

УДК: 633:551.58

№ держреєстрації 0116U002506

Інв. №

Міністерство освіти та науки України
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ОДЕКУ)

65016, м. Одеса, вул. Львівська 15;

тел. (0482) 42-77-67

ЗАТВЕРДЖУЮ



Проректор з НР

д.геогр.н., проф.

Ю.С. Тучковенко

15.12.2018

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

**ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВИРОЩУВАННЯ ПОЖИВНИХ
КУЛЬТУР В УКРАЇНІ**

(заключний)

Науковий керівник НДР

зав. кафедри агрометеорології і

а/м прогнозів д. г. н., професор

А.М. Польовий

Рукопис закінчено 15 грудня 2018 р.

(Результати цієї роботи розглянуто НТР ОДЕКУ)

Протокол від

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник,
д. геогр.н., професор

А. М. Польовий
(вступ, розд. 1, 3,
4, 5, 6, висновки)

Відповідальний виконавець
к. геогр.н., доцент

Л. Ю. Божко
(розд. 1.1, 2.1.2, 2.1.3,
3.1, 3.2, 4.2, 5.1, 6.1)

Професор, д.геогр.н.

Г.В. Ляшенко
(розд. 2.1.2, 2.1, 2.2, 3.2, 4.3, 6.1)

Доцент, к. геогр.н.

О.В. Вольвач
(розд. 1.3, 2.2.3, 3.3, 4.4, 5.3)

Доцент, к.геогр.н

О.Л. Жигайло
(розд. 2.1, 2.1.2, 2.3, 3.1.4, 4.2)

Доцент, к. геогр.н.

О.Є. Ярмольська
(розд. 3.2, 4.7, 5.2.2, 6.3)

Доцент, к. геогр.н.

С.М. Свидерська
(розд. 1.1, 2.1.2, 3.2.2, 4.4, 6.4)

Доцент, к. геогр.н.

О.А. Барсукова
(розд. 3.2, 3.3.3, 5.2.3, 6.1.3)

Асистент, к. геогр.н.

Т.К. Костюкевич
(розд. 2.1.3, 3.1.4, 3.2, 4.6, 5.2.2)

Асистент, к. геогр.н.

Н.В. Данілова
(розд. 2.1.3, 3.1.4, 3.2, 4.7, 5.3.2)

Асистент, к. геогр.н.

В.В. Колосовська
(розд. 2.2.1, 3.3.3, 4.8, 5.1.4)

Асистент, к. геогр.н.

А.В. Толмачова
(розд. 1.3, 2.1.2, 3.3, 5.2.4, 6.2)

Зав. лаб. екології рослин

В.А. Панасенко
(розд. 2.1.2, 3.2, 5.3.3, 6.3.1)

Аспірант

А.О. Ільїна
(розд. 2.2.1, 5.2.1, 6.3.2)

Аспірант

Ю.О. Кузнецова
(розд. 3.1.2, 5.1.1, 6.3.3)

Аспірант

Д.В. Орлик
(розд. 2.2, 3.1, 5.2)

Студент

О.С. Вінницька
(розд. 2.2.1, 2.2.2, 3.1)

Нормоконтролер

Д.В. Кашевич

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 237 с., табл. 33, рис. 76.

Об'єкт дослідження – Формування продуктивності посівів пожнивних культур.

Мета дослідження – є оцінка впливу кліматичних змін на агрокліматичні ресурси другої половини літа стосовно можливості вирощування пожнивних культур, оцінка їх фотосинтетичної продуктивності (на прикладі проса, гороху та гречки) на території України з урахуванням змін клімату.

Метод досліджень – методи математичної статистики, математичне моделювання продукційного процесу рослин.

На основі матеріалів агрометеорологічних спостережень мережі агро- та гідрометеорологічних станцій України, даних кліматичного сценарію (сценарій А1В), а також літературних джерел, проаналізовано сучасний стан дослідження проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів пожнивного періоду, вивчені особливості моделювання життєвих процесів пожнивних культур.

ПРОСО, ГОРОХ, ГРЕЧКА, БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ,
АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ, ТЕМПЕРАТУРА, ОПАДИ,
МОДЕЛЮВАННЯ, ДИНАМІКА ПРИРОСТІВ, ЗМІНА КЛІМАТУ,
АГРОЕКОЛОГІЧНІ РІВНІ УРОЖАЙНОСТІ.

Умови одержання звіту: за договором. Адреса: 65016, м. Одеса, вул. Львівська 15,
Одеський державний екологічний університет. agro1@odeku.edu.ua

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	10
1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПОЖНИВНОГО ПЕРІОДУ.....	12
1.1 Способи оцінки кліматичних ресурсів	12
1.2 Дослідження проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів пожнивного періоду вітчизняними та зарубіжними вченими	17
1.3 Сценарій зміни клімату в Україні	222
2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІКА ВИРОЩУВАННЯ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР	25
2.1 Пожнивні культури та їх видовий склад	25
2.1.1 Просо як пожнивна культура, його біологічні особливості та агротехніка вирощування	29
2.1.2 Біологічні особливості та агротехніка вирощування пожнивного гороху	34
2.1.3 Гречка як пожнивна культура, її біологічні особливості та агротехніка вирощування	40
2.2 Заморозки та їх вплив на рослини	48
2.2.1 Механізм пошкодження рослин при заморозку	50
2.2.2 Вплив пошкодження рослин заморозком на продуктивність посівів	55
2.2.3 Оцінка можливого пошкодження пожнивних культур ранніми осінніми заморозками з урахуванням сценарних змін клімату.	57
3 ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТЕМПИ РОЗВИТКУ РОСЛИН ПРОСА, ГОРОХУ ТА ГРЕЧКИ У ПОЖНИВНИЙ ПЕРІОД В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	62
3.1 Агрокліматичні умови та швидкість проходження основних фаз	

розвитку проса у пожнивний період в умовах зміни клімату	62
3.1.1 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сівба – сходи	63
3.1.2 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сходи – вихід у трубку	66
3.1.3 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду вихід у трубку – викидання волоті	69
3.1.4 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду викидання волоті – дозрівання	71
3.2 Агрокліматичні умови та швидкість проходження основних фаз розвитку гороху у пожнивний період в умовах зміни клімату	73
3.2.1 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сівба – сходи.	74
3.2.2 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сходи – поява третього листа	75
3.2.3 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду третій лист – поява суцвіть	77
3.2.4 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду цвітіння – дозрівання	78
3.3 Агрокліматичні умови та швидкість проходження основних фаз розвитку гречки у пожнивний період в умовах зміни клімату	79
3.3.1 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду посів – сходи	80
3.3.2 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сходи – поява суцвіть	81
3.3.3 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду цвітіння – дозрівання	82
4 СТРУКТУРА АГРОКЛІМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОСА, ГОРОХУ ТА ГРЕЧКИ ДЛЯ ПОЖНИВНОГО ПЕРІОДУ В	

УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ.....	84
4.1 Концепція моделювання	84
4.2 Блок вхідної інформації.	87
4.3 Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму	87
4.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин.	89
4.5 Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.	91
4.6 Блок дозрівання зерна.	94
4.7 Блок агроекологічних категорій урожайності.	94
4.8 Блок узагальнених оціночних характеристик.	96
4.9 Визначення параметрів моделі та перевірка її адекватності	97
РОЗДІЛ 5 ДИНАМІКА ПРИРОСТІВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ РІВНІВ УРОЖАЙНОСТІ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	101
5.1 Вплив агрокліматичних умов на формування продуктивності пожнивного проса в Україні в умовах зміни клімату .	101
5.1.1 Динаміка приростів агроекологічних рівнів урожайності проса в центральному Поліссі за умови реалізації сценарію зміни клімату	101
5.1.2 Агрокліматичні умови та динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності проса в центральному Лісостепу	106
5.1.3 Динаміка приростів агроекологічних рівнів урожайності проса в умовах центральної частини Північного Степу	111
5.1.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних рівнів урожайності пожнивного проса в центральній частині Південного Степу	113
5.2 Агрокліматичні умови та динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності пожнивного гороху на території України в умовах	

зміни клімату	115
5.2.1 Динаміка приростів агроєкологічних рівнів урожайності пожнивного гороху в умовах центрального Полісся	115
5.2.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроєкологічних рівнів урожайності гороху в центральному Лісостепу . .	116
5.2.3 Агрокліматичні умови та формування продуктивності пожнивного гороху в умовах центральної частини Північного Степу .	118
5.2.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроєкологічних рівнів урожайності пожнивного гороху в центральній частині Південного Степу	119
5.3 Динаміка приростів агроєкологічних категорій урожайності пожвної гречки в Україні за умови реалізації сценарію зміни клімату .	121
5.3.1 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроєкологічних рівнів урожайності гречки в центральному Поліссі . .	121
5.3.2 Агрокліматичні умови та динаміка приростів агроєкологічних категорій урожайності гречки в центральному Лісостепу	122
5.3.3 Динаміка приростів агроєкологічних рівнів урожайності гречки в умовах центральної частини Північного Степу	124
5.3.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроєкологічних рівнів урожайності пожвної гречки в центральній частині Південного Степу	125
РОЗДІЛ 6 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ ЩОДО ВИРОЩУВАННЯ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ	127
6.1 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України щодо вирощування пожнивного проса в умовах зміни клімату . .	128
6.1.1 Аналіз показників фотосинтетичної продуктивності пожнивного проса	128
6.1.2 Розподіл агроєкологічних категорій урожайності пожнивного	

проса по території України в умовах зміни клімату	134
6.1.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів України щодо вирощування пожнивного проса	141
6.2 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України щодо вирощування пожнивного гороху в умовах зміни клімату .	144
6.2.1 Аналіз показників фотосинтетичної продуктивності пожнивного гороху	144
6.2.2 Розподіл агроекологічних категорій урожайності пожнивного гороху по території України в умовах зміни клімату	146
6.2.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів України щодо вирощування пожнивного гороху	148
6.3 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України щодо вирощування пожвної гречки	149
6.3.1 Аналіз показників фотосинтетичної продуктивності пожвної гречки	149
6.3.2 Розподіл агроекологічних категорій урожайності пожвної гречки по території України в умовах зміни клімату	152
6.3.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів України щодо вирощування пожвної гречки	154
6.4 Економічна ефективність вирощування пожвних культур.	155
ВИСНОВКИ	159
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	163
ДОДАТКИ	
Додаток А	175
Додаток Б	189
Додаток В	220

ВСТУП

Збільшення виробничого потенціалу землі за умови збереження та недопущення погіршення її стану є необхідною умовою переходу до сталого розвитку. Потепління клімату в наш час дозволяє більш повно використовувати земельні ресурси з метою отримання другого врожаю сільськогосподарських культур, що висіваються після збору врожаю основної культури.

Тривалість вегетації для більшості основних сільськогосподарських культур набагато менша за вегетаційний період. Після збору основної культури залишається досить багато теплих днів, число яких зростає у зв'язку з потеплінням клімату. Вирощування пожнивних культур сприяє більш виробничому використанню агрокліматичних ресурсів (опаді, тепло, світло), сприяючи тим самим інтенсифікації землеробства.

З економічної точки зору важливим є те, що в даних агрокліматичних умовах, проводячи пожнивні посіви, з однієї і тієї ж площі можна отримати додаткову кількість сільськогосподарської продукції, яка являє собою не лише корм чи сировину для легкої промисловості, а повноцінний продукт.

Лише на півдні України в Одеській, Миколаївській області та АР Крим після збору озимої пшениці та ярого ячменю звільняється близько 1,7 млн. га землі [1], засіявши яку пожнивними культурами, можна отримати додатковий прибуток від отримання другого врожаю, що відіграє важливу роль для розвитку економіки України.

Пожнивні культури позитивно впливають на родючість ґрунту, оскільки накопичується більше рослинних решток у ґрунті. Крім того, перебуваючи довше під покривом живих рослин, ґрунт менше піддається несприятливому впливу вітру, опадів, коливань температур. У ґрунті довше активно протікають біологічні процеси за участі живих рослин, що також позитивно впливає на ґрунтоутвірний процес.

У кормових сівозмінах пожнивні культури сприяють створенню безперервного зеленого конвеєру протягом усього теплого періоду. У спеціалізованих сівозмінах пожнивні посіви сприяють очищенню полів від бур'янів, шкідників та хвороб.

При пожнивному вирощуванні сільськогосподарських культур головний період їх росту відбувається в інших умовах, ніж при весняному посіві. Тому у їх хімічному складі підвищується білковість та зменшується клітковина. Це сприяє підвищенню загальної харчової цінності продукції.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПОЖНИВНОГО ПЕРІОДУ

1.1 Способи оцінки кліматичних ресурсів

Сільськогосподарська характеристика кліматичних ресурсів вегетаційного періоду складається з характеристики світлових, теплових ресурсів та ресурсів вологи.

Загальноприйнятим способом оцінки кліматичних умов є порівняння кліматологічних величин, отриманих як середнє з великого числа років спостережень. Середні багаторічні значення температури повітря або кількості опадів за будь-який календарний період, наприклад, за місяць, досить добре характеризують клімат, причому не тільки клімат минулого, а й клімат майбутнього. Суттєвим доповненням до середніх кліматологічних величин є відомості про повторюваність різних щорічних відхилень температури, опадів або іншого кліматичного елемента від їх середніх багаторічних значень.

Для оцінки температурного режиму вегетаційного періоду, крім середніх місячних температур, широко використовуються суми середніх добових активних температур – показники, що відображають і рівень температури, і тривалість впливу її на рослину. Активними називаються температури, які активно впливають на рослини. Для холодостійких рослин (вівса, вики, турнепсу, капусти і т. п.) активними є температури вище 5 °С, для більшості інших культур – вище 10 °С, а для таких теплолюбних культур, як рис, бавовник, арахіс, рівень активних температур вище 15 °С. Можливий і інший спосіб підрахунку суми температур, коли підсумовуються не середні добові активні температури, а різниці між середньою добовою активною температурою і її нижньою для даної культури межею (ефективна сума температур).

Ідея підсумовування температур для оцінки кліматичних ресурсів та виявлення зв'язку між швидкістю розвитку рослин і температурними умовами

виникла в 40-х роках XVIII століття. Поняття «активні температури» ввели в середині XIX століття французький фізик Бобіне і швейцарський ботанік Декандоль, тоді ж німецьким агрономом - ботаніком Габерландтом були вперше підраховані суми температур, необхідні для дозрівання більшості культурних рослин.

У 1928 році Т.Д. Лисенко та І.Г. Мірошніченко зіставили і математично оформили зв'язок суми температур з тривалістю періодів між окремими фазами розвитку рослин. Надалі в роботах радянських вчених І.А. Гольцберг, Ф.Ф. Давітая, С.А. Сапожнікової, Г.Т. Селянинова, А.А. Шигольова та ін. [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] суми температур повітря уточнювалися і виявлялися їх специфічні особливості як агрокліматичного показника.

У 30-х рр. Г.Т. Селяниновим [9] були отримані основні агрокліматичні характеристики, які використовувалися ним, а пізніше і іншими дослідниками, для агрокліматичної оцінки термічних ресурсів вегетаційного періоду. Він дав важливе визначення вегетаційного періоду, вважаючи, що початок його збігається з моментом помітного росту рослин. Він писав: «... кожен вид, а може і сорт, рослин починає практично помітно вегетувати при якійсь певній температурі, закінчуючи вегетацію при тій же температурі».

Проаналізувавши численні фенологічні спостереження за польовими, овочевими і багаторічними рослинами, Г.Т. Селянинов отримав цікаві результати, які дозволили йому стверджувати, що за кліматологічну ознаку початку вегетації невибагливих до тепла озимих культур і деяких інших злаків слід прийняти час стійкого переходу середньої добової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ навесні. Для середньовибагливих до тепла культур початок вегетації визначається переходом температури через 10°C , а для теплолюбних культур – через 15°C . За кліматичну ознаку закінчення вегетації слід прийняти, по Г.Т. Селянинову, відповідно час стійкого переходу середньої добової температури повітря через $+5, 10, 15^{\circ}\text{C}$ восени.

Одним із важливих агрокліматичних завдань є оцінка термічного режиму згаданих вище вегетаційних періодів. Ф.Ф. Давітая [3] зазначає, що ще на початку

виникнення метеорології Реомюр намагався сумами температур характеризувати термічні ресурси території.

Г.Т. Селянинов приділяв велику увагу обґрунтуванню застосування сум активних температур повітря як агрокліматичного показника. Він писав: «Суму температур за вегетаційний період або за будь-яку частину його можна розглядати як наближений інтеграл усіх впливів термічного фактора на рослину за період вегетації ...». Практика показала, що суми температур незамінні при визначенні ймовірного часу настання біологічних явищ. Вони ще більш незамінні в сільськогосподарській кліматології. Пізніше М. І. Будико [10] та інші дослідники дали фізичне обґрунтування застосування сум активних температур повітря вище 5 і 10 °С в агрокліматології, встановивши тісну залежність цього показника з радіаційним балансом земної поверхні і сумарною сонячною радіацією, виражених в калоріях або джоулях.

П.І. Колосков [11], вивчаючи роль температури в біологічних процесах, дійшов висновку, що для розвитку рослин основним метеорологічним чинником є температура, а зростання і урожай культури визначаються комплексом факторів. Він прямо вказує, що суми температур, розраховані як для усього вегетаційного періоду, так і його окремих частин, цілком правильно відображають потребу рослин у теплі, і ними можна користуватися в агрометеорології. Однак, на його думку, необхідні більш детальні та спеціальні біокліматичні дослідження, які дадуть можливість знайти більш точні константи для окремих фаз розвитку рослин.

Досліджуючи коливання сум температур за вегетаційний період ярової пшениці, Д.І. Шашко [12] робить висновок, що ці коливання значно менші, ніж коливання по роках тривалості міжфазних періодів. Це дозволило йому зробити висновок, що суми температур за період вегетації є більш цінними агрокліматичними показниками, ніж сама тривалість періодів вегетації культурних рослин.

Хоча суми температур через деяку їх мінливість мають тільки орієнтовне значення, все ж вони цілком задовільно відбивають і потребу рослин у теплі, і ті

можливості вегетаційного періоду, які приховані в кліматі. Не зовсім точне визначення рівня активних температур рослин (включення в суму низьких і дуже високих температур), недоврахування впливу тривалості дня, особливості відокремленого впливу на рослину температур дня і ночі, відмінності в родючості ґрунту і його фізичних властивостей, сортові особливості рослин і ряд інших факторів дещо порушують закономірність зв'язків між темпами розвитку рослин і сумою температур. Однак ці розбіжності невеликі, і можна вважати, що наука досягла такого рівня розвитку, коли мрія К.А. Тімірязєва про розрахунок термінів дозрівання рослин за метеорологічними даними перетворюється на реальність [13].

Для оцінки умов зволоження вихідними величинами є місячні суми опадів, за якими, однак, не можна безпосередньо судити про зволоження різних районів. Залежно від потреби рослин у волозі, що пов'язано з кліматичними умовами і фазою розвитку рослини, одна і та ж кількість опадів може бути і надмірною (при низькій температурі повітря і великій вологості), і недостатньою (при високій температурі і малій вологості повітря). Отже, умови зволоження більш повно характеризуються безпосередньо не кількістю опадів, а порівнянням їх із потребою рослин у волозі, з можливою її витратою на транспірацію і випаровування за умови необмеженого надходження води.

Надходження вологи досить точно реєструється метеорологічними станціями. Можливі її витрати, тобто випаровуваність, наразі точному обліку (шляхом безпосередніх вимірів) не піддається, і випаровуваність доводиться визначати розрахунковими способами.

Велика кількість дослідників по-різному підходить до визначення випаровуваності. Для цього залучаються дані з температури і вологості повітря, з радіаційного балансу, з дефіциту вологості повітря, швидкості вітру і т. п.

Г.Т. Селянинов дослідним шляхом встановив, що витрата вологи на транспірацію і випаровування протягом вегетаційного періоду приблизно дорівнює частці від ділення суми активних температур на 10. Там, де опади (в

міліметрах) чисельно дорівнюють $\frac{1}{10}$ суми активних температур, по Селянинову [9], існує рівновага між надходженням і витратою вологи і умови зволоження близькі до задовільних. Якщо відношення кількості опадів до $\frac{1}{10}$ суми температур менше одиниці, то зволоження недостатнє, а якщо значно більше – надлишкове. Деяким недоліком цього показника зволоження є те, що при розрахунку випаровуваності не враховується вологість повітря. В окремих випадках, коли вологість повітря різко змінюється, порівняльна оцінка зволоженості території може бути дещо помилковою, хоча, за даними автора цього методу, помилка не перевищуватиме 0,2 показника.

У цьому відношенні найкращим показником є запаси продуктивної вологи в ґрунті. За дослідженнями С.А. Веріго, найменші запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, які ще забезпечують ріст і розвиток культурних рослин, дорівнюють 40 – 50 мм. Такі запаси продуктивної вологи в пожнивний період спостерігаються приблизно там, де показник зволоження в цей час дорівнює 0,8 – 1,0 відн. од. У зонах з показником зволоження більше 1,0 відн. од. запаси продуктивної вологи вище мінімальних, що забезпечує більш-менш задовільні умови водопостачання рослин (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Запаси продуктивної вологи (мм) у ґрунті в період збору ярих зернових культур при різних показниках зволоження [13]

Показник зволоження, відн. од.	Шар ґрунту, см			Показник зволоження, відн. од.	Шар ґрунту, см		
	0 - 20	0 - 50	0 - 100		0 - 20	0 - 50	0 - 100
0,4	7	17	38	1,2	17	41	91
0,6	9	22	46	1,4	21	50	110
0,8	12	27	57	1,6	26	61	134
1,0	14	33	73	1,8	31	76	160

Щодо врахування умов освітленості завдання полегшується тим, що тривалість освітлення (довжина дня) залежить тільки від широти місцевості і пори року, вона відрізняється закономірністю зміни в часі і в просторі і може бути розрахована з будь-якою точністю.

1.2 Дослідження проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів пожнивного періоду вітчизняними та зарубіжними вченими

Тривалість вегетації великого числа основних сільськогосподарських культур значно коротша, ніж тривалість вегетаційного періоду. Особливо великих розмірів це розходження досягає в південній частині країни, де після збирання зернових культур до кінця вегетаційного періоду залишається значна кількість теплих днів. Із потеплінням клімату тривалість вегетаційного періоду значно подовжилась не лише на півдні, а й на півночі. Господарства, які використовують ці дні, отримують додаткову кількість сільськогосподарської продукції з однієї і тієї ж площі.

Суттєвою перешкодою для розширення пожнивних посівів є підвищена їх залежність від погодних та кліматичних умов, значно більша, ніж посівів весняних.

Рослини, посіяні навесні, зазвичай мають у «запасі» деяку частину вегетаційного періоду і в разі несприятливих погодних умов дозрівання культури відбувається в більш пізні терміни. Рослини, висіяні пожнивно серед літа, у відповідальний період свого життя (цвітіння, дозрівання) потрапляють в погодні умови, що безперервно погіршуються (осіннє зниження температури повітря, скорочення тривалості дня, зменшення сонячних днів) і тому при затримці розвитку в початковий період росту вони вже не можуть надалі ліквідувати відставання і приречені на невизрівання. Звідси випливає, що для правильного розміщення пожнивних культур в різних зонах країни необхідно поряд з

кліматичними ресурсами вивчати особливості метеорологічних умов у пожнивну частину вегетаційного періоду.

Найбільший вклад у дослідження проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів пожнивного періоду у 60-х рр. XX ст. зробив відомий радянський вчений В.О. Смирнов, у працях якого висвітлені питання використання ресурсів тепла, вологи та світла літньо-осіннього періоду, викладені способи їх врахування для сільськогосподарського виробництва [13, 14]. Для визначення теплових ресурсів певного пункту (господарства) користуються картографами, на яких нанесені суми температур за певний період. Характеризуючи умови зволоження, В.О. Смирнов використовує показники зволоження (відношення опадів до випаровуваності). За цими даними були побудовані картограми, які характеризують умови зволоження в різних районах Європейської частини колишнього СРСР. В.О. Смирнов дав початок розробці та дослідженню такого важливого показника, як запаси продуктивної вологи у ґрунті (див. табл. 1.1).

Дослідженням показників сумарного водоспоживання проса та гречки в пожнивних посівах залежно від природних та агротехнічних чинників займався В.О. Ушкаренко – видатний вчений-агроном, автор фундаментальних досліджень в галузі зрошуваного землеробства, творчі доробки якого широко відомі науковій спільноті в Україні та за її межами. В останні роки вчений активно працює над проблемою ефективного використання поливних земель і технології вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваних сівоzmінах при основних та пожнивних посівах, розробки і удосконаленню технології обробітку ґрунту, формуванню високих врожаїв сільськогосподарських культур [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Аналізом агрокліматичних ресурсів пожнивного періоду в Білорусії займався В.М. Шлапунов [25]. На основі проведених ним досліджень було визначено оптимальний набір культур для пожнивних посівів та розроблено технології їх вирощування. Так, в якості пожнивних більш ефективним є вибір культур родини хрестоцвітих. Підвищенню стабільності урожаїв пожнивних культур сприяє більш ранній збір зернових при заготівлі плющеного зерна та

зерносінажу. Звільнення поля від попередника на 10 – 12 днів раніше, ніж при зборі зернових у повній стиглості, збільшує тривалість вегетації і на 25 – 30 % підвищує урожайність пожнивних культур за рахунок найбільш сприятливого відрізка вегетаційного періоду. Були проведені досліді, що підтвердили наявність росту урожайності зернових культур, котрі слідували за пожнивними. Так, після озимого жита пожнивно вирощували хрестоцвіті культури, а наступного року – ярове тритикале. У середньому за 3 роки (2002 – 2004 рр.) його урожайність склала: по жити без пожнивних культур – 36,2 ц/га, з пожнивними рапсом та редькою масляничною раннього строку сівби (25.07) – 42,1 – 43,1 ц/га, пізнього (21.08) – 37,5 – 38 ц/га. Від раннього строку посіву пожвної культури до пізнього її позитивний вплив на урожайність наступної зернової культури зменшувався.

Про позитивний вплив пожнивних культур на урожайність зернових відзначається у роботах і інших авторів [29].

