18.XI	28,0	3,5	3,8	294	5,8	6,7
19.XI	28,6	3,4	3,8	305	2,2	5,8
20.XI	29,1	3,5	4,0	327	1,8	6,1
21.XI	29,5	3,5	3,9	345	2,8	6,7
22.XI	30,0	3,4	4,2	368	3,7	8,4
23.XI	30,2	3,5	4,3	396	5,1	9,9

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
24.XI	30,5	3,5	4,2	430	6,4	11,7
25.XI	31,0	3,5	4,6	450	8,5	16,1
26.XI	31,2	3,5	4,5	456	10,0	20,0
27.XI	31,5	3,5	4,8	461	11,6	27,2
28.XI	31,7	3,5	4,5	470	15,8	31,6
29.XI	31,8	3,6	4,3	485	19,9	35,0
30.XI	32,1	3,6	4,8	512	25,0	38,0
01.XII	32,4	3,6	4,4	526	31,0	40,1
02.XII	32,6	3,6	4,9	540	33,9	42,9
03.XII	32,7	3,6	4,6	555	34,7	45,2
04.XII	32,9	3,6	5,0	562	35,0	47,1
05.XII	33,0	3,7	4,3	578	35,4	48,4
06.XII	33,0	3,7	4,7	586	35,5	49,1
07.XII	33,1	4,0	4,5	592	35,6	49,2
08.XII	33,2	3,7	4,9	608	35,7	49,3
09.XII	33,2	3,8	4,7	612	35,7	49,4
10.XII	33,2	3,7	4,9	620	35,7	49,4
Сорт Струмок						
01.X	14,4	2,4	1,0	-	13,1	17,8
02.X	14,5	2,4	1,0	-	13,9	17,4
03.X	14,6	2,4	1,0	-	15,3	17,7
04.X	14,7	2,4	1,0	-	17,6	18,3
05.X	14,8	2,4	1,0	-	19,3	19,9

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
06.X	15,2	2,4	1,0	-	20,6	22,2
07.X	15,8	2,5	1,0	47	20,9	23,7
08.X	16,4	2,4	1,0	47	20,7	23,8
09.X	16,9	2,6	1,0	48	20,0	23,1
10.X	17,2	2,5	1,0	52	18,3	20,3
11.X	17,6	2,7	1,0	57	15,3	18,4
12.X	18,1	2,8	1,0	59	14,4	17,8
13.X	18,9	2,6	1,0	60	13,8	18,6
14.X	19,5	2,5	1,2	62	13,7	20,6
15.X	19,9	2,8	1,2	62	13,6	18,2
16.X	20,0	2,7	1,3	64	12,7	11,8
17.X	20,1	2,7	1,4	70	12,0	5,2
18.X	20,3	2,8	1,4	80	12,0	4,5
19.X	20,5	2,8	1,5	96	12,5	6,1
20.X	20,7	2,8	1,6	105	13,0	21,0
21.X	21,1	2,8	1,6	120	14,0	25,6
22.X	21,5	2,9	1,7	130	16,1	22,8
23.X	22,0	2,8	1,8	145	22,2	20,7
24.X	22,4	2,9	2,0	153	25,6	20,9
25.X	22,8	3,0	1,8	165	24,4	22,0
26.X	23,1	3,0	1,9	172	20,9	24,5
27.X	23,3	3,0	2,0	178	18,7	27,5
28.X	23,6	3,2	2,0	184	17,0	29,0

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри листя, % на масу сухої речовини	Цукри вузли кушення, % на масу сухої речовини
29.X	23,8	2,9	2,2	196	15,6	26,5
30.X	23,9	3,0	2,4	202	13,6	22,3
31.X	24,0	3,3	2,2	208	12,5	20,3
01.XI	24,2	3,1	2,4	211	11,2	19,5
02.XI	24,3	3,2	2,4	213	10,2	19,5
03.XI	24,6	3,2	2,5	215	8,5	21,1
04.XI	24,7	3,2	2,6	217	7,5	23,8
05.XI	24,9	3,2	2,4	219	5,7	24,6
06.XI	25,1	3,3	2,8	221	5,2	25,6
07.XI	25,4	3,3	2,6	226	6,0	26,2
08.XI	25,8	3,5	3,0	230	7,3	27,3
09.XI	26,1	3,4	2,9	234	8,5	26,4
10.XI	26,4	3,2	3,1	239	9,7	24,5
11.XI	27,0	3,4	2,9	240	10,1	24,0
12.XI	27,2	3,5	3,0	243	10,4	23,3
13.XI	27,4	3,4	2,8	245	10,4	23,2
14.XI	27,8	3,4	3,1	254	10,5	21,0
15.XI	28,0	3,4	3,2	263	11,0	17,1
16.XI	28,1	3,6	3,0	275	12,1	15,7
17.XI	28,3	3,4	3,2	286	12,9	15,1
18.XI	28,7	3,4	3,6	294	12,6	14,8
19.XI	28,9	3,5	4,0	302	12,2	14,3
20.XI	29,4	3,4	3,8	313	11,4	15,0

Продовження додатка А

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри листя, % на масу сухої речовини	Цукри вузли кушення, % на масу сухої речовини
21.XI	30,1	3,4	4,0	317	10,7	15,5
22.XI	30,4	3,7	4,2	324	10,6	15,7
23.XI	30,8	3,4	3,6	329	11,1	15,4
24.XI	31,3	3,6	3,9	330	12,7	14,8
25.XI	31,8	3,9	4,0	335	13,4	14,0
26.XI	31,9	3,5	4,2	346	13,8	14,3
27.XI	32,2	3,5	4,4	364	13,1	23,5
28.XI	32,3	3,6	4,1	373	14,6	28,1
29.XI	32,3	3,6	4,5	379	18,1	30,8
30.XI	32,4	3,6	4,6	383	23,4	32,8
01.XII	32,5	3,5	4,8	391	27,2	34,6
02.XII	32,6	3,6	4,8	401	29,8	37,5
03.XII	32,7	3,6	4,8	405	31,6	40,6
04.XII	32,7	3,7	5,0	411	32,6	43,7
05.XII	32,7	3,4	4,7	424	34,1	45,7
06.XII	32,7	3,6	5,0	438	35,4	46,8
07.XII	32,7	3,6	4,6	452	36,6	47,4
08.XII	32,7	3,4	5,0	463	37,7	47,5
09.XII	32,8	3,6	4,6	471	38,3	47,6
10.XII	32,8	3,5	5,0	478	38,4	47,6

Додаток Б

Агробіологічні показники рослин озимої пшениці сортів другого строку сівби

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
Сорт Одеська 16						
24.X	12,6	1,5	1,0	-	10,0	15,1
25.X	12,8	1,5	1,0	-	10,4	15,7
26.X	13,2	1,6	1,0	-	11,5	16,9
27.X	13,5	1,7	1,0	-	13,2	17,7
28.X	13,8	1,7	1,0	52	14,5	17,4
29.X	14,1	1,8	1,0	54	14,7	15,3
30.X	14,4	1,9	1,0	59	13,7	13,4
31.X	14,7	2,0	1,0	64	9,9	12,8
01.XI	15,5	2,0	1,0	75	7,8	12,9
02.XI	16,1	2,0	1,0	84	7,4	13,0
03.XI	16,5	2,1	1,0	95	7,9	13,6
04.XI	17,1	2,1	1,0	110	9,6	14,9
05.XI	17,8	2,0	1,0	126	12,9	15,8
06.XI	18,3	2,1	1,4	151	19,7	16,9
07.XI	19,4	2,1	1,4	172	21,2	18,4
08.XI	20,1	2,2	1,5	188	21,6	20,4
09.XI	20,7	2,2	1,6	200	20,6	21,2
10.XI	21,4	2,1	1,7	216	18,3	19,6
11.XI	21,8	2,3	1,8	246	13,1	16,9

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кущення, % на масу сухої речовини
12.XI	22,0	2,3	1,9	278	11,0	16,0
13.XI	22,3	2,3	2,0	297	10,4	16,1
14.XI	22,8	2,4	2,0	315	11,3	17,7
15.XI	23,4	2,5	2,0	325	15,7	21,1
16.XI	23,6	2,5	2,0	336	17,9	23,8
17.XI	23,8	2,5	2,0	342	18,1	25,1
18.XI	24,0	2,6	2,1	357	17,8	26,4
19.XI	24,2	2,6	2,1	361	16,6	27,8
20.XI	24,4	2,7	2,2	373	14,5	28,2
21.XI	24,6	2,7	2,2	380	12,0	27,6
22.XI	24,8	2,8	2,3	386	11,5	25,6
23.XI	25,0	2,9	2,3	391	11,4	22,8
24.XI	25,1	3,0	2,4	397	11,8	20,7
25.XI	25,3	3,0	2,4	403	12,2	20,2
26.XI	26,2	3,1	2,6	421	13,1	20,5
27.XI	27,4	3,1	2,9	434	14,0	22,0
28.XI	27,5	3,1	2,9	440	16,5	22,9
29.XI	27,6	3,1	3,0	447	24,1	25,6
30.XI	27,8	3,3	3,1	448	26,7	31,3
01.XII	28,0	3,4	3,1	448	28,6	35,2
02.XII	28,3	3,6	3,2	449	30,3	37,8

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
03.XII	28,3	3,6	3,2	452	31,6	40,7
04.XII	28,4	3,7	3,3	456	33,0	41,7
05.XII	28,5	3,7	3,4	460	34,3	43,7
06.XII	28,5	3,8	3,3	462	35,2	45,9
07.XII	28,6	3,8	3,3	465	35,7	47,4
08.XII	28,6	3,8	3,4	469	36,0	48,1
09.XII	28,6	3,8	3,4	470	36,2	48,6
10.XII	28,6	3,8	3,4	474	36,3	48,8
Сорт Одеська 267						
24.X	12,9	2,6	1,0	-	25,0	19,7
25.X	13,5	2,8	1,0	-	18,4	19,2
26.X	14,3	3,0	1,0	-	16,3	19,5
27.X	14,8	3,2	1,0	-	14,1	18,7
28.X	15,1	3,4	1,0	40	12,8	17,0
29.X	15,9	3,4	1,0	48	10,9	14,1
30.X	16,5	3,5	1,0	52	9,3	12,8
31.X	17,3	3,5	1,0	57	8,0	12,8
01.XI	17,9	3,5	1,0	63	7,3	13,6
02.XI	18,3	3,5	1,0	70	7,1	14,7
03.XI	18,9	3,4	1,0	77	6,1	14,2
04.XI	19,6	3,5	1,0	84	6,2	12,4

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
05.XI	20,3	3,5	1,0	92	6,9	12,0
06.XI	21,3	3,5	1,3	96	11,3	15,4
07.XI	21,9	3,5	1,3	106	12,5	18,0
08.XI	22,3	3,6	1,4	115	13,0	19,9
09.XI	22,8	3,6	1,5	120	13,3	20,8
10.XI	23,1	3,7	1,6	126	13,1	19,9
11.XI	23,4	3,8	1,7	133	12,6	17,9
12.XI	23,9	3,9	1,8	145	12,5	16,9
13.XI	24,1	3,9	1,9	157	12,8	17,0
14.XI	24,8	4,0	1,9	161	13,1	17,2
15.XI	25,5	4,0	1,9	165	13,7	18,2
16.XI	25,8	4,0	1,9	168	14,5	19,0
17.XI	26,1	4,0	1,9	174	14,9	20,4
18.XI	26,3	4,0	2,1	179	15,7	22,7
19.XI	26,5	3,9	2,1	184	16,0	24,4
20.XI	26,9	4,0	2,0	190	15,5	25,6
21.XI	27,0	4,0	2,0	192	14,9	25,0
22.XI	27,0	4,1	2,2	195	14,2	23,1
23.XI	27,2	4,0	2,3	199	13,2	18,9
24.XI	27,3	4,1	2,4	200	12,6	16,9
25.XI	27,3	4,1	2,4	209	12,5	16,1

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кущення, % на масу сухої речовини
26.XI	27,5	4,1	2,4	215	11,7	16,7
27.XI	27,8	4,1	2,4	223	11,3	22,9
28.XI	28,2	4,2	2,6	235	12,0	23,9
29.XI	28,9	4,3	2,8	244	19,5	23,8
30.XI	29,3	4,3	2,8	252	21,3	24,6
01.XII	29,6	4,4	2,8	264	22,7	29,4
02.XII	29,9	4,5	2,8	274	23,6	36,2
03.XII	30,0	4,4	2,8	278	24,2	38,7
04.XII	30,1	4,5	2,7	283	24,6	40,4
05.XII	30,2	4,5	2,8	287	25,1	41,8
06.XII	30,3	4,5	2,8	292	25,6	42,8
07.XII	30,3	4,4	2,9	294	25,9	43,7
08.XII	30,5	4,5	2,9	295	25,9	43,8
09.XII	30,6	4,5	2,9	296	26,1	43,9
10.XII	30,6	4,5	2,9	299	26,2	44,0
Сорт Антонівка						
24.X	13,1	2,7	1,0	-	11,6	26,9
25.X	13,6	2,7	1,0	-	11,8	27,1
26.X	13,8	2,7	1,0	-	12,0	26,1
27.X	14,2	2,8	1,0	-	12,3	24,6
28.X	14,5	2,8	1,0	24	12,2	21,8

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кущення, % на масу сухої речовини
29.X	15,1	2,8	1,0	30	11,2	18,5
30.X	15,9	2,8	1,0	36	10,5	17,4
31.X	16,4	2,8	1,0	44	10,2	16,9
01.XI	16,6	2,9	1,0	56	9,5	15,9
02.XI	17,2	2,9	1,0	65	8,9	14,7
03.XI	17,6	3,1	1,0	78	8,5	14,4
04.XI	17,9	3,2	1,0	93	8,2	14,5
05.XI	18,2	3,3	1,0	110	8,4	14,3
06.XI	18,4	3,3	1,2	125	9,9	16,3
07.XI	19,1	3,3	1,2	133	10,9	17,9
08.XI	19,6	3,3	1,2	136	11,7	19,2
09.XI	20,5	3,4	1,2	138	11,6	20,4
10.XI	21,3	3,4	1,3	142	10,4	20,5
11.XI	22,5	3,5	1,3	147	9,1	19,0
12.XI	23,4	3,5	1,4	148	8,7	16,9
13.XI	24,0	3,5	1,4	149	8,9	16,4
14.XI	24,3	3,5	1,4	153	10,0	16,7
15.XI	24,4	3,5	1,5	160	14,3	17,9
16.XI	24,6	3,5	1,5	162	15,3	18,7
17.XI	24,6	3,5	1,5	165	15,6	19,5
18.XI	24,8	3,6	1,6	172	16,1	21,1