Багатьма авторами вивчалось питання впливу строків сівби на урожайність пожнивних культур [30, 31]. Завдяки пожнивним культурам, висіяним в оптимальні строки (25.07 – 07.08), сумарна продуктивність 1 га в порівнянні з одним урожаєм озимого жита (42,5 ц/га) виросла за рахунок редьки масляничної – на 94 – 81 %, рапсу озимого – 81,2 – 55 % і рапсу ярого – на 88,9 – 63 %. Сумарний збір протеїну за рахунок цих культур збільшився у середньому при посіві 29 липня на 93,5 %, 7 серпня – на 49 %. Від раннього липневого до пізнього серпневого строку посіву пожнивних культур сумарна продуктивність за 2 урожаї знизилась у середньому з 80,2 до 53,2 ц/га або на 43,7% [25].

Іранськими вченими було досліджено вплив строків та способу сівби, а також норми азотних добрив для вирощування пожвної гречки [32]. Великий вклад у дослідження залежності урожайності пожвної гречки від оптимальних строків та норми сівби здійснили Halbrecq В. та Ledent J. Було визначено, що норма висіву пожнивних культур, як правило, збільшується на 20 – 30 %, але при ранніх повторних посівах в цьому немає необхідності [125]. Даному питанню присвячена велика кількість робіт [33, 34, 35, 36].

Необхідною умовою отримання високого урожаю є внесення у ґрунт добрив. Безпосередньо під другу культуру слід вносити тільки швидкодіючі азотні добрива в самій початковій фазі росту або навіть при посіві, пізніше внесення добрива малоефективно [37, 36].

При пожнивному вирощуванні культур головний період їхнього росту проходить в інших погодних умовах, ніж при посіві цих же культур навесні. Тому хімічний склад біомаси змінюється в бік підвищення білковості та зменшення клітковини. Це призводить до підвищення загальної поживності даної культури.

У роботах Л.В. Григоращенка [38] досліджено залежність вмісту білка в зерні проса від умов формування врожаю. Білок в зерні проса накопичується більш активно при підвищеній температурі та зниженій вологості повітря в періоди формування, наливу та дозрівання зернівки. При просуванні з заходу на схід та з півночі на південь, в напрямки посушливого клімату, вміст білка збільшується. Найбільш високий вміст білка зареєстровано в умовах більш континентального клімату [39, 40, 41].

Для того щоб оцінити можливість використання кліматичних ресурсів другої половини літа, необхідно знати потребу рослин, призначених для повторного посіву, в основних кліматичних факторах (в теплі, волозі і світлі) і відношення їх до понижених температур і заморозків, а також скоростиглість і врожайність цих рослин.

Численними дослідженнями встановлено, що самим скоростиглим сортам вівса, ячменю, гречки, гороху, льону на волокно потрібно 60 – 80 днів вегетації, забезпечених сумою активних температур 800 – 1200 °С. Найбільш поширені середньостиглі сорти цих культур потребують 80 – 100 днів вегетації з сумою температур 1200 – 1600 °С, така ж потреба у проса, картоплі, турнепсу.

Велика кількість культур (вика, горох, люпин синій, рапс, гірчиця, овес, ячмінь, райграс однорічний, просо) доходять до кормової стиглості (фази цвітіння) за два місяці і задовольняються сумою активних температур менше 1000 °С.

Кормовим культурам більш південного походження (вика, чина, пайза, суданська трава, могар, чумиза, соняшник, кукурудза, сорго) необхідно 2,5 – 3 місяці вегетації при сумі температур 1400 – 1600 °С. Ці культури припиняють вегетацію при зниженні середньої добової температури до 8 – 10 °С, в той час як більш північні культури дають приріст зеленої маси при середній добовій температурі 5 °С і навіть нижче і безболісно переносять заморозки.

Загальна потреба деяких культурних рослин в кліматичних умовах показана в табл. 1.2, складеній за матеріалами досліджень В.Н. Степанова [13].

Ці дані характеризують рослини при вирощуванні їх в нормальних погодних умовах, властивих основному їх ареалу.

При перенесенні часу висіву на більш пізні терміни (пожнивні посіви) погодні умови, в яких доводиться виростати рослині, значно змінюються, а у зв'язку з цим змінюється їх темп розвитку і росту. Посів пожнивних культур відбувається в добре прогрітий ґрунт, що за наявності вологи в ньому забезпечує появу сходів в максимально короткі терміни. Початковий період розвитку і зростання в умовах підвищеної температури повітря і ґрунту також відбувається досить бурхливо і перевищує приріст рослин, висіяних навесні, в два – три рази і більше.

Різниця в погодному, зокрема температурному, режимі основної та післязбиральної частин вегетаційного періоду обумовлює і відмінність в агрокліматичних показниках однієї і тієї ж культури при різних термінах її посіву. Потребу рослин в теплі (див. табл. 1.2) при ранніх термінах повторних посівів (особливо кормових культур) потрібно зменшити на 15 – 20 % , а при пізньому посіві збільшити на 25 – 30 % [13].

Порівняння даних по кліматичним ресурсам пожнивного періоду з табл. 1.2 з урахуванням особливостей розвитку рослин в умовах пізніх строків сівби дозволяє орієнтовно визначити видовий склад культурних рослин, придатних для вирощування в якості пожнивних.

Таблиця 1.2 – Потреба деяких пожнивних культур у теплі, волозі та світлі

Назва культури	Група стиглості	Загальна потреба в теплі (сума активних температур), град.	Умовна посухостійкість	Тривалість періоду вегетації, дні	Відношення до тривалості дня
Гречка	1	800 – 1200	+	60 – 80	дов.
	2,3	1200 – 1600		80 – 100	
Просо	1,2	1000 – 1300	+ + +	60 – 80	кор.
	3,4	1300 – 1600		80 – 100	
Горох	1	800 – 1200	+	60 – 80	дов.
	2,3,4	1200 – 1600		80 – 100	
Картопля	1	1000 – 1200	+ +	60 – 80	кор.
	2	1200 – 1600		80 – 100	
Льон на волокно	1	800 – 1200	+	60 – 80	дов.
	2,3	1200 – 1600		80 – 100	

Примітки 1. 1 – ранньостиглі, 2 – ранньосередньостиглі, 3 – середньостиглі, 4 – середньопізнньостиглі;

Примітки 2. + + + дуже посухостійкі, + + посухостійкі, + слабопосухостійкі;

Примітки 3. дов. – рослини довгого дня, кор. – рослини короткого дня.

1.3 Сценарій зміни клімату в Україні

Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату був використаний сценарій зміни клімату в Україні – сценарій A1B, регіональна кліматична модель MPI-M-REMO, глобальна модель – ECHAM5 - r3 [41], як найбільш достовірні на період до 2050 року.

Зупинимося трохи детальніше на моделі, результати розрахунків за якою використані як сценарні. Згідно [41, 42, 43] регіональна модель REMO була розроблена в Інституті метеорології Макса - Планка (м. Гамбург) [44, 45]. REMO об'єднує колишню чисельну модель прогнозу погоди EUROPA – MODELL для розрахунків термодинамічних характеристик і блоку глобальної кліматичної моделі ECHAM4 [45], в якому розраховуються процеси хмаро- і опадоутворення, проходження потоків сонячної радіації в атмосфері, вплив підстильної поверхні на теплові потоки з урахуванням альбедо і типу поверхні [41, 42, 43]. У даній моделі використовується перетворена сферична система координат, в якій екватор проходить через центр області моделювання для зменшення впливу кривизни Землі на прямокутність координатної сітки, і, так звана, гібридна вертикальна координата, яка є комбінацією ізобаричної та σ - вертикальної координати, тобто, вертикальні рівні розташовані вздовж підстильної поверхні поблизу Землі і з висотою перетворюються в паралельні ізобарним за спеціальними співвідношеннями. В останні роки REMO досить успішно застосовувалася для моделювання минулого і майбутнього регіонального клімату не тільки Німеччини, але й інших країн Європи, а також Індії, Аргентини та інших країн світу [41, 42, 43]. REMO була однією з провідних у проекті оцінки водного балансу басейну Балтійського моря [44] і в звіті IPCC – 2007 [46].

Аналіз тенденції зміни клімату виконаний шляхом порівняння даних по кліматичному сценарію і середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників за два періоди: 1986 – 2005 рр. (базовий період) та 2011 – 2030 рр. (сценарний період). Дані за кліматичним сценарієм A1B, використані у розрахунках, представлені в табл. 1.3.

Аналіз тенденції зміни клімату виконаний шляхом порівняння даних по кліматичному сценарію і середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників за два періоди: 1986 – 2005 рр. (базовий період) та 2011 – 2030 рр. (сценарний період). Дані за кліматичним сценарієм A1B, використані у розрахунках, представлені в табл. 1.3.

Аналіз тенденції зміни клімату виконаний шляхом порівняння даних по кліматичному сценарію і середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників за два періоди: 1986 – 2005 рр. (базовий період) та 2011 – 2030 рр. (сценарний період). Дані за кліматичним сценарієм A1B, використані у розрахунках, представлені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Середньодакдачна температура повітря та сума опадів за декаду у пожнивному періоді за сценарієм зміни клімату A1B у 2011 – 2030 рр.

	Липень (декада)			Серпень (декада)			Вересень (декада)			Жовтень (декада)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Полісся												
Середньодакдачна t повітря, °C	18,7	19,1	19,2	19,9	18,8	17,3	16,1	14,9	13,5	12,1	9,8	9,0
Сума опадів за декаду, мм	26	30	42	35	16	16	17	13	10	13	14	16
Лісостеп												
Середньодакдачна t повітря, °C	19,3	19,8	19,9	20,5	19,6	18,3	16,8	15,7	14,1	12,6	10,2	9,2
Сума опадів за декаду, мм	24	26	34	25	18	14	17	11	9	9	11	13
Північний Степ												
Середньодакдачна t повітря, °C	20,9	21,6	22,1	22,6	21,5	19,8	18,5	17,1	14,8	13,5	11,2	10,2
Сума опадів за декаду, мм	16	29	21	11	14	12	12	8	11	7	5	17
Південний Степ												
Середньодакдачна t повітря, °C	21,1	22,2	23,1	23,7	23,2	22,1	21,3	20,2	18,4	17,1	15,3	14,2
Сума опадів за декаду, мм	8	14	15	10	9	16	14	10	11	9	10	21

2 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА АГРОТЕХНІКА ВИРОЩУВАННЯ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР

2.1 Пожнивні культури та їх видовий склад

Період вегетації рослин в Україні триває 190 – 220 днів. Польові культури використовують його лише на 55 – 65 %. Це – пшениця, кукурудза на зерно, цукрові та кормові буряки, соняшник, коноплі. Так, після збирання озимої пшениці залишається ще майже 80 – 90 днів, а на півдні країни – 100 – 120 днів із середньодобовою температурою вище 10 °С [47].

Культури, які займають поле протягом більшої частини вегетаційного періоду, називаються основними. Після збирання багатьох з них за наявності вологи в ґрунті можна вирощувати рослини для одержання додаткової продукції. Проміжними називають культури, які вирощуються в інтервалі часу, вільного від вирощування основних культур сівозміни.

Класифікація проміжних посівів сільськогосподарських культур представлена на рис. 2.1 [48].

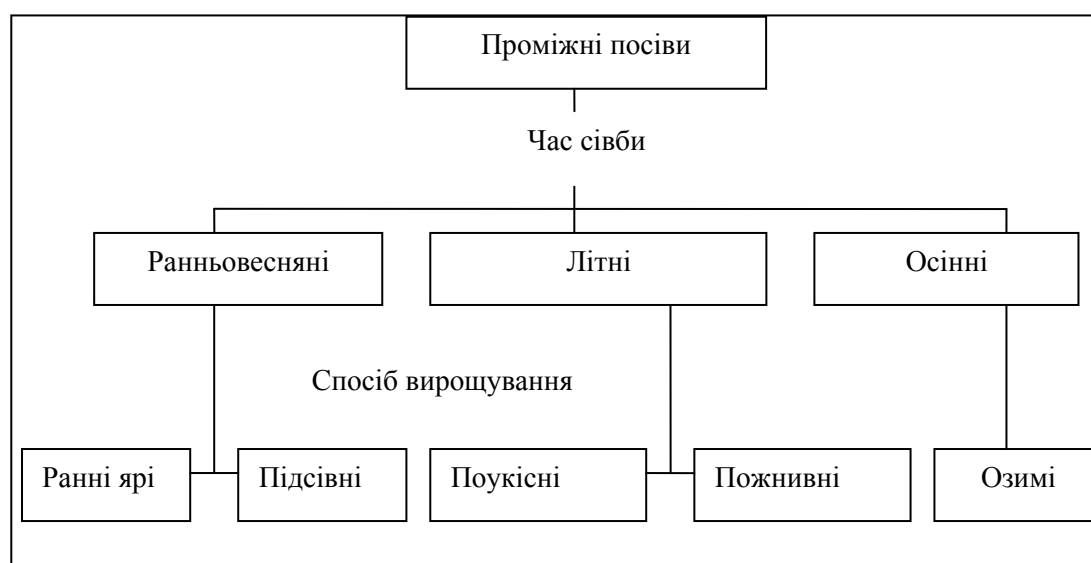


Рисунок 2.1 – Сучасна класифікація проміжних посівів сільськогосподарських культур

Крім України та Росії пожнивні посіви впроваджувались у Молдові [49], Азербайджані [50], Білорусі [51], Литві [52].

За рахунок таких посівів з однієї площі протягом року можна мати два, а на зрошуваних землях – і три врожаї, що підвищує коефіцієнт використання сонячної радіації, внаслідок чого продуктивність гектара ріллі зростає в півтора-два рази. При цьому ґрунт значно довше перебуває під покривом рослин, які синтезують органічну масу. Більше половини її залишається в ґрунті у вигляді пожнивно-коренових решток, що активізують мікрофлору, розкладаються на легкодоступні поживні речовини, поліпшують агрофізичні властивості, відновлюють родючість ґрунту та підвищують урожайність сільськогосподарських культур [53, 54, 55, 33].

Раніше екстенсивне рослинництво ґрунтувалося переважно на природній родючості ґрунту і старанний осінній обробіток його давав змогу додатково мобілізувати поживні речовини для вирощування врожаю. Для альтернативного рослинництва такий підхід неприйнятний, бо сучасне рослинництво передбачає збільшення тривалості фотосинтезу на полях, збереження і поліпшення родючості ґрунту [47, 56, 57].

Якщо вегетаційний період післяукісних культур становить до 140 – 150 днів, то в пожнивних він набагато коротший (70 – 100 днів), а умови забезпечення вологою і теплом гірші. Тому пожнивні культури повинні швидко рости, бути мало вибагливими до тепла, світла, вологи, мати короткий вегетаційний період, бути стійкими проти осінніх приморозків, придатними для використання в різні фази розвитку. Пожнивно можна вирощувати редьку олійну, горох, гірчицю білу, вику яру, жито яре, суданську траву, гречку, турнепс, фацелію, ріпак ярий, просо та овочеві культури – огірки, кабачки, моркву, столові буряки [58].

Одним з важливих заходів вирощування високих урожаїв пожнивних культур є раціональне поєднання з попередниками або основними і наступними культурами. Після добре угноєних попередників, які швидко звільняють поле

(ранніх картоплі, капусти, овочів та озимого ячменю), розміщують теплолюбні культури з більш тривалим вегетаційним періодом – кукурудзу, суданську траву, їхні сумішки тощо. Після пізніших культур (ярого ячменю, пшениці та жита) вирощують менш теплолюбні з коротшим вегетаційним періодом – соняшник, його сумішки з бобовими компонентами, люпин, турнепс, а ще пізніше – холодостійкі з коротким вегетаційним періодом – редьку олійну, гірчицю білу та озимі на випас [59, 60].

Пожнивні посіви розміщують насамперед після озимого ячменю, озимої пшениці, гороху, а на Поліссі та в Передкарпатті – після озимого жита; в овочевих господарствах – після ранніх картоплі, капусти, овочів; у льонарських – після льону [53, 61].

Під покривом пожнивних посівів ґрунт менше висушується, захищається від прямих сонячних променів, створюється підвищена вологість у приземному шарі повітря. Особливо сприятлива дія рослин на ґрунтах південної частини країни, які часто перегріваються. Спостереженнями підтверджено, що влітку температура ґрунту під рослинним покривом пожнивних культур на 10 – 20 °С нижча, ніж у чистому парі. Помірна температура і слабе провітрювання створюють у рослинному травостої потрібну вологість, затінення, яке в два-три рази більше порівняно з відкритими площами. Усе це посилює життєдіяльність корисної мікрофлори, поліпшує газообмін і підвищує ефективність добрив.

Пожнивні культури в сівоzmінах – надійний захід боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами рослин. Їх знищують під час обробітку ґрунту під другий урожай і догляду за посівами. Бур'яни, крім того, біологічно пригнічуються пожнивними посівами і скошуються до фази плодоношення. Разом з цим посіви пожнивних культур є одним із заходів боротьби з водною ерозією, а на південній та південно-східній території ще й з вітровою. Вирощування двох урожаїв за рік поліпшує структурний стан і будову орного шару [62]. На зрошуваних землях пожнивні посіви є не тільки джерелом додаткової продукції і обов'язковим елементом сівоzmіни, а й ефективним заходом боротьби з вторинним засоленням ґрунтів.

Пожнивні культури, крім агротехнічного, мають велике господарське значення, їх використовують на зелений корм, для заготівлі силосу, сінажу, трав'яного борошна, на випас і зелене добриво [63, 56, 64].

У Поліссі як поживну культуру на сидерати на дерновопідзолистих і піщаних ґрунтах використовують люпин, який від збирання основної культури до настання осінніх заморозків встигає сформувати значну надземну масу, заорювання якої поліпшує поживний режим цих бідних ґрунтів.

При вирощуванні двох урожаїв за рік раціонально використовують техніку, робочу силу, осушені та зрошувані землі, одержують додаткову продукцію при менших затратах праці й коштів, що зумовлює нижчу її собівартість [65, 66, 67, 68].

Обробіток ґрунту під поживні культури залежить від вологості ґрунту, ступеня його ущільнення і забур'яненості поля. Здебільшого під поживні культури ґрунт потрібно обробляти мілкіше, ніж під основні культури, в умовах сухого і спекотного літа. Під поживні культури за високої культури землеробства та якісного обробітку ґрунту глибину обробітку можна зменшити до 6 – 8 см.

Заходи з обробітку ґрунту слід проводити якомога швидше після збирання попередньої (основної) культури, щоб непродуктивні втрати залишків вологи у ґрунті були мінімальними.

У зоні достатнього зволоження обробіток ґрунту під поживні культури менш утруднений, оскільки немає небезпеки пересихання ґрунту при використанні тих чи інших знарядь. У зоні нестійкого зволоження і в роки з сухим і спекотним літом в інших зонах поживні культури відразу після збирання основної культури за нестачі ґрунтової вологи можуть і не висіватись. Проте і в цих випадках звільнене поле має бути негайно оброблене дисковими знаряддями і, якщо невдовзі випадуть опади, воно може бути засіяне поживною культурою.

Доведено, що під поживні культури якість обробітку ґрунту має більше значення, ніж його глибина. Оскільки такі культури висівають негайно після

збирання основної культури, то верхній шар ґрунту має бути добре розпушеним, а нижній – мати ущільнений прошарок як ложе для насіння.

На півдні, де землі родючі та багато тепла і світла, вирощування культур пожнивно часто стримується сухістю ґрунту. Цей недолік усувають зрошенням, яке проводять перед основним обробітком ґрунту під пожнивні культури [69, 70].

2.1.1 Просо як пожнивна культура, його біологічні особливості та агротехніка вирощування

Просо – одна з поширених круп'яних культур. Воно цінне своїм пшоном, яке відзначається високими харчовими якостями.

У складі пшона вміст білка становить 12 %, крохмалю 81 %, жиру 3,5 %, клітковини 1 – 2 %. За вмістом білка пшоно наближається до манної і кукурудзяної круп, переважає ячмінну, перлову, гречану і особливо рисову крупи, поступаючись лише вівсяній, яка містить до 16 % білка. У його складі більше жиру, ніж у крупі інших культур, крім вівсяної, багато крохмалю та порівняно мало клітковини. Пшоно багате на зольні елементи, містить такі важливі вітаміни, як В1, В2, РР, а також мікроелементи.

Просо має кормове значення. Його зерно та пшоняне борошно – незамінний корм для худоби. Відходи від переробки проса на пшоно, у складі яких є до 16 % білка та багато жиру, – цінний концентрований корм для тварин. Луску, яка залишається при виробництві пшона, використовують для виготовлення комбікормів. До цінних грубих кормів належить просяна солома, яка при збиранні проса на зерно зберігає зеленуватий стан, добре облистнена, має приємний запах і більш поживна, ніж солома інших культур. Добрим кормом є також полова. Просо в зеленому стані добре поїдається великою рогатою худобою, вівцями, тому його вирощують на зелений корм, сіно, для випасання худоби. Проте випасати тварин слід обережно – відомі випадки їх отруєння.

Просо як скоростигла культура має певне агротехнічне значення: використовується як страхова культура для пересівання загиблої озимини, придатна для післяукісних та пожнивних посівів, може використовуватись як покривна культура для багаторічних трав.

В Україні просо найбільш поширене в Степу та Лісостепу. Середні врожаї проса в Україні коливаються від 14,9 ц/га до 19,4 ц/га. Застосовуючи прогресивні технології, кращі господарства України вирощують по 45 ц/га – 55 ц/га і більше зерна на всій площі посіву.

Просо – теплолюбна рослина, біологічний мінімум розвитку якої прирівнюють до 10 °С [49]. Експериментальними дослідженнями [71] встановлено, що оптимальними умовами в період вегетації проса є сума опадів 180 мм і більше та середня температура повітря 17 – 19 °С. За цих умов формується високий урожай даної культури.

Насіння його починає проростати при температурі не нижче 6 – 8 °С, але дружне проростання спостерігається при прогріванні ґрунту до 15 – 16 °С [18]. При весняному посіві період від сходів до викидання волоті триває 40 – 50 днів при сумі температур менше 1000°С. При ранніх пожнивних строках сівби цей період скорочується, що дозволяє висівати на зелену масу більш урожайні пізньостиглі сорти [13].

Сума активних температур, необхідна для дозрівання ранньостиглих сортів, складає 1000 – 1200 °С, середньо- і пізньостиглих – 1200 – 1600 °С. Використання таких сум температур на протязі відносно короткого періоду вегетації (60 – 75 днів у ранньостиглих та 70 – 90 днів у середньостиглих сортів) можливе лише за високих середньодобових температур, особливо в період плодоношення (18 – 24 °С). Пониження середніх добових температур в цей період спричиняє подовження строку вегетації, а за температури нижче 15 °С плодоутворення може і не наступити. Заморозки в – 2, – 3°С гублять урожай. Яровизація насіння та застосування добрив підвищують урожайність проса та скорочують період його вегетації [13].

Просо краще за інші злакові культури витримує ґрунтову й повітряну посуху, відзначається високою жаростійкістю. Параліч проростків у нього спостерігається при температурі 38 – 40 °С лише через 49 год., тоді як у ячменю – через 25 – 35 год., ярої пшениці – 17 год., а у вівса вони паралізуються вже через 5 – 7 год. Рослини проса характеризуються великою сисною силою клітин листків і коренів, що має велике значення для утворення врожаю в несприятливих умовах. Для проростання зернівок проса необхідна кількість води, що складає тільки 25 – 30 % від ваги насіння [72]. Просо здатне формувати вузлові корені при мінімальній вологості ґрунту. Все ж ріст кореневої системи і надземної маси за тривалої посухи (1 – 1,5 місяця) затримується, на рослинах формуються малих розмірів суцвіття, які часто бувають безплідними. Тому для проса теж необхідна достатня кількість вологи в ґрунті, особливо в період формування генеративних органів – приблизно за декаду до викидання волотей.

При значно зростаючій транспірації в умовах достатньої вологозабезпеченості під час викидання волоті просо зберігає здатність дуже ощадливо використовувати вологу [62].

Добра засухостійкість проса, його здатність переносити тимчасове глибоке зневоднення тканин дозволяють вирощувати цю культуру у степу. З іншого боку, просо добре відкликається на зволоження, при цьому значно підвищується його урожайність та скорочується вегетаційний період.

Деякі сорти проса з коротким періодом вегетації можна вирощувати у лісостепу. Як рослина короткого дня просо виявляється добре пристосованим для позивного посіву: за рахунок більш високих літніх температур період вегетації при позивних строках сівби скорочується до 30 %.

Просо вибагливе до поживних речовин [73, 74]: потребує на формування 1 ц зерна 3 кг азоту, 1,4 кг фосфору, 3,5 кг калію. До вмісту азоту в ґрунті воно виявляє підвищені вимоги вже у фазі 3 – 4 листків і особливо у період інтенсивного росту вегетативної маси, до фосфору – з самого раннього періоду вегетації, до калію – протягом усієї вегетації.

Коренева система проса відзначається недостатньою здатністю до засвоєння поживних речовин, тому воно краще росте на ґрунтах, добре забезпечених легкодоступними сполуками поживних речовин.

Кращими ґрунтами для нього є чорноземи та каштанові, причому за сухої погоди вищі врожаї проса отримують при вирощуванні на ґрунтах середнього і важкого механічного складу, за умов достатнього зволоження – на легких ґрунтах.

Просо належить до солевитривалих культур, проте не витримує кислих ґрунтів і найкраще росте при нейтральній реакції ґрунтового розчину (рН 6,5 – 7,5).

На початку вегетації у проса спостерігається повільний ріст через те, що воно часто пригнічується бур'янами. Відзначається підвищеною кущистістю. При рідкому стоянні рослин здатне утворювати на одну рослину від 50 – 100 до 200 пагонів, до 20 г зерна, близько 3000 зерен. Просо є факультативною самозапильною рослиною короткого світлового дня. Вегетаційний період залежно від сорту і умов вирощування становить від 70 – 90 днів у скоростиглих сортів до 155 – 120 днів у пізньостиглих.

До поширених районованих в Україні сортів проса належать: Веселоподолянське 176, Київське 87, Миронівське 51, Старт, Харківське 31, Харківське 57, Сонячне, Лілове, Сяйво та ін. З них кращими в післяукісних і поживних посівах є Миронівське 51, Старт і Веселоподолянське 632 [58].

Високі урожаї проса отримують при розміщенні його у сівозмінах на полях, добре забезпечених вологою та чистих від бур'янів. Кращими попередниками для нього є озимі культури, багаторічні трави, кукурудза, цукрові буряки, картопля.

Кращий спосіб підготовки ґрунту – поверхневий обробіток на глибину 10 – 12 см, який проводять відразу після збирання попередника [75].

Одночасно вносять повні мінеральні добрива по 60 – 90 кг/га азоту, фосфору і калію [76]. Просо найкраще забезпечується поживними речовинами при основному та рядковому удобренні і підживленні рослин у період вегетації. Удобрюють просо переважно мінеральними добривами, а гній вносять під

попередники. Безпосередньо вносити гній під просо недоцільно, бо у складі гною, особливо свіжого, є багато насіння бур'янів. Крім того, просо добре використовує післядію гною. Кислі ґрунти вапнують за гідролітичною кислотністю (3 – 5 т/га вапна), на солонцюватих ґрунтах вносять гіпс (3 – 5 т/га).

При підготовці насіння до сівби його старанно очищають та сортують на машинах ЗАВ-20, ЗАВ-40, відбираючи крупні фракції (діаметром до 2 мм). Таке насіння забезпечує приріст урожаю 2,5 – 3 ц/га. Насіння перед сівбою протруюють на машинах ПС-10, ПСШ-5 та ін., використовуючи гранозан (1,5 кг/т), ТМТД, вітавакс або фундазол (по 2 – 2,5 кг/т) із застосуванням плівкоутворювачів ПВС (0,5 кг/т) або NaКМЦ (0,2 кг/т). Для пришвидшення проростання проса деякі дослідники [10] пропонують опромінювати насіння токами НВЧ. Сіють просо без розриву в часі з обробітком звичайним рядковим способом із збільшенням норми висіву на 15 – 20 % порівняно з весняною сівбою.

Рекомендовані норми висіву проса при весняній рядковій сівбі такі: на Поліссі та в північному Лісостепу 3,7 – 4 млн. зерен (26 – 28 кг/га), на півдні Лісостепу 2,5 – 3 млн. зерен (20 – 22 кг/га), у Степу 2,3 – 2,5 млн. зерен (18 – 20 кг/га). При широкорядній сівбі норму висіву зменшують на 0,5 – 0,7 млн. зерен, при вузькорядній – збільшують приблизно на таку саму величину. Глибина загортання насіння на чорноземних ґрунтах 3 – 5 см, на важких 3 – 4 см. При пересиханні ґрунту насіння загортають на 1 – 2 см глибше.

Догляд за цими посівами такий самий, як і за весняними. Першим прийомом догляду за просом є післяпосівне коткування кільчасто-шпоровими котками ЗККШ-6, що значно підвищує польову схожість насіння і сприяє з'явленню дружних сходів. При утворенні ґрунтової кірки, а також появи бур'янів проводять досходові боронування легкими боронами ЗПБ-0,6 або середніми БЗСС-1,0 зі швидкістю 5 – 6 км/год. На широкорядних посівах після появи сходів приступають до міжрядних розпушувань ґрунту культиваторами УСМК-5,4, перше з яких проводять на глибину 4 – 5 см лапами-бритвами, друге – на 5 – 6 см стрілочастими лапами із залишенням захисних смуг завширшки 10 – 12 см від рядка. Для знищення бур'янів застосовують гербіциди 2,4Д, 2М-4Х. Гербіцидом

2,4Д обробляють просо двічі: перший раз у фазі 2 – 3 листків, витрачаючи 1,5 – 2 кг/га препарату, другий – у фазі повторного кушення нормою 2 – 2,5 кг/га; гербіцидом 2М-4Х – у фазі кушення нормою 1,5 – 2 кг/га.

Просо дозріває нерівномірно: першим дозріває зерно у верхній частині волоті, потім – у середній та нижній. Тому основним способом збирання є роздільний при досягненні більшою частиною зерна (70 – 80 %) воскової стиглості. Скошують просо жатками ЖБА-3,5, ЖНС-4,9А, ЖВР-10-03 та іншими при висоті зрізу 12 – 15 см. Через 3 – 4 дні валки обмолочують комбайнами з частотою обертів барабана 700 – 800 за хвилину. Очищене зерно при потребі підсушують і зберігають при вологості 13 – 14 %. Просо позитивно реагує на зрошення [58]: приріст урожаю зерна становить 8 – 10 ц/га і більше.

Дослідження і практика показують, що просо можна вирощувати як із застосуванням гербіцидів, так і без них. При цьому поліпшуються показники біоенергетичної ефективності його вирощування. Порівняння затрат сукупної енергії на вирощування проса за двома технологіями – звичайною та альтернативною – показало, що здійснення агротехнічних заходів замість використання пестицидів не збільшило, а навіть дещо знизило її затрати, тому за однакової врожайності (досліди свідчать, що вона суттєво не різнилася по варіантах технологій) біоенергетична ефективність екологічно чистої технології виявилася дещо вищою [47].

2.1.2 Біологічні особливості та агротехніка вирощування пожнивного гороху

Горох – цінна білкова продовольча і кормова культура. Зелена маса, сіно, солома і полова його – високопоживний корм для тварин.

Зерно гороху містить від 16 % до 36 % білка, до 54 % вуглеводів, 1,6 % жиру, понад 3 % зольних речовин. Білок гороху є повноцінним за амінокислотним складом і засвоюється в 1,5 рази краще, ніж білок пшениці. В ньому міститься

4,66 % лізину, 11,4 % аргініну, 1,17 % триптофану (від сумарної кількості білка), тоді як у складі білка пшениці – тільки 2,32 % лізину та 3,56 % аргініну [47].

Як бобова рослина, горох цінний і в агротехнічному відношенні. Він за допомогою бульбочкових бактерій, які поселяються на корінні, засвоює азот повітря. При сприятливих умовах горох залишає в ґрунті до 100 – 120 кг/га азоту, що рівнозначно 20 – 25 т/га гною. Горох – хороший фітосанітарний попередник озимої пшениці. Завдяки йому різко знижується ураження озимої пшениці кореневими гнилями.

Горох – культура великих потенційних можливостей і при створенні оптимальних умов вирощування забезпечує високі врожаї зеленої маси і насіння. На сортодільницях урожай зеленої маси сорту Зерноградський перевищив 70 ц/га. Нині широке поширення одержала інтенсивна технологія вирощування гороху, яка забезпечує 35 – 45 ц/га насіння, що еквівалентно врожаю зернових – 80 – 100 ц/га [58].

Горох – одна з найбільш скоростиглих зернобобових культур. Період вегетації залежно від сорту та умов вирощування коливається від 70 до 140 днів. Горох – культура помірного клімату, мало вибаглива до тепла. Насіння починає проростати при температурі 1 – 2°C, біологічний мінімум для формування вегетативних органів становить 4 – 5°C [77].

Оптимальні умови для розвитку гороху складаються при температурі 25 – 30°C, при 35°C ріст припиняється і культура може загинути.

Сходи переносять короткочасні заморозки до – 5 – 7°C. Проте, у фазі цвітіння заморозки в – 2 – 4°C згубні для цієї культури [78].

У рослин гороху розрізняють 4 основні фази (проростання насіння, поява сходів, бутонізація – цвітіння, дозрівання) і XII етапів органогенезу, які поділяють на 3 періоди онтогенезу: 1-й (I – II етапи) – формування та ріст вегетативних органів, коренів, стебла, листя; 2-й (III – VIII етапи) – закладання, ріст генеративних органів (суцвіть, квіток); 3-й (IX – XII етапи) – формування, ріст і дозрівання репродуктивних органів – бобів і насіння [47].

Як світлолюбна рослина, горох краще розвивається і добре плодоносить в умовах довгого дня. Проте фотоперіодична реакція у нього тісно пов'язана з особливостями сорту і кількістю поживних речовин у насінні [79].

Горох вибагливий до вологи, особливо в перший період свого розвитку. Для набубнявіння і проростання насіння потребує 100 – 110% вологи від його маси; в подальші періоди вегетації вимоги до вологи знижуються. Разом з тим у розвитку гороху виділяють два критичних періоди за реакцією на нестачу вологи. Перший – через 15 – 25 днів після сходів, другий – у період бутонізації – цвітіння, коли відбувається реалізація закладених у рослини потенційних можливостей. У період бутонізації – цвітіння необхідно створювати оптимальні умови зволоження і живлення, тоді довше буде продовжуватися цвітіння і більше сформується бобів [58].

Найвищі врожаї формує у районах з річною кількістю опадів 450 – 600 мм і вологістю ґрунту 70 – 80 % НВ (найменша вологоємність). В посушливі роки (особливо коли в період від сходів до кінця цвітіння запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту становлять менше 25 мм) різко знижує врожай – опадають квітки, зменшуються озерненість бобів, маса насінин. Негативно впливає на урожайність зерна гороху і надмірна волога – розвивається велика вегетативна маса, на що витрачається багато поживних речовин, рослини сильно уражуються хворобами. На півдні горох добре реагує на зрошення [47].

До ґрунту горох не дуже вибагливий. Непридатні для нього кислі й засолені ґрунти. Важкі глинисті, з близьким заляганням підґрунтових вод, і перезволожені ґрунти також непридатні для гороху.

Основною особливістю гороху є фіксація азоту з повітря за рахунок бульбочкових бактерій. Він відзначається і високою інтенсивністю засвоєння фосфору, який входить до складу нуклеїнових кислот, що беруть участь у синтезі білка, процесах росту, розмноження, стимулюють ріст кореневої системи і активність бульбочкових бактерій. Горох добре поглинає важко засвоювані фосфати. Калій посилює фосфатний обмін у рослинах, підвищує активність

надходження в рослини сірки, збільшує обводненість колоїдів протоплазми. При його наявності рослини легше переносять короточасний дефіцит вологи.

Найбільш перспективним для вирощування на насіння є такі сорти: Топаз, Неосипаючий Уладівський 6, Уладівський ювілейний, Зеленозерний 1, Льговський зеленозерний, Сармат, Смарагд.

Кращими попередниками гороху в пожнивних посівах є озимі, рання картопля й ранні овочеві культури. Горох не можна сіяти після інших бобових, оскільки можливе зараження загальними хворобами. Щоб уникнути корневих гнилей, що сильно уражують горох, повернути на те ж саме поле його слід через 6 – 7 років.

Горох добре реагує на післядію органічних і мінеральних добрив, які вносили під попередні культури [80]. Позитивно реагує і на фосфорні добрива, які вносять під оранку. Норма їх P_{60-90} . Рекомендована норма азотних добрив – N_{30-40} , подальше збільшення її знижує урожай гороху і погіршує якість насіння.

На думку англійських учених, під горох не слід вносити азот навіть на бідних ґрунтах, бо не будуть розвиватися бульбочкові бактерії, використання добрив буде неефективним. Вони вважають, що застосування азотних добрив виправдано тільки малою нормою (N_{10-30}) і лише на пізніх посівах гороху.

Кращими способами сівби гороху визнані вузькорядний і рядковий. Для прискореного розмноження насіння нового сорту в зрошуваних умовах рекомендується широкорядна сівба з міжряддям 45 см і нормою висіву 400 – 450 тис./га насінин.

Норма висіву насіння в звичайних посівах змінюється від 0,8 млн/га до 1,8 млн/га. Залежить вона від родючості ґрунту, агрофону, строків сівби і сорту. Глибину загортання насіння диференціюють залежно від механічного складу ґрунту, енергії проростання насіння, строків і способів сівби. На важких за механічним складом, схильних до запливання ґрунтах горох сіють на глибину 4 – 5 см, на середніх і легких – 5 – 8 см, на супіщаних – до 10 см.

З метою боротьби з хворобами, шкідниками і підвищення врожайності гороху його насіння перед сівбою обробляють 80 %-м препаратом ТМТД (300 -

400 г/ц насіння), туром, нітрагіном і молібденовокислим амонієм (25 г на гектарну норму насіння). Інокуляція насіння ризоторфіном на 2 – 4,2 ц/га підвищує урожай і поліпшує його якість. Вміст білка зростає на 2 – 5 %.

Догляд за посівами гороху зводиться до післяпосівного коткування, боронування до сходів і при їх появі – у фазі 3 – 4 листочків у рослин. Проти бур'янів раціональне сумісне застосування агротехнічних і хімічних засобів боротьби.

На посівах гороху ефективно сумісне застосування гербіцидів з молібденом. Обробка посівів гороху у фазі трьох листків гербіцидом 2М-4ХМ (2,5 – 3,8 кг/га) чи базаграном (2,5 – 3,8 кг/га) сумісно з 150 г/га молібденово-кислого амонію підвищує урожайність гороху на 4 ц/га.

Під час бутонізації боротьбу зі шкідниками ведуть за допомогою 40%-го розчину фосфаміду (1,2 кг/га) і змочуваного порошку сірки (5 – 6 кг/га).

Останнім часом розробляється і такий прийом, як коткування гороху легкими котками у стадії бутонізації. Збільшення врожаю за рахунок коткування досягає 4 ц/га, такі посіви легше збирати, втрати при збиранні значно нижчі.

Режим зрошення гороху складається з вологозарядкового і вегетаційних поливів. Вологозарядковий полив проводять у нормі 800-1000 м³/га в роки з низькою вологозабезпеченістю ґрунтів в осінньо-зимовий період.

Веgetаційні поливи здійснюють з урахуванням критичного періоду культури і погодних умов року. Нижня межа оптимальної вологозабезпеченості гороху в активному шарі (0 – 60 см) – 60 – 70% на легких і 70 – 80 % НВ на важких ґрунтах.

На темно-каштанових і чорноземних ґрунтах півдня України горох, залежно від погодних умов поливають від одного до трьох разів, величина поливної норми змінюється від 350 м³/га до 500 м³/га. Основні способи поливу гороху – дощування, напуском по смугах, по засіяних і незасіяних борознах.

На зерно горох починають збирати при побурінні 75 – 80% бобів роздільним способом. При цьому бажано використовувати жатку ЖСБ-4,2. Валки

підбирають зерновими комбайнами через 3 – 4 дні після скошування, при вологості зерна 18 – 19 %.

Прискорити збирання гороху і зменшити втрати при його проведенні можна за рахунок десикації посіву 20 %-м препаратом реглона (2,4 – 4 л/га). Горох, посіви якого оброблені десикантом, збирають прямим комбайнуванням [58].

Науковці Черкаського НВО «Еліта» запропонували безгербіцидну технологію. Суть її полягає в тому, що при вирощуванні гороху проти бур'янів застосовують агротехнічні, а не хімічні заходи. Починають роботи з високоякісного зяблевого обробітку ґрунту і продовжують їх після сівби гороху. Обов'язково проводять досходове боронування через 4 – 5 днів після сівби гороху середніми боронами у два сліди на підвищеній швидкості (7 – 8 км/год) і післясходове одно-двофазне боронування у фазі зміцнілих сходів легкими та у фазі 2 – 3 листків середніми боронами. Боронуваннями знищується 80 – 85 % бур'янів, тому не треба застосовувати гербіциди. Внаслідок після сходового боронування знищується значна частина рослин гороху (200 – 300 тис. шт./га), тому норму висіву насіння за цією технологією збільшують на 200 – 300 тис. зерен на 1 га. Всі інші прийоми догляду за посівами гороху такі самі, як при загальноприйнятій технології.

Загалом технологія вирощування гороху менш енергоємна, ніж кукурудзи і цукрових буряків. Це пов'язано з тим, що він менш вимогливий до удобрення і не потребує особливого догляду, а до- і післясходові боронування малоенергоємні. Так, за два досходових і одне післясходове боронування затрачають 360 – 720 МДж/га, а при застосуванні гербіцидів 1600 – 1800 МДж/га. Тому біоенергетична ефективність вирощування гороху досить висока, вища, ніж гречки, проса, картоплі та інших культур. Безгербіцидна технологія вирощування культури поліпшує ці показники.

До- і післясходові боронування забезпечують значно кращий ріст рослин, підвищують їх урожайність. Тому є підстави альтернативну безгербіцидну технологію вирощування гороху, яка широко випробовувалася в господарства Черкаської області, вважати й ресурсозберігаючою [47].

2.1.3 Гречка як поживна культура, її біологічні особливості та агротехніка вирощування

Гречка належить до найважливіших круп'яних культур і є єдиною незлаковою рослиною у групі зернових культур.

У зерні гречки міститься від 10 до 15 % (у середньому 13,1 %) білка, 67,8 % вуглеводів, 3,1 % олії, 2,8 % золи, 13,1 % клітковини. У складі білка гречки переважають легкорозчинні глобуліни та глютеніни, тому він краще засвоюється і поживніший за білок злакових культур (наближається за якістю до білків зернобобових культур). Містить багато незамінних амінокислот: аргінін (12,7 %), лізин (7,9 %), цистин (1 %), гістидин (0,59 %) та ін. У золі гречки багато фосфорної кислоти (48,7 %), оксиду калію (23,1 %) та оксиду магнію (12,4 %). За вмістом заліза (1,7 %) вона переважає інші круп'яні культури, а також багата на мідь.

У зерні гречки містяться органічні кислоти (лимонна, яблучна, малеїнова, щавлева), які сприяють кращому засвоєнню не тільки гречаної каші, а й інших страв, які вживаються після неї. До складу зерна гречки входять такі цінні вітаміни, як В1, В2, В6, Р (рутин), необхідні для нормальної фізіологічної діяльності людського організму. Цим визначається цінність гречки як лікувально-дієтичного продукту харчування.

Із зерна гречки виробляють гречане борошно, придатне для виготовлення млинців, галушок, вареників, здавна відомих українських «гречаників», печива, макаронів, деяких сортів шоколаду. У їжу можуть використовуватися дуже корисні паростки гречки [81]. У хлібопеченні це борошно не використовують через нестачу у зерні клейковини.

Велике значення має гречка для тваринництва. На корм худобі і домашній птиці використовують дрібне, щуплене зерно «рудяк», а також висівки й борошняний пил, які утворюються під час переробки зерна. Поживним кормом для тварин є гречана полова (в 100 кг її міститься 50 корм. од.) і силос із зеленої

маси гречки. При переробці гречки на крупу на крупорушках залишається луска із вмістом у золі 40 % оксиду калію. Її використовують як цінне місцеве калійне добриво і в якості сировини для виробництва поташу (K_2CO_3).

Гречка – цінна медоносна рослина. В областях, де розміщені її основні посіви, гречаний мед є основним сортом товарного меду. За даними Інституту бджільництва, 1 га посіву гречки забезпечує в середньому збір 40 – 60 кг меду, а за сприятливих погодних умов 90 – 100 кг. Одночасно з медозбором бджоли запилюють квітки гречки і різко підвищують її врожайність [35, 51, 60, 88].

Гречка має велике агротехнічне значення. У зв'язку з пізніми строками висівання та скоростиглістю вона є страховою культурою для пересівання загиблої озимини. Її використовують для післяукісних і пожнивних посівів, а також як сидеральну культуру на зелене добриво. Гречка є добрим попередником для інших культур. Пояснюється це тим, що на площах, де її вирощують широкорядним способом, значно зменшується кількість бур'янів завдяки кількарязовим допосівним обробіткам ґрунту та міжрядним розпушуванням, а на звичайних рядкових – внаслідок пригнічення бур'янів під покривом гречки. Культури, які розміщують у сівозміні після гречки, краще забезпечуються фосфором і калієм, на які багаті пожнивні рештки гречки.

Гречку використовують у медицині. З її листків і квіток добувають рутин, який призначають при захворюванні на склероз, гіпертонію і для виведення з організму радіоактивних речовин [82, 81].

Основні посіви гречки зосереджені у Лісостепу, де розміщено 77 % її посівів і виробляється 84 % зерна. В дев'яностих роках площі гречки зросли до 450 тис. га при урожайності 12 – 13 ц/га. Проте потенціальна можливість таких нових сортів гречки, як Астра, Любава, Крупинка, Скоростигла 86, їхніх технологій вирощування, реалізується ще далеко не повністю. Тому збільшення виробництва зерна гречки в першу чергу буде відбуватись за рахунок підвищення урожайності до 20 – 22 ц/га. Як свідчать дані науково-дослідних установ і сортодільниць, у північній частині Степу урожайність гречки не нижча, ніж на сортодільницях Лісостепу. Тому є можливість збільшити виробництво гречки за

рахунок розширення її посівів у північній частині степу [68]. Середня урожайність гречки в Україні становить 8,6 ц/га.

Гречка – одна із скоростиглих польових культур. Серед районованих її сортів є багато таких (Орлиця, Скоростигла 86), які досягають всього за 65 – 75 днів. Навіть у пізньостиглих сортів вегетаційний період рідко перевищує 100 днів. Це дає змогу вирощувати гречку в багатьох північних північній частині (до 70° північної широти) та широко використовувати її для післяукісних і пожнивних посівів в основних районах вирощування [47].

Гречка – досить теплолюбна рослина. Її насіння здатне проростати лише при температурі не нижче 6 – 8 °С, а дружне проростання і поява сходів спостерігаються лише при 13 – 15 °С. Сходи чутливі до весняного похолодання; терплять при 2 – 3 °С, гинуть при заморозках мінус 2 – 4 °С [77].

Дорослі рослини чутливі до осінніх заморозків – листки і стебла пошкоджуються при мінус 2 °С, а квітки гинуть навіть при мінус 1 °С, що особливо слід враховувати при пожнивному вирощуванні гречки.

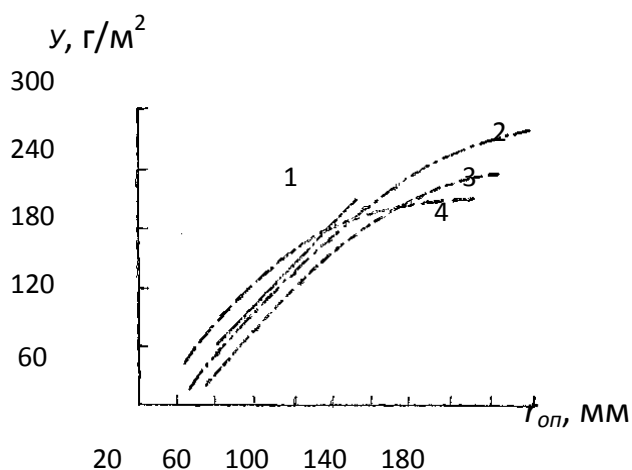
Високі вимоги у гречки до ходу температури в період вегетації. Вона повільно росте й розвивається при температурі нижче 13 – 15 °С, але негативно реагує на підвищення температури в період цвітіння (більше 25 °С). Високі температури знижують виділення нектару, внаслідок чого погіршується запилення бджолами, зменшується озернення рослин. Якщо в період цвітіння – плодоутворення температура повітря підвищується до 30 – 35 °С, у гречки спостерігається «запал», квітки «горять» з масовим відмиранням зав'язей. Оптимальна температура для плодоутворення 17 – 19 °С [84].

Сума ефективних температур для скоростиглих сортів гречки становить 800 °С, середньо- та пізньостиглих – понад 1200 °С.

Погано впливають на гречку тумани, а також тривалі дощі й суховії у період цвітіння, які порушують нормальний хід запилення та розвиток зерна.

Гречка є однією з найбільш вологолюбних рослин. Вона потребує води утричі більше, ніж просо, і удвічі більше, ніж пшениця. Для створення урожаю зерна 20 ц/га і соломи 50 ц/га їй потрібно до 3500 т води. Транспіраційний коефіцієнт

гречки становить 500 – 600 [92]. Посіви гречки мають бути достатньо забезпечені вологою протягом усієї вегетації. Насіння під час проростання поглинає до 60 % води від його маси. У період вегетації найбільшу кількість води (50 – 60 % від загальної потреби) рослини засвоюють під час масового цвітіння – плодоутворення. Цей період у гречки є критичним і нестача води призводить до різкого зменшення врожайності зерна [84]. Зростання кількості опадів у період від початку цвітіння до дозрівання від 40 до 100 мм викликає значне (у 2 – 3 рази) збільшення урожайності (рис. 2.2), хоча реакція різних сортів гречки на ту саму кількість опадів різна.



Сорт гречки: 1 – Богатир; 2 – Більшовик-4; 3 – Слов'янка; 4 – Стародубська.

Рисунок 2.2 – Залежність урожайності $У$ від опадів $r_{оп}$, які випали від початку цвітіння до дозрівання [84]

Як видно з рис. 2.2, сорти Богатир і Більшовик-4 мають приблизно однакову продуктивність при однаковій кількості опадів. Сорт Слов'янка при однакових умовах зволоження менш продуктивний, ніж інші порівнювані сорти. Скоростиглий сорт Стародубська при малій кількості опадів (не більш 100 мм) за період від цвітіння до дозрівання більш урожайний, чим середні і пізньостиглі сорти.

В умовах ґрунтової посухи ріст гречки припиняється, а розвиток триває. Внаслідок цього формуються карликові рослини, які швидко відцвітають і

достигають. Продуктивність їх звичайно невисока. Гречка чутлива до повітряної посухи, особливо в період цвітіння і зав'язування плодів. Відносна вологість повітря менше 30 – 40 %, яка супроводжується вітрами, викликає в'янення рослин, загибель квіток, зав'язей і навіть плодів. Особливо несприятливою для гречки є сумісна дія ґрунтової посухи, високих температур (вище 30 °C), низької вологості повітря (менше 40 %) і вітру-суховію. За таких умов у рослин протягом 2 – 3 днів відмирають зав'язі. Тому гречку слід висівати недалеко від лісу або лісосмуг, де підтримується більш м'який мікроклімат як за вологістю, так і за температурою.

Вважається, що гречка невибаглива до ґрунтів. Підставою для цього є висока фізіологічна здатність кореневої системи гречки, яка за інтенсивністю поглинання поживних речовин з важкорозчинних сполук ґрунту переважає багато інших сільськогосподарських культур. Тому гречку слід вирощувати на родючих ґрунтах, які сприяють кращому розвитку її кореневої системи, посиленню засвоювальної здатності і, як наслідок, формуванню високого врожаю. Недостатній розвиток кореневої системи, швидкий ріст рослин і короткий період засвоєння поживних речовин, створення великої надземної маси з недостатньою листовою поверхнею в розрахунку на одну квітку зумовлюють велику залежність гречки від ґрунтового живлення.