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кущення, % на масу сухої речовини
19.XI	24,8	3,6	1,6	179	16,6	23,6
20.XI	24,5	3,5	1,5	182	17,1	24,6
21.XI	24,7	3,5	1,6	186	16,8	25,0
22.XI	24,8	3,6	1,6	188	15,7	24,0
23.XI	25,0	3,6	1,7	190	12,9	22,1
24.XI	25,0	3,6	1,7	192	11,8	20,3
25.XI	25,0	3,6	1,7	192	11,6	20,0
26.XI	25,2	3,7	1,9	195	12,1	19,7
27.XI	25,5	3,8	2,2	198	15,5	20,2
28.XI	25,5	3,8	2,3	200	18,5	23,1
29.XI	25,6	3,9	2,5	202	20,8	32,1
30.XI	25,6	3,9	2,7	210	21,7	36,5
01.XII	25,7	3,9	2,7	217	22,2	40,2
02.XII	25,7	3,9	2,8	228	22,6	41,2
03.XII	25,7	3,9	2,8	235	22,7	41,9
04.XII	25,8	4,0	2,9	240	22,9	42,3
05.XII	25,9	4,0	2,9	250	23,2	43,2
06.XII	26,0	4,2	2,8	255	23,8	44,0
07.XII	26,0	4,1	3,0	260	24,3	44,3
08.XII	26,1	4,2	3,0	266	24,5	44,5
09.XII	26,2	4,3	3,0	267	24,7	44,5
10.XII	26,2	4,3	3,0	269	24,7	44,6

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
Сорт Альбатрос						
24.X	13,7	2,9	1,0	-	11,2	22,4
25.X	13,9	2,9	1,0	-	12,3	22,6
26.X	14,2	2,9	1,0	-	12,9	22,9
27.X	14,4	3,0	1,0	-	13,3	23,5
28.X	14,8	3,0	1,0	21	13,4	23,3
29.X	15,1	3,1	1,0	27	12,7	21,9
30.X	15,2	3,1	1,0	36	10,7	18,2
31.X	15,4	3,2	1,0	43	8,4	15,4
01.XI	15,9	3,2	1,0	52	7,5	12,4
02.XI	16,3	3,2	1,0	59	7,0	11,2
03.XI	17,0	3,3	1,0	65	7,0	10,6
04.XI	17,5	3,3	1,0	73	7,9	11,4
05.XI	18,3	3,4	1,0	82	9,7	12,6
06.XI	19,8	3,4	1,2	90	11,6	12,8
07.XI	20,0	3,4	1,2	98	12,5	13,2
08.XI	20,5	3,5	1,2	105	12,8	14,1
09.XI	21,3	3,6	1,2	109	12,3	13,9
10.XI	21,9	3,5	1,3	110	11,0	13,8
11.XI	22,6	3,7	1,3	116	9,9	12,3
12.XI	23,2	3,7	1,3	121	9,3	12,5

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кущення, см	Коефіцієнт кущення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кущення, % на масу сухої речовини
13.XI	23,8	3,7	1,3	130	9,2	14,9
14.XI	24,0	3,7	1,4	136	10,5	16,5
15.XI	24,0	3,7	1,5	140	14,9	16,8
16.XI	24,2	3,7	1,5	145	15,7	17,2
17.XI	24,6	3,7	1,6	150	15,9	18,1
18.XI	24,2	3,7	1,5	155	15,9	19,1
19.XI	24,4	3,7	1,6	160	16,1	20,2
20.XI	24,6	3,7	1,7	165	16,5	20,7
21.XI	24,8	3,8	1,8	170	16,1	20,1
22.XI	25,0	3,8	1,8	172	15,2	18,5
23.XI	25,2	3,8	1,8	175	13,7	17,8
24.XI	25,2	3,8	1,8	177	11,8	18,2
25.XI	25,2	3,8	1,8	178	10,4	20,2
26.XI	25,2	3,8	2,0	185	9,9	21,4
27.XI	25,2	3,8	2,2	196	10,4	22,9
28.XI	25,4	3,9	2,6	210	12,0	25,6
29.XI	25,6	3,9	2,7	216	18,6	29,5
30.XI	26,3	3,9	2,7	218	21,1	34,2
01.XII	26,9	3,9	2,6	220	23,3	38,7
02.XII	27,3	4,0	2,7	228	24,6	42,5
03.XII	27,3	4,0	2,7	232	25,5	43,8
04.XII	27,3	4,0	2,8	236	26,0	44,2

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
05.XII	27,0	4,1	2,8	244	26,2	44,3
06.XII	27,3	4,1	2,9	252	26,7	44,4
07.XII	27,3	4,0	2,9	255	27,3	44,5
08.XII	27,3	4,1	3,0	268	27,5	44,5
09.XII	27,3	4,2	3,0	277	27,6	44,6
10.XII	27,3	4,2	3,0	286	27,7	44,6
Сорт Струмок						
24.X	11,5	2,3	1,0	-	8,7	24,4
25.X	12,0	2,4	1,0	-	9,6	20,4
26.X	12,5	2,5	1,0	-	10,7	18,6
27.X	13,2	2,5	1,0	-	12,9	17,9
28.X	14,0	2,6	1,0	24	14,0	17,4
29.X	14,2	2,8	1,0	35	13,4	16,3
30.X	14,7	3,0	1,0	42	11,7	15,0
31.X	15,5	3,2	1,0	49	8,4	13,1
01.XI	16,1	3,2	1,0	55	7,2	11,4
02.XI	16,8	3,1	1,0	62	6,7	11,1
03.XI	17,3	3,2	1,0	71	6,7	11,8
04.XI	17,9	3,2	1,0	75	6,9	13,5
05.XI	18,8	3,3	1,0	80	7,3	15,4
06.XI	19,5	3,3	1,1	85	9,0	17,4

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /росл.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
07.XI	20,1	3,3	1,0	93	10,6	19,2
08.XI	21,3	3,3	1,2	106	11,5	20,3
09.XI	21,9	3,4	1,2	116	11,9	20,6
10.XI	22,4	3,4	1,4	125	11,3	20,3
11.XI	23,2	3,4	1,4	131	9,8	19,7
12.XI	23,8	3,4	1,5	141	8,4	19,3
13.XI	24,1	3,4	1,6	152	8,0	19,1
14.XI	24,2	3,5	1,6	158	9,2	17,9
15.XI	24,4	3,5	1,8	163	14,0	17,1
16.XI	24,5	3,5	1,8	165	15,4	16,6
17.XI	24,4	3,6	1,8	168	16,0	16,3
18.XI	24,5	3,6	1,8	170	16,2	16,2
19.XI	24,6	3,6	1,9	172	16,2	16,8
20.XI	24,6	3,5	1,9	174	15,6	18,3
21.XI	24,7	3,7	1,9	176	14,5	19,4
22.XI	24,8	3,7	2,0	178	13,8	19,9
23.XI	24,8	3,7	2,0	180	13,4	19,5
24.XI	24,8	3,7	2,0	181	13,3	19,2
25.XI	24,8	3,7	2	182	13,4	19,1
26.XI	25,3	3,8	2,0	188	12,9	19,5
27.XI	25,7	3,8	2,1	196	12,2	20,4
28.XI	26,2	3,8	2,2	208	13,8	22,9
29.XI	26,7	3,9	2,3	219	21,0	27,1

Продовження додатка Б

Дата відбору	Висота рослин, см	Глибина залягання вузла кушення, см	Коефіцієнт кушення	Площа листя, см ² /роsl.	Цукри_листя, % на масу сухої речовини	Цукри_вузли кушення, % на масу сухої речовини
30.XI	26,7	3,9	2,5	225	25,1	32,9
01.XII	26,8	3,9	2,7	236	27,2	38,6
02.XII	27,1	3,9	2,8	245	28,1	40,8
03.XII	27,1	3,9	2,8	251	28,7	41,7
04.XII	27,1	3,9	2,9	256	28,8	42,0
05.XII	27,2	4,0	2,9	261	29,4	42,5
06.XII	27,4	4,0	3,0	266	30,1	42,7
07.XII	27,6	4,0	3,0	268	30,3	42,8
08.XII	27,6	4,0	3,1	270	30,5	42,8
09.XII	27,8	4,0	3,1	272	30,6	42,9
10.XII	27,9	4,0	3,1	273	30,7	42,9

Додаток В

Суша біомаса надземної та підземної частин та вміст вільної та зв'язаної води в тканинах рослин озимої пшениці першого строку сівби

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суша маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суша маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
Сорт Одеська 16												
01.X	1,1	0,140	0,135	86,72	3,34	90,05	0,28	0,038	0,037	86,43	2,63	89,06
02.X	1,1	0,150	0,144	86,36	4,00	90,36	0,29	0,040	0,038	86,21	5,00	91,21
03.X	1,2	0,170	0,163	85,83	4,51	90,34	0,30	0,042	0,039	86,00	7,14	93,14
04.X	1,2	0,172	0,164	85,67	4,65	90,32	0,31	0,045	0,041	85,65	7,87	93,51
05.X	1,4	0,175	0,168	87,50	4,31	91,81	0,34	0,048	0,045	85,88	7,27	93,15
06.X	1,5	0,180	0,173	88,00	3,89	91,89	0,40	0,053	0,050	86,75	6,00	92,75
07.X	1,6	0,190	0,184	88,20	3,77	91,97	0,43	0,055	0,052	87,15	5,45	92,60
08.X	1,7	0,220	0,210	87,06	3,89	90,95	0,44	0,060	0,054	86,36	7,27	93,63
09.X	1,8	0,235	0,223	86,94	4,10	91,04	0,45	0,062	0,055	86,22	11,29	97,51
10.X	2,0	0,265	0,250	86,75	5,66	92,41	0,46	0,070	0,062	84,78	12,43	97,21
11.X	2,2	0,298	0,280	86,45	6,04	92,49	0,46	0,073	0,064	84,13	13,42	97,55
12.X	2,3	0,325	0,305	85,87	6,15	92,02	0,47	0,075	0,065	84,04	14,03	98,07
13.X	2,4	0,375	0,350	84,38	6,67	91,04	0,48	0,077	0,066	83,96	14,90	98,86
14.X	2,5	0,414	0,385	83,44	7,00	90,44	0,48	0,079	0,067	83,54	15,19	98,73
15.X	2,7	0,422	0,395	84,37	6,40	90,77	0,62	0,085	0,073	86,29	14,57	100,86
16.X	2,9	0,430	0,405	85,17	5,17	90,34	0,78	0,090	0,078	88,46	13,33	101,79
17.X	3,0	0,436	0,420	85,56	3,98	89,54	0,95	0,110	0,096	88,36	12,73	101,09

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
18.X	3,3	0,500	0,480	84,85	4,00	88,85	0,98	0,120	0,104	87,76	13,33	101,09
19.X	3,5	0,575	0,550	83,57	4,35	87,92	1,00	0,130	0,110	87,00	14,08	101,08
20.X	3,6	0,630	0,600	82,50	4,76	87,26	1,03	0,140	0,118	86,41	15,11	101,52
21.X	3,6	0,640	0,605	82,22	5,47	87,69	1,08	0,150	0,126	86,11	16,38	102,49
22.X	3,7	0,695	0,650	81,22	6,47	87,69	1,10	0,170	0,140	84,55	17,65	102,19
23.X	3,8	0,700	0,652	81,58	6,86	88,44	1,11	0,198	0,162	82,16	18,69	100,85
24.X	3,8	0,707	0,655	81,39	7,36	88,75	1,13	0,205	0,165	81,86	19,51	101,37
25.X	3,9	0,720	0,670	81,54	6,94	88,48	1,15	0,210	0,170	81,74	19,05	100,79
26.X	4,1	0,740	0,690	81,95	6,76	88,71	1,20	0,212	0,175	82,33	17,45	99,79
27.X	4,3	0,752	0,710	82,51	5,59	88,10	1,25	0,214	0,180	82,88	15,31	98,19
28.X	4,4	0,761	0,734	82,70	3,55	86,25	1,33	0,217	0,188	83,68	13,36	97,05
29.X	4,6	0,770	0,745	83,26	3,25	86,51	1,38	0,235	0,202	82,97	13,58	96,55
30.X	4,8	0,775	0,755	83,85	2,58	86,43	1,40	0,245	0,210	82,50	14,16	96,66
31.X	4,9	0,778	0,760	84,12	2,31	86,44	1,42	0,260	0,222	81,69	14,12	95,81
01.XI	5,0	0,778	0,762	84,44	2,06	86,50	1,46	0,265	0,235	81,85	13,09	94,94
02.XI	5,0	0,779	0,763	84,42	2,05	86,47	1,52	0,270	0,245	82,24	12,39	94,63
03.XI	5,0	0,779	0,765	84,42	1,80	86,22	1,63	0,275	0,253	83,13	11,68	94,81
04.XI	5,1	0,779	0,770	84,73	2,04	86,77	1,68	0,315	0,285	81,25	11,73	92,98
05.XI	5,1	0,779	0,770	84,73	2,49	87,22	1,72	0,320	0,280	81,40	12,50	93,90
06.XI	5,1	0,779	0,770	84,73	2,49	87,22	1,76	0,330	0,285	81,21	13,64	94,84
07.XI	5,2	0,800	0,790	84,62	1,25	85,87	1,76	0,330	0,285	81,25	14,03	95,28

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
08.XI	5,3	0,856	0,835	83,85	1,38	85,23	1,77	0,335	0,288	81,11	14,49	95,60
09.XI	5,4	0,880	0,855	83,70	2,84	86,54	1,78	0,340	0,290	80,90	13,79	94,69
10.XI	5,6	0,920	0,890	83,57	3,26	86,83	1,78	0,345	0,291	80,62	13,09	93,71
11.XI	5,7	0,950	0,915	83,33	3,68	87,02	1,79	0,350	0,292	80,45	13,13	93,58
12.XI	5,9	0,990	0,950	83,22	4,04	87,26	1,80	0,353	0,293	80,39	13,91	94,30
13.XI	6,0	1,035	0,990	82,75	4,59	87,34	1,80	0,355	0,294	80,28	14,32	94,60
14.XI	6,1	1,065	1,000	82,54	6,10	88,64	1,86	0,365	0,310	80,38	14,53	94,91
15.XI	6,2	1,120	1,050	81,94	6,37	88,31	1,90	0,370	0,318	80,53	14,49	95,02
16.XI	6,5	1,080	1,020	83,38	6,61	89,99	1,92	0,375	0,320	80,47	14,00	94,47
17.XI	6,7	1,100	1,040	83,58	5,45	89,04	1,95	0,380	0,330	80,51	13,16	93,67
18.XI	6,9	1,120	1,060	83,77	5,36	89,13	1,98	0,385	0,335	80,56	12,99	93,54
19.XI	7,3	1,160	1,100	84,11	5,17	89,28	2,00	0,390	0,338	80,50	13,17	93,67
20.XI	7,6	1,170	1,110	84,61	5,13	89,73	2,05	0,395	0,345	80,73	12,66	93,39
21.XI	7,9	1,180	1,120	85,06	5,08	90,15	2,08	0,400	0,350	80,77	12,50	93,27
22.XI	8,3	1,185	1,130	85,72	4,64	90,36	2,10	0,405	0,353	80,71	12,30	93,01
23.XI	8,5	1,190	1,140	86,00	4,20	90,20	2,15	0,410	0,360	80,93	12,20	93,13
24.XI	8,6	1,195	1,150	86,10	3,77	89,87	2,18	0,415	0,370	80,96	11,40	92,36
25.XI	8,7	1,207	1,163	86,13	3,65	89,77	2,20	0,425	0,375	80,68	11,73	92,41
26.XI	8,9	1,350	1,290	84,83	3,89	88,72	2,25	0,450	0,395	80,00	11,89	91,89
27.XI	9,1	1,470	1,395	83,85	4,43	88,28	2,28	0,480	0,420	78,95	12,50	91,45
28.XI	8,9	1,670	1,580	81,24	5,39	86,63	2,30	0,482	0,430	79,04	11,27	90,31

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
29.XI	8,8	1,860	1,750	78,86	5,91	84,78	2,43	0,505	0,452	79,22	11,48	90,70
30.XI	8,5	1,890	1,770	77,76	6,35	84,11	2,45	0,520	0,460	78,78	12,14	90,92
01.XII	8,3	1,920	1,780	76,87	7,29	84,16	2,47	0,540	0,470	78,14	12,96	91,10
02.XII	8,0	1,950	1,800	75,63	7,69	83,32	2,48	0,560	0,485	77,42	13,39	90,81
03.XII	7,8	1,980	1,825	74,62	7,83	82,44	2,50	0,565	0,490	77,40	13,27	90,67
04.XII	7,6	2,001	1,840	73,67	8,05	81,72	2,55	0,570	0,500	77,65	12,28	89,93
05.XII	7,3	2,020	1,850	72,33	8,42	80,74	2,60	0,580	0,510	77,69	11,64	89,33
06.XII	7,2	2,040	1,860	71,67	8,82	80,49	2,70	0,585	0,515	78,33	11,40	89,73
07.XII	7,1	2,060	1,870	70,99	9,38	80,37	2,80	0,590	0,520	78,93	11,86	90,79
08.XII	7,0	2,080	1,880	70,29	9,75	80,04	2,90	0,595	0,525	79,48	12,14	91,62
09.XII	6,9	2,090	1,890	69,71	9,95	79,66	3,00	0,600	0,535	80,00	12,59	92,59
10.XII	6,9	2,100	1,900	69,57	9,52	79,09	3,04	0,605	0,540	80,10	10,74	90,84
11.XII	6,7	2,124	1,920	68,30	9,21	77,51	2,80	0,615	0,545	78,04	10,86	88,90
12.XII	6,6	2,130	1,925	67,73	9,54	77,27	2,70	0,620	0,548	77,04	11,31	88,35
13.XII	6,4	2,135	1,928	66,64	9,33	75,97	2,60	0,625	0,550	75,96	11,48	87,44
14.XII	6,2	2,145	1,929	65,40	10,07	75,47	2,55	0,630	0,552	75,29	12,06	87,35
15.XII	6,0	2,150	1,930	64,17	10,23	74,40	2,50	0,640	0,560	74,40	12,50	86,90
16.XII	5,8	2,160	1,935	62,76	10,42	73,18	2,40	0,650	0,562	72,92	13,54	86,46
17.XII	5,5	2,170	1,940	60,55	10,60	71,14	2,30	0,670	0,563	70,87	15,97	86,84
18.XII	5,3	2,175	1,943	58,96	10,67	69,63	2,25	0,680	0,564	69,78	17,06	86,84
19.XII	5,1	2,180	1,945	57,25	10,78	68,03	2,10	0,700	0,568	66,67	18,86	85,52

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
20.XII	4,9	2,190	1,950	55,31	10,96	66,27	2,00	0,705	0,570	64,75	19,15	83,90
21.XII	4,8	2,200	1,955	54,17	11,14	65,30	1,90	0,710	0,571	62,63	19,58	82,21
22.XII	4,7	2,220	1,970	52,77	11,26	64,03	1,70	0,715	0,572	57,94	20,00	77,94
23.XII	4,7	2,240	1,980	52,34	11,61	63,95	1,60	0,720	0,573	55,00	20,42	75,42
24.XII	4,6	2,260	1,990	50,87	11,95	62,82	1,50	0,725	0,574	51,67	20,83	72,49
25.XII	4,6	2,280	2,000	50,33	12,28	62,61	1,46	0,748	0,575	48,77	23,13	71,90
Сорт Одеська 267												
01.X	1,1	0,169	0,163	84,64	3,55	88,19	0,37	0,050	0,049	86,49	2,00	88,49
02.X	1,1	0,170	0,163	84,55	4,12	88,66	0,37	0,052	0,050	85,95	3,85	89,79
03.X	1,1	0,171	0,163	84,45	4,68	89,13	0,37	0,054	0,051	85,41	5,56	90,96
04.X	1,1	0,178	0,169	84,36	5,06	89,41	0,37	0,055	0,051	85,18	7,27	92,45
05.X	1,3	0,179	0,171	86,23	4,47	90,70	0,39	0,056	0,053	85,64	5,36	91,00
06.X	1,6	0,180	0,172	88,75	4,44	93,19	0,40	0,057	0,054	85,75	5,26	91,01
07.X	1,8	0,180	0,173	90,08	3,89	93,97	0,42	0,058	0,055	86,19	5,17	91,36
08.X	1,8	0,187	0,179	89,61	4,28	93,89	0,42	0,064	0,059	84,88	7,09	91,97
09.X	1,8	0,194	0,185	89,22	4,64	93,86	0,42	0,069	0,061	83,57	11,59	95,17
10.X	1,9	0,215	0,204	88,68	5,12	93,80	0,46	0,077	0,067	83,26	12,99	96,25
11.X	1,9	0,227	0,214	88,05	5,73	93,78	0,49	0,083	0,072	83,06	13,25	96,31
12.X	1,9	0,230	0,215	87,89	6,52	94,42	0,53	0,089	0,076	83,21	14,61	97,81
13.X	2,0	0,290	0,270	85,50	6,90	92,40	0,56	0,096	0,081	82,86	15,63	98,48
14.X	2,0	0,317	0,295	84,15	6,94	91,09	0,59	0,105	0,088	82,20	16,19	98,39

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
15.X	2,1	0,320	0,302	84,76	5,63	90,39	0,61	0,107	0,090	82,51	15,65	98,16
16.X	2,3	0,325	0,311	85,87	4,31	90,18	0,62	0,108	0,093	82,52	14,21	96,72
17.X	2,4	0,327	0,313	86,38	4,28	90,66	0,63	0,110	0,095	82,54	13,64	96,18
18.X	2,6	0,350	0,334	86,54	4,57	91,11	0,79	0,140	0,120	82,23	14,07	96,30
19.X	2,9	0,420	0,398	85,52	5,24	90,76	0,95	0,170	0,145	82,07	14,94	97,01
20.X	3,2	0,480	0,452	85,00	5,83	90,83	1,11	0,200	0,169	81,92	15,55	97,47
21.X	3,4	0,520	0,488	84,70	6,15	90,85	1,26	0,230	0,193	81,75	16,09	97,83
22.X	3,6	0,570	0,530	84,17	7,02	91,18	1,30	0,232	0,193	82,11	16,70	98,81
23.X	3,9	0,630	0,584	83,85	7,30	91,15	1,33	0,233	0,193	82,45	17,31	99,76
24.X	4,1	0,680	0,630	83,60	7,35	90,96	1,33	0,235	0,194	82,33	17,45	99,78
25.X	4,2	0,685	0,638	83,69	6,86	90,55	1,34	0,236	0,197	82,39	16,53	98,91
26.X	4,4	0,700	0,660	84,09	5,71	89,81	1,35	0,237	0,200	82,44	15,61	98,06
27.X	4,5	0,710	0,680	84,22	4,23	88,45	1,36	0,238	0,205	82,50	13,87	96,37
28.X	4,7	0,740	0,715	84,26	3,38	87,63	1,38	0,240	0,208	82,61	13,33	95,94
29.X	4,7	0,740	0,715	84,26	3,38	87,63	1,38	0,252	0,218	81,76	13,39	95,15
30.X	4,8	0,745	0,722	84,48	3,09	87,57	1,39	0,258	0,223	81,41	13,70	95,11
31.X	4,9	0,750	0,730	84,69	2,67	87,36	1,39	0,265	0,228	80,94	13,96	94,90
01.XI	4,9	0,740	0,724	84,90	2,16	87,06	1,42	0,267	0,231	81,12	13,54	94,66
02.XI	5,0	0,730	0,715	85,40	2,05	87,45	1,44	0,269	0,235	81,30	12,75	94,05
03.XI	5,1	0,720	0,706	85,88	1,94	87,83	1,47	0,271	0,238	81,50	12,18	93,68
04.XI	5,2	0,830	0,812	84,04	2,17	86,21	1,49	0,277	0,242	81,41	12,64	94,04
05.XI	5,2	0,860	0,838	83,46	2,56	86,02	1,52	0,284	0,245	81,25	13,73	94,99

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
06.XI	5,3	0,900	0,874	83,02	2,89	85,91	1,54	0,289	0,248	81,23	14,19	95,42
07.XI	5,3	0,895	0,870	83,11	2,79	85,91	1,58	0,294	0,252	81,36	14,29	95,64
08.XI	5,2	0,870	0,848	83,27	2,53	85,80	1,61	0,310	0,265	80,79	14,52	95,31
09.XI	5,0	0,960	0,930	80,80	3,13	83,93	1,65	0,312	0,268	81,10	14,10	95,20
10.XI	4,8	0,980	0,944	79,58	3,67	83,26	1,69	0,313	0,270	81,46	13,74	95,20
11.XI	4,7	1,000	0,960	78,72	4,00	82,72	1,73	0,356	0,305	79,36	14,33	93,69
12.XI	4,6	1,100	1,050	76,09	4,55	80,63	1,76	0,374	0,320	78,77	14,44	93,21
13.XI	4,5	1,107	1,050	75,40	5,15	80,55	1,80	0,390	0,332	78,33	14,87	93,21
14.XI	4,6	1,180	1,115	74,35	5,51	79,86	1,82	0,405	0,344	77,75	15,06	92,81
15.XI	4,7	1,230	1,160	73,83	5,69	79,52	1,84	0,420	0,355	77,17	15,48	92,65
16.XI	4,9	1,235	1,165	74,80	5,67	80,46	1,89	0,423	0,358	77,57	15,37	92,94
17.XI	5,3	1,240	1,170	76,60	5,65	82,25	1,93	0,426	0,362	77,95	15,02	92,97
18.XI	5,6	1,242	1,175	77,82	5,39	83,22	1,98	0,429	0,368	78,31	14,22	92,53
19.XI	6,0	1,245	1,180	79,25	5,22	84,47	2,02	0,432	0,372	78,66	13,89	92,55
20.XI	6,3	1,250	1,190	80,16	4,80	84,96	2,07	0,435	0,376	78,99	13,56	92,55
21.XI	6,8	1,254	1,200	81,56	4,31	85,87	2,12	0,438	0,380	79,30	13,24	92,54
22.XI	7,3	1,310	1,260	82,05	3,82	85,87	2,16	0,441	0,385	79,60	12,70	92,30
23.XI	7,9	1,360	1,310	82,78	3,68	86,46	2,21	0,444	0,390	79,89	12,07	91,96
24.XI	8,5	1,390	1,340	83,65	3,60	87,24	2,25	0,447	0,394	80,17	11,81	91,98
25.XI	9,0	1,420	1,370	84,22	3,52	87,74	2,30	0,450	0,398	80,43	11,56	91,99
26.XI	9,1	1,500	1,440	83,52	4,00	87,52	2,33	0,460	0,405	80,26	11,96	92,21
27.XI	9,2	1,610	1,535	82,50	4,66	87,16	2,36	0,470	0,412	80,08	12,34	92,43

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
28.XI	9,1	1,620	1,540	82,20	4,94	87,14	2,39	0,475	0,420	80,13	11,58	91,70
29.XI	8,9	1,646	1,560	81,51	5,22	86,73	2,42	0,480	0,425	80,17	11,46	91,62
30.XI	8,7	1,680	1,580	80,69	5,95	86,64	2,44	0,493	0,433	79,80	12,11	91,90
01.XII	8,5	1,720	1,615	79,76	6,10	85,87	2,46	0,506	0,442	79,43	12,73	92,16
02.XII	8,3	1,750	1,640	78,92	6,29	85,20	2,46	0,520	0,452	78,86	13,08	91,94
03.XII	8,0	1,800	1,680	77,50	6,67	84,17	2,48	0,521	0,453	78,98	13,07	92,05
04.XII	7,8	1,905	1,775	75,58	6,82	82,40	2,50	0,523	0,456	79,10	12,73	91,83
05.XII	7,5	1,930	1,797	74,27	6,89	81,16	2,52	0,524	0,459	79,22	12,36	91,58
06.XII	7,2	1,980	1,842	72,50	6,97	79,47	2,54	0,525	0,463	79,33	11,90	91,24
07.XII	6,8	2,100	1,950	69,12	7,14	76,26	2,56	0,530	0,465	79,30	12,26	91,56
08.XII	6,6	2,300	2,135	65,15	7,17	72,33	2,58	0,535	0,466	79,26	12,90	92,16
09.XII	6,5	2,500	2,320	61,54	7,20	68,74	2,60	0,542	0,470	79,15	13,28	92,44
10.XII	6,4	2,650	2,444	58,40	7,77	66,17	2,62	0,545	0,474	79,20	13,03	92,23
11.XII	6,4	2,670	2,454	58,28	8,09	66,37	2,53	0,548	0,475	78,34	13,32	91,66
12.XII	6,3	2,680	2,450	57,46	8,58	66,04	2,44	0,554	0,477	77,30	13,90	91,19
13.XII	6,2	2,690	2,452	56,61	8,85	65,46	2,35	0,560	0,478	76,17	14,64	90,81
14.XII	6,1	2,700	2,460	55,74	8,89	64,63	2,26	0,566	0,482	74,96	14,84	89,80
15.XII	6,0	2,720	2,470	54,67	9,19	63,86	2,17	0,572	0,485	73,64	15,21	88,85
16.XII	5,9	2,740	2,480	53,56	9,49	63,05	2,08	0,578	0,486	72,21	15,92	88,13
17.XII	5,9	2,760	2,481	53,22	10,11	63,33	1,99	0,584	0,490	70,65	16,10	86,75
18.XII	5,8	2,780	2,498	52,07	10,14	62,21	1,90	0,590	0,494	68,95	16,27	85,22
19.XII	5,8	2,800	2,513	51,72	10,25	61,97	1,81	0,596	0,498	67,07	16,44	83,51