При формуванні 1 ц зерна і відповідної кількості соломи гречка виносить з ґрунту: N – 4,3 кг, P₂O₅ – 3 кг, K₂O – 7,5 кг, що, наприклад, у 1,5 – 3 рази перевищує винос поживних речовин озимою пшеницею. Причому вимоги до поживних речовин, особливо до азоту, дуже зростають у гречки на початку другої половини вегетації (на VIII – IX етапах органогенезу), коли вона швидко розвивається і нагромаджує сухі речовини та формує органи плодоношення.

Кращими для гречки є чорноземи та опідзолені ґрунти, які відзначаються підвищеною аерацією, добре утримують вологу і не заболочуються, мають нейтральну реакцію ґрунтового розчину (pH 6,5 – 7,5). Добре родить гречка в умовах високої культури землеробства також на легких глинистих та піщаних, на окультурених торфових ґрунтах. Не придатні для неї важкі глинисті, запливаючі, дуже кислі підзолисті (pH < 5) і важкі солонцюваті ґрунти. Не слід вирощувати

гречку на ґрунтах, надміру удобрених ґноєм, на яких спостерігається «жирування» рослин – надмірний розвиток зеленої маси за рахунок формування зерна [47].

Гречка належить до так званих ремонтантних рослин, на яких одночасно можна виявити зрілі й незрілі плоди, квітки та бутони. Вона також розвивається в умовах як короткого, так і довгого світлового дня. Пізньостиглі сорти її при скороченні світлового дня до 12 – 14 год. плодоносять на 3 – 4 тижні раніше, ніж при довгому дні (15 – 16 год.). Ранньо- й середньостиглі сорти мало реагують на скорочений день, прискорюючи свій розвиток всього на 3 – 5 днів [85].

Ф. М. Куперман виділяє у гречки 12 етапів органогенезу: I – період до розгортання першого справжнього листка; II – диференціація зачаткового стебла на вузли і міжвузля, закладання перших справжніх листків; III – формування осі суцвіть і приквітників; IV – закладання лопаті суцвіття; V – закладання зачаткових органів квіток; VI – формування тичинок і маточок; VII – витягування квітконіжки й генеративних органів; VIII – винос бутона з приквітника; IX – цвітіння і плодоутворення; X – формування плода; XI – воскова стиглість і досягання насіння; XII – повна стиглість.

В Україні з районованих селекційних сортів гречки найбільш поширені: Айстра, Зеленоквіткова 90, Іванна, Карадаг, Аеліта, Київська, Крупинка, Любава, Майська, Українка, Орлиця, Роксолана, Степова, Скороспіла 86 та ін. Всі вони високоврожайні, придатні для вирощування за інтенсивною технологією. Досить поширеним є також ранньостиглий (67 – 77 днів) детермінантний сорт Сумчанка [47].

Найбільш сприятливими умовами для пожнивних посівів гречки володіють більш південні райони України – в південній частині лісостепової зони та в північній частині степової зони, а також у західних районах з більш м'яким кліматом. Пожнивні посіви гречки часто вдаються також і в більш південних областях степу – Одеській та Миколаївській [86].

Гречка є добрим попередником для інших сільськогосподарських культур. Пояснюється це тим, що вона швидко росте, в умовах високої агротехніки формує

гіллясті широколисті рослини і пригнічує бур'яни; ґрунт після збирання гречки буває досить пухким і добре утримує вологу, а пожнивні рештки гречки, багаті на азот, фосфор і, особливо, калій, поліпшують його родючість [87, 88].

Післяукісну гречку висівають переважно після зібраної озимини на зелений корм, пожнивну – після озимої пшениці, озимого ріпаку, зібраних на зерно.

Після збирання попередників стерню дискують на глибину 4 – 6 см і відразу приступають до оранки або плоскорізного обробітку на глибину 16 – 18 см з одночасним коткуванням ґрунту. На площах, чистих від бур'янів, застосовують поверхневий обробіток (дискування на глибину 8 – 10 см).

При формуванні врожаю зерна близько 20 ц/га гречка виносить з ґрунту до 90 кг азоту, 60 кг фосфору і понад 150 кг калію. Причому до 60 % поживних речовин вона засвоює у перші півтора місяці життя (до цвітіння). Тому гречка досить вибаглива до внесення добрив.

Під обробіток вносять мінеральні добрива (по 30 – 45 кг/га азоту, фосфору і калію) [47]. Внесення органічних і азотних мінеральних добрив безпосередньо під пожнивний посів гречки викликає небажане подовження періоду вегетації, але позитивно впливає при вирощуванні гречки на зелену масу [13, 89]. Потрібно враховувати, що гречка негативно реагує на добрива, у складі яких є хлор (хлорид калію, калійна сіль). Хлор викликає плямистість листків і зменшує вміст у них хлорофілу, а отже, послаблює процеси фотосинтезу рослин, тому їх продуктивність помітно зменшується. Кращими калійними добривами для гречки є калімагnezія, сульфат калію, поташ, калімагnezієвий концентрат; із комплексних добрив – нітрофоски, нітроамофоски; з фосфорних – суперфосфат. Ефективним місцевим добривом є попіл.

Сіють гречку на малозабур'янених полях звичайним рядковим способом, на забур'янених – широкорядним. Норми висіву порівняно з весняною сівбою збільшують на 15 – 20 %, насіння загортають теж на 1 – 2 см глибше.

Для літніх посівів краще використовувати ранньостиглі сорти (Скоростигла 86, Сумчанка, Орлиця та ін.). Догляд за літніми посівами такий самий, як і за весняними, починається з післяпосівного коткування ґрунту кільчасто-

шпоровими котками ЗККШ-6 з тим, щоб створити для насіння більш сприятливі умови зволоження. На важких ґрунтах Полісся, які схильні в дощову погоду до запливання й утворення ґрунтової кірки, її руйнують досходовим боронуванням, що одночасно сприяє знищенню бур'янів.

При появі у рослин першого справжнього листка посіви гречки боронують упоперек рядків або під кутом до них для знищення бур'янів. На широкорядних посівах проводять дво- триразове розпушування міжрядь, завдяки чому поліпшується водний режим і знищуються бур'яни. Перший раз розпушують міжряддя при появі у рослин першого справжнього листка (II етап органогенезу) на глибину 5 – 6 см, другий – на початку бутонізації (III етап) на глибину 6 – 8 см, третій – на початку цвітіння (IX етап) на глибину 6 – 8 см із залишенням захисної смуги уздовж рядків обробітку близько 10 см. При третьому обробітку міжрядь гречку в рядках підгортають і знищують таким способом бур'яни у захисних смугах.

На насінницьких ділянках проти шкідників (попелиці, листкової білшки) здійснюють крайове обприскування посівів у фазі бутонізації 40 %-м метафосом у дозі 0,5 – 0,8 кг/га.

Значному приросту врожаю гречки (3 – 5 ц/га) сприяє запилення бджолами. Бджолосім'ї (2 – 3 на 1 га) вивозять до початку масового цвітіння рослин, розміщують вулики безпосередньо біля посіву гречки.

Гречка досягає нерівномірно: при наближенні строків збирання на одній рослині можна виявити одночасно зелені листки, стиглі плоди, зелені, ще не сформовані плоди, квітки. Щоб запобігти обсіпанню найбільш цінного достиглого зерна, до роздільного збирання гречки приступають при побурінні 75 – 85 % плодів. Через 4 – 6 днів після скошування, коли вологість вегетативної маси буде не більше 30 – 35 %, а стиглого зерна 16 – 18 %, підсохлі валки обмолочують зернозбиральними комбайнами, відповідно регулюючи число обертів барабана [47]. Після обмолоту зерно просушують до вологості 14 – 15 %, за якої воно добре зберігається.

На півдні при пожнивному вирощуванні гречки застосовують також зрошення. Поливають посіви протягом вегетації 2 – 3 рази: перший раз – після сівби, другий – у період цвітіння, третій – при формуванні зерна. Своєчасні й дружні сходи гречки одержують за рахунок сходовикликаючого поливу в нормі 350 – 450 м³/га [22].

2.2 Заморозки та їх вплив на рослини

Заморозок відносять до небезпечних метеорологічних явищ, що завдають значної шкоди сільському господарству країни. Вони стають небезпечними лише в разі настання дуже пізньої весни або дуже ранньої осені, тобто на початку та в кінці вегетації сільськогосподарських культур. Заморозок зумовлює значне пошкодження, а іноді й повну загибель рослин. Найбільше потерпають від них теплолюбні культури. У деякі роки шкода, спричинена заморозками, оцінюється багатомільйонними сумами [64]. Таким чином, характеристика заморозків необхідна для встановлення термінів сівби, посадки розсади та збирання сільськогосподарських культур, для обґрунтування розміщення теплолюбних культур та їх селекції, а також для розроблення заходів захисту рослин від цього явища.

Під заморозком варто розуміти падіння мінімальної температури нижче 0 °С на поверхні ґрунту і травостою під час вегетаційного періоду на фоні додатних середньодобових температур повітря. За процесами виникнення й умовами погоди розрізняють три типи заморозків [90].

1. Заморозки адвективні виникають в результаті адвекції холодних повітряних мас. Вони, як правило, спостерігаються протягом декількох діб підряд на початку весни і пізньої осені при загальному низькому рівні температури, значній хмарності та вітрі. При таких заморозках нижче 0 °С знижується не тільки

мінімальна, але часто і середньодобова температура. Іноді при значній адвекції холодного повітря денні температури також бувають близькі до 0 °С.

2. Радіаційні заморозки виникають у тихі ясні ночі в результаті добового ходу температури при відносно низьких середньодобових температурах і інтенсивному нічному випромінюванні. Рівень середньодобових температур, при яких спостерігаються заморозки цього типу, залежить від кліматичних умов. У приморських районах такі заморозки припиняються при середньодобових температурах порядку 5 – 6 °С, у континентальних районах тільки при 12 – 13 °С, у вузьких, глибоких долинах в умовах континентального клімату – при середньодобовій температурі 14 – 15 °С.

Внаслідок малих швидкостей вітру і слабкого вертикального перемішування приземного шару повітря при радіаційних заморозках створюється значна інверсія температури в цьому шарі. Температура повітря в метеорологічній будці на висоті 200 см буває в умовах помірного клімату у середньому на 2,5 – 3,0 °С, а в континентальному кліматі – на 4 – 4,5 °С вище, ніж на рівні травостою. В окремі ночі ця різниця може досягати 9 – 10 °С.

3. Адвективно-радіаційні заморозки утворюються в результаті вторгнення холодного повітря північного походження і наступного його вихолодження за рахунок нічного випромінювання. У цьому випадку процеси адвекції і радіації доповнюють одне одного. Зниження температури нижче 0 °С при цьому типі заморозку звичайно складає 2 – 3 °С і часто відзначається лише в пригрунтових шарах повітря при додатній температурі в метеорологічній будці. Розходження властивостей підстильної поверхні (розходження у вологості ґрунту, її забарвлення, наявність або відсутність рослинного покриву і т.п.) призводить до великого розмаїття в інтенсивності випромінювання окремих ділянок і до строкатості в розподілі заморозків на близьких відстанях навіть на рівній місцевості й особливо в умовах порізаного рельєфу. При адвективних заморозках, що супроводжуються вітром і значною хмарністю, мікрокліматичні розходження значною мірою згладжуються. При цьому типі заморозків найбільше

заморозконебезпечними є відкриті холодним вітрам ділянки, особливо навітряні схили височин.

Заморозки перших двох типів спостерігаються переважно на початку весни і пізньої осені, перед установленням морозів. Заморозки третього типу спостерігаються при досить високому рівні середніх добових температур наприкінці весни, влітку і ранньою осінню і є найбільш небезпечними для сільськогосподарських культур помірної зони. Найбільш тривалими є заморозки першого типу – адвективні. Прогрівання холодної хвилі і трансформація принесеного повітря займає 3 – 4 дні, причому на початку холодної хвилі температура може триматися нижче 0 °C на протязі доби і більше. До кінця цього процесу температура нижче 0 °C спостерігається тільки вночі, поступово підвищуючись від ночі до ночі. Заморозки другого типу, радіаційного – «ранкові» спостерігаються протягом ночі або навіть довше, тобто 5 – 6 год. підряд, іноді до 8 – 12 год. При ясній погоді вони можуть бути щодня протягом досить тривалого часу. Третій тип заморозків – адвективно-радіаційний – спостерігається під ранок або з половини ночі і триває 3 – 4 год., у більшості випадків протягом одної-двох ночей підряд [91].

2.2.1 Механізм пошкодження рослин при заморозку

Заморозки порушують життєві функції рослин і обмежують поширення виду в залежності від їхньої інтенсивності, тривалості й періодичності, але, насамперед, від стану активності та ступеня загартування рослин. Стрес – це завжди незвичайне навантаження, яке не обов'язково повинне бути небезпечним для життя, але неодмінно викликає в організмі адаптивну реакцію.

Протоплазма рослин спочатку відповідає на стрес різким посиленням метаболізму. Якщо температура переходить критичну точку, клітинні структури і функції можуть ушкоджуватися так раптово, що протоплазма негайно ж відмирає.

У природі таке раптове руйнування нерідко відбувається при епізодичних морозах, наприклад, при пізніх заморозках навесні. Але ушкодження можуть виникати і поступово; окремі життєві функції виводяться з рівноваги і пригнічуються, поки, нарешті, клітина не відіме в результаті припинення життєво важливих процесів.

Різні життєві процеси неоднаково чуттєві до температури (рис. 2.3). Спочатку припиняється рух протоплазми, інтенсивність якого безпосередньо залежить від енергопостачання за рахунок процесів дихання і від наявності високоенергетичних фосфатів. Потім знижуються фотосинтез і дихання. В ушкоджених холодом рослин після повернення в помірні умови рівень дихання сильно коливається і часто буває ненормально підвищений.

«Випадання функції» на рис. 2.3 означає остаточне ушкодження хлоропластів, яке веде до тривалого або необоротного пригнічення фотосинтезу. У кінцевій стадії втрачається напівпроникність біомембран, руйнуються клітинні компартменти, особливо тилокоїди пластид, і клітинний сік виходить у міжклітинники.

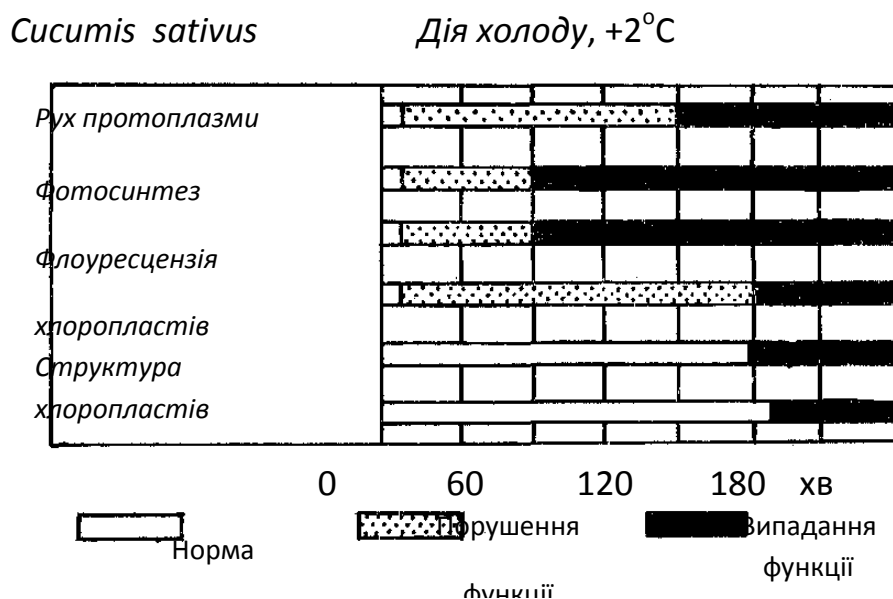


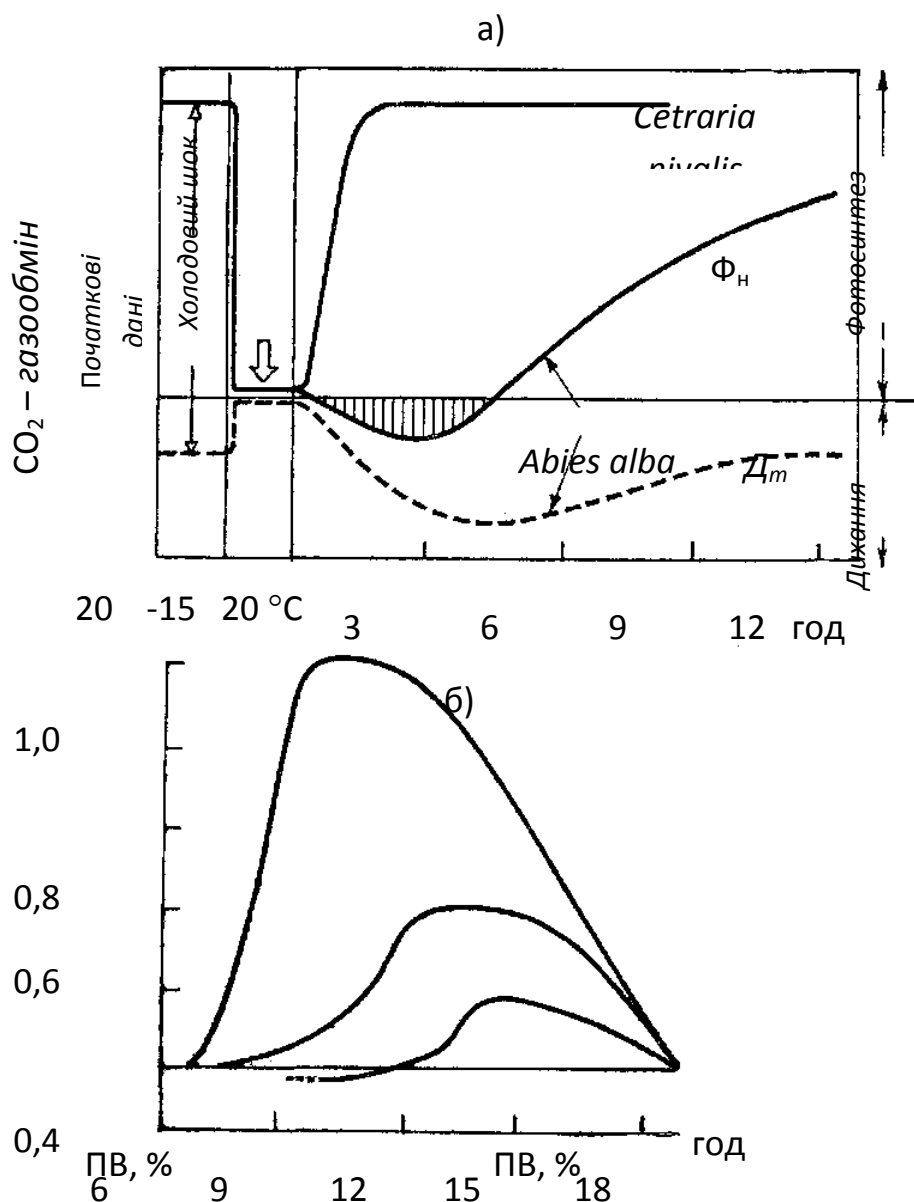
Рисунок 2.3 – Порушення різних клітинних функцій під впливом холоду [92]

Під час впливу екстремальних температур газообмін повністю припиняється. Якщо потім знову настають сприятливі умови, то рослини відновлюють свої функції відразу тільки в найрідших випадках. Після морозу негайно ж починають асимілювати деякі але далеко не всі лишайники. Вищі рослини до цього не здатні (рис. 2.4 а). У них після холодного шоку відбувається тимчасове різке підвищення дихання. Тільки через кілька годин дихання знову нормалізується. Фотосинтез відновлюється після відтавання повільно, так що спочатку підвищене дихання переважає і відбувається виділення CO_2 . Лише після декількох (іноді багатьох) годин CO_2 починає поглинатися. Пригнічення поглинання CO_2 буває тим більш сильним і тривалим, чим сильніше був мороз і чим довше він впливав.

Багаторазове замерзання діє так само, як великі холоди. Для денного нетто-фотосинтезу після морозних ночей характерно те, що поглинання CO_2 зростає тим повільніше і максимальне поглинання тим нижче, чим холодніше була ніч (рис. 2.4 б). Серія нічних морозів усе більше скорочує використовуваний для поглинання CO_2 в денний час і значно знижує продуктивність рослин.

Деякі рослини тропічного походження ушкоджуються вже при зниженні температури до декількох градусів вище нуля. Загибель від охолодження, насамперед, пов'язана з дезорганізацією обміну нуклеїнових кислот і білків, але тут відіграють роль також порушення проникності і припинення току асимілятів. Рослини, яким охолодження до температур вище нуля не заподіює шкоди, ушкоджуються тільки при температурах нижче нуля, тобто в результаті утворення льоду в тканинах. Багаті водою, незагартовані протопласти можуть легко замерзати; при цьому усередині клітини миттєво утворюються крижані кристалики і клітина гине. Найчастіше лід утворюється не в протопластах, а в міжклітинниках і клітинних стінках. Таке утворення льоду називають позаклітинним.

Викристалізований лід діє як сухе повітря, тому що пружність пари над льодом нижче, ніж над переохолодженим розчином. У результаті від протопластів



1 – 3 квітня, без заморозків; 2 – 16 березня, нічні заморозки $-6,5^{\circ}\text{C}$;
3 – 14 березня, нічні заморозки $-10,5^{\circ}\text{C}$.

Рисунок 2.4 – а) Нетто-фотосинтез і темнове дихання після впливу заморозку
б) Вплив нічних заморозків на хід і продуктивність нетто-фотосинтезу гілок сосни
Pinus sylvestris на наступний день [68]

відбирається вода, вони сильно стискаються (на $\frac{2}{3}$ свого об'єму) і концентрація розчинених речовин у них зростає. Переміщення води і замерзання продовжуються доти, поки в протоплазмі не установиться рівновага сил

між льодом і водою. Положення рівноваги залежить від температури; при температурі -5°C рівновага настає приблизно при $60 \cdot 10^5$ Па, а при температурі -10°C – при $120 \cdot 10^5$ Па. Таким чином, низькі температури діють на протоплазму так само, як висихання. Морозовитривалість клітини більш висока, якщо вода міцно зв'язана зі структурами протоплазми і осмотично зв'язана.

При зневоднюванні цитоплазми (у результаті посухи або замерзання) інактивуються ферментні системи, асоційовані з мембранами, – системи, які беруть участь головним чином у синтезі АТФ і в процесах фосфорилування. Інактивацію викликають надмірні і тому токсичні концентрації іонів солей і органічних кислот у некрижаному залишковому розчині. Навпроти, сахари, похідні сахарів, визначені амінокислоти і білки захищають біомембрани і ферменти від шкідливих речовин.

Розчинені речовини знижують точку замерзання розчинів. Клітинний сік замерзає в залежності від його концентрації при температурах від -1°C до -5°C . Клітини, поєднанні в тканині, замерзають при більш низькій температурі, ніж клітинний сік, тому що крім осмотично обумовленої депресії точки замерзання тут діють і інші сили, які зв'язують воду (наприклад, матричні). Крім того, вода в клітинах здатна до переохолодження, тобто вона може охолоджуватися нижче точки замерзання без негайного утворення льоду. Найчастіше для виживання рослин недостатньо запобігання ушкоджень, а необхідний і опір заморожуванню деяких тканин та, як наслідок, їх зневодненню. Рослина може переносити зневоднення тканин морозом двома шляхами: по-перше, шляхом запобігання летального зневоднення при замерзанні у вигляді дії накопичених розчинних речовин і, по-друге, підвищенням стійкості рослин до зневоднення при замерзанні, що зумовлює високу морозостійкість тих видів, у яких відсутня кореляція між ступенем морозовитривалістю та подальшим накопиченням розчинних сполук [92].

2.2.2 Вплив пошкодження рослин заморозком на продуктивність посівів

Заморозки на початку вегетації, не викликаючи значних зовнішніх пошкоджень, мають сильну післядію на ріст, розвиток і урожай рослин. При цьому після сильного заморозку інтенсивність ростових процесів знижується, а настання фаз розвитку запізнюється. А.І. Коровіним встановлено, що заморозки різної інтенсивності викликають різну реакцію у ростових процесах. Заморозки слабкої інтенсивності ($-1 - 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) у теплолюбних і (-4°C) у холодостійких культур на ранніх етапах розвитку не викликають істотної післядії.

Заморозки інтенсивністю $-2 - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ для теплолюбних (кукурудза) і $-6 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ для холодостійких (пшениця) культур викликають у рослин сильне відставання в рості, ведуть до подовження вегетаційного періоду і зниженню в остаточному підсумку урожаю до 70 %. Встановлено, що особливо сильно ушкоджуються після заморозку репродуктивні органи рослин.

У ході дослідів А.І. Коровіна було встановлено, що слабкі і сильні заморозки по-різному впливають на мінеральне живлення. На початку вегетації заморозки $-1 - 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ для теплолюбних культур і $-3 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ для холодостійких не мають істотного впливу на мінеральне живлення. Більш того, такі заморозки можуть навіть трохи стимулювати поглинання окремих елементів у період заморозку. Більш сильні заморозки ($-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ для теплолюбних культур і $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ для холодостійких) викликають уже помітні відхилення, які виявляються в зміні швидкості надходження елементів живлення.

Відхилення в мінеральному живленні фіксуються в перші 5 – 6 днів, вони тим більше, ніж сильніше заморозок. На 10 – 12-й день післядії заморозку загасає. Пригніченість метаболізму елементів мінерального живлення в рослинах після заморозку відповідає зниженню інтенсивності дихання, фотосинтезу. У цілому під впливом заморозку протягом 10 – 12 днів пригнічується загальний тонус синтетичних процесів, що в підсумку призводить до подовження вегетаційного періоду і зниженню кінцевої продуктивності рослин.