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
20.XII	5,8	2,805	2,514	51,64	10,37	62,01	1,72	0,602	0,502	65,00	16,61	81,61
21.XII	5,7	2,815	2,522	50,61	10,41	61,02	1,63	0,608	0,505	62,70	16,94	79,64
22.XII	5,7	2,820	2,526	50,53	10,43	60,95	1,54	0,614	0,509	60,13	17,10	77,23
23.XII	5,6	2,825	2,529	49,55	10,48	60,03	1,45	0,616	0,510	57,52	17,21	74,73
24.XII	5,6	2,830	2,533	49,46	10,49	59,96	1,36	0,618	0,510	54,56	17,48	72,03
25.XII	5,5	2,850	2,550	48,37	10,53	58,90	1,26	0,619	0,510	50,87	17,61	68,48
Сорт Антонівка												
01.X	0,9	0,164	0,158	81,78	3,66	85,44	0,30	0,051	0,049	83,00	3,92	86,92
02.X	0,9	0,168	0,161	81,33	4,17	85,50	0,30	0,052	0,050	82,67	4,62	87,28
03.X	0,9	0,170	0,162	81,11	4,71	85,82	0,30	0,053	0,050	82,33	5,66	87,99
04.X	0,9	0,174	0,165	80,67	5,17	85,84	0,31	0,054	0,051	82,58	5,93	88,51
05.X	1,0	0,176	0,167	82,40	5,11	87,51	0,33	0,054	0,051	83,64	5,56	89,19
06.X	1,0	0,178	0,169	82,20	5,06	87,26	0,37	0,055	0,052	85,14	5,09	90,23
07.X	1,0	0,178	0,170	82,20	4,49	86,69	0,40	0,055	0,052	86,25	5,45	91,70
08.X	1,2	0,217	0,207	81,92	4,61	86,52	0,41	0,060	0,056	85,37	6,67	92,03
09.X	1,3	0,240	0,228	81,54	5,00	86,54	0,42	0,070	0,064	83,33	8,57	91,90
10.X	1,4	0,260	0,246	81,43	5,38	86,81	0,43	0,074	0,067	82,79	9,46	92,25
11.X	1,5	0,288	0,271	81,24	5,90	87,14	0,45	0,079	0,071	82,52	10,13	92,65
12.X	1,7	0,322	0,302	81,06	6,21	87,27	0,46	0,082	0,073	82,17	10,98	93,15
13.X	1,9	0,363	0,340	80,89	6,34	87,23	0,47	0,086	0,076	81,70	11,63	93,33
14.X	2,0	0,390	0,365	80,74	6,41	87,15	0,48	0,088	0,078	81,55	11,93	93,48
15.X	2,1	0,395	0,372	81,19	5,82	87,01	0,59	0,090	0,080	84,75	11,67	96,41

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
16.X	2,3	0,420	0,400	81,74	4,76	86,50	0,80	0,115	0,103	85,63	10,43	96,06
17.X	2,4	0,450	0,430	81,53	4,44	85,97	0,89	0,120	0,108	86,58	10,00	96,58
18.X	2,7	0,500	0,477	81,48	4,60	86,08	0,93	0,130	0,116	86,02	10,77	96,79
19.X	2,9	0,546	0,520	81,17	4,76	85,93	0,97	0,140	0,122	85,57	12,86	98,42
20.X	3,2	0,605	0,575	81,09	4,96	86,05	1,00	0,145	0,125	85,50	13,79	99,29
21.X	3,3	0,630	0,598	80,91	5,08	85,99	1,20	0,175	0,149	85,45	14,86	100,30
22.X	3,4	0,650	0,612	80,88	5,85	86,73	1,23	0,180	0,152	85,37	15,56	100,92
23.X	3,5	0,675	0,630	80,71	6,67	87,38	1,26	0,190	0,159	84,92	16,32	101,24
24.X	3,5	0,680	0,633	80,57	6,91	87,48	1,29	0,195	0,163	84,88	16,41	101,29
25.X	3,7	0,683	0,638	81,55	6,52	88,07	1,29	0,195	0,164	84,88	15,90	100,78
26.X	3,9	0,703	0,665	81,97	5,41	87,38	1,30	0,195	0,167	85,00	14,36	99,36
27.X	4,1	0,724	0,690	82,35	4,63	86,98	1,30	0,195	0,169	85,00	13,33	98,33
28.X	4,3	0,744	0,720	82,70	3,23	85,92	1,31	0,196	0,171	85,04	12,76	97,79
29.X	4,4	0,746	0,725	83,05	2,82	85,86	1,25	0,208	0,181	83,36	12,98	96,34
30.X	4,5	0,750	0,732	83,33	2,40	85,73	1,28	0,210	0,182	83,59	13,33	96,93
31.X	4,5	0,750	0,734	83,33	2,13	85,47	1,32	0,217	0,188	83,56	13,36	96,92
01.XI	4,5	0,750	0,735	83,33	2,00	85,33	1,38	0,220	0,192	84,06	12,73	96,79
02.XI	4,6	0,760	0,746	83,48	1,84	85,32	1,42	0,225	0,198	84,15	12,00	96,15
03.XI	4,7	0,760	0,748	83,83	1,58	85,41	1,47	0,230	0,203	84,35	11,74	96,09
04.XI	4,8	0,920	0,905	80,83	1,63	82,46	1,50	0,240	0,211	84,00	12,08	96,08
05.XI	5,0	0,970	0,950	80,60	2,06	82,66	1,53	0,250	0,218	83,66	12,80	96,46
06.XI	5,1	1,020	0,997	80,13	2,25	82,39	1,56	0,260	0,225	83,38	13,46	96,84

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
07.XI	5,3	1,030	1,010	80,57	1,94	82,51	1,60	0,270	0,232	83,13	14,07	97,20
08.XI	5,5	1,050	1,030	80,91	1,90	82,81	1,65	0,280	0,240	83,03	14,29	97,32
09.XI	5,6	1,190	1,160	78,75	2,52	81,27	1,68	0,282	0,243	83,21	13,83	97,04
10.XI	5,7	1,220	1,180	78,60	3,28	81,88	1,72	0,284	0,246	83,49	13,38	96,87
11.XI	5,8	1,250	1,200	78,45	4,00	82,45	1,76	0,286	0,248	83,75	13,29	97,04
12.XI	5,9	1,275	1,220	78,39	4,31	82,70	1,80	0,288	0,250	84,00	13,19	97,19
13.XI	6,0	1,300	1,240	78,33	4,62	82,95	1,83	0,290	0,253	84,15	12,76	96,91
14.XI	6,2	1,350	1,280	78,23	5,19	83,41	1,82	0,295	0,257	83,79	12,88	96,67
15.XI	6,4	1,400	1,324	78,13	5,43	83,55	1,81	0,310	0,270	82,87	13,06	95,94
16.XI	6,5	1,400	1,330	78,46	5,00	83,46	1,84	0,311	0,271	83,10	12,86	95,96
17.XI	6,8	1,401	1,335	79,40	4,71	84,11	1,88	0,312	0,272	83,40	12,82	96,22
18.XI	7,1	1,405	1,340	80,21	4,63	84,84	1,90	0,313	0,274	83,53	12,46	95,99
19.XI	7,5	1,410	1,360	81,20	3,55	84,75	1,93	0,313	0,276	83,78	11,82	95,60
20.XI	7,8	1,415	1,365	81,86	3,53	85,39	1,94	0,314	0,278	83,81	11,46	95,28
21.XI	8,2	1,418	1,370	82,71	3,39	86,09	1,96	0,315	0,279	83,93	11,43	95,36
22.XI	8,5	1,420	1,375	83,29	3,17	86,46	1,98	0,318	0,283	83,94	11,01	94,95
23.XI	8,7	1,425	1,380	83,62	3,16	86,78	1,99	0,318	0,285	84,02	10,38	94,40
24.XI	8,9	1,430	1,386	83,93	3,08	87,01	2,00	0,319	0,286	84,05	10,34	94,39
25.XI	9,1	1,440	1,400	84,18	2,78	86,95	2,05	0,320	0,288	84,39	10,00	94,39
26.XI	9,2	1,500	1,450	83,70	3,33	87,03	2,10	0,340	0,304	83,81	10,59	94,40
27.XI	9,4	1,550	1,495	83,51	3,55	87,06	2,15	0,350	0,310	83,72	11,43	95,15
28.XI	9,3	1,627	1,555	82,51	4,43	86,93	2,25	0,360	0,320	84,00	11,11	95,11

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
29.XI	9,2	1,800	1,715	80,43	4,72	85,16	2,33	0,370	0,330	84,12	10,81	94,93
30.XI	9,0	1,813	1,716	79,86	5,35	85,21	2,36	0,380	0,338	83,90	11,05	94,95
01.XII	8,7	1,826	1,717	79,01	5,97	84,98	2,38	0,390	0,343	83,61	12,05	95,66
02.XII	8,5	1,840	1,718	78,45	6,63	85,08	2,40	0,400	0,350	83,33	12,50	95,83
03.XII	8,3	1,868	1,735	77,50	7,10	84,60	2,44	0,402	0,352	83,52	12,44	95,96
04.XII	8,0	1,895	1,755	76,31	7,39	83,70	2,48	0,408	0,359	83,55	12,01	95,56
05.XII	7,7	1,923	1,780	75,03	7,41	82,44	2,52	0,412	0,365	83,65	11,41	95,06
06.XII	7,4	1,950	1,800	73,65	7,69	81,34	2,54	0,414	0,372	83,70	10,14	93,85
07.XII	7,1	1,978	1,820	72,15	7,96	80,11	2,58	0,420	0,378	83,72	10,00	93,72
08.XII	6,8	2,005	1,840	70,51	8,23	78,74	2,60	0,422	0,381	83,77	9,72	93,48
09.XII	6,6	2,033	1,860	69,20	8,49	77,69	2,63	0,426	0,386	83,80	9,39	93,19
10.XII	6,4	2,060	1,880	67,81	8,74	76,55	2,65	0,429	0,390	83,81	9,09	92,90
11.XII	6,1	2,075	1,890	65,99	8,90	74,89	2,40	0,430	0,390	82,08	9,30	91,39
12.XII	5,9	2,089	1,900	64,59	9,06	73,65	2,35	0,435	0,392	81,49	9,89	91,37
13.XII	5,7	2,104	1,902	63,09	9,61	72,69	2,30	0,438	0,394	80,96	10,05	91,00
14.XII	5,5	2,119	1,908	61,48	9,95	71,43	2,25	0,440	0,395	80,44	10,23	90,67
15.XII	5,3	2,134	1,915	59,75	10,24	69,99	2,20	0,442	0,396	79,91	10,41	90,32
16.XII	5,1	2,148	1,925	57,88	10,39	68,27	2,10	0,450	0,397	78,57	11,78	90,35
17.XII	5,0	2,163	1,935	56,74	10,54	67,28	2,00	0,460	0,399	77,00	13,26	90,26
18.XII	4,8	2,178	1,945	54,63	10,68	65,31	1,85	0,470	0,399	74,59	15,11	89,70
19.XII	4,5	2,192	1,955	51,28	10,82	62,11	1,75	0,475	0,399	72,86	16,00	88,86
20.XII	4,4	2,207	1,955	49,84	11,42	61,26	1,60	0,480	0,399	70,00	16,88	86,88

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
21.ХІІ	4,3	2,222	1,958	48,33	11,87	60,20	1,55	0,482	0,400	68,90	17,01	85,92
22.ХІІ	4,2	2,236	1,970	46,75	11,91	58,66	1,40	0,490	0,400	65,00	18,37	83,37
23.ХІІ	4,1	2,251	1,980	45,10	12,04	57,14	1,30	0,495	0,402	61,92	18,79	80,71
24.ХІІ	4,0	2,266	1,992	43,36	12,08	55,44	1,25	0,502	0,404	59,84	19,52	79,36
25.ХІІ	3,9	2,280	2,000	41,09	12,28	53,37	1,14	0,510	0,405	55,26	20,59	75,85
Сорт Альбатрос												
01.Х	0,8	0,124	0,120	85,34	2,91	88,25	0,36	0,039	0,038	89,17	2,56	91,73
02.Х	0,8	0,126	0,122	84,25	3,17	87,42	0,35	0,041	0,039	88,29	4,39	92,68
03.Х	0,8	0,127	0,122	84,13	3,94	88,06	0,33	0,043	0,041	86,97	5,81	92,78
04.Х	0,8	0,128	0,123	83,76	4,11	87,87	0,32	0,045	0,042	85,94	6,22	92,16
05.Х	0,9	0,145	0,140	83,89	3,45	87,34	0,34	0,048	0,045	86,03	6,11	92,13
06.Х	1,0	0,155	0,150	84,50	3,23	87,73	0,36	0,050	0,047	86,08	5,79	91,87
07.Х	1,1	0,157	0,152	85,73	3,18	88,91	0,36	0,050	0,048	86,11	5,00	91,11
08.Х	1,1	0,174	0,168	84,18	3,45	87,63	0,37	0,061	0,057	83,51	6,56	90,07
09.Х	1,1	0,190	0,183	82,74	3,95	86,69	0,38	0,064	0,057	83,16	10,94	94,10
10.Х	1,2	0,209	0,199	82,58	4,78	87,37	0,40	0,068	0,060	83,00	11,91	94,91
11.Х	1,2	0,211	0,200	81,93	5,45	87,39	0,43	0,074	0,065	82,79	12,16	94,95
12.Х	1,2	0,255	0,240	78,75	5,88	84,63	0,45	0,079	0,069	82,44	12,66	95,10
13.Х	1,3	0,290	0,273	77,69	6,03	83,73	0,48	0,085	0,073	82,29	13,76	96,06
14.Х	1,3	0,322	0,303	75,93	6,06	81,99	0,50	0,090	0,077	82,00	14,11	96,11
15.Х	1,5	0,360	0,339	76,00	5,83	81,83	0,59	0,094	0,081	84,07	13,83	97,90
16.Х	1,9	0,410	0,390	78,42	4,88	83,30	0,65	0,096	0,084	85,23	13,02	98,25

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
17.X	2,1	0,424	0,405	79,89	4,48	84,37	0,77	0,098	0,086	87,22	12,24	99,47
18.X	2,3	0,482	0,460	79,04	4,56	83,61	0,81	0,105	0,092	87,04	12,86	99,89
19.X	2,5	0,525	0,500	79,00	4,76	83,76	0,87	0,115	0,099	86,78	13,91	100,69
20.X	2,8	0,595	0,565	78,75	5,04	83,79	0,91	0,125	0,106	86,26	15,20	101,46
21.X	3,0	0,655	0,620	78,48	5,34	83,82	0,95	0,137	0,115	85,65	16,06	101,71
22.X	3,3	0,720	0,678	78,18	5,83	84,02	1,05	0,150	0,124	85,71	17,33	103,05
23.X	3,5	0,770	0,721	78,00	6,36	84,36	1,15	0,175	0,142	84,78	18,86	103,64
24.X	3,7	0,820	0,766	77,84	6,59	84,42	1,23	0,186	0,150	84,85	19,30	104,15
25.X	3,9	0,825	0,772	78,85	6,42	85,27	1,26	0,187	0,152	85,16	18,72	103,88
26.X	4,0	0,828	0,780	79,30	5,80	85,10	1,29	0,188	0,156	85,43	17,02	102,45
27.X	4,1	0,830	0,790	79,76	4,88	84,64	1,34	0,189	0,160	85,90	15,34	101,24
28.X	4,2	0,850	0,818	79,89	3,76	83,65	1,37	0,190	0,165	86,13	13,16	99,29
29.X	4,4	0,853	0,825	80,61	3,28	83,90	1,41	0,215	0,185	84,75	13,95	98,71
30.X	4,5	0,855	0,832	81,00	2,69	83,69	1,44	0,230	0,197	84,03	14,35	98,38
31.X	4,6	0,860	0,840	81,30	2,33	83,63	1,48	0,243	0,208	83,58	14,40	97,98
01.XI	4,6	0,820	0,803	82,17	2,13	84,31	1,50	0,244	0,210	83,73	13,93	97,67
02.XI	4,7	0,860	0,842	81,70	2,09	83,80	1,52	0,245	0,215	83,88	12,24	96,13
03.XI	4,8	0,880	0,862	81,67	2,05	83,71	1,54	0,245	0,217	84,09	11,43	95,52
04.XI	4,9	0,905	0,885	81,53	2,21	83,74	1,56	0,260	0,229	83,33	11,96	95,29
05.XI	5,0	0,915	0,890	81,70	2,73	84,43	1,59	0,262	0,229	83,52	12,79	96,31
06.XI	5,0	0,928	0,902	81,44	2,80	84,24	1,61	0,264	0,228	83,60	13,50	97,09
07.XI	5,1	0,929	0,906	81,78	2,48	84,26	1,63	0,275	0,236	83,13	14,18	97,31