Моделювання впливу заморозків на продуктивність рослин вперше запропоноване А.М. Польовим [93]. Моделювання фотосинтезу при заморозку ґрунтується на наступних передумовах. Відомо, що вплив заморозку призводить, насамперед, до порушення структури хлоропластів, у результаті чого зменшується вміст хлорофілу в листках.

У фізіологічній літературі наведено досить повне теоретичне обґрунтування залежності інтенсивності фотосинтезу від вмісту хлорофілу. Відомі матеріали про зміну коефіцієнта поглинання фотосинтетично активної радіації (ФАР) і форми світлової кривої фотосинтезу в залежності від рівня хлорофілу в листках. Як відомо, під впливом заморозку знижується також інтенсивність дихання у рослин. Відбувається зміна витрат на дихання росту і дихання підтримки структур. При моделюванні впливу заморозків приймається до уваги не тільки його безпосередній вплив і післядія, але і репараційні можливості рослин. Відомо, що в період відновлення після ушкодження заморозком, знову створювані в процесі асиміляції речовини витрачаються на репарацію і тим самим відволікаються від формування продуктивних частин рослини. Це змінює характер розподілу асимілятів у рослин, які не закінчили ріст. Площа асимілюючої поверхні відразу після ушкодження заморозком оцінюється виходячи з того, що в результаті останнього в рослині (особливо в пізні фази розвитку) зменшується вміст білків, тобто кількість «функціонуючої» біомаси. При моделюванні динаміки процесів фотосинтезу, дихання і розподілу асимілятів у рослині у період післядії заморозків враховуються репараційні можливості рослини, які визначаються біологічними особливостями даної культури, фазою онтогенезу і станом під час безпосередньої дії заморозку [92].

2.2.3 Оцінка можливого пошкодження пожнивних культур ранніми осінніми заморозками з урахуванням сценарних змін клімату

Стійкість рослин до заморозків і ступінь їхнього ушкодження дуже різна і залежить від періоду настання, інтенсивності та тривалості заморозку, а також від стану самої рослини – фази її розвитку, культури, сорту й умов агротехніки. Температура, нижче якої рослини ушкоджуються або гинуть, називається критичною. В.Н. Степановим [94] виділено п'ять груп польових культур за їхньою стійкістю до заморозків у різні фази розвитку рослин (табл. 2.1). З даної таблиці видно, що в рослин найменш стійкі до заморозків генеративні органи. У початковий період росту рослини найбільш стійкі до заморозків, і слабкі заморозки в цей період мало позначаються на урожаї.

Таблиця 2.1 Стійкість деяких сільськогосподарських культур по відношенню до заморозків у різні фази розвитку [92]

Культура	Початок пошкодження і часткова гибель, °C			Гибель більшості рослин, °C		
	сходи	цвітіння	дозрівання	сходи	цвітіння	дозрівання
1	2	3	4	5	6	7
Найбільш стійкі до заморозків						
Яра пшениця	–9–10	–1–2	–2–4	–10–12	–2	–4
Овес	–8–9	–1–2	–2–4	–9–11	–2	–4
Ячмінь	–7–8	–1–2	–2–4	–8–10	–2	–4
Горох	–8–9	–3	–3–4	–8–10	–3–4	–4
Стійкі до заморозків						
Боби	–6–7	–2–3	–	–6–7	–3	–3–4

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Соняшник	-5 -6	-1 -2	-2 -3	-7 -8	-3	-3
Льон, коноплі	-5 -7	-1 -2	-2 -4	-7	-2	-4
Буряк столовий	-6 -7	-2 -3	-	-8	-3	-
Середньостійкі до заморозків						
Капуста	-5 -7	-2 -3	-6...-9	-	-	-
Соя	-3 -4	-2	-	-4	-	-
Редис	-4 -5	-	-	-6	-2	-
Малостійкі до заморозків						
Кукурудза	-2 -3	-2 -3	-2 -3	-3	-2	-3
Просо, сорго	-2	-2	-1 -2	-2 -3	-2 -3	-3
Картопля	-2	-2	-1 -2	-2 -3	-2 -3	-3
Нестійкі до заморозків						
Огірки, томати	-0 -1	0 -1	0 -1	-2	-	-
Гречка	-1 -2	-1	-1,5 -2	-2	-1	-1
Баштанні	-0,5 -1	-0,5 -1	-0,5	-1	-1	-1
Квасоля	-0,5 -1,5	-0,5 -1	-2	-1 -5	-1	-2
Рис	-0,5 -1	-0,5	-	-1	-0,5	-

Більш сильні пізньовесняні заморозки, навіть якщо вони не перевищують критичну температуру, викликають уповільнений розвиток рослин, що знижує кінцевий урожай на 10 – 15 %. Заморозки в період цвітіння і дозрівання найбільш небезпечні, тому що заморозкостійкість рослин різко знижується. У цей період загибель більшості рослин настає при температурах – 2 – 4 °С. Аналізуючи зміни у температурному режимі та режимі зволоження основних природних кліматичних зон України по сценарію зміни клімату A1B, можна зробити висновок про потепління, що супроводжується деяким зменшенням кількості опадів у літній період. Ці зміни приводять до подальшого часового зсуву у розвитку природних процесів – встановлення і руйнування снігового покриву,

настання м'якопластичного стану ґрунту, перехід середньодобових температур через певні межі (0, 5, 10, 15 °C), тобто зміна тривалості сезонів року, розвиток і дозрівання сільськогосподарських культур.

Для пожнивного періоду важливим є визначення дати настання перших осінніх заморозків, які суттєво знижують урожайність сільськогосподарських культур. Для визначення ймовірності пошкодження пожнивних культур (горох, гречка, просо) першими осінніми заморозками для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.) були використані ймовірності для базового періоду (1986 – 2005 рр.), які були зміщені у часі на різницю у днях між датами переходу середньої добової температури через 10 °C для базового та сценарного періодів.

Дані по ймовірностям приморозків різної інтенсивності по декадам зображені на рис. 2.5 та рис. А.1 – А.3 (дод. А). Для таких пожнивних культур, як гречка, горох та просо, по графікам, представленим на рис. 2.5 та рис. А.1 – А.3

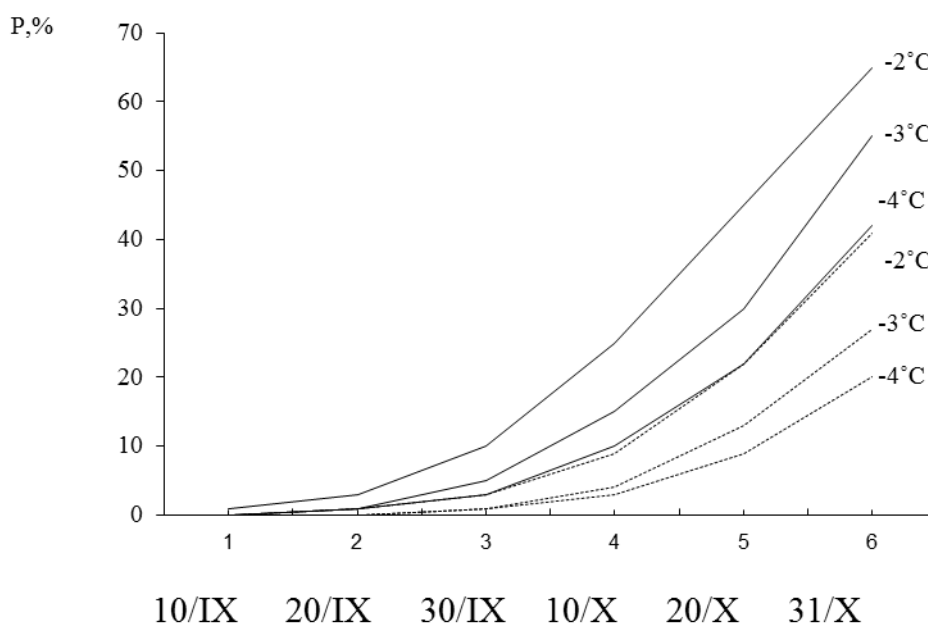


Рисунок 2.5 – Ймовірність заморозку різної інтенсивності для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів у лісостеповій зоні (---- сценарний період, — базовий період)

(дод. А), для різних агрокліматичних зон України були розраховані ймовірності пошкодження рослин ранніми осінніми заморозками на стадії дозрівання. З табл. 2.2 видно, що ймовірність пошкодження урожаю пожнивних культур невелика. Найбільше значення складає 23 % для гречки у лісостеповій зоні.

За умови реалізації сценарних змін клімату на період 2011 – 2030 рр. можливим стане вирощування даних пожнивних культур у поліській зоні з невеликими ймовірностями пошкодження рослин на стадії дозрівання: для гороху – 24 %, для гречки – 15 %.

Таблиця 2.2 – Ймовірність пошкодження пожнивних культур ранніми осінніми заморозками на стадії дозрівання для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

Пожнивні культури	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986- 2005	2011- 2030	1986- 2005	2011- 2030	1986- 2005	2011- 2030	1986- 2005	2011- 2030
Гречка	-*	15 %	23 %	5 %	8 %	0 %	1 %	0 %
Ушкодження заморозком – 3°C	-*	10/X	9/X	3/X	22/IX	13/IX	6/IX	4/IX
Горох	-*	24 %	19 %	3 %	2 %	0 %	1 %	0 %
Ушкодження заморозком – 4°C	-*	23/X	17/X	8/X	28/IX	20/IX	12/IX	8/IX
Просо	-*	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Ушкодження заморозком – 2°C	-*	25/IX	13/IX	4/IX	28/ VIII	25/ VIII	12/ VIII	12/ VIII

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Просо у якості позивної культури може вирощуватися у всіх розглянутих агрокліматичних зонах України з найменшим (раз в 50 років) ризиком пошкодження урожаю ранніми осінніми заморозками, а в таких зонах, як Північний Степ та Південний Степ, ймовірність пошкодження дорівнює нулю.

З ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТЕМПИ РОЗВИТКУ РОСЛИН ПРОСА, ГОРОХУ ТА ГРЕЧКИ У ПОЖНИВНИЙ ПЕРІОД В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

3.1 Агрокліматичні умови та швидкість проходження основних фаз розвитку проса у пожнивний період в умовах зміни клімату

У процесі індивідуального розвитку рослини проходять ряд різноякісних етапів. Для проходження кожного етапу розвитку рослинам необхідні різні зовнішні умови [77]. При перенесенні часу сівби на більш пізні строки (пожнивні посіви) погодні умови, у яких доводиться розвиватися рослині, значно змінюються, а у зв'язку з цим змінюються їх темпи розвитку та ріст. Посів пожнивних культур проводиться у добре прогрітий ґрунт, що при наявності вологи у ньому забезпечує появу сходів у максимально короткі строки. Початковий період розвитку і росту в умовах підвищеної температури повітря та ґрунту також відбувається досить бурно і перевищує приріст рослин, висіяних навесні у два-три рази і більше [13].

На території України просо у якості пожнивної культури у різних ґрунтово-кліматичних зонах може висіватися у різні строки, в залежності від часу збору хлібів і подальший розвиток рослин проходить у різних умовах тепло- і вологозабезпеченості. Розглянемо вплив умов тепло- і вологозабезпеченості на темпи і розвиток проса по міжфазним періодам у кожній із ґрунтово-кліматичних зон України. Тривалість фенологічних фаз проса, яке можна висіяти пожнивно, визначалася для основних ґрунтово-кліматичних зон України по сумах ефективних температур, необхідних для вирощування даної культури у весняний строк сівби, згідно досліджень Рудник-Іващенко [71]. Так, для отримання повноцінного урожаю ранньостиглого сорту проса в середньому необхідно 480°C ефективних температур вище 10°C [71].

3.1.1 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сівба – сходи

Нами оцінювалася міра сприятливості агрометеорологічних умов у період формування сходів проса. У якості дати сівби приймалася дата по проходженні десяти днів після збору основної культури. Для досягання проса у зоні Полісся не вистачає біля 58 °С ефективних температур вище 10 °С, але за умови реалізації кліматичного сценарію А1В просо пройде всі стадії розвитку.

З табл. 3.1 видно, що у Поліссі просо може висіватися уже на початку третьої декади липня. Для цієї зони середня температура повітря за період сівба – сходи складає 19,2 °С (сценарний період). Сума опадів на цьому етапі розвитку рослин складає 9 мм, сума опадів на один день декади – 3 мм/д. Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи складає 3 дні. Сходи мають з'явитися у кінці третьої декади липня.

У лісостеповій зоні сівба ранньостиглих сортів проса може здійснюватися уже в середині другої декади липня. Температурний режим у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря за міжфазний період сівба – сходи 19,4 °С. За умови зміни клімату ця величина підвищується до 19,8 °С. Сума опадів за весь період складає 9 мм, а на один день періоду – 3 мм. За сценарієм зміни клімату сума опадів за весь період зменшиться з 9 мм до 8 мм, а сума опадів на один день періоду – з 3 мм до 2,7 мм. Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи складає 3 дні для сценарного та базового розрахункових періодів. У лісостеповій зоні сходи мають з'явитися у кінці другої декади липня (табл. 3.2).

У ґрунтово-кліматичній зоні Північного Степу сівба проса може здійснюватися вже в середині другої декади липня. Температурний режим міжфазного періоду сівба – сходи для даної зони характеризується наступними показниками: середня температура повітря складає 20,9 °С для базового та 21,6 °С для сценарного періодів. Сума опадів за даний міжфазний період складає 6 мм у базовий період та 8 мм у сценарний період, а сума опадів на один день періоду

Таблиця 3.1 – Дати настання фаз розвитку проса по ґрунтово-кліматичним зонам України

Ґрунтово-кліматичні зони	<i>Сівба</i>		Сходи		Вихід у трубку		Викидання волоті		Дозрівання	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
Полісся	-*	22.07	-*	25.07	-*	10.08	-*	22.08	-*	25.09
Лісостеп	17.07	17.07	20.07	20.07	04.08	04.08	18.08	14.08	13.09	06.09
Північний Степ	16.07	16.07	19.07	19.07	01.08	01.08	10.08	09.08	28.08	26.08
Південний Степ:	07.07	07.07	10.07	10.07	22.07	22.07	30.07	29.07	12.08	12.08

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця 3.2 – Агрокліматичні умови формування сходів проса

Ґрунтово-кліматичні зони	Сівба – сходи								
	Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011– 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011– 2030	1986 – 2005	2011– 2030	1986 – 2005
Полісся	-*	3	-*	19,2	-*	9	-*	3	-*
Лісостеп	3	3	19,4	19,8	9	8	3	2,7	109
Північний Степ	3	3	20,9	21,6	6	8	2	2,7	92
Південний Степ:	3	3	22,7	21,1	6	3	2	1	68

Примітка. * – у даній зоні у поживний період культура не дозріває

складає 2 і 2,7 мм відповідно. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 92 мм. Тривалість періоду складає 3 дні. У цій зоні сходи мають з'явитися у кінці другої декади липня.

У ґрунтово-кліматичній зоні Південного Степу сівба проса може здійснюватися уже вкінці першої декади липня. У цій зоні середня температура повітря за міжфазний період посів – сходи становить 22,7 °С у базовий період та 21,1 °С у сценарний період. Сума опадів, що випадають за даний період, складає 6 мм (базовий період) та 3 мм (сценарний період), а сума опадів на один день періоду – 2 мм/д. (базовий період) та 1 мм/д. (сценарний період).

Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 68 мм. Такі умови приводять до того, що тривалість міжфазного періоду посів – сходи складає 3 дні. Сходи мають з'явитися на початку другої декади липня. За даними досліджень [71] на території України короткий період посів – сходи проса (5 – 10 днів) зумовлений випаданням досить невеликої кількості опадів (0 – 10 мм).

Наявність сухої погоди за умови температури повітря, що не виходить за межі оптимуму, підтверджує сприятливість агрокліматичних умов для появи сходів проса на всій території України за літніх строків сівби у базовому періоді (1986 – 2005 рр.) та з урахуванням змін клімату за сценарієм A1B (2011 – 2030 рр.).

3.1.2 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сходи – вихід у трубку

У міжфазний період сходи – вихід у трубку в рослин проса відбувається закладання репродуктивних органів, швидко росте коренева система. Ріст надземної маси рослин зазвичай проходить повільно.

Для температурного режиму даного періоду в зоні Полісся (сценарний період) характерна середня температура повітря 19,6 °С. Сума опадів за період

складає 61 мм, а сума опадів, що випали на один день періоду – 3,8 мм. Тривалість міжфазного періоду сходи – вихід у трубку складає 16 днів. За даних умов вихід у трубку починається в кінці першої декади серпня.

Міжфазний період сходи – вихід у трубку у зоні Лісостепу (табл. 3.3) характеризується середньою температурою повітря 20,2 °С (базовий період) та 20,0 °С (сценарний період). Сума опадів для базового періоду складає 35 мм. Дещо менша вона у сценарному періоді (34 мм). Сума опадів на один день періоду дорівнює 2,3 мм. Тривалість міжфазного періоду сходи – вихід у трубку складає 15 днів. У цій зоні початок виходу у трубку припадає на середину першої декади серпня (див. табл. 3.1).

Для зони Північного Степу у міжфазний період сходи – вихід у трубку характерною є середня температура повітря 21,5 °С (базовий період) та 22,0 °С (сценарний період). Сума опадів за цей період розвитку рослин складає 25 мм та збільшується до 27 мм у сценарному періоді, а сума опадів на один день періоду збільшується від 1,9 мм/д до 2,1 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 81 мм. Тривалість міжфазного періоду складає 13 днів. За даних умов вихід у трубку припадає на початок першої декади серпня. Кількість опадів, що випадають за даний період, по сценарію зменшиться від 19 мм до 16 мм, а сума опадів на один день періоду зменшиться від 1,6 мм/д до 1,3 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 64 мм. Тривалість міжфазного періоду сходи – вихід у трубку складає 12 днів. Такі умови приводять до того, що вихід у трубку починається на початку третьої декади липня. Агрокліматичні умови для даного періоду є сприятливими для швидкого переходу рослин проса у фазу виходу у трубку.

Таблиця 3.3 – Агрокліматичні умови росту проса у міжфазний період сходи – вихід у трубку

Ґрунтово-кліматичні зони	Сходи – вихід у трубку								
	Тривалість міжфазного періоду сходи-вихід у трубку, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986-2005	2011-2030	1986-2005	2011-2030	1986-2005	2011-2030	1986-2005	2011-2030	1986-2005
Полісся	-*	16	-*	19,6	-*	61	-*	3,8	-*
Лісостеп	15	15	20,2	20,0	35	34	2,3	2,3	92
<i>Північний Степ</i>	13	13	21,5	22,0	25	27	1,9	2,1	81
Південний Степ:	12	12	22,7	22,2	19	16	1,6	1,3	64

Примітка. * – у даній зоні у поживний період культура не дозріває

3.1.3 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду вихід у трубку – викидання волоті

Із настанням фази виходу у трубку прискорюється наростання надземної маси рослин. Середня температура повітря міжфазного періоду вихід у трубку – викидання волоті у зоні Полісся за умови потепління клімату складає 18,8 °С (табл. 3.4). Сума опадів за цей період – 21 мм. Сума опадів, що випали за один день періоду – 1,8 мм. Тривалість даного міжфазного періоду складає 12 днів. Викидання волоті може початися на початку третьої декади серпня.

Температурний режим на даному етапі розвитку рослин проса у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря 19,7 °С (базовий період) та 20,2 °С (сценарний період). Сума опадів у сценарному періоді в порівнянні з базовим зменшилась з 34 мм до 23 мм. Сума опадів на один день періоду зменшилась з 2,4 мм до 2,3 мм відповідно. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту становлять 97 мм. Тривалість міжфазного періоду вихід у трубку – викидання волоті складає 14 днів у базовий період та 10 днів у сценарний період. Викидання волоті у даній зоні може починатися в середині серпня (див. табл. 3.1).

Температурний режим для зони Північного Степу даного міжфазного періоду характеризується середньою температурою повітря 21,5 °С (базовий період) та 22,6 °С (сценарний період). Сума опадів за даний період розвитку рослин проса складає 15 мм та зменшиться по сценарію до 9 мм, а сума опадів на один день періоду зменшиться з 1,7 мм до 1,3 мм. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 76 мм. Тривалість даного періоду вегетації по сценарію скоротиться до 7 днів у порівнянні з 9-ти днями у базовий період. Викидання волоті може починатися у кінці першої декади серпня.

Таблиця 3.4 - Агрокліматичні умови росту проса у міжфазний період вихід у трубку – викидання волоті

Ґрунтово-кліматичні зони	Вихід у трубку – викидання волоті								
	Тривалість міжфазного періоду вихід у трубку – викидання волоті, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся	-*	12	-*	18,8	-*	21	-*	1,8	-*
<i>Лісостеп</i>	13	10	19,7	20,2	34	23	2,4	2,3	97
Північний Степ	8	7	21,5	22,6	15	9	1,7	1,3	76
Південний Степ	8	7	23,3	23,1	14	11	1,8	1,6	58

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

У зоні Південного Степу середня температура повітря у міжфазний період вихід у трубку – викидання волоті складає 23,3 °С для базового періоду та 23,1 °С для сценарного періоду. Сума опадів, що випадають на протязі даної фази розвитку проса складає 14 мм та дещо зменшується у сценарному періоді (11 мм). Сума опадів на один день періоду складає 1,8 мм/д. (базовий період) та 1,6 мм/д. (сценарний період). Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 58 мм. Такі умови приводять до того, що тривалість періоду вихід у трубку – викидання волоті складає 8 днів та скоротиться по сценарію до 7 днів. Викидання волоті по розрахункам почнеться вкінці липня.

3.1.4 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду викидання волоті – дозрівання

У зоні Полісся (сценарний період) середня температура повітря для міжфазного періоду викидання волоті – дозрівання складе 15,5 °С (табл. 3.5). Сума опадів за період складе 50 мм, а сума опадів за один день періоду – 1,4 мм. Тривалість міжфазного періоду викидання волоті – дозрівання становитиме 35 днів. Даний етап розвитку проса у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря 16,3 °С (базовий період) та 18,2 °С (сценарний період). Сума опадів складає 69 мм та 37 мм відповідно. Сума опадів на один день періоду дорівнює 2,8 мм та зменшиться по сценарію А1В до 1, 5 мм. Тривалість даного міжфазного періоду розвитку становить 25 днів (базовий період) та 24 дні (сценарний період). У цій зоні дозрівання припадає на першу половину вересня (див. табл. 3.5).

Для зони Північного Степу у міжфазний період викидання волоті – дозрівання характерною є середня температура повітря 20,3 °С (базовий період) та 21,3 °С (сценарний період). Сума опадів за цей період складає 32 мм, проте вона зменшиться до 23 мм по сценарію. Сума опадів на один день базового

Таблиця 3.5 – Агрокліматичні умови росту проса у міжфазний період викидання волоті – дозрівання

Ґрунтово-кліматичні зони	Викидання волоті – дозрівання								
	Тривалість періоду викидання волоті – дозрівання, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся	-*	35	-*	15,5	-*	50	-*	1,4	-*
Лісостеп	25	22	16,3	18,2	69	37	2,8	1,5	73
Північний Степ	19	18	20,3	21,3	32	23	1,7	1,4	71
Південний Степ	15	15	22,9	23,3	16	16	1,1	1,1	50

Примітка. зоні у пожнивний * – у даній період культура не дозріває

дорівнює 1,7 мм, а сценарного – 1,4 мм. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 71 мм. Тривалість періоду становить 19 днів, а в разі реалізації сценарію А1В вона зменшиться на 2 дні. Достигання зернівки наступить в кінці серпня.

Для температурного режиму міжфазного періоду викидання волоті – дозрівання Південного Степу характерною є середня температура повітря 22,9 °С для базового періоду та 23,3 °С для сценарного періоду. Сума опадів, що випадають за даний період розвитку проса, складає 16 мм, а сума опадів на один день періоду – 1,1 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 50 мм. Тривалість періоду викидання волоті – дозрівання складає 15 днів. Такі умови приводять до того, що просо досягає на початку другої декади серпня.

3.2 Агрокліматичні умови та швидкість проходження основних фаз розвитку гороху у пожнивний період в умовах зміни клімату

Горох – холодостійка світлолюбна рослина, вимоглива до вологи, особливо в період проростання насіння. Найсприятливішою температурою для гороху у період вегетації є 15 – 18 °С. Проте в період наливання и дозрівання зерна для гороху потрібна дещо вища температура (близько 25 °С). До вологи горох вибагливий, починаючи з проростання: насіння бубнявіє при поглинанні до 115 % води від власної сухої маси. У посушливі роки (особливо коли в період від сходів до кінця цвітіння запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту становлять менше 25 мм) різко знижує урожай – опадають квітки, зменшуються озерненість бобів, маса 1000 насінин [95].

Можливість використання гороху в стадії повної стиглості і в недостиглому вигляді (зелений горошок, лопатка) при великому сортовому розмаїтті,

включаючи і вельми скоростиглі форми, робить горох культурою, вельми придатною для пожнивних посівів.

Горох у якості пожвної культури може висіватися у таких ґрунтово-кліматичних зонах, як Лісостеп, Північний та Південний Степ, які забезпечені достатньою кількістю тепла та вологи.

Розглянемо вплив умов тепло- і вологозабезпеченості на темпи і розвиток гороху по міжфазним періодам у ґрунтово-кліматичних зонах України. Тривалість фенологічних фаз гороху, який можна висіяти поживно, визначалася для ґрунтово-кліматичних зон України по сумах активних температур, необхідних для вирощування даної культури у весняний строк сівби. Так, для отримання повноцінного урожаю гороху, висіяного навесні, необхідно 1438 – 1462 °С активних температур [1].

3.2.1 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сівба – сходи

Нами оцінювалася міра сприятливості агрокліматичних умов у період формування сходів гороху. У якості дати сівби приймалася дата по проходженні десяти днів після збору основної культури. З табл. А.1 (дод. А) видно, що у Лісостепу горох може висіватися уже вкінці другої декади липня.

Для досягання гороху у зоні Полісся не вистачає біля 55 °С активних температур, але за умови реалізації кліматичного сценарію А1В горох пройде всі стадії розвитку. У цьому випадку середня температура повітря для періоду сівба – сходи складе 19,2 °С.