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя							Вузол кущення				
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
08.XI	5,2	0,930	0,910	82,12	2,15	84,27	1,65	0,290	0,248	82,42	14,48	96,91
09.XI	5,4	0,975	0,952	81,94	2,36	84,30	1,67	0,292	0,251	82,51	14,04	96,56
10.XI	5,6	1,050	1,020	81,25	2,86	84,11	1,72	0,295	0,255	82,85	13,56	96,41
11.XI	5,7	1,100	1,062	80,70	3,45	84,16	1,74	0,297	0,258	82,93	13,13	96,06
12.XI	5,8	1,130	1,083	80,52	4,16	84,68	1,76	0,298	0,259	83,07	13,09	96,16
13.XI	5,9	1,150	1,098	80,51	4,52	85,03	1,79	0,300	0,259	83,24	13,67	96,91
14.XI	6,0	1,129	1,070	81,18	5,23	86,41	1,74	0,305	0,263	82,47	13,93	96,41
15.XI	6,1	1,329	1,258	78,21	5,34	83,56	1,68	0,320	0,275	80,96	14,06	95,02
16.XI	6,3	1,340	1,270	78,73	5,22	83,95	1,73	0,325	0,281	81,21	13,60	94,81
17.XI	6,5	1,380	1,312	78,77	4,93	83,70	1,75	0,328	0,285	81,26	13,11	94,37
18.XI	6,8	1,405	1,340	79,34	4,63	83,96	1,78	0,330	0,288	81,46	12,73	94,19
19.XI	7,1	1,430	1,370	79,86	4,20	84,05	1,81	0,334	0,292	81,55	12,57	94,12
20.XI	7,2	1,480	1,420	79,44	4,05	83,50	1,85	0,340	0,298	81,62	12,35	93,97
21.XI	7,4	1,510	1,450	79,59	3,97	83,57	1,90	0,345	0,303	81,84	12,17	94,02
22.XI	7,6	1,540	1,479	79,74	3,96	83,70	1,95	0,350	0,308	82,05	12,00	94,05
23.XI	7,8	1,580	1,520	79,74	3,80	83,54	2,00	0,353	0,311	82,35	11,90	94,25
24.XI	8,0	1,630	1,570	79,63	3,68	83,31	2,15	0,357	0,315	83,40	11,76	95,16
25.XI	8,1	1,660	1,599	79,51	3,67	83,18	2,48	0,360	0,320	85,48	11,11	96,59
26.XI	8,3	1,710	1,640	79,40	4,09	83,49	2,49	0,366	0,323	85,30	11,75	97,05
27.XI	8,5	1,760	1,680	79,29	4,55	83,84	2,50	0,375	0,330	85,00	12,13	97,13
28.XI	8,3	1,770	1,680	78,67	5,08	83,76	2,50	0,375	0,331	85,00	11,73	96,73
29.XI	8,1	1,780	1,680	78,13	5,62	83,75	2,51	0,375	0,332	85,06	11,47	96,53

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя							Вузол кущення				
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
30.XI	7,9	1,790	1,680	77,34	6,15	83,49	2,52	0,385	0,336	84,72	12,73	97,45
01.XII	7,7	1,800	1,685	76,62	6,39	83,01	2,53	0,410	0,355	83,79	13,41	97,21
02.XII	7,6	1,850	1,725	75,66	6,76	82,41	2,53	0,430	0,371	83,00	13,72	96,72
03.XII	7,6	1,852	1,725	75,63	6,86	82,49	2,54	0,430	0,372	83,07	13,49	96,56
04.XII	7,5	1,856	1,725	75,25	7,06	82,31	2,56	0,431	0,375	83,16	12,99	96,16
05.XII	7,5	1,859	1,725	75,21	7,21	82,42	2,58	0,431	0,379	83,29	12,06	95,36
06.XII	7,4	1,860	1,725	74,86	7,26	82,12	2,59	0,432	0,382	83,32	11,57	94,89
07.XII	7,3	1,880	1,740	74,25	7,45	81,69	2,60	0,433	0,384	83,35	11,32	94,66
08.XII	7,2	1,915	1,765	73,40	7,83	81,24	2,62	0,434	0,386	83,44	11,06	94,50
09.XII	7,1	1,960	1,790	72,39	8,67	81,07	2,63	0,435	0,387	83,46	11,03	94,49
10.XII	7,0	2,030	1,850	71,04	8,87	79,91	2,65	0,438	0,390	83,47	10,96	94,43
11.XII	6,9	2,050	1,862	70,29	9,17	79,46	2,60	0,475	0,420	81,73	11,58	93,31
12.XII	6,8	2,080	1,880	69,41	9,62	79,03	2,55	0,480	0,422	81,18	12,08	93,26
13.XII	6,7	2,100	1,895	68,66	9,76	78,42	2,50	0,485	0,425	80,60	12,37	92,97
14.XII	6,6	2,120	1,910	67,88	9,91	77,78	2,46	0,490	0,428	80,08	12,65	92,73
15.XII	6,4	2,140	1,915	66,56	10,51	77,08	2,39	0,495	0,431	79,29	12,93	92,22
16.XII	6,3	2,180	1,938	65,40	11,10	76,50	2,35	0,500	0,432	78,72	13,60	92,32
17.XII	6,1	2,190	1,935	64,10	11,64	75,74	2,20	0,510	0,435	76,82	14,71	91,52
18.XII	6,0	2,200	1,940	63,33	11,82	75,15	2,00	0,520	0,442	74,00	15,00	89,00
19.XII	5,9	2,205	1,942	62,63	11,93	74,55	1,80	0,530	0,448	70,56	15,47	86,03
20.XII	5,8	2,210	1,943	61,90	12,08	73,98	1,70	0,540	0,449	68,24	16,85	85,09
21.XII	5,7	2,215	1,946	61,14	12,14	73,28	1,60	0,550	0,452	65,63	17,82	83,44

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
22.XII	5,6	2,220	1,950	60,36	12,16	72,52	1,55	0,560	0,455	63,87	18,75	82,62
23.XII	5,5	2,225	1,952	59,55	12,27	71,82	1,40	0,570	0,460	59,29	19,30	78,58
24.XII	5,4	2,230	1,954	58,70	12,38	71,08	1,35	0,580	0,461	57,04	20,52	77,55
25.XII	5,3	2,240	1,960	57,74	12,50	70,24	1,30	0,600	0,464	53,85	22,67	76,51
Сорт Струмок												
01.X	1,1	0,095	0,092	91,38	3,01	94,39	0,39	0,039	0,038	90,05	2,06	92,11
02.X	1,1	0,125	0,121	88,64	3,60	92,24	0,36	0,045	0,043	87,50	4,44	91,94
03.X	1,1	0,165	0,158	85,00	4,24	89,24	0,33	0,050	0,047	84,85	6,00	90,85
04.X	1,1	0,181	0,172	83,39	4,71	88,10	0,31	0,053	0,049	82,90	6,98	89,88
05.X	1,2	0,190	0,182	84,17	4,21	88,38	0,33	0,059	0,055	82,12	6,78	88,90
06.X	1,3	0,195	0,188	85,00	3,59	88,59	0,36	0,062	0,058	82,78	6,13	88,91
07.X	1,4	0,200	0,193	85,71	3,50	89,21	0,39	0,065	0,062	83,33	5,38	88,72
08.X	1,5	0,210	0,202	86,00	3,81	89,81	0,40	0,067	0,062	83,25	7,46	90,71
09.X	1,5	0,220	0,210	85,61	4,55	90,16	0,41	0,070	0,063	82,93	10,71	93,64
10.X	1,6	0,250	0,236	84,38	5,60	89,98	0,42	0,075	0,066	82,14	12,00	94,14
11.X	1,7	0,275	0,258	83,82	6,18	90,01	0,43	0,078	0,068	82,03	13,46	95,49
12.X	1,7	0,280	0,262	83,53	6,43	89,96	0,45	0,081	0,069	82,00	14,57	96,57
13.X	1,8	0,298	0,278	83,44	6,71	90,16	0,48	0,088	0,075	81,67	15,00	96,67
14.X	1,8	0,300	0,279	83,33	7,00	90,33	0,51	0,095	0,081	81,37	15,21	96,58
15.X	2,0	0,315	0,294	84,25	6,67	90,92	0,65	0,097	0,083	85,08	14,43	99,51
16.X	2,3	0,350	0,330	84,78	5,71	90,50	0,73	0,099	0,086	86,44	13,54	99,97
17.X	2,6	0,382	0,367	85,31	3,93	89,23	0,82	0,100	0,087	87,75	13,00	100,75

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
18.X	2,8	0,460	0,441	83,57	4,13	87,70	0,89	0,110	0,095	87,64	13,64	101,28
19.X	3,0	0,510	0,487	83,00	4,51	87,51	0,95	0,120	0,102	87,37	15,00	102,37
20.X	3,2	0,580	0,550	81,88	5,17	87,05	1,00	0,140	0,118	86,00	15,71	101,71
21.X	3,5	0,616	0,580	82,40	5,84	88,24	1,14	0,167	0,140	85,33	16,29	101,62
22.X	3,7	0,660	0,616	82,16	6,74	88,90	1,16	0,175	0,145	84,91	17,14	102,06
23.X	3,9	0,710	0,659	81,79	7,18	88,98	1,18	0,180	0,147	84,75	18,33	103,08
24.X	4,0	0,740	0,686	81,50	7,30	88,80	1,20	0,185	0,150	84,55	18,98	103,53
25.X	4,2	0,770	0,720	81,67	6,49	88,16	1,23	0,188	0,153	84,72	18,62	103,33
26.X	4,3	0,784	0,740	81,77	5,61	87,38	1,25	0,188	0,156	84,96	17,02	101,98
27.X	4,4	0,801	0,765	81,80	4,49	86,29	1,27	0,189	0,160	85,12	15,34	100,46
28.X	4,5	0,809	0,782	82,02	3,34	85,36	1,28	0,190	0,165	85,16	13,16	98,31
29.X	4,7	0,815	0,790	82,66	3,07	85,73	1,33	0,198	0,171	85,11	13,64	98,75
30.X	4,9	0,830	0,806	83,06	2,89	85,95	1,36	0,210	0,180	84,56	14,29	98,84
31.X	5,0	0,846	0,826	83,08	2,36	85,44	1,40	0,220	0,188	84,29	14,55	98,83
01.XI	5,0	0,846	0,827	83,08	2,25	85,33	1,42	0,221	0,190	84,44	14,03	98,46
02.XI	5,1	0,852	0,835	83,29	2,00	85,29	1,44	0,222	0,193	84,58	13,06	97,65
03.XI	5,2	0,865	0,850	83,37	1,73	85,10	1,47	0,225	0,198	84,69	12,00	96,69
04.XI	5,3	0,920	0,900	82,64	2,17	84,82	1,50	0,234	0,205	84,40	12,39	96,79
05.XI	5,4	0,930	0,905	82,78	2,69	85,47	1,53	0,242	0,210	84,18	13,22	97,41
06.XI	5,4	0,946	0,919	82,48	2,85	85,34	1,57	0,250	0,215	84,08	14,00	98,08
07.XI	5,5	0,950	0,928	82,73	2,32	85,04	1,60	0,255	0,219	84,06	14,31	98,38
08.XI	5,6	0,955	0,938	82,95	1,78	84,73	1,65	0,270	0,231	83,64	14,44	98,08

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
09.XI	5,7	0,980	0,960	82,81	2,04	84,85	1,71	0,278	0,240	83,74	13,67	97,41
10.XI	5,7	0,982	0,960	82,77	2,24	85,01	1,75	0,279	0,242	84,06	13,26	97,32
11.XI	5,8	1,000	0,966	82,76	3,40	86,16	1,79	0,280	0,244	84,36	12,86	97,21
12.XI	5,8	1,020	0,975	82,41	4,41	86,83	1,81	0,281	0,247	84,48	12,10	96,57
13.XI	5,8	1,030	0,980	82,24	4,85	87,10	1,83	0,282	0,249	84,59	11,70	96,29
14.XI	5,9	1,049	0,990	82,22	5,62	87,84	1,85	0,287	0,252	84,51	11,97	96,49
15.XI	6,0	1,068	1,000	82,20	6,37	88,57	1,87	0,290	0,254	84,49	12,41	96,91
16.XI	6,4	1,068	1,002	83,31	6,18	89,49	1,87	0,290	0,255	84,49	12,07	96,56
17.XI	6,8	1,070	1,008	84,27	5,75	90,02	1,88	0,291	0,257	84,52	11,68	96,21
18.XI	7,2	1,070	1,010	85,14	5,61	90,75	1,89	0,292	0,259	84,55	11,30	95,85
19.XI	7,5	1,070	1,015	85,73	5,14	90,87	1,90	0,293	0,259	84,58	11,54	96,11
20.XI	7,9	1,071	1,020	86,44	4,76	91,20	1,91	0,294	0,262	84,61	10,88	95,49
21.XI	8,3	1,071	1,026	87,10	4,20	91,30	1,92	0,295	0,264	84,64	10,51	95,14
22.XI	8,5	1,071	1,028	87,40	4,01	91,41	1,96	0,296	0,265	84,90	10,47	95,37
23.XI	8,7	1,071	1,029	87,69	3,92	91,61	1,97	0,297	0,267	84,92	10,17	95,09
24.XI	8,9	1,071	1,030	87,97	3,83	91,79	1,99	0,300	0,268	84,92	10,70	95,62
25.XI	9,2	1,071	1,031	88,36	3,73	92,09	1,99	0,300	0,267	84,92	11,00	95,92
26.XI	9,3	1,085	1,037	88,33	4,42	92,76	2,11	0,335	0,296	84,12	11,64	95,77
27.XI	9,4	1,100	1,046	88,30	4,91	93,21	2,15	0,350	0,308	83,72	12,00	95,72
28.XI	9,2	1,350	1,275	85,33	5,56	90,88	2,15	0,350	0,309	83,72	11,71	95,44
29.XI	9,0	1,530	1,440	83,00	5,88	88,88	2,16	0,350	0,310	83,80	11,43	95,22
30.XI	8,9	1,700	1,595	80,90	6,18	87,08	2,17	0,380	0,335	82,49	11,84	94,33