Сума опадів за період складе 31 мм, а сума опадів, що випали за один день періоду – 3,9 мм. Тривалість даного міжфазного періоду викидання волоті – дозрівання для посівів гороху становитиме 8 днів.

Середня температура повітря, при якій проходить даний період розвитку рослини у зоні Лісостепу, складає 20,2 °С (базовий період) та 19,9 °С (сценарний

період). Сума опадів за цей період складає 18 мм. Дещо вища вона у сценарному періоді (22 мм). Сума опадів, що випали за один день періоду, складає 2,3 мм (базовий період) та 3,1 мм (сценарний період). Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту становлять 116 мм (дод. табл. А.2). Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи становитиме 7 днів. Сходи пожнивного гороху можуть з'явитися в кінці третьої декади липня.

Для зони Північного Степу у даний період розвитку гороху характерною є середня температура повітря 20,9 °С (базовий період) та 21,6 °С (сценарний період). Сума опадів за цей період складає 13 мм, проте вона збільшиться до 22 мм по сценарію. Сума опадів на один день базового періоду дорівнює 1,9 мм, а сценарного – 2,9 мм. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 102 мм. Тривалість даного міжфазного періоду становить 7 днів.

Для температурного режиму періоду сівба – сходи Південного Степу характерною є середня температура повітря 22,7 °С для базового періоду та 21,5 °С для сценарного періоду. Сума опадів, що випадають за даний період розвитку гороху, складає 12 мм у базовому та 6 мм у сценарному періоді.

Сума опадів на один день базового періоду складає 1,7 мм/доб. та є дуже низькою у сценарному періоді – 1,0 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 50 мм. Тривалість даного міжфазного періоду сценарному періоді зменшується до 6 днів. Такі умови приводять до того, що сходи гороху, висіяного після збору основної культури, з'являються в середині липня.

3.2.2 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сходи – поява третього листа

Для температурного режиму міжфазного періоду розвитку гороху сходи – поява третього листа (дод. табл. А.3) в зоні Полісся за умови реалізації кліматичного сценарію характерна середня температура повітря 19,7 °С. Сума

опадів за період складає 22 мм, а сума опадів, що випали на один день періоду – 3,7 мм. Тривалість даного міжфазного періоду становить 6 днів. За даних умов поява третього листа припадає на першу декаду серпня.

Даний міжфазний період у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря 20,3 °С (базовий період) та 19,9 °С (сценарний період). Сума опадів у базовий період складає 14 мм. Дещо менша вона у сценарному періоді (13 мм). Сума опадів на один день періоду дорівнює близько 2,3 мм. Тривалість даного періоду розвитку складає 6 днів.

Для зони Північного Степу у міжфазний період сходи – поява третього листа характерною є середня температура повітря 21,6 °С у базовий період та 22,1 °С у сценарний період. Сума опадів за цей період розвитку рослин складає 11 мм та зменшується до 8 мм у сценарному періоді, а сума опадів на один день періоду зменшується з 2,2 мм/д. до 2,0 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 90 мм. Тривалість періоду складає 5 днів для базового періоду та 4 дні для сценарного періоду. За даних умов поява третього листа припадає на кінець липня.

Для температурного режиму міжфазного періоду сходи – поява третього листа у зоні Південного Степу характерною є середня температура повітря 22,6 °С у базовий період) та 22,2 °С у сценарний період. Кількість опадів, що випадають за даний період, по сценарію зменшиться з 8 мм до 7 мм, а сума опадів на один день періоду зменшиться від 1,6 мм/д до 1,4 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 70 мм. Тривалість даного періоду розвитку гороху становить 5 днів.

3.2.3 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду поява третього листа – поява суцвіть

Для зони Полісся у разі реалізації кліматичного сценарію A1B середня температура повітря за міжфазний період поява третього листа – поява суцвіть складе $19,2^{\circ}\text{C}$ (дод. табл. А.4). Сума опадів на цьому етапі розвитку рослин складе 35 мм, сума опадів на один день декади – 2,3 мм/д. Даний період триватиме 15 днів. Суцвіття мають з'явитися у кінці другої декади серпня.

Температурний режим у зоні Лісостепу у міжфазний період посів – сходи характеризується середньою температурою повітря на позначці $19,9^{\circ}\text{C}$. Для сценарного періоду ця величина підвищується до $20,2^{\circ}\text{C}$. Сума опадів за весь період складає 40 мм, а на один день періоду – 2,7 мм. За сценарієм зміни клімату сума опадів за весь міжфазний період зменшиться до 32 мм, а сума опадів на один день періоду складе 2,3 мм. Тривалість даного періоду складе 14 та 15 днів для сценарного та базового розрахункових періодів відповідно. Суцвіття мають з'явитися в середині серпня.

Температурний режим для зони Північного Степу характеризується середньою температурою повітря на позначці $21,5^{\circ}\text{C}$ для базового та $22,4^{\circ}\text{C}$ для сценарного періодів. Сума опадів за даний період розвитку гороху складає 30 мм (базовий період) та 22 мм (сценарний період), а сума опадів на один день періоду складає 1,9 і 1,6 мм відповідно. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 86 мм. Тривалість даного періоду складає 16 днів у базовому періоді та зменшиться до 14 днів у сценарному періоді.

У зоні Південного Степу середня температура повітря у міжфазний період третій лист – поява суцвіть складає $23,2^{\circ}\text{C}$ у базовий період та $21,9^{\circ}\text{C}$ у сценарний період. Сума опадів, що випадають за даний період, складає 25 мм у базовий період та 23 мм у сценарний період, а сума опадів на один день періоду – 1,4 мм/д у базовий період та 1,3 мм/д. у сценарний період. Запаси продуктивної

вологи у 100 см шарі ґрунту складають 64 мм. Такі умови приводять до того, що тривалість даного періоду розвитку гороху складає 18 днів. Суцвіття мають з'явитися в першій декаді серпня.

3.2.4 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду цвітіння – дозрівання

Середня температура повітря, характерна для міжфазного періоду цвітіння – дозрівання, у зоні Полісся за умови сценарної зміни клімату, складе 12,6 °С (дод. табл. А.5). Сума опадів за цей період складе 77 мм. Сума опадів, що випали за один день періоду, складе 1,6 мм. Дозрівання гороху закінчиться в останній декаді жовтня.

Температурний режим на даному етапі розвитку рослин гороху у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря 12,5 °С (базовий період) та 15,3 °С (сценарний період). Сума опадів у сценарному періоді в порівнянні з базовим зменшилась з 87 мм до 51 мм. Сума опадів на один день періоду зменшилась з 1,7 мм до 1,2 мм відповідно. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту становлять 123 мм. Тривалість даного періоду розвитку рослин гороху становить 50 днів у базовий період та 43 дні у сценарний період. Дозрівання гороху закінчиться на 9 днів раніше у сценарному періоді (кінець першої декади серпня) у порівнянні з базовим періодом (дод. табл. А.1).

Температурний режим для зони Північного Степу характеризується середньою температурою повітря 15,9 °С у базовий період та 18,2 °С у сценарний період. Сума опадів за даний період розвитку рослин проса складає 61 мм та зменшиться по сценарію до 38 мм, а сума опадів на один день періоду зменшиться з 1,6 мм до 1,1 мм. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 84 мм. Тривалість даного періоду вегетації по сценарію скорочується до 35 днів у

порівнянні з 39-ти днями для базового періоду. Дозрівання закінчується в останній декаді вересня (дод. табл. А.1).

У зоні Південного Степу середня температура повітря у даний період розвитку складає 22,3 °С для базового періоду та 19,9 °С для сценарного періоду. Сума опадів, що випадають на протязі даного періоду розвитку гороху складає 61 мм та дещо зменшується у сценарному періоді (37 мм). Сума опадів на один день періоду складає 1,8 мм/д. у базовий період та 1,3 мм/д. у сценарний період. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 69 мм. Такі умови приводять до того, що дозрівання закінчиться на 4 дні раніше у сценарному періоді у порівнянні з базовим (дод. табл. А.1).

Агрокліматичні умови для даного періоду розвитку є сприятливими для цвітіння, наливання зерна та його досягання у лісостеповій, південнестеповій та північнестеповій зонах України, оскільки сума опадів та температура повітря знаходиться у межах оптимуму. Лише у поліській зоні для отримання повноцінного урожаю не вистачає 50 °С активних температур.

3.3 Агрокліматичні умови та швидкість проходження основних фаз розвитку гречки у пожнивний період в умовах зміни клімату

Розглянемо вплив умов тепло- і вологозабезпеченості на темпи і розвиток гречки за міжфазними періодами у кожній із ґрунтово-кліматичних зон України.

Тривалість фенологічних фаз гречки, яку можна висіяти пожнивно, визначалася для ґрунтово-кліматичних зон України за сумами активних температур, необхідних для вирощування даної культури у весняний строк сівби. Так, для отримання повноцінного урожаю гречки, висіяної навесні, необхідно 1350 °С активних температур [1].

3.3.1 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сівба – сходи

Нами оцінювалася міра сприятливості агрокліматичних умов у період формування сходів гречки. У якості дати сівби приймалася дата по проходженні десяти днів після збору основної культури. Для сценарного періоду сівба – сходи зони Полісся характерна середня температура повітря 19,2 °С (дод. табл. А.7). Сума опадів на цьому етапі розвитку рослин складає 29 мм, сума опадів на один день декади – 4,2 мм/д (дод. табл. А.6). Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи складає 7 днів. Сходи мають з'явитися вкінці липня.

У лісостеповій зоні сівба гречки може здійснюватися уже в кінці другої декади липня. Температурний режим у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря за період сівба – сходи 20,1 °С. Для сценарного періоду ця величина підвищується до 19,9 °С. Сума опадів за весь період складає 22 мм, а на один день періоду – 2,4 мм. За сценарієм зміни клімату сума опадів за весь міжфазний період збільшиться до 32 мм, а сума опадів на один день періоду збільшиться до 3,2 мм. Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи складає 9 днів для базового та 10 днів для сценарного періодів. У лісостеповій зоні сходи мають з'явитися у кінці липня (дод. табл. А.6).

У Північному Степу сівба гречки може здійснюватися вже в середині другої декади липня. Температурний режим для даної зони характеризується середніми температурами повітря за період сівба – сходи 20,9 °С для базового та 21,6 °С для сценарного періодів. Сума опадів за міжфазний період сівба – сходи складає 13 мм у базовий період та 17 мм у сценарний період, а сума опадів на один день періоду складає 1,9 і 2,8 мм відповідно у заданих періодах. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 104 мм. Тривалість даного міжфазного періоду складає 7 днів для базового та 6 днів для сценарного періоду. У цій зоні сходи мають з'явитися на початку третьої декади липня.

У зоні Південного Степу посів гречки може здійснюватися уже вкінці першої декади липня. У цій зоні середня температура повітря за між фазний період сівба

– сходи становить 22,7 °С у базовий період та 21,5 °С у сценарний період. Сума опадів, що випадають за даний період, складає 11 мм у базовий період та 6 мм у сценарний період, а сума опадів на один день періоду – 1,8 мм/д у базовий період та 1 мм/д у сценарний період.

Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 84 мм. Такі умови (дод. табл. А.7) приводять до того, що тривалість міжфазного періоду сівба – сходи складає 6 днів. Сходи мають з'явитися на початку другої декади липня.

Цікаво, що роль кожного градуса температури різна по відношенню до тривалості даного періоду розвитку гречки. Якщо підвищення температури повітря з 12 до 14 °С скорочує тривалість міжфазного періоду майже на 2 дні, то підвищення температури від 18 до 20 °С скорочує тривалість даного періоду менше, ніж на 1 день. Залежність швидкості розвитку гречки у міжфазний період сівба – сходи від середньої температури повітря зображена у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Прискорення розвитку гречки у міжфазний період сівба – сходи при підвищенні середньої за період температури повітря на 2 °С [96]

Температура (°С)	8 – 10	10 -12	12 – 14	14 – 16	16 – 18	18 – 20	20 – 22	22 – 24
Прискорення (дні)	6,5	2,5	2,0	1,0	1,0	0,7	0,4	0,0

3.3.2 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду сходи – поява суцвіть

Для температурного режиму міжфазного періоду сходи – поява суцвіть (дод. табл. А.8) в зоні Полісся характерна середня температура повітря 19,7 °С (сценарний період). Сума опадів за даний період складає 45 мм, а сума опадів, що випали на один день періоду – 3,5 мм. Тривалість міжфазного періоду сходи –

поява суцвіть складає 13 днів. За даних умов суцвіття з'являються на початку другої декади серпня (дод. табл. А.6).

Міжфазний період сходи – поява суцвіть у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря 20,2 °С у базовий період та 20,3 °С у сценарний період. Сума опадів для базового періоду складає 31 мм. Дещо менша вона у сценарному періоді (30 мм). Сума опадів на один день періоду дорівнює 2,8 мм. Тривалість міжфазного періоду сходи – поява суцвіть складає 11 днів.

Для зони Північного Степу у даний період розвитку рослини характерною є середня температура повітря 21,6 °С (базовий період) та 22,1 °С (сценарний період). Сума опадів за цей період розвитку рослин складає 21 мм та збільшується до 22 мм у сценарному періоді, а сума опадів на один день періоду складає 1,9 мм/д у базовий період та 2,2 мм/д. у сценарний період. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 90 мм. Тривалість періоду складає 11 днів для базового періоду та 10 днів для сценарного періоду. За даних умов суцвіття з'являються вкінці липня.

Для температурного режиму зони Південного Степу характерною є середня температура повітря 22,7 °С у базовий період та 22,4 °С у сценарний період. Кількість опадів, що випадають за даний період, по сценарію зменшиться від 15 мм до 14 мм, а сума опадів на один день періоду зменшиться від 1,5 мм/д до 1,4 мм/д. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 70 мм. Тривалість даного періоду розвитку складає 10 днів. Суцвіття з'являється на початку третьої декади липня.

3.3.3 Агрокліматичні умови та тривалість міжфазного періоду цвітіння – дозрівання

Для досягання гречки у зоні Полісся не вистачає біля 60 °С активних температур. Але за умови реалізації кліматичного сценарію А1В гречка повністю

пройде стадію дозрівання. У цьому випадку середня температура повітря для міжфазного періоду цвітіння – дозрівання складе 14,5 °С. Сума опадів за період складе 76 мм, а сума опадів, що випали за один день періоду – 1,4 мм. Тривалість міжфазного періоду цвітіння – дозрівання становитиме 56 днів (дод. табл. А.6).

Даний етап розвитку гречки у зоні Лісостепу характеризується середньою температурою повітря 14,2 °С у базовий період та 17,1 °С у сценарний період. Сума опадів складає 108 мм у базовий період та 63 мм у сценарний період. Сума опадів на один день періоду дорівнює 2,0 мм та зменшиться по сценарію А1В до 1,3 мм. Тривалість даного міжфазного періоду розвитку становить 55 днів (базовий період) та 47 днів (сценарний період). У цій зоні дозрівання припадає на першу декаду жовтня (дод. табл. А.6).

Для зони Північного Степу у міжфазний період цвітіння – дозрівання характерною є середня температура повітря 16,9 °С у базовий період та 19,8 °С у сценарний період. Сума опадів за цей період складає 83 мм, проте вона зменшиться до 47 мм за сценарієм зміни клімату (дод. табл. А.9). Сума опадів на один день базового періоду дорівнює 1,8 мм, а сценарного – 1,2 мм. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 83 мм. Тривалість даного міжфазного періоду становить 46 днів, а в разі реалізації сценарію А1В вона зменшиться на 5 днів. Достигання зернівки наступить в середині вересня.

Для температурного режиму міжфазного періоду цвітіння – дозрівання Південного Степу характерною є середня температура повітря 20,5 °С для базового періоду та 22,9 °С для сценарного періоду. Сума опадів, що випадають за даний період розвитку гречки, складає 64 мм у базовий період та 42 мм у сценарний період, а сума опадів на один день періоду – 1,6 мм/д. у базовий період та 1,2 мм/д. у сценарний період. Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту складають 66 мм. Тривалість міжфазного періоду цвітіння – дозрівання складає 39 днів. Такі умови приводять до того, що гречка досягає в першій декаді вересня.

4 СТРУКТУРА АГРОКЛІМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОСА, ГОРОХУ ТА ГРЕЧКИ ДЛЯ ПОЖНИВНОГО ПЕРІОДУ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з проблемою оцінки агрокліматичних ресурсів території і раціональним розміщенням посівів. Тільки максимальна відповідність біологічних вимог сільськогосподарських культур і агрокліматичних умов може привести до отримання високих і стійких урожаїв. Зі зміною умов клімату нерозривно пов'язана зміна продуктивності сільськогосподарських культур і необхідність нової оцінки можливості їх розміщення, обробітку та раціонального використання агрокліматичних ресурсів.

Дослідженню зв'язку продуктивності рослин з факторами клімату присвячено значну кількість робіт: [14, 41, 57, 79, 81, 93, 97, 113, 114].

4.1 Концепція моделювання

У пошуках шляхів оцінки агрокліматичних ресурсів конкретних культур багато дослідників дійшли висновку, що кращим інтегральним показником ступеня сприятливості ґрунтово-кліматичних умов території для цих культур є їх продуктивність.

В основі моделювання оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур лежить концепція максимальної продуктивності посівів Х.Г. Тоомінга [95]. Суть цієї концепції полягає в тому, що в період вегетативного росту посів прагне максимізувати свою продуктивність, і отриманню максимальних урожаїв перешкоджає, головним чином, невідповідність динаміки факторів зовнішнього середовища (сонячна радіація, водний режим, температура і т.д.) динаміці оптимальних значень факторів

середовища, регулюючих інтенсивність процесів фотосинтезу, дихання, росту, розвитку рослин протягом вегетаційного періоду. Дана концепція була успішно використана при вирішенні завдань агрокліматичного районування в роботах Х.Г. Тоомінга [96], Ю.В. Сеппа [83], П.Х. Карінга [38], А.П. Федосєєва [108], А.М. Вітченка, А.М. Польового [11], В.А. Жукова, А.М. Польового, А.М. Вітченка, С.А. Данієлова [34] та ін.

У даній роботі використовується базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового, заснована на концепції Х.Г. Тоомінга про потенційну і дійсно можливу урожайність та результатах моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового.

Потенційна урожайність (ПУ) являє собою урожайність, яка забезпечується приходом енергії фотосинтетично активної радіації за оптимальних на протязі вегетаційного періоду рослини значеннях кліматичних факторів, а метеорологічно можлива урожайність (ММУ) – урожайність, обумовлена потенційною урожайністю і лімітуючою дією режиму кліматичних факторів протягом вегетації. При формуванні дійсно можливої урожайності (ДМУ) її рівень обмежується рівнем природної родючості ґрунту. Отримання рівня господарської урожайності (УП) лімітується рівнем культури землеробства.

Дана модель, адаптована для культур проса, гороху та гречки, має блочну структуру і містить сім блоків (рис. 4.1) [69]:

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму;
- блок функцій впливу фази розвитку та метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту та забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок агроекологічних категорій урожайності;

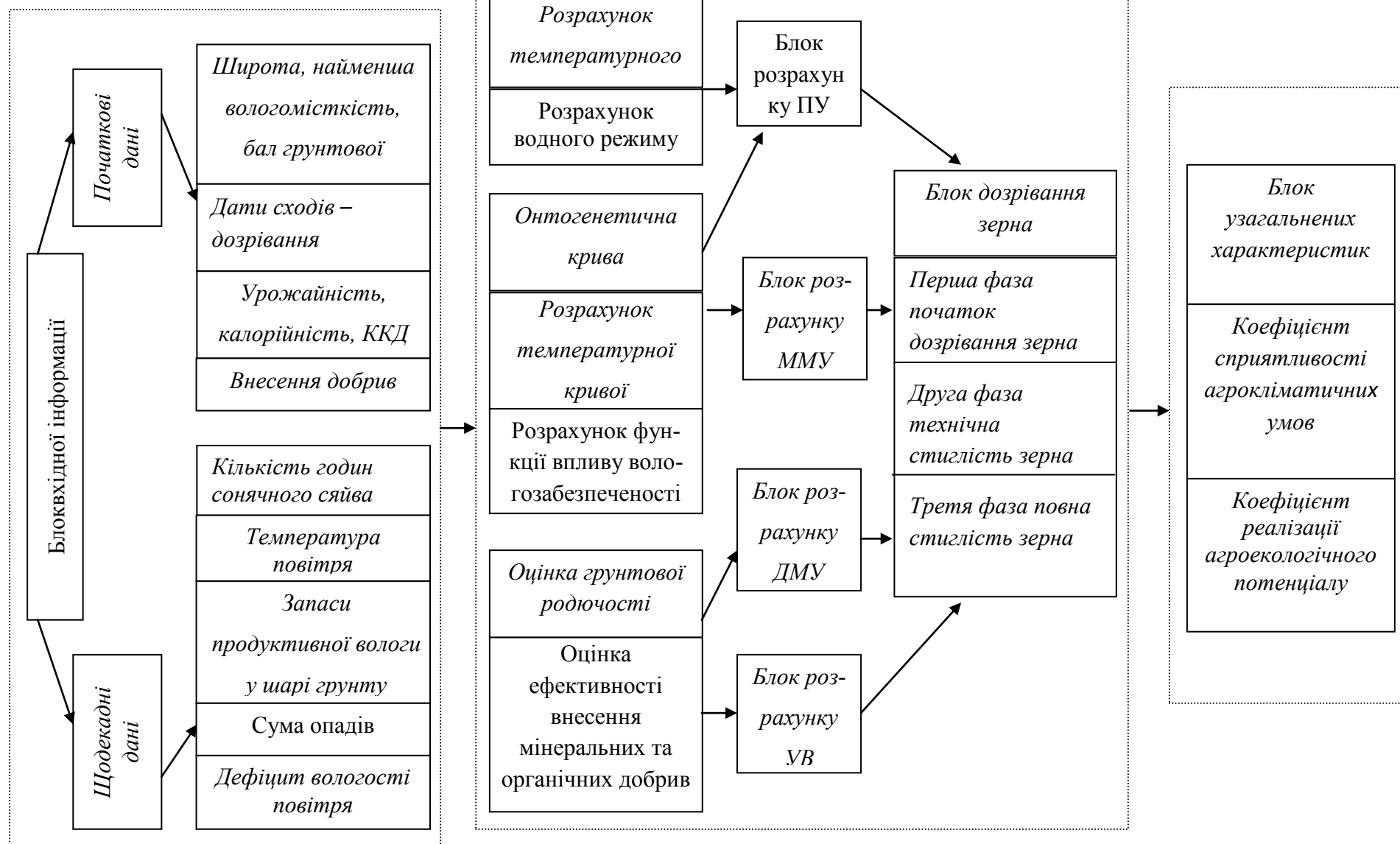


Рисунок 4.1– Блок-схема агрокліматичної моделі формування урожаю

- блок дозрівання зерна;
- блок узагальнюючих оціночних характеристик.

Розглянемо більш детально ці блоки.

4.2 Блок вхідної інформації

Даний блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить у собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на дві групи:

Перша група – запаси продуктивної вологи у ґрунті, середньодекадна температура повітря, середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, сума опадів за декаду, середній за декаду дефіцит насичення повітря, кількість днів у розрахунковій декаді.

Друга група – інформація про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, дані про оптимальні дози цих добрив, дані про внесення органічних добрив та їх оптимальну дозу, рік внесення органічних добрив, бал ґрунтового бонітету.

4.3 Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму

Для розрахунку інтенсивності сумарної сонячної радіації використовується формула С.І. Сівкова [69]

$$Q_o^j = 12,66 \cdot (SS^j)^{1,31} + 315 \cdot (A^j + B^j)^{2,1}, \quad (4.1)$$

де Q_o – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, кал/см²·доб.;

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва, год.;

j – номер розрахункової декади;

A і B – проміжні характеристики, що визначаються в залежності від широти місцевості та схилення Сонця.

Для розрахунку випаровуваності E_0 використовується метод А.М. Алпат'єва [2]:

$$E_o^j = 0,65 \cdot DWW^j \cdot dv^j \cdot 0,75, \quad (4.2)$$

де DWW – середній за декаду дефіцит насичення повітря, гПа;

dv – кількість днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко

$$E^j = \frac{2W^j + O_S^j}{1 + \frac{2W_{HB}}{E_O^j}}, \quad (4.3)$$

де E – сумарне випаровування, мм;

W_{HB} – найменша вологоємність у шарі ґрунту 0-100 см, мм;

O_S – сума опадів за декаду, мм;

W – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, мм.

За допомогою наступного співвідношення розраховується інфільтрація у нижні шари ґрунту

$$F_{ilt}^j = W^j + O_S^j - E^j - W_{HB}, \quad (4.4)$$

де F_{ilt} – інфільтрація в нижні шари ґрунту за декаду, мм.

Для розрахунку запасів продуктивної вологи використовується рівняння водного балансу

$$W^{j+1} = W^j + O_S^j - E^j - F_{ilt}^j. \quad (4.5)$$

4.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин

В основі продукційного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища. Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула

$$\alpha_{\Phi}^j = \exp \cdot \left[-a_{\Phi} \left(\frac{TS_2 - \Sigma t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (4.6)$$

де величина α_{Φ} знаходиться за виразом

$$\alpha_{\Phi} = \frac{-100 \cdot \ln \alpha_{\Phi}^0}{(\Sigma t_1)^2}, \quad (4.7)$$

де α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

α_{Φ}^0 – початкове значення онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

Σt_1 – сума ефективних температур повітря від появи сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин, °C;

TS_2 – сума ефективних температур, °C.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається як

$$\psi_{\Phi} = \begin{cases} 13,7 \cdot \sin(0,077 \cdot x_1^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) < T_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } T_{opt1} \leq (T^j - T_{\Phi}) \leq T_{opt2}^j, \\ 1,13 \cdot \cos(1,570 \cdot x_2^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) > T_{opt2}^j, \end{cases} \quad (4.8)$$

де ψ_{Φ} – температурна крива фотосинтезу, відн. од.;

T – середньодекадна температура повітря, °C;

T_{ϕ} – середньодакда температура повітря, при якій починається фотосинтез, °C;

T_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °C;

T_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °C

У рівнянні (4.8) проміжні величини знаходяться за формулами:

$$x_1^j = (T_s^j - T_{\phi}) / (T_{opt1}^j - T_{\phi}), \quad (4.9)$$

$$x_2^j = (T_s^j - T_{opt2}^j) / (T_{max} - T_{opt2}^j), \quad (4.10)$$

де T_{max} – середньодакда температура повітря, при якій припиняється фотосинтез, °C;

T_s – температура повітря на горизонтальній поверхні, °C.