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
01.XII	8,8	1,905	1,773	78,35	6,93	85,28	2,18	0,400	0,350	81,65	12,50	94,15
02.XII	8,8	2,120	1,960	75,91	7,55	83,46	2,19	0,460	0,401	79,00	12,83	91,82
03.XII	8,6	2,150	1,980	75,00	7,91	82,91	2,20	0,462	0,405	79,00	12,34	91,34
04.XII	8,4	2,200	2,025	73,81	7,95	81,76	2,25	0,464	0,408	79,38	12,07	91,45
05.XII	8,2	2,250	2,070	72,56	8,00	80,56	2,31	0,467	0,412	79,78	11,78	91,56
06.XII	8,0	2,300	2,108	71,25	8,35	79,60	2,36	0,470	0,416	80,08	11,49	91,57
07.XII	7,8	2,350	2,140	69,87	8,94	78,81	2,43	0,480	0,427	80,25	11,04	91,29
08.XII	7,7	2,360	2,140	69,35	9,32	78,67	2,50	0,485	0,433	80,60	10,72	91,32
09.XII	7,6	2,380	2,150	68,68	9,66	78,35	2,56	0,495	0,443	80,66	10,51	91,17
10.XII	7,5	2,400	2,164	68,00	9,83	77,83	2,61	0,500	0,448	80,84	10,40	91,24
11.XII	7,4	2,420	2,185	67,30	9,71	77,01	2,59	0,615	0,550	76,25	10,57	86,82
12.XII	7,3	2,460	2,220	66,30	9,76	76,06	2,56	0,620	0,552	75,78	10,97	86,75
13.XII	7,1	2,480	2,240	65,07	9,68	74,75	2,52	0,625	0,554	75,20	11,36	86,56
14.XII	7,1	2,520	2,265	64,51	10,12	74,63	2,50	0,630	0,558	74,80	11,43	86,23
15.XII	7,0	2,560	2,280	63,43	10,94	74,37	2,40	0,635	0,560	73,54	11,81	85,35
16.XII	7,0	2,590	2,300	63,00	11,20	74,20	2,35	0,650	0,572	72,34	12,00	84,34
17.XII	6,9	2,620	2,320	62,03	11,45	73,48	2,30	0,655	0,575	71,52	12,21	83,74
18.XII	6,8	2,650	2,340	61,03	11,70	72,73	2,20	0,670	0,582	69,55	13,13	82,68
19.XII	6,7	2,680	2,360	60,00	11,94	71,94	2,15	0,680	0,585	68,37	13,97	82,34
20.XII	6,7	2,720	2,395	59,40	11,95	71,35	2,10	0,690	0,590	67,14	14,49	81,64
21.XII	6,6	2,760	2,421	58,18	12,28	70,46	2,00	0,710	0,591	64,50	16,76	81,26
22.XII	6,6	2,780	2,438	57,88	12,30	70,18	1,95	0,730	0,592	62,56	18,90	81,47

Продовження додатка В

Дата відбору	Листя						Вузол кушення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
при 60 °С		при 130 °С	при 60 °С					при 130 °С				
23.XII	6,5	2,820	2,470	56,62	12,41	69,03	1,93	0,740	0,593	61,66	19,86	81,52
24.XII	6,5	2,840	2,485	56,31	12,50	68,81	1,90	0,745	0,590	60,79	20,81	81,59
25.XII	6,5	2,860	2,500	55,66	12,59	68,25	1,89	0,760	0,590	59,79	22,37	82,16

Додаток Г

Суша біомаса надземної та підземної частин та вміст вільної та зв'язаної води в тканинах рослин озимої пшениці другого строку сівби

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суша маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суша маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
Сорт Одеська 16												
24.X	0,7	0,105	0,102	85,40	3,33	88,73	0,3	0,054	0,052	83,83	3,81	87,64
25.X	0,8	0,120	0,116	85,00	3,50	88,50	0,3	0,054	0,052	82,00	4,07	86,07
26.X	0,9	0,138	0,133	84,67	3,62	88,29	0,3	0,054	0,052	81,93	4,24	86,18
27.X	1,1	0,173	0,166	84,27	4,05	88,32	0,4	0,073	0,069	81,75	5,48	87,23
28.X	1,2	0,195	0,187	84,16	4,21	88,36	0,4	0,075	0,071	81,71	6,00	87,71
29.X	1,4	0,225	0,216	83,93	4,00	87,93	0,5	0,080	0,076	81,52	5,00	86,52
30.X	1,5	0,255	0,246	83,00	3,53	86,53	0,5	0,083	0,079	81,34	4,82	86,16
31.X	1,6	0,280	0,272	82,42	2,86	85,28	0,6	0,086	0,082	81,26	4,65	85,91
01.XI	1,8	0,325	0,315	81,94	3,08	85,02	0,6	0,088	0,083	81,68	5,23	86,91
02.XI	2,2	0,385	0,372	82,50	3,38	85,88	0,6	0,090	0,085	82,15	5,56	87,71
03.XI	2,6	0,450	0,434	82,69	3,56	86,25	0,6	0,092	0,086	82,45	6,30	88,75
04.XI	2,9	0,500	0,480	82,76	4,00	86,76	0,7	0,110	0,103	83,12	6,82	89,94
05.XI	3,4	0,535	0,511	84,26	4,49	88,75	0,8	0,128	0,118	83,48	7,72	91,20
06.XI	3,9	0,592	0,564	84,73	4,73	89,46	0,9	0,138	0,126	83,83	8,70	92,52
07.XI	4,2	0,640	0,610	84,76	4,69	89,45	0,9	0,138	0,126	84,67	8,55	93,22
08.XI	4,5	0,685	0,654	84,78	4,60	89,38	1,0	0,138	0,127	86,20	7,97	94,17
09.XI	4,7	0,715	0,683	84,79	4,48	89,26	1,1	0,142	0,131	87,09	7,75	94,84
10.XI	5,1	0,765	0,732	85,00	4,31	89,31	1,2	0,148	0,137	87,67	7,43	95,10
11.XI	5,3	0,780	0,750	85,28	3,85	89,13	1,3	0,150	0,140	88,46	6,67	95,13

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
12.XI	5,7	0,838	0,807	85,30	3,70	89,00	1,4	0,152	0,142	89,14	6,58	95,72
13.XI	5,9	0,862	0,830	85,33	3,66	88,99	1,5	0,158	0,145	89,47	6,23	95,70
14.XI	6,0	0,935	0,900	84,42	3,74	88,16	1,6	0,215	0,204	86,56	5,85	92,41
15.XI	6,1	1,019	0,973	83,34	4,51	87,85	1,8	0,267	0,245	85,04	8,24	93,28
16.XI	6,5	1,035	0,990	84,08	4,35	88,42	1,8	0,270	0,248	85,12	8,15	93,27
17.XI	6,7	1,095	1,050	83,66	4,11	87,77	1,9	0,290	0,267	85,16	7,93	93,09
18.XI	6,9	1,150	1,110	83,33	3,48	86,81	1,9	0,300	0,278	85,26	7,33	92,59
19.XI	7,1	1,185	1,146	83,31	3,29	86,60	2,0	0,320	0,298	85,29	6,88	92,17
20.XI	7,2	1,198	1,160	83,36	3,17	86,53	2,1	0,340	0,318	85,32	6,47	91,79
21.XI	7,4	1,215	1,180	83,58	2,88	86,46	2,2	0,370	0,348	85,45	5,95	91,40
22.XI	7,8	1,225	1,192	84,29	2,69	86,99	2,2	0,380	0,360	85,86	5,26	91,12
23.XI	8,0	1,245	1,220	84,44	2,01	86,45	2,3	0,410	0,389	86,05	5,12	91,17
24.XI	8,1	1,256	1,235	84,49	1,67	86,17	2,4	0,430	0,410	86,13	4,65	90,78
25.XI	8,2	1,260	1,240	84,54	1,59	86,13	2,5	0,340	0,325	86,23	4,41	90,65
26.XI	8,3	1,275	1,250	84,64	1,96	86,60	2,4	0,340	0,324	85,83	4,68	90,51
27.XI	8,3	1,290	1,260	84,46	2,33	86,78	2,3	0,360	0,339	84,45	5,78	90,23
28.XI	8,1	1,450	1,420	82,10	2,07	84,17	2,2	0,360	0,325	83,64	5,02	88,66
29.XI	8,0	1,590	1,560	80,13	1,89	82,01	2,2	0,390	0,340	82,27	4,65	86,92
30.XI	7,8	1,650	1,622	78,85	1,70	80,54	2,2	0,363	0,340	83,50	4,03	87,53
01.XII	7,6	1,720	1,697	77,37	1,34	78,71	2,4	0,366	0,340	84,75	3,75	88,50
02.XII	7,5	1,780	1,760	76,27	1,12	77,39	2,6	0,370	0,342	85,82	3,22	89,04
03.XII	7,4	1,850	1,820	75,00	1,62	76,62	2,6	0,375	0,360	85,58	4,00	89,58

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % від маси сух. реч.	Вміст зв'язаної води, % від маси сух. реч.	Обводненість, % від маси сух. реч.
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
04.XII	7,3	1,900	1,864	73,97	1,89	75,87	2,6	0,380	0,362	85,38	4,74	90,12
05.XII	7,2	1,920	1,880	73,33	2,08	75,42	2,7	0,385	0,364	85,74	5,45	91,20
06.XII	7,0	1,960	1,917	72,00	2,19	74,19	2,7	0,390	0,365	85,56	6,41	91,97
07.XII	6,8	1,980	1,924	70,88	2,83	73,71	2,7	0,400	0,370	85,19	7,50	92,69
08.XII	6,6	2,000	1,940	69,70	3,00	72,70	2,8	0,415	0,379	85,18	8,45	93,63
09.XII	6,4	2,030	1,965	68,28	3,20	71,48	2,8	0,425	0,387	84,82	8,94	93,76
10.XII	6,3	2,070	2,000	67,14	3,38	70,52	2,8	0,430	0,390	84,86	9,30	94,16
11.XII	6,1	2,130	2,050	65,08	3,45	68,53	2,7	0,450	0,405	83,33	10,00	93,33
12.XII	5,8	2,150	2,060	62,93	3,68	66,61	2,6	0,470	0,420	81,92	10,64	92,56
13.XII	5,7	2,180	2,070	61,75	4,05	65,80	2,5	0,490	0,435	80,40	11,22	91,62
14.XII	5,6	2,300	2,150	58,93	4,15	63,08	2,4	0,510	0,450	78,75	11,76	90,51
15.XII	5,5	2,400	2,220	56,36	4,34	60,70	2,3	0,520	0,458	77,39	11,92	89,31
16.XII	5,4	2,500	2,295	53,70	4,48	58,18	2,2	0,540	0,475	75,45	12,04	87,49
17.XII	5,3	2,550	2,320	51,89	4,62	56,51	2,1	0,560	0,490	73,33	12,50	85,83
18.XII	5,1	2,600	2,350	49,02	4,78	53,80	2,0	0,580	0,505	71,00	12,93	83,93
19.XII	5,1	2,650	2,380	48,04	4,92	52,96	1,9	0,590	0,513	68,95	13,05	82,00
20.XII	5,1	2,700	2,410	47,06	4,98	52,04	1,8	0,600	0,520	66,67	13,33	80,00
21.XII	5,0	2,750	2,445	45,00	5,02	50,02	1,7	0,605	0,523	64,41	13,55	77,97
22.XII	5,0	2,800	2,460	44,00	5,06	49,06	1,6	0,610	0,524	61,88	14,10	75,97
23.XII	5,0	2,820	2,470	43,60	5,10	48,70	1,5	0,612	0,525	59,20	14,22	73,42
24.XII	4,9	2,850	2,480	41,84	5,13	46,97	1,4	0,615	0,526	56,07	14,47	70,54
25.XII	4,9	2,900	2,750	40,82	5,17	45,99	1,3	0,620	0,530	53,38	14,52	67,90

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
Сорт Одеська 267												
24.X	0,6	0,090	0,086	85,37	4,67	90,04	0,34	0,053	0,050	84,46	5,39	89,85
25.X	0,7	0,125	0,119	84,29	4,80	89,09	0,35	0,055	0,052	84,29	5,45	89,74
26.X	0,8	0,135	0,128	83,75	5,19	88,94	0,36	0,058	0,054	83,89	6,90	90,79
27.X	0,9	0,150	0,142	83,56	5,33	88,89	0,37	0,062	0,057	83,24	7,42	90,66
28.X	1,0	0,165	0,156	83,45	5,63	89,08	0,38	0,065	0,060	82,89	7,69	90,59
29.X	1,4	0,195	0,185	84,29	5,03	89,32	0,42	0,067	0,062	84,05	7,46	91,51
30.X	1,6	0,245	0,235	85,00	4,08	89,08	0,44	0,068	0,064	84,55	6,62	91,16
31.X	1,8	0,293	0,283	85,25	3,30	88,55	0,48	0,070	0,066	85,51	5,71	91,22
01.XI	2,0	0,305	0,294	85,00	3,61	88,61	0,52	0,080	0,075	84,62	6,25	90,87
02.XI	2,2	0,330	0,317	84,77	3,94	88,71	0,58	0,090	0,084	84,48	6,67	91,15
03.XI	2,4	0,360	0,345	84,58	4,17	88,75	0,63	0,105	0,097	83,33	7,62	90,95
04.XI	2,5	0,410	0,390	84,20	4,88	89,08	0,68	0,115	0,105	83,09	8,70	91,78
05.XI	2,7	0,440	0,418	83,96	5,00	88,96	0,73	0,125	0,114	82,88	8,80	91,68
06.XI	2,9	0,466	0,442	83,70	5,15	88,85	0,77	0,135	0,123	82,39	8,89	91,28
07.XI	3,3	0,485	0,461	84,09	4,95	89,04	0,83	0,140	0,128	83,13	8,57	91,70
08.XI	3,6	0,515	0,491	84,72	4,66	89,38	0,86	0,142	0,130	83,49	8,45	91,94
09.XI	3,9	0,540	0,516	84,87	4,44	89,31	0,92	0,145	0,133	84,24	8,28	92,51
10.XI	4,3	0,590	0,565	84,88	4,24	89,12	0,96	0,146	0,135	84,79	7,53	92,33
11.XI	4,7	0,625	0,599	85,00	4,16	89,16	0,99	0,147	0,136	85,15	7,48	92,63
12.XI	5,0	0,685	0,657	85,02	4,09	89,11	1,15	0,150	0,139	86,96	7,33	94,29
13.XI	5,1	0,758	0,728	85,13	4,01	89,14	1,34	0,163	0,152	87,84	6,98	94,81
14.XI	4,9	0,775	0,740	84,18	4,52	88,70	1,32	0,175	0,162	86,74	7,43	94,17