Значення нижньої і верхньої межі температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються як функції часу.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез γ_{ϕ} знаходиться як

$$\gamma_{\phi} = \begin{cases} -1,163 \cdot (x_3^j)^2 + 2,187 \cdot x_3^j & \text{при } W^j < W_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j, \\ -0,654 + 3,824 \cdot x_4^j - 2,633 \cdot (x_4^j)^2 + 0,467 \cdot (x_4^j)^3, & \\ \text{при } W^j > W_{opt2}^j, \end{cases} \quad (4.11)$$

де W – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, мм;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів вологи, мм;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів вологи, мм.

$$x_3^j = W^j / W_{opt1}^j, \quad (4.12)$$

$$x_4^j = W^j / W_{opt2}^j. \quad (4.13)$$

Функція впливу вологозабезпеченості посівів розглядається як сполучення двох функцій. Враховується функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин (за даними про фактичні запаси води) і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності

$$FW = \left(\gamma_{\Phi}^j \cdot \frac{E^j}{E_0^j} \right)^{0,5}, \quad (4.14)$$

де FW – відносна вологозабезпеченість посівів, відн. од.

Аналогічно визначається узагальнена функція впливу термічного режиму і вологозабезпеченості FTW_1 на фотосинтез

$$FTW_1 = (\psi_{\Phi} FW)^{0,5}. \quad (4.15)$$

До цієї функції вводиться корекція на рівень температури в сполученні з вологозабезпеченістю:

$$FTW_2 = \begin{cases} FTW_1[1 + (1 - \Psi_{\Phi})(1 - FW)] & \text{при } t_n < t_{opt1} \\ FTW_1 & \text{при } t_{opt1} \leq t_n \leq t_{opt2} \\ FTW_1[1 - (1 - \Psi_{\Phi})(1 - FW)] & \text{при } t_n > t_{opt2} \end{cases} \quad (4.16)$$

4.5 Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням

Родючість ґрунту характеризується вмістом у ній гумусу, що залежить від міри впливу ерозії ґрунту.

$$G_{um} = k_{er}^G \cdot G_{um}, \quad (4.17)$$

$$FG_{um} = \frac{G_{um}}{G_{umopt}}, \quad (4.18)$$

де G_{um} – вміст гумусу у ґрунті, %;

k_{er}^G – функція впливу ерозії ґрунту на вміст гумусу у ґрунті, відн. од;

G_{umopt} – оптимальний для вирощування сільськогосподарської культури вміст гумусу у ґрунті, %.

Функція впливу вмісту гумусу у ґрунті визначається за формулою О.С. Образцова для розрахунку забезпеченості рослин елементами мінерального живлення

$$FW_{Gum} = (F_{Gum})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Gum})], \quad (4.19)$$

де FW_{Gum} – функція впливу вмісту гумусу у ґрунті на формування урожаю, відн. од.

Значення функцій оптимальності азотного, фосфорного і калійного живлення розраховується за методом О.С. Образцова з деякими модифікаціями

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}}, \quad (4.20)$$

$$FW_N^j = \left\{ (F_N)^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_N)] \right\} \cdot k_{ef}^j, \quad (4.21)$$

де N_m – внесена доза азотних добрив, кг/га;

N_{opt} – оптимальна доза азотних добрив, необхідна для одержання максимального урожаю, кг/га;

FW_N – функції впливу забезпеченості азотом, відн. од.;

k_{ef} – коефіцієнт ефективності добрив в залежності від вологості ґрунту, відн. од.

Аналогічно визначаються функції впливу забезпеченості фосфором FW_P і калієм FW_K .

Вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив розраховується за виразом:

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1 & \text{при } \frac{W^j}{W_{opt}^j} \geq 0,85, \\ 0,8 & \text{при } 0,70 < \frac{W^j}{W_{opt}^j} < 0,85, \\ 0,6 & \text{при } \frac{W^j}{W_{opt}^j} \leq 0,70, \end{cases} \quad (4.22)$$

Аналогічно визначається співвідношення дози органічних добрив до їх оптимальної величини і розраховується функція впливу внесення органічних добрив з урахуванням року внесення добрив

$$F_{Org} = \frac{O_{rg}}{O_{rg\,opt}}, \quad (4.23)$$

$$FW_{Org}^j = \left\{ (F_{Org})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Org})] \right\} \cdot k_{Org}^g \cdot k_{ef}^j, \quad (4.24)$$

де FW_{Org} – функція впливу внесення органічних добрив на урожай;

O_{rg} – внесена доза органічних добрив, т/га;

$O_{rg\,opt}$ – оптимальна для вирощування сільськогосподарської культури доза внесення органічних добрив, т/га;

k_{Org}^g – коефіцієнт впливу року внесення органічних добрив, відн. од.

Узагальнена функція впливу родючості ґрунту і внесення мінеральних та органічних добрив розраховується за принципом Лібіха

$$FWM_{ef}^j = \min \{ FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j \}, \quad (4.25)$$

де FWM_{ef} – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн. од.

4.6 Блок дозрівання зерна

Дозрівання зерна проса, гречки та бобів гороху проходить в три фази. У проса у першу фазу дозріває зерно у верхній частині волоті, у другу фазу – у середній частині і в останню фазу – у нижній частині волоті. У гороху дозрівання починається знизу. У першій фазі дозрівають боби нижнього ярусу, у другій фазі – боби середнього ярусу, у третій фазі – боби верхнього ярусу. Гречка належить до так званих ремонтантних рослин, на яких одночасно можна виявити зрілі й незрілі плоди, квітки та бутони. Вона має тривалий період цвітіння і плодоутворення. Першими досягають плоди у суцвіттях нижньої частини рослин, за ними – верхньої [9, 88].

4.7 Блок агроекологічних категорій урожайності

Визначення величини різних агроекологічних категорій урожайності здійснюється з врахуванням внесених модифікацій, із залученням більш повної інформації і наповнення цих категорій новим змістом.

Збільшення потенційної урожайності загальної біомаси за декаду визначається в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot d\nu^j}{q}, \quad (4.26)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

α_{ϕ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

η – ККД посівів, відн. од.;

$Q_{\phi ap}$ – середньодекадна за добу сума ΦAP , кал/см² доб.;

q – калорійність, кал/г.

Приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом волого-температурного режиму

$$\frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta \Pi U^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (4.27)$$

де $\frac{\Delta MMU}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за

декаду, г/м²;

FTW_2 – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

Формування дійсно-можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta DMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} B_{nl} F_{Gum}, \quad (4.28)$$

де $\frac{\Delta DMU}{\Delta t}$ – приріст дійсно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду,

г/м²;

B_{nl} – бал ґрунтового бонітету, відн. од.

Одержання рівня господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta UB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta DMU^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (4.29)$$

де $\frac{\Delta UB}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві, г/м²;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.;

FWM_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Різні агроекологічні категорії урожаю зерна при його стандартній 14 %-ій вологості визначаються за виразом

$$ПУ^i_{зерна} = k^i_{дозр} ПУ \cdot K^{ПУ}_{зосп} 1,14 \cdot 0,1 \quad (4.30)$$

де $ПУ^i_{зерна}$ – потенційний урожай зерна, який формується за i -ту фазу дозрівання зерна в китиці, ц/га;

$K^{ПУ}_{зосп}$ – частка зерна в загальній масі потенційного врожаю, відн. од., яка визначається в залежності від розмірів урожаю загальної біомаси.

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно-можливий $ММУ_{зерна}$, дійсно-можливий $ДМУ_{зерна}$ і врожай у виробництві $УВ_{зерна}$ зерна.

4.8 Блок узагальнених оціночних характеристик

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій урожайності ($ПУ$, $ММУ$, $ДМУ$, $УВ$), а також їхніх співвідношень і відмінностей дозволяє судити про природні й антропогенні ресурси сільського господарства, а також про ефективність господарського використання цих ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур.

Розглянемо дві узагальнені характеристики:

1. Сприятливість метеорологічних умов вирощування культури характеризує співвідношення метеорологічно-можливої урожайності і потенційної урожайності

$$K_m = ММУ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (4.31)$$

де K_m – коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов, відн. од.

2. Величина відношення урожайності у виробництві до потенційної урожайності характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу

$$K_{аек.пот} = УВ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (4.32)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроєкологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня $UB_{зерна}$ і доведення його до $ДМУ_{зерна}$ вимагає ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у повній відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це є першочерговою задачею програмування урожаїв, спрямованого на усунення дії різноманітних господарських факторів, які знаходяться у мінімумі. Наближення $ДМУ_{зерна}$ до $ММУ_{зерна}$ вимагає виконання різноманітних заходів для підвищення родючості ґрунту. Різниця між $ММУ_{зерна}$ і $ПУ_{зерна}$ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також внаслідок правильного підбору сортів і культур, що краще пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня $ПУ_{зерна}$ забезпечується головним чином шляхом селекції нових сортів, які будуть мати більш високий рівень урожайності за рахунок ефективного використання сонячної радіації.

Формули (4.26) – (4.30) дозволяють визначити основні агроєкологічні категорії урожайності сільськогосподарських культур для різних елементів рельєфу, що формуються під впливом ґрунтово-кліматичних умов і мікрокліматичних особливостей досліджуваних територій та виконати для цих територій оцінку агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур.

4.9 Визначення параметрів моделі та перевірка її адекватності

На підставі матеріалів масових спостережень мереж гідрометеорологічних станцій та даних сортодільниць за ростом, розвитком і формуванням урожаю проса, гороху та гречки та літературними даними нами виконана ідентифікація параметрів моделі для даних культур в межах чотирьох ґрунтово-кліматичних зон: Полісся, Лісостепу, Північного та Південного Степу. Параметри моделі для

культур проса, гороху та гречки (Південний Степ) представлені в табл. 4.1 та табл. А.10 – А.11 дод. А.

Таблиця 4.1 – **Оптимальні значення параметрів та коефіцієнтів моделі для культури проса**

№ п/п	Параметри		Умовні позначення	Оптимальні значення	Одиниці вимірювання
1	Сума ефективних температур за вегетаційний період		TS_2	480	°C
2	Сума ефективних температур повітря від появи сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин (для розрахунку α_f)		$\sum t_1$	180	°C
3	Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу		T_{opt1}	10,3	°C
	Верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу		T_{opt2}	18	°C
4	Суми ефективних температур для фаз дозрівання зерна	Перша фаза	$\sum ts_1$	67	°C
		Друга фаза	$\sum ts_2$	60	°C
		Третя фаза	$\sum ts_3$	53	°C
5	Калорійність культури		q	3,8	кал/г
6	ККД посівів		η	3	%
7	Оптимальні дози внесених добрив	Азотні	N_{opt}	70	кг/га (д. р)
		Фосфорні	P_{opt}	60	кг/га (д. р)
		Калійні	K_{opt}	40	кг/га (д. р)
		Органічні	$O_{rg\ opt}$	20	т/га
8	Коефіцієнт землекористування		$k_{земл}$	0,8	відн.од.

Для культури проса T_{opt_1} складає 10,3 – 15,0 °С, T_{opt_2} – від 13,3 °С до 18,0 °С. Оптимальні величини мають вегетаційний хід і відмінні для різних ґрунтово-кліматичних зон. Отримані рівняння апроксимують залежність оптимальної температури від суми температур вище 10 °С, які накопичуються на протязі вегетаційного періоду. У загальному виді рівняння записується так

$$T_{opt_1} = a_0 + a_1 \Sigma t_{>10} + a_2 (\Sigma t_{>10})^2 + a_3 (\Sigma t_{>10})^3, \quad (4.33)$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 – емпіричні параметри, отримані для кожної ґрунтово-кліматичної зони.

Для культури гороху T_{opt_1} складає від 5,6 до 17,6 °С, T_{opt_2} – від 12,0 до 20,7 °С. T_{opt_1} для культури гречки складає 5,7 – 15,6 °С, T_{opt_2} – від 9,9 до 18,7 °С.

Для оцінки впливу вологості ґрунту на фотосинтез застосовується формула 4.11, в якій використовуються показники нижньої (W_{opt_1}) та верхньої (W_{opt_2}) меж оптимальних значень вологості ґрунту. Відповідно біологічним особливостям культури проса, як нижня межа оптимальної вологості приймається величина, яка дорівнює 65 % від НВ, а за верхню межу приймається величина НВ. Ці величини визначені за даними агрогідрологічних обстежень гідрометеорологічних станцій України.

За оптимальне значення вмісту гумусу в ґрунті було прийнято величину 5 %, яка використовується у розрахунках впливу родючості ґрунту на формування урожаю за формулою 4.17.

В запропонованій нами моделі враховується внесення мінеральних та органічних добрив (за формулами 4.20 – 4.24). В цих формулах враховуються оптимальні дози внесення азотних, фосфорних та калійних добрив, а також оптимальна норма внесення органічних добрив. Як оптимальні дози мінеральних добрив прийняті рекомендовані значення, які складають: для азотних добрив – 70 кг д.р./га; для фосфорних – 60 кг д.р./га; для калійних – 40 кг д.р./га. Оптимальна доза внесення органічних добрив – 20 т/га.

Для розрахунку рівня господарської урожайності за формулою (4.29) використовується величина коефіцієнту, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності. В середньому він приймається рівним 0,8 відн. од.

Розрахунок урожайності зерна пожнивного проса ведеться з урахуванням особливостей дозрівання, яке проходить у цієї культури в три етапи. У зв'язку з цим в рівнянні 4.30 введена величина коефіцієнту $k_{\text{дозр}}^i$, який характеризує долю достиглого зерна у волоті в кожному із трьох фаз дозрівання. На підставі експериментальних даних величина цього коефіцієнту за трьома фазами оцінюється відповідно як 0,37; 0,33; 0,29.

Перевірка адекватності моделі проводилась шляхом співставлення розрахованого та фактичного врожаю культур (рис. 4.2 та рис. А. 4 – 5 дод. А). Похибка розрахунків складає для культури проса – 15 %, гороху – 16 %, гречки – 15 %.

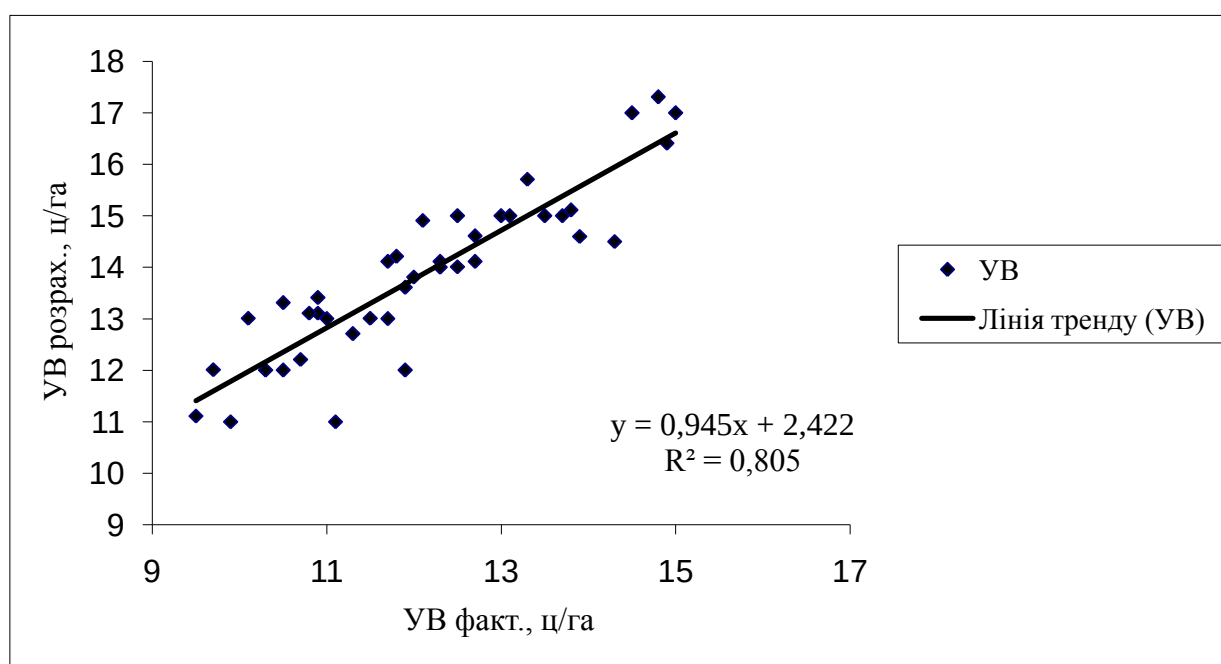


Рисунок 4.2 – Порівняння розрахункових ($УВ_{\text{розрах.}}, \text{ц/га}$) та фактичних ($УВ_{\text{факт.}}, \text{ц/га}$) значень урожайності проса

5 ДИНАМІКА ПРИРОСТІВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ РІВНІВ УРОЖАЙНОСТІ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

5.1 Вплив агрокліматичних умов на формування продуктивності пожнивного проса в Україні в умовах зміни клімату

Міру відповідності кліматичних умов біологічним особливостям сільськогосподарських культур і агротехніці їх обробітку визначає продуктивність цих культур. Висока врожайність досягається за умов максимально повного використання рослиною кліматичних ресурсів – тепла, світла та вологи.

5.1.1 Динаміка приростів агроекологічних рівнів урожайності проса в центральному Поліссі за умови реалізації сценарію зміни клімату

При оптимальному забезпеченні рослин вологою, теплом і мінеральним живленням максимальний приріст фітомаси посівів проса визначається приходом ФАР за період та коефіцієнтом її використання.

Динаміка приростів потенційної урожайності пожнивного проса та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість представлена на рис. 5.1. У першій декаді вегетації (поява третього листа) рівень сум ФАР складає $295 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ та досягає значення $320 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ у період цвітіння. Після чого спостерігається зниження величини суми ФАР на початку дозрівання ($267 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$). У наступній декаді величина сум ФАР досягає максимуму $363 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$

Приріст ПУ на період появи третього листа, як видно з рис. 5.1, складає $110 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Поступово зростаючи, досягається максимум ($141 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$) у період викидання волоті. Спадом приростів характеризується крива на початку

дозрівання проса. Високі значення приростів даної величини спостерігаються у період дозрівання ($133 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$).

Як відомо, рівень ПУ лімітується фактором тепла і вологи. Ці два фактори визначають рівень наступної агроекологічної категорії урожайності – ММУ.

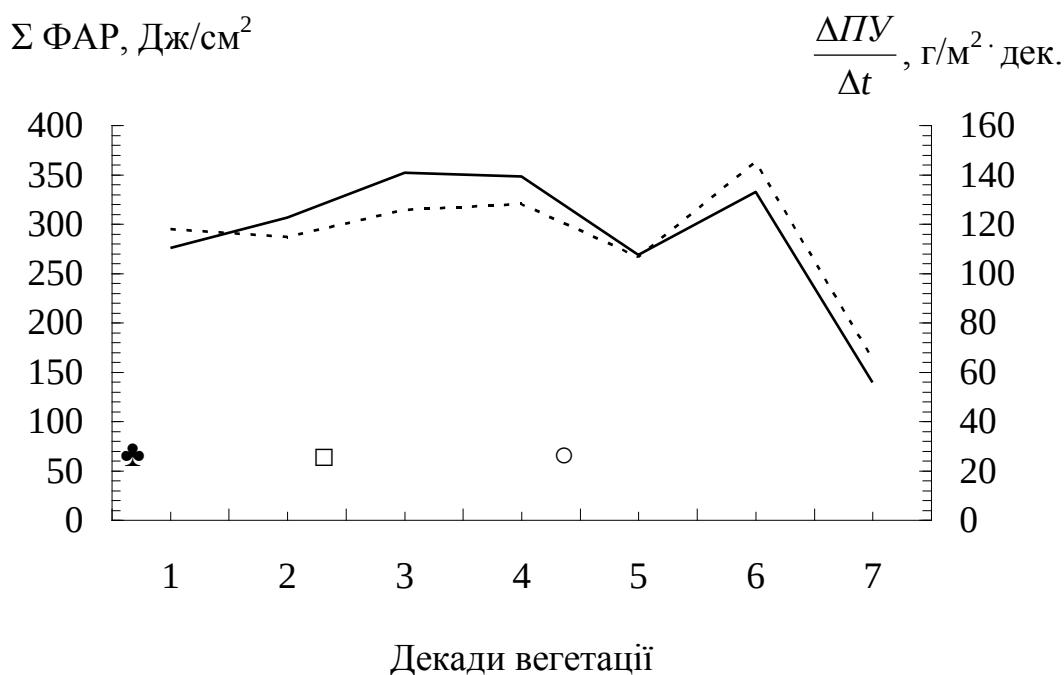


Рисунок 5.1 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ФАР}$) проса у центальному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

— $\frac{\Delta \text{ПУ}}{\Delta t}$, — — — $\Sigma \text{ФАР}$, ♣ сівба, □ вихід у трубку, ○ початок цвітіння

Розглянемо динаміку показників волого-температурного режиму на протязі вегетації. Якщо температура повітря буде близькою до оптимальної T_{opt} , то досягатиметься максимальна продуктивність посівів. Природно, що значення T_{opt} змінюються на протязі вегетації. Будемо розглядати щодадну динаміку нижньої (T_{opt1}) та верхньої (T_{opt2}) границі оптимальних значень температури повітря для проса та хід середньодадної температури повітря (t) на протязі вегетації у порівнянні з ходом оптимальних значень температури для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного періодів (2011 – 2030 рр.).

Як видно із рисунка 5.2 (а), нижня границя температурного оптимуму починається із позначки 13,4 °С, плавно піднімаючись, досягає максимуму 21,6 °С у період дозрівання.

Верхня границя оптимальних температур T_{opt2} починається з позначки 18,1 °С, досягає максимуму у той же період, що й T_{opt1} і складає 24,7 °С.

Для середньодекадної температури повітря (t) крива ходу починається з позначки 19,2 °С, плавно спадаючи, входить в інтервал температурного оптимуму, де й досягає значення 19,5 °С на початку періоду виходу у трубку. Від періоду викидання волоті до кінця вегетації крива знаходиться нижче температурного інтервалу. У період дозрівання середньодекадна температура коливається від 13, 5 до 16 °С.

До вологи просо менш вибагливе, ніж інші хліба. Потреба проса у волозі змінюється в онтогенезі. Просо краще переносить засуху в період від появи сходів до виходу в трубку. Період від кінця кущення до утворення зерна – критичний для проса по потребі у волозі.

У період появи третього листа величина сумарного випаровування складає 11 мм (рис. 5.2б) та досягає максимуму у період дозрівання (18 мм). Відношення сумарного випаровування до випаровуваності (E/E_0) характеризує вологозабезпеченість посівів. Характеристика динаміки відношення E/E_0 показує, що на початку вегетації проса дана величина знаходиться на позначці 0,42 відн.од. Період від викидання волоті до дозрівання характеризується відносною постійністю даного відношення на рівні 0,5 відн.од.

Комплексний вплив основних метеорологічних факторів відображає метеорологічно можлива урожайність, яка являється інтегральною характеристикою агрометеорологічних ресурсів.

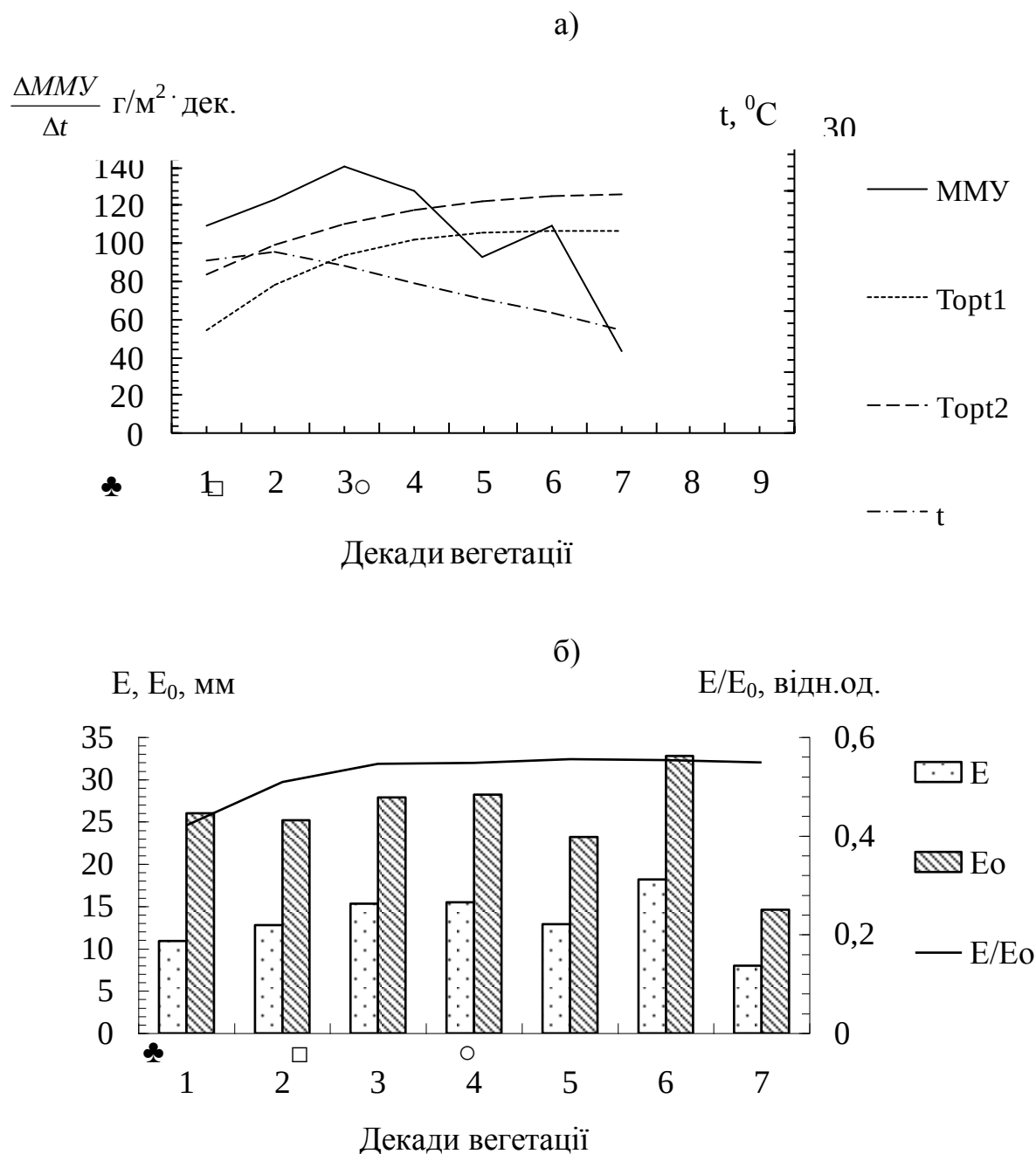


Рисунок 5.2 – Декадний хід приростів ММУ ($\frac{\Delta MMU}{\Delta t}$) проса (а) і характеристик водно-теплогового режиму (б) у центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

Topt1 і Topt2 – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

♣ сівба, □ вихід у трубку, ○ початок цвітіння

У період третього листа величина приросту ММУ складає $109 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Максимум $141 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ досягається у період викидання волоті. Різким падінням величини до позначки $93 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ характеризується період цвітіння. У період дозрівання прирости ММУ зростають ($110 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$).