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
15.XI	4,8	0,811	0,770	83,10	5,06	88,16	1,29	0,184	0,168	85,70	8,70	94,40
16.XI	4,9	0,850	0,810	83,27	4,71	87,98	1,34	0,185	0,169	86,19	8,54	94,73
17.XI	5,1	0,890	0,850	83,53	4,49	88,02	1,39	0,186	0,171	86,62	8,06	94,68
18.XI	5,2	0,915	0,875	83,75	4,37	88,12	1,43	0,187	0,172	86,92	7,91	94,84
19.XI	5,4	0,950	0,915	84,07	3,68	87,75	1,48	0,188	0,174	87,30	7,71	95,01
20.XI	5,6	0,980	0,950	84,46	3,06	87,52	1,52	0,188	0,175	87,63	7,18	94,81
21.XI	5,8	0,990	0,962	84,83	2,83	87,66	1,58	0,189	0,176	88,04	6,88	94,92
22.XI	6,0	1,050	1,030	85,00	1,90	86,90	1,63	0,189	0,177	88,40	6,61	95,02
23.XI	6,2	1,100	1,080	85,08	1,82	86,90	1,75	0,190	0,178	89,14	6,32	95,46
24.XI	6,4	1,130	1,110	85,13	1,77	86,90	1,83	0,190	0,179	89,62	5,79	95,41
25.XI	6,5	1,170	1,150	85,31	1,71	87,02	1,96	0,190	0,180	90,31	5,26	95,57
26.XI	6,7	1,320	1,286	83,60	2,58	86,18	1,95	0,205	0,192	89,49	6,34	95,83
27.XI	6,9	1,380	1,340	81,50	2,90	84,40	1,94	0,230	0,215	88,14	6,52	94,67
28.XI	7,2	1,440	1,405	82,50	2,43	84,93	1,96	0,230	0,216	88,27	6,09	94,35
29.XI	7,4	1,490	1,460	83,40	2,01	85,41	1,98	0,231	0,218	88,33	5,63	93,96
30.XI	7,5	1,510	1,480	84,20	1,99	86,19	2,00	0,232	0,220	88,40	5,17	93,57
01.XII	7,6	1,525	1,500	85,60	1,64	87,24	2,05	0,234	0,223	88,59	4,70	93,29
02.XII	7,7	1,540	1,520	86,40	1,30	87,70	2,15	0,238	0,228	88,93	4,20	93,13
03.XII	7,6	1,550	1,525	85,30	1,61	86,91	2,10	0,312	0,295	85,14	5,45	90,59
04.XII	7,6	1,560	1,530	84,50	1,92	86,42	2,05	0,314	0,295	84,68	6,05	90,73
05.XII	7,6	1,570	1,535	83,60	2,23	85,83	2,00	0,316	0,296	84,20	6,33	90,53
06.XII	7,5	1,580	1,540	82,10	2,53	84,63	1,98	0,320	0,297	83,84	7,19	91,03

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
07.XII	7,5	1,585	1,541	80,95	2,78	83,73	1,95	0,323	0,297	83,44	8,05	91,49
08.XII	7,4	1,590	1,541	79,50	3,08	82,58	1,93	0,325	0,298	83,16	8,31	91,47
09.XII	7,4	1,595	1,542	78,60	3,35	81,95	1,92	0,328	0,299	82,92	8,84	91,76
10.XII	7,4	1,600	1,542	78,20	3,63	81,83	1,91	0,330	0,299	82,72	9,39	92,12
11.XII	7,2	1,605	1,544	77,71	3,80	81,51	1,90	0,335	0,301	82,37	10,15	92,52
12.XII	7,0	1,610	1,547	77,00	3,91	80,91	1,85	0,338	0,302	81,73	10,65	92,38
13.XII	6,8	1,615	1,548	76,25	4,15	80,40	1,80	0,340	0,303	81,11	10,88	91,99
14.XII	6,6	1,620	1,550	75,45	4,32	79,77	1,75	0,345	0,304	80,29	11,88	92,17
15.XII	6,4	1,625	1,551	74,61	4,55	79,16	1,70	0,350	0,305	79,41	12,86	92,27
16.XII	6,2	1,630	1,553	73,71	4,72	78,43	1,65	0,355	0,307	78,48	13,52	92,01
17.XII	6,0	1,633	1,554	72,78	4,84	77,62	1,60	0,360	0,310	77,50	13,89	91,39
18.XII	5,8	1,640	1,559	71,72	4,94	76,66	1,55	0,365	0,313	76,45	14,25	90,70
19.XII	5,5	1,645	1,560	70,09	5,17	75,26	1,45	0,370	0,316	74,48	14,59	89,08
20.XII	5,0	1,650	1,563	67,00	5,27	72,27	1,40	0,372	0,317	73,43	14,78	88,21
21.XII	4,9	1,655	1,567	66,22	5,32	71,54	1,35	0,375	0,319	72,22	14,93	87,16
22.XII	4,7	1,700	1,609	63,83	5,35	69,18	1,33	0,380	0,323	71,43	15,00	86,43
23.XII	4,5	1,730	1,635	61,56	5,49	67,05	1,30	0,385	0,327	70,38	15,06	85,45
24.XII	4,3	1,780	1,680	58,60	5,62	64,22	1,28	0,388	0,329	69,69	15,21	84,89
25.XII	4,1	1,800	1,692	55,99	6,00	61,99	1,26	0,390	0,330	69,05	15,38	84,43
24.X	0,5	0,068	0,066	86,07	3,21	89,27	0,32	0,039	0,037	87,85	5,73	93,58
25.X	0,7	0,100	0,097	85,71	3,50	89,21	0,33	0,041	0,039	87,58	6,10	93,67
26.X	0,9	0,130	0,125	85,56	4,23	89,79	0,34	0,043	0,040	87,35	6,51	93,86

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
Сорт Антонівка												
27.X	1,1	0,172	0,164	84,36	4,65	89,01	0,35	0,045	0,042	87,14	6,67	93,81
28.X	1,3	0,205	0,195	84,23	4,88	89,11	0,37	0,050	0,047	86,49	7,00	93,49
29.X	1,5	0,215	0,205	85,67	4,65	90,32	0,45	0,053	0,050	88,22	6,60	94,83
30.X	1,7	0,220	0,212	87,06	3,64	90,70	0,55	0,059	0,056	89,27	5,42	94,70
31.X	1,9	0,223	0,216	88,26	3,20	91,46	0,75	0,062	0,059	91,69	5,30	96,99
01.XI	2,0	0,245	0,236	87,75	3,67	91,42	0,78	0,070	0,066	91,03	5,71	96,74
02.XI	2,1	0,280	0,269	86,67	3,93	90,60	0,79	0,075	0,070	90,51	6,67	97,17
03.XI	2,2	0,315	0,302	85,68	4,13	89,81	0,81	0,080	0,074	90,12	7,50	97,62
04.XI	2,3	0,350	0,333	84,78	4,86	89,64	0,83	0,085	0,078	89,76	8,24	97,99
05.XI	2,4	0,385	0,365	83,96	5,19	89,15	0,85	0,100	0,091	88,24	9,00	97,24
06.XI	2,5	0,402	0,380	84,03	5,47	89,51	0,87	0,107	0,097	87,66	9,47	97,13
07.XI	2,7	0,420	0,398	84,44	5,24	89,68	0,90	0,110	0,100	87,78	9,09	96,87
08.XI	2,9	0,440	0,420	84,83	4,55	89,37	0,92	0,111	0,102	87,93	8,56	96,49
09.XI	3,3	0,485	0,465	85,30	4,12	89,43	0,94	0,112	0,103	88,09	8,04	96,12
10.XI	3,5	0,500	0,480	85,71	4,00	89,71	0,96	0,114	0,105	88,13	7,89	96,02
11.XI	3,7	0,520	0,500	85,95	3,85	89,79	0,98	0,116	0,107	88,16	7,76	95,92
12.XI	3,8	0,530	0,510	86,05	3,77	89,83	1,05	0,120	0,111	88,57	7,50	96,07
13.XI	3,9	0,545	0,525	86,16	3,67	89,83	1,25	0,140	0,130	88,80	7,14	95,95
14.XI	3,7	0,580	0,555	84,32	4,31	88,63	1,23	0,170	0,157	86,18	7,65	93,83
15.XI	3,5	0,620	0,590	82,29	4,84	87,12	1,19	0,174	0,160	85,38	8,05	93,42
16.XI	3,7	0,665	0,635	82,03	4,51	86,54	1,20	0,174	0,161	85,50	7,47	92,97
17.XI	3,9	0,667	0,640	82,90	4,05	86,95	1,25	0,175	0,162	86,00	7,43	93,43

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
18.XI	4,1	0,668	0,642	83,71	3,89	87,60	1,30	0,176	0,163	86,46	7,39	93,85
19.XI	4,3	0,670	0,645	84,42	3,73	88,15	1,35	0,177	0,164	86,89	7,34	94,23
20.XI	4,5	0,672	0,650	85,07	3,27	88,34	1,40	0,178	0,165	87,29	7,30	94,59
21.XI	4,7	0,674	0,653	85,66	3,12	88,78	1,45	0,179	0,166	87,66	7,26	94,92
22.XI	4,9	0,676	0,658	86,20	2,66	88,87	1,50	0,179	0,167	88,07	6,70	94,77
23.XI	5,2	0,678	0,662	86,96	2,36	89,32	1,65	0,180	0,168	89,09	6,67	95,76
24.XI	5,4	0,679	0,664	87,43	2,21	89,64	1,70	0,180	0,169	89,41	6,11	95,52
25.XI	5,7	0,680	0,665	88,05	2,21	90,26	1,76	0,180	0,171	89,77	5,00	94,77
26.XI	5,8	0,800	0,780	86,21	2,50	88,71	1,60	0,180	0,170	88,75	5,83	94,58
27.XI	6,0	0,910	0,880	84,83	3,30	88,13	1,50	0,190	0,178	87,33	6,32	93,65
28.XI	6,2	0,930	0,905	85,00	2,69	87,69	1,55	0,192	0,181	87,61	5,73	93,34
29.XI	6,5	0,950	0,930	85,38	2,11	87,49	1,60	0,195	0,185	87,81	5,13	92,94
30.XI	6,7	0,960	0,940	85,67	2,08	87,75	1,75	0,211	0,201	87,94	4,74	92,68
01.XII	6,9	0,970	0,951	85,94	1,98	87,92	1,82	0,217	0,207	88,08	4,61	92,69
02.XII	7,0	0,980	0,962	86,00	1,84	87,84	1,94	0,230	0,220	88,14	4,35	92,49
03.XII	6,8	1,090	1,065	83,97	2,29	86,26	1,95	0,250	0,238	87,18	4,80	91,98
04.XII	6,7	1,100	1,070	83,58	2,73	86,31	1,96	0,270	0,256	86,22	5,19	91,41
05.XII	6,6	1,105	1,072	83,26	2,99	86,24	1,97	0,280	0,265	85,79	5,36	91,14
06.XII	6,5	1,120	1,085	82,77	3,13	85,89	1,98	0,290	0,270	85,35	6,90	92,25
07.XII	6,4	1,140	1,100	82,19	3,51	85,70	2,00	0,300	0,278	85,00	7,33	92,33
08.XII	6,3	1,160	1,115	81,59	3,88	85,47	2,02	0,310	0,285	84,65	8,06	92,72
09.XII	6,2	1,180	1,132	80,97	4,07	85,04	2,06	0,320	0,292	84,47	8,75	93,22

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
10.XII	6,1	1,190	1,140	80,46	4,20	84,66	2,13	0,330	0,300	84,51	9,09	93,60
11.XII	5,8	1,205	1,150	79,22	4,56	83,79	2,05	0,340	0,308	83,41	9,41	92,83
12.XII	5,6	1,225	1,165	78,13	4,90	83,02	2,00	0,350	0,315	82,50	10,00	92,50
13.XII	5,5	1,240	1,175	77,45	5,24	82,70	1,90	0,360	0,320	81,05	11,11	92,16
14.XII	5,3	1,260	1,190	76,23	5,56	81,78	1,85	0,365	0,324	80,27	11,23	91,50
15.XII	5,1	1,280	1,205	74,90	5,86	80,76	1,80	0,370	0,326	79,44	11,89	91,34
16.XII	5,0	1,300	1,222	74,00	6,00	80,00	1,75	0,375	0,330	78,57	12,00	90,57
17.XII	4,9	1,320	1,240	73,06	6,06	79,12	1,70	0,380	0,334	77,65	12,11	89,75
18.XII	4,8	1,340	1,258	72,08	6,12	78,20	1,65	0,390	0,342	76,36	12,31	88,67
19.XII	4,7	1,360	1,275	71,06	6,25	77,31	1,50	0,395	0,345	73,67	12,66	86,32
20.XII	4,6	1,380	1,292	70,00	6,38	76,38	1,40	0,400	0,348	71,43	13,00	84,43
21.XII	4,6	1,400	1,308	69,57	6,57	76,14	1,35	0,402	0,349	70,22	13,18	83,41
22.XII	4,5	1,420	1,325	68,44	6,69	75,13	1,30	0,405	0,351	68,85	13,33	82,18
23.XII	4,4	1,440	1,343	67,27	6,74	74,01	1,25	0,406	0,352	67,52	13,42	80,94
24.XII	4,3	1,460	1,361	66,05	6,78	72,83	1,20	0,408	0,353	66,00	13,48	79,48
25.XII	4,3	1,480	1,378	65,26	6,89	72,15	1,18	0,410	0,354	65,25	13,66	78,91
Сорт Альбатрос												
24.X	0,5	0,069	0,067	86,98	3,62	90,60	0,27	0,040	0,038	85,24	4,14	89,38
25.X	0,6	0,085	0,082	85,83	3,65	89,48	0,27	0,041	0,039	84,81	4,88	89,69
26.X	0,7	0,105	0,101	85,00	3,81	88,81	0,27	0,042	0,040	84,44	5,95	90,40
27.X	0,8	0,123	0,118	84,63	4,07	88,69	0,28	0,045	0,042	84,11	6,74	90,85
28.X	0,8	0,127	0,121	83,33	4,39	87,71	0,28	0,045	0,042	83,93	7,11	91,04

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
29.X	0,8	0,131	0,125	83,69	4,21	87,90	0,29	0,046	0,043	84,14	6,52	90,66
30.X	0,9	0,140	0,135	84,44	3,57	88,02	0,30	0,047	0,045	84,33	5,32	89,65
31.X	0,9	0,135	0,131	84,75	3,33	88,09	0,32	0,048	0,046	85,00	5,21	90,21
01.XI	1,0	0,160	0,154	84,00	3,75	87,75	0,35	0,053	0,050	84,68	5,66	90,34
02.XI	1,2	0,195	0,187	83,75	4,10	87,85	0,37	0,057	0,054	84,59	6,14	90,73
03.XI	1,3	0,213	0,204	83,62	4,23	87,84	0,43	0,067	0,062	84,42	7,16	91,58
04.XI	1,4	0,230	0,220	83,57	4,35	87,92	0,47	0,075	0,069	84,04	7,73	91,78
05.XI	1,5	0,250	0,239	83,33	4,60	87,93	0,51	0,082	0,075	83,92	8,54	92,46
06.XI	1,7	0,290	0,276	83,29	4,83	88,11	0,54	0,090	0,082	83,39	8,89	92,28
07.XI	1,9	0,310	0,296	83,68	4,52	88,20	0,65	0,102	0,094	84,31	7,84	92,15
08.XI	2,2	0,345	0,330	84,32	4,35	88,67	0,70	0,105	0,097	85,00	7,62	92,62
09.XI	2,4	0,365	0,350	84,79	4,11	88,90	0,75	0,110	0,102	85,33	7,27	92,61
10.XI	2,8	0,420	0,405	85,00	3,57	88,57	0,80	0,115	0,107	85,63	6,96	92,58
11.XI	3,0	0,445	0,430	85,17	3,37	88,54	0,85	0,120	0,112	85,88	6,50	92,38
12.XI	3,1	0,459	0,445	85,19	3,09	88,28	0,93	0,125	0,117	86,56	6,40	92,96
13.XI	3,2	0,470	0,456	85,31	2,98	88,29	1,10	0,146	0,137	86,71	6,16	92,87
14.XI	3,2	0,490	0,474	84,69	3,27	87,95	1,09	0,147	0,137	86,51	6,80	93,32
15.XI	3,1	0,500	0,480	83,95	4,00	87,95	1,08	0,148	0,138	86,27	7,05	93,33
16.XI	3,2	0,510	0,490	84,06	3,92	87,98	1,10	0,150	0,140	86,36	6,67	93,03
17.XI	3,3	0,520	0,500	84,24	3,85	88,09	1,15	0,155	0,145	86,52	6,45	92,97
18.XI	3,4	0,530	0,510	84,41	3,77	88,19	1,20	0,158	0,148	86,83	6,33	93,16
19.XI	3,5	0,540	0,522	84,57	3,33	87,90	1,25	0,160	0,150	87,20	6,25	93,45
20.XI	3,6	0,550	0,533	84,72	3,09	87,81	1,30	0,165	0,155	87,31	6,06	93,37

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
21.XI	3,7	0,560	0,548	84,86	2,14	87,01	1,35	0,170	0,160	87,41	5,88	93,29
22.XI	3,8	0,570	0,559	85,00	1,93	86,93	1,40	0,172	0,163	87,71	5,23	92,95
23.XI	3,9	0,580	0,570	85,13	1,72	86,85	1,45	0,173	0,165	88,07	4,62	92,69
24.XI	4,0	0,590	0,580	85,25	1,69	86,94	1,50	0,178	0,170	88,13	4,49	92,63
25.XI	4,4	0,645	0,635	85,34	1,55	86,89	1,53	0,180	0,172	88,24	4,44	92,68
26.XI	4,5	0,700	0,686	84,44	2,00	86,44	1,35	0,195	0,185	85,56	5,13	90,68
27.XI	5,0	0,850	0,830	83,00	2,35	85,35	1,21	0,210	0,198	82,64	5,71	88,36
28.XI	5,5	0,920	0,900	83,27	2,17	85,45	1,30	0,220	0,210	83,08	4,55	87,62
29.XI	6,0	0,995	0,978	83,42	1,71	85,13	1,57	0,240	0,230	84,71	4,17	88,88
30.XI	6,4	1,000	0,984	84,38	1,60	85,98	1,65	0,245	0,235	85,15	4,08	89,23
01.XII	6,6	1,000	0,986	84,85	1,40	86,25	1,80	0,250	0,242	86,11	3,20	89,31
02.XII	6,8	1,000	0,988	85,29	1,20	86,49	2,00	0,260	0,252	87,00	3,08	90,08
03.XII	6,9	1,050	1,030	84,78	1,90	86,69	2,02	0,270	0,260	86,63	3,70	90,34
04.XII	6,8	1,070	1,040	84,26	2,80	87,07	2,04	0,280	0,267	86,27	4,64	90,92
05.XII	6,7	1,090	1,055	83,73	3,21	86,94	2,06	0,290	0,275	85,92	5,17	91,09
06.XII	6,6	1,100	1,062	83,33	3,45	86,79	2,08	0,295	0,278	85,82	5,76	91,58
07.XII	6,5	1,130	1,090	82,62	3,54	86,16	2,09	0,300	0,280	85,65	6,67	92,31
08.XII	6,4	1,150	1,107	82,03	3,74	85,77	2,10	0,305	0,282	85,48	7,54	93,02
09.XII	6,3	1,170	1,125	81,43	3,85	85,27	2,11	0,315	0,288	85,07	8,57	93,64
10.XII	6,2	1,190	1,144	80,90	3,87	84,76	2,13	0,330	0,300	84,51	9,09	93,60
11.XII	6,0	1,250	1,200	79,17	4,00	83,17	2,05	0,332	0,300	83,80	9,64	93,44
12.XII	5,8	1,280	1,225	77,93	4,30	82,23	2,00	0,334	0,301	83,30	9,88	93,18

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
13.XII	5,6	1,300	1,242	76,79	4,46	81,25	1,95	0,336	0,302	82,77	10,06	92,83
14.XII	5,4	1,350	1,285	75,00	4,81	79,81	1,90	0,338	0,303	82,21	10,36	92,57
15.XII	5,2	1,380	1,312	73,46	4,93	78,39	1,85	0,342	0,304	81,51	11,11	92,62
16.XII	5,0	1,400	1,330	72,00	5,00	77,00	1,80	0,346	0,305	80,78	11,85	92,63
17.XII	4,9	1,420	1,345	71,02	5,28	76,30	1,70	0,348	0,306	79,53	12,07	91,60
18.XII	4,7	1,450	1,367	69,15	5,72	74,87	1,65	0,351	0,307	78,73	12,54	91,26
19.XII	4,6	1,480	1,395	67,83	5,74	73,57	1,60	0,353	0,308	77,94	12,75	90,69
20.XII	4,5	1,500	1,413	66,67	5,80	72,47	1,50	0,355	0,309	76,33	12,96	89,29
21.XII	4,5	1,505	1,417	66,56	5,85	72,40	1,45	0,356	0,309	75,45	13,20	88,65
22.XII	4,4	1,520	1,430	65,45	5,92	71,38	1,42	0,358	0,310	74,79	13,55	88,34
23.XII	4,4	1,530	1,438	65,23	6,01	71,24	1,35	0,359	0,310	73,41	13,65	87,06
24.XII	4,3	1,540	1,446	64,19	6,10	70,29	1,32	0,360	0,310	72,73	13,89	86,62
25.XII	4,3	1,550	1,455	63,70	6,13	69,83	1,29	0,360	0,310	72,09	13,89	85,98
Сорт Струмок												
24.X	0,4	0,060	0,059	85,95	1,92	87,87	0,30	0,034	0,033	88,59	3,42	92,01
25.X	0,5	0,075	0,074	85,00	2,00	87,00	0,30	0,036	0,035	88,00	4,17	92,17
26.X	0,7	0,106	0,104	84,86	2,36	87,22	0,30	0,038	0,036	87,33	5,26	92,60
27.X	0,8	0,130	0,127	83,75	2,69	86,44	0,30	0,040	0,038	86,67	6,25	92,92
28.X	0,9	0,140	0,136	84,53	2,86	87,39	0,30	0,042	0,039	85,81	6,67	92,48
29.X	0,9	0,142	0,139	84,22	2,11	86,33	0,30	0,043	0,041	85,67	5,81	91,48
30.X	0,9	0,142	0,140	84,22	1,41	85,63	0,30	0,044	0,041	85,50	5,63	91,13
31.X	1,0	0,155	0,153	83,88	1,29	85,17	0,30	0,044	0,042	85,35	4,55	89,89

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
01.XI	1,2	0,200	0,196	83,33	2,00	85,33	0,34	0,052	0,050	84,71	4,81	89,51
02.XI	1,3	0,220	0,215	83,08	2,27	85,35	0,37	0,057	0,054	84,59	5,26	89,86
03.XI	1,4	0,240	0,234	82,86	2,50	85,36	0,42	0,065	0,061	84,52	6,15	90,68
04.XI	1,5	0,270	0,263	82,00	2,59	84,59	0,47	0,074	0,069	84,26	6,76	91,01
05.XI	1,6	0,290	0,282	81,88	2,76	84,63	0,52	0,082	0,076	84,23	7,32	91,55
06.XI	1,7	0,320	0,310	81,54	3,13	84,67	0,56	0,090	0,083	84,01	7,78	91,79
07.XI	2,3	0,405	0,394	82,39	2,72	85,11	0,58	0,091	0,084	84,31	7,69	92,00
08.XI	2,6	0,440	0,429	83,08	2,50	85,58	0,61	0,095	0,088	84,43	7,37	91,79
09.XI	2,9	0,480	0,469	83,45	2,29	85,74	0,63	0,096	0,089	84,76	7,29	92,05
10.XI	3,2	0,520	0,510	83,75	1,92	85,67	0,67	0,097	0,091	85,52	6,19	91,71
11.XI	3,4	0,545	0,535	83,97	1,83	85,81	0,72	0,100	0,094	86,11	6,00	92,11
12.XI	3,6	0,555	0,546	84,58	1,62	86,20	0,74	0,102	0,096	86,22	5,88	92,10
13.XI	3,7	0,557	0,548	84,77	1,55	86,31	0,76	0,104	0,098	86,32	5,77	92,09
14.XI	3,6	0,562	0,550	84,39	2,14	86,52	0,85	0,135	0,125	84,12	7,41	91,53
15.XI	3,5	0,570	0,555	83,71	2,63	86,35	0,96	0,169	0,155	82,40	8,28	90,68
16.XI	3,7	0,585	0,570	84,19	2,56	86,75	0,98	0,172	0,158	82,45	8,14	90,59
17.XI	3,9	0,600	0,585	84,62	2,50	87,12	1,05	0,174	0,161	83,43	7,76	91,19
18.XI	4,1	0,620	0,605	84,88	2,42	87,30	1,15	0,176	0,163	84,70	7,67	92,37
19.XI	4,3	0,640	0,625	85,12	2,34	87,46	1,25	0,178	0,165	85,76	7,30	93,06
20.XI	4,5	0,655	0,640	85,44	2,29	87,73	1,30	0,182	0,169	86,00	7,14	93,14
21.XI	4,8	0,675	0,662	85,94	1,93	87,86	1,35	0,184	0,171	86,37	7,07	93,44
22.XI	5,0	0,695	0,685	86,10	1,44	87,54	1,40	0,186	0,173	86,71	6,96	93,68
23.XI	5,2	0,720	0,710	86,15	1,39	87,54	1,45	0,188	0,176	87,03	6,38	93,42

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
24.XI	5,3	0,730	0,721	86,23	1,23	87,46	1,48	0,189	0,179	87,23	5,29	92,52
25.XI	5,4	0,735	0,728	86,31	0,95	87,27	1,51	0,190	0,181	87,42	4,74	92,15
26.XI	5,6	0,800	0,789	85,71	1,38	87,09	1,51	0,190	0,181	87,42	4,84	92,26
27.XI	5,8	0,890	0,875	84,66	1,69	86,34	1,52	0,190	0,181	87,50	5,00	92,50
28.XI	5,7	0,894	0,876	84,32	2,01	86,33	1,54	0,191	0,183	87,60	4,45	92,05
29.XI	5,5	0,895	0,876	83,73	2,12	85,85	1,56	0,192	0,184	87,69	4,17	91,86
30.XI	5,6	0,896	0,878	84,00	2,01	86,01	1,60	0,190	0,184	88,13	3,42	91,55
01.XII	5,6	0,896	0,880	84,00	1,79	85,79	1,73	0,190	0,184	89,02	3,16	92,18
02.XII	5,7	0,900	0,885	84,21	1,67	85,88	1,84	0,190	0,184	89,67	3,16	92,83
03.XII	5,9	0,950	0,932	83,90	1,89	85,79	1,86	0,200	0,192	89,25	4,00	93,25
04.XII	6,0	1,000	0,980	83,33	2,00	85,33	1,89	0,215	0,205	88,62	4,65	93,28
05.XII	6,2	1,100	1,075	82,26	2,27	84,53	1,93	0,225	0,212	88,34	5,78	94,12
06.XII	6,4	1,150	1,120	82,03	2,61	84,64	1,97	0,232	0,216	88,22	6,90	95,12
07.XII	6,5	1,180	1,145	81,85	2,97	84,81	2,00	0,240	0,222	88,00	7,50	95,50
08.XII	6,6	1,290	1,250	80,45	3,10	83,56	2,05	0,248	0,228	87,90	8,06	95,97
09.XII	6,7	1,320	1,275	80,30	3,41	83,71	2,10	0,255	0,233	87,86	8,63	96,48
10.XII	6,8	1,350	1,300	80,03	3,70	83,73	2,15	0,262	0,238	87,81	9,16	96,97
11.XII	6,6	1,360	1,308	79,39	3,82	83,22	2,05	0,265	0,239	87,07	9,81	96,88
12.XII	6,3	1,370	1,315	78,25	4,01	82,27	2,00	0,270	0,242	86,50	10,37	96,87
13.XII	6,1	1,380	1,322	77,38	4,20	81,58	1,95	0,280	0,250	85,64	10,71	96,36
14.XII	5,8	1,390	1,324	76,03	4,75	80,78	1,80	0,290	0,256	83,89	11,72	95,61
15.XII	5,6	1,400	1,329	75,00	5,07	80,07	1,75	0,300	0,262	82,86	12,67	95,52

Продовження додатка Г

Дата відбору	Листя						Вузол кущення					
	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси	Сира маса, г	Суха маса, г		Вміст вільної води, % сух. маси	Вміст зв'язаної води, % сух. маси	Обводненість, % сух. маси
		при 60 °С	при 130 °С					при 60 °С	при 130 °С			
16.XII	5,4	1,401	1,329	74,06	5,14	79,19	1,70	0,305	0,266	82,06	12,79	94,85
17.XII	5,2	1,402	1,330	73,04	5,14	78,17	1,65	0,315	0,274	80,91	12,95	93,86
18.XII	5,0	1,403	1,330	71,94	5,20	77,14	1,60	0,320	0,277	80,00	13,44	93,44
19.XII	4,8	1,404	1,331	70,75	5,20	75,95	1,50	0,325	0,280	78,33	13,85	92,18
20.XII	4,7	1,405	1,331	70,11	5,25	75,36	1,35	0,330	0,284	75,56	13,94	89,49
21.XII	4,5	1,406	1,332	68,76	5,26	74,02	1,25	0,335	0,288	73,20	14,03	87,23
22.XII	4,0	1,407	1,333	64,83	5,29	70,12	1,15	0,340	0,292	70,43	14,12	84,55
23.XII	3,6	1,408	1,333	60,89	5,33	66,22	1,05	0,345	0,296	67,14	14,20	81,35
24.XII	3,3	1,409	1,334	57,30	5,36	62,66	0,95	0,350	0,299	63,16	14,57	77,73
25.XII	3,2	1,410	1,334	55,52	5,38	60,90	0,86	0,352	0,300	59,07	14,77	73,84