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності ($\Delta\text{ДМУ}$) представлений на рис. 5.3. Максимальне значення даної величини на рівні $84 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ спостерігається у період викидання волоті. Після цього спостерігається різкий спад кривої у період цвітіння, де досягається позначка $56 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ У період дозрівання прирости зростають до рівня $65 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

Прирости урожайності на рівні УВ починаються з позначки $42 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ У період викидання волоті досягається максимум $54 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Після цього спостерігається поступовий спад кривої у наступних двох декадах. У період дозрівання величина приросту УВ складає $42 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

$$\frac{\Delta\text{ДМУ}}{\Delta t}, \frac{\Delta\text{УВ}}{\Delta t}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$$

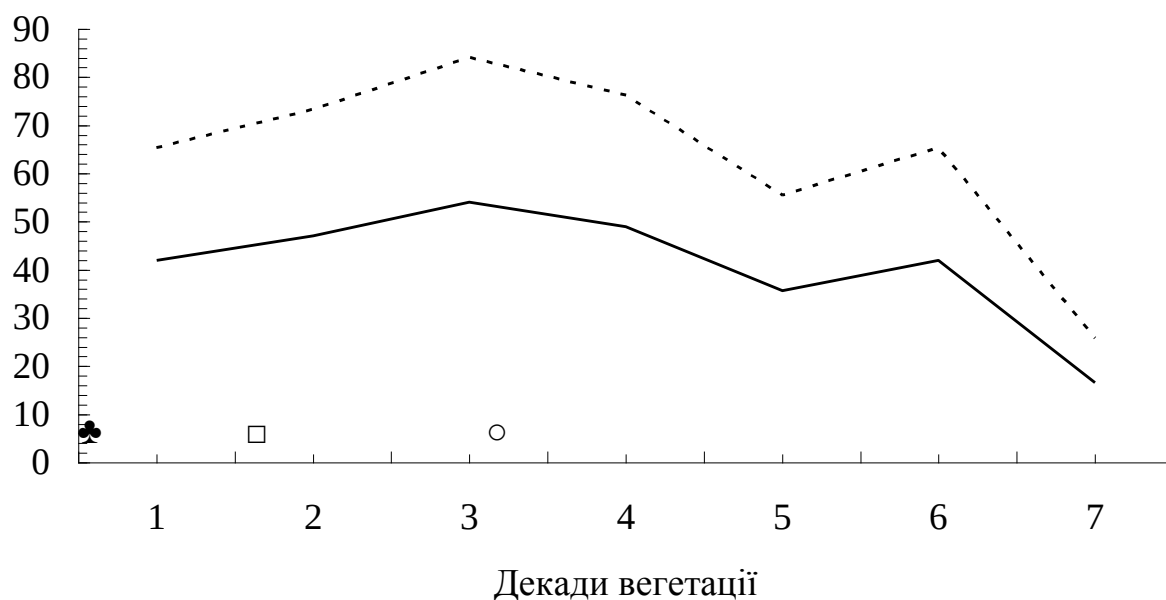


Рисунок 5.3 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ проса в центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ сівба, □ вихід у трубку, ○ початок цвітіння — $\frac{\Delta\text{ДМУ}}{\Delta t}$, ----- $\frac{\Delta\text{УВ}}{\Delta t}$

5.1.2 Агрокліматичні умови та динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності проса в центральному Лісостепу

У центральному Лісостепу складається дещо інша картина агроекологічних рівнів урожаю проса.

Аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що максимум $328 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ досягається у період кушіння (рис. 5.4). Дещо спадає крива у період викидання волоті до значення $286 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ У наступних двох декадах спостерігається повільний ріст кривої.

Для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.) характерний подібний хід кривої сум ФАР. Лише починаючи від періоду цвітіння крива проходить дещо вище від кривої ходу сум ФАР для базового періоду.

Динаміка приростів ПУ характеризується тим, що прирости починаються з позначки $42 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у першій декаді вегетації. Максимальне значення приростів припадає на період цвітіння та складає $136 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ До кінця вегетації прирости поступово зменшуються до позначки $91 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

Для сценарного періоду характерний подібний хід кривої приростів потенційної урожайності.

Волого-температурний режим являється фактором, що коректує урожайність. Розглянемо динаміку оптимальних значень температури в Лісостепу, враховуючи хід середньодекадної температури повітря (t) на протязі вегетації.

Нижня границя оптимальної температури повітря T_{opt1} починається з позначки $10,87 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 5.5a). Потім плавно піднімається і від початку періоду викидання волоті до повної стиглості знаходиться в межах від $20,9$ до $21,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Останнє значення являється максимумом, що припадає на період дозрівання. Верхня границя оптимальної температури повітря T_{opt2} починається з $16,6 \text{ }^\circ\text{C}$, поступово піднімається і в кінці вегетації складає $24,7 \text{ }^\circ\text{C}$.

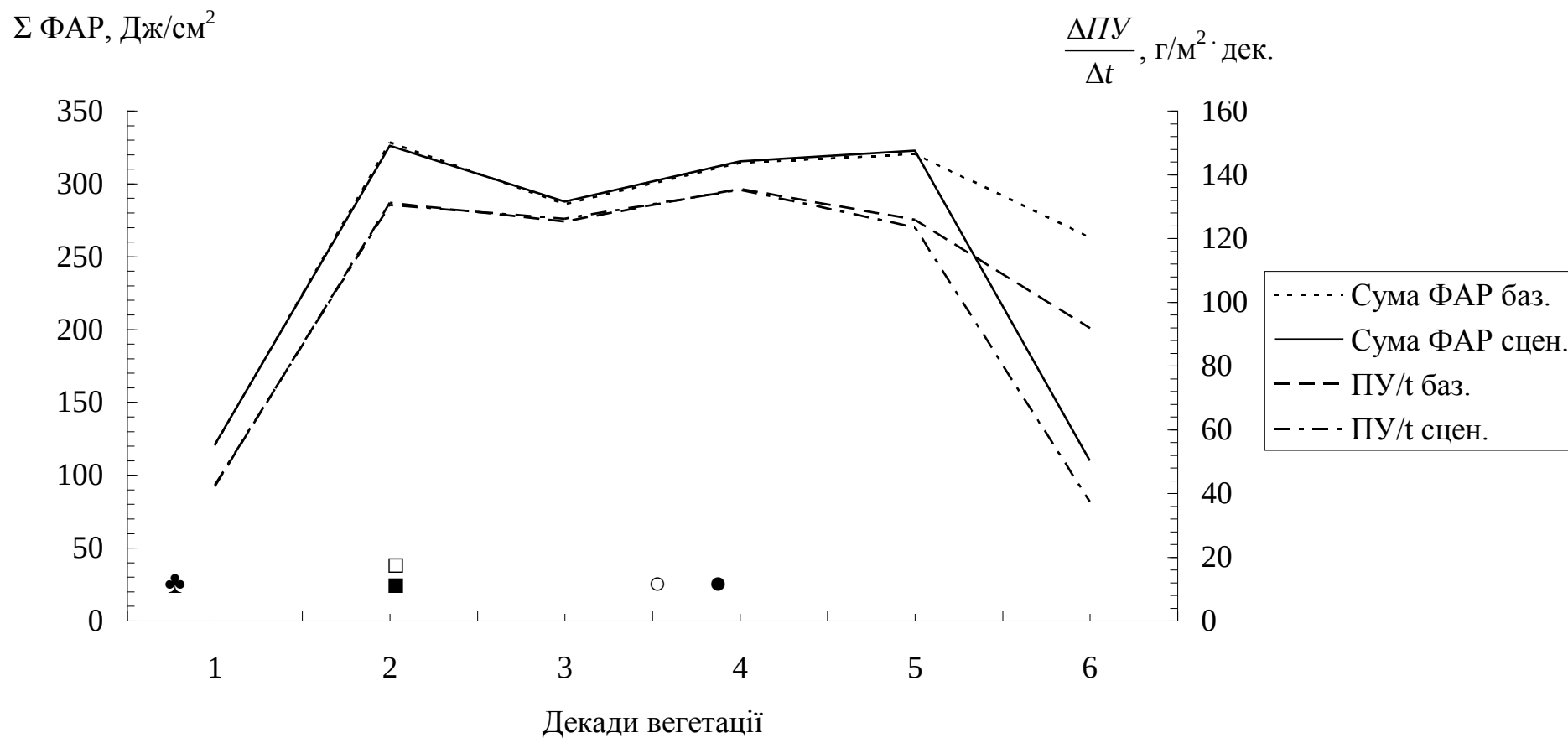


Рисунок 5.4 – Динаміка декадних приростів ПУ ($\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$) і сум ФАР ($\Sigma \text{ФАР}$) проса в центральному Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ сівба, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.)

У першу декаду вегетації середньодекадна температура (t) повітря складає 19,4 °С. У другій декаді вона входить у інтервал оптимальних значень, у якому знаходиться до початку цвітіння. Після чого спостерігається поступовий спад кривої. У кінці вегетації досягається мінімум 14,8 °С. Для сценарного періоду крива середньодекадної температури повітря раніше входить в інтервал оптимальних температур та проходить вище кривої для базового періоду.

Як показано на рисунку 5.5 (б) у період від виходу в трубку до цвітіння величина сумарного випаровування знаходиться на рівні 14-15 мм. Максимум досягається у період дозрівання та складає 16 мм. Для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.) величини сумарного випаровування знаходяться на тому ж рівні.

Величина відношення сумарного випаровування за декаду до випаровуваності E/E_0 на період появи сходів складає 0,41 відн.од. Крива ходу постійно повільно зростає. Максимальне значення припадає на період дозрівання та складає 0,62 відн. од. Крива ходу величини E/E_0 для сценарного періоду проходить дещо нижче кривої ходу для базового періоду.

Що стосується динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (рис. 5.6), то на початку вегетації проса величина W_{0-100} знаходилась на позначці 125 мм. Поступово знижуючись, досягає найнижчих значень у період цвітіння (95 мм). Після цього спостерігається ріст величини запасів продуктивної вологи до позначки 113 мм у кінці періоду дозрівання.

Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів ММУ (рис 5.5а). Хід кривої приростів ММУ починається з позначки 40 г/м²·дек. у період появи сходів. Період від кущення до цвітіння характеризується приростами ММУ на рівні 130 г/м²·дек. Подальший хід кривої характеризується повільним спадом до кінця дозрівання проса. Для сценарного періоду характерний подібний хід кривої приростів ММУ г/м² · дек. Лише у період цвітіння крива проходить дещо вище значень, характерних для базового періоду.

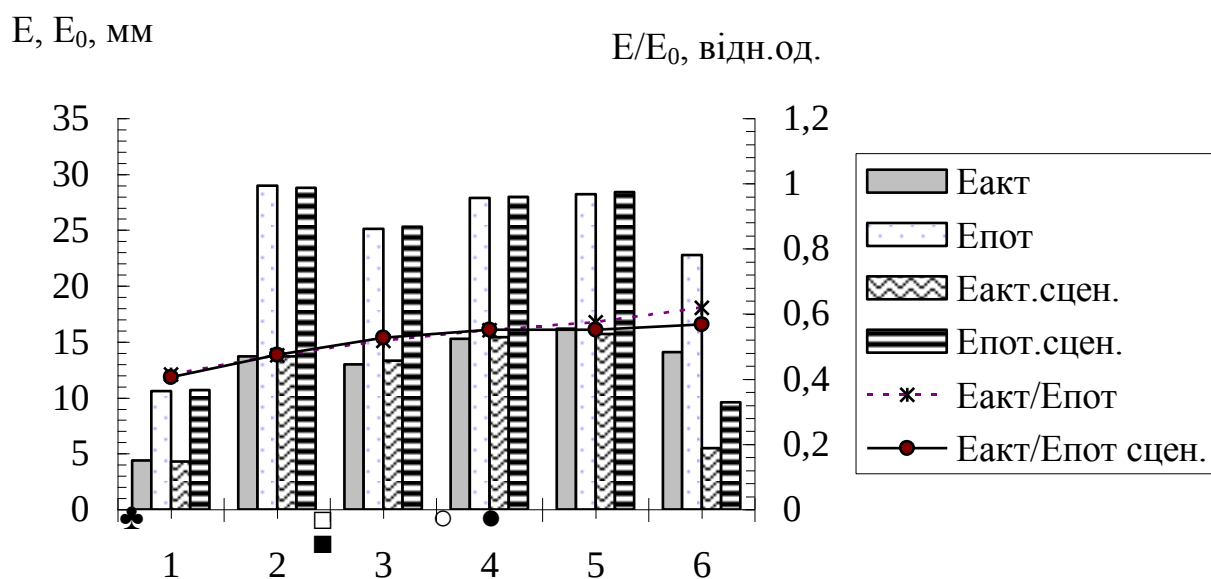
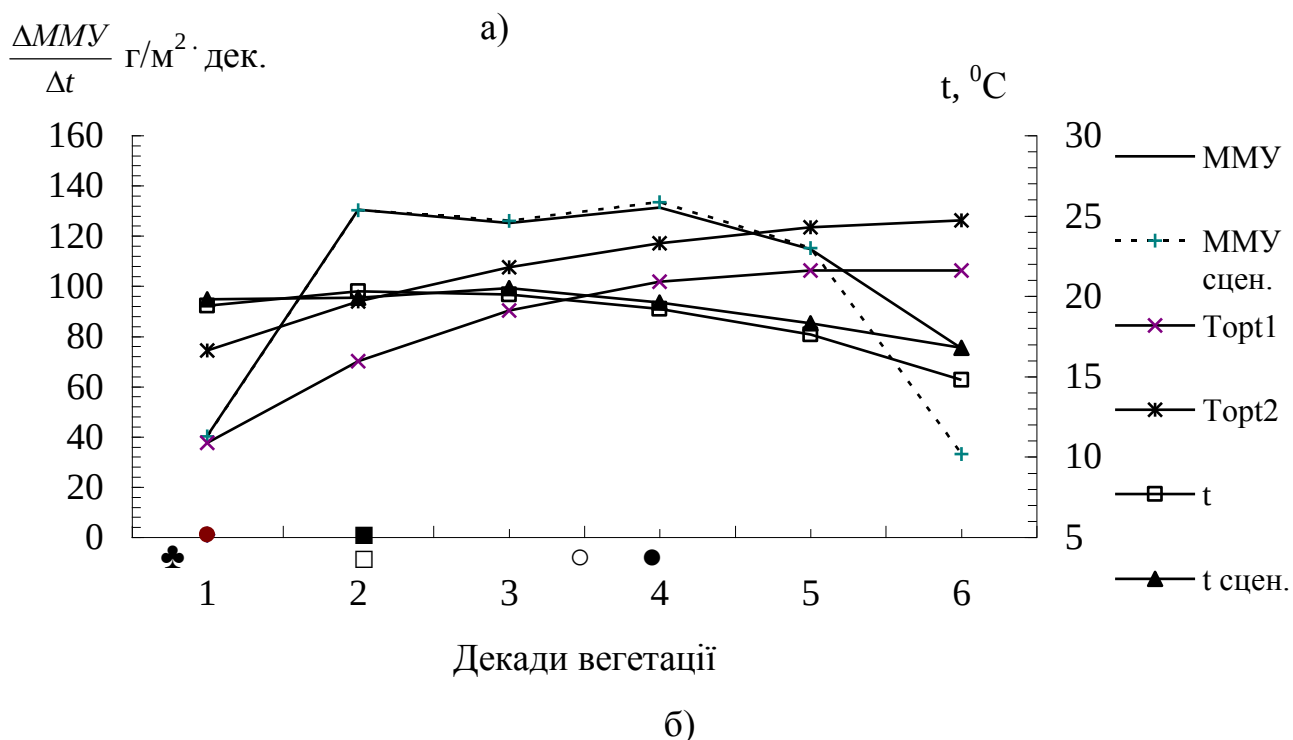


Рисунок 5.5 – Декадний хід приростів ММУ ($\frac{\Delta MMY}{\Delta t}$) проса (а) і

характеристик водно-теплогового режиму (б) у центральному Лісостепу для базового (1986-2005 рр.) та сценарного (2011-2030 рр.) періодів

♣ сівба, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), Topt1 і Topt2 – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

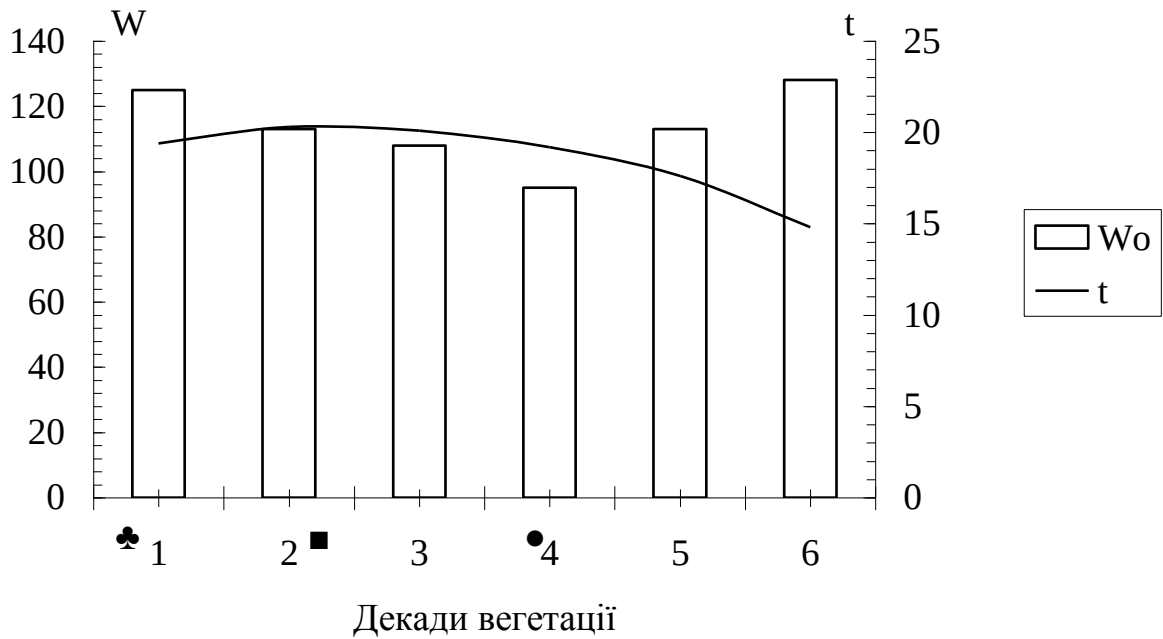


Рисунок 5.6 – Динаміка температури повітря (t) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральному Лісостепу для базового (1986 – 005 рр.) періоду

♣ сівба, ■ вихід у трубку, ● початок цвітіння.

Прирости дійсно-можливих урожаїв $\frac{\Delta DMU}{\Delta t}$ (рис. 5.7) починаються з позначки $24 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. Максимум величини спостерігається у період виходу в трубку та у період цвітіння і складає $79 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. Після цього прирости ДМУ поступово знижуються до кінця вегетації, де досягається позначка $46 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$.

Для динаміки приростів на рівні УВ для базового періоду характерні певні особливості (рис. 5.7). Максимум ($51 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$) досягається у період виходу в трубку та на початку цвітіння. Мінімум спостерігається в кінці досягання ($29 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$).

Криві приростів ДМУ та УВ для сценарного періоду подібні до аналогічних кривих для базового періоду, проте характеризуються дещо більшими значеннями у період від виходу у трубку до початку цвітіння.

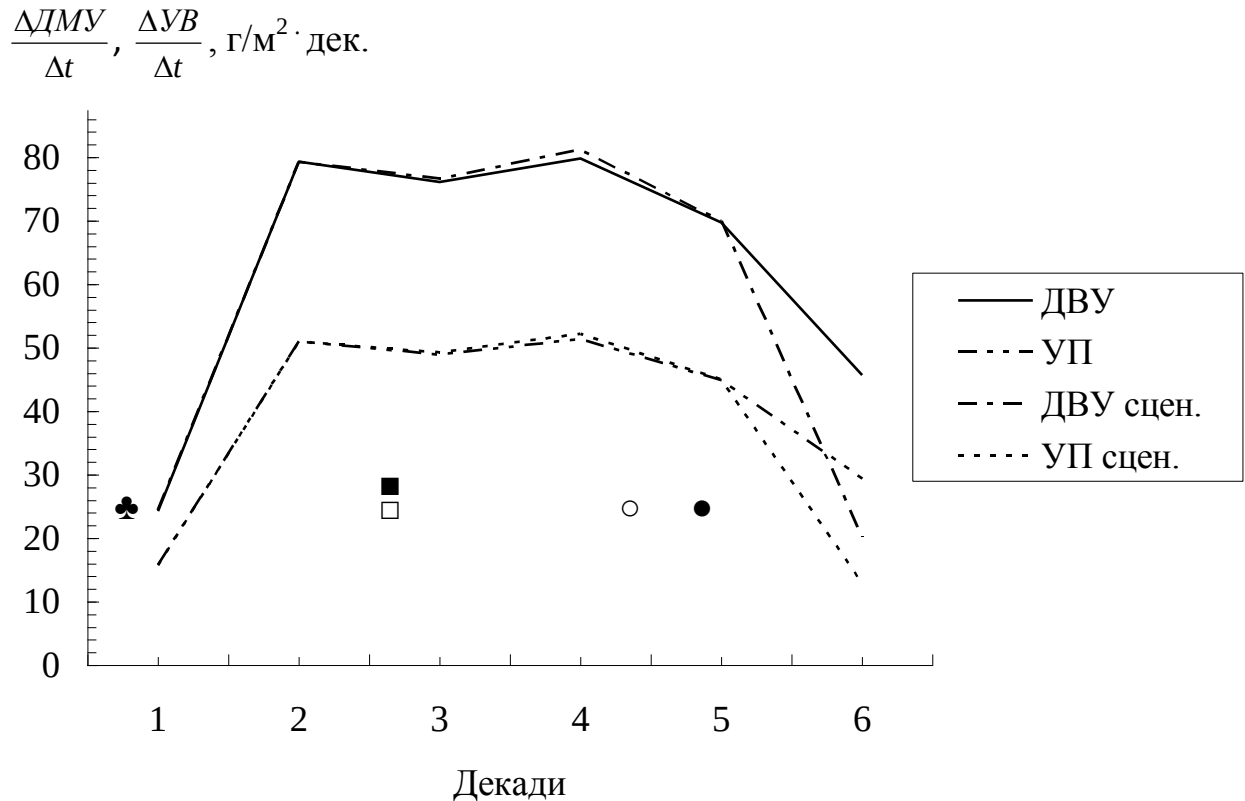


Рисунок 5.7 – Динаміка приростів ДМУ і приростів УВ проса в центральному Лісостепу для базового (1986-2005 рр.) та сценарного (2011-2030 рр.) періодів

♣ сівба ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.),
□ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.)

5.1.3 Динаміка приростів агроекологічних рівнів урожайності проса в умовах центральної частини Північного Степу

Як зазначалося раніше, режим фотосинтетично активної радіації формує наряду з біологічними особливостями культури рівень її потенціальної урожайності. З (дод. рис. Б.1) видно, що в першу декаду вегетації у період появи сходів сума ФАР за декаду складає 156 Дж/см²·дек. Максимум сум ФАР припадає на період виходу у трубку і складає 336 Дж/см²·дек для базового періоду та 338 Дж/см²·дек для сценарного періоду. Після цього крива повільно

спадає у період цвітіння до рівня $300 \text{ Дж/см}^2\cdot\text{дек}$. Дещо збільшившись на початку дозрівання, величини сум ФАР спадають в кінці вегетації.

Рівень приростів ПУ починаючи від періоду виходу в трубку до початку дозрівання коливається у межах $170 - \text{г/м}^2\cdot\text{дек}$. Вкінці вегетації спостерігається зменшення приростів. Крива ходу приростів для сценарного періоду подібна до аналогічної кривої для базового періоду.

Перші дві декади (дод. рис. Б.2а) середньодекадна температура повітря (t) для базового періоду була вище границь температурного оптимуму T_{opt1} і T_{opt2} . Від періоду викидання волоті до початку цвітіння крива знаходиться у межах температурного оптимуму, температури коливаються від 21 до $21,5^\circ\text{C}$. Крива середньодекадної температури для сценарного періоду знаходиться в інтервалі оптимальних температур від початку цвітіння до початку дозрівання. Після цього обидві криві (для базового та сценарного періодів) виходять з інтервалу та повільно спадають, досягаючи мінімуму $18,9^\circ\text{C}$ (базовий період) та $19,8^\circ\text{C}$ (сценарний період) вкінці вегетації.

Величина сумарного випаровування за декаду в період від виходу в трубку до початку дозрівання знаходиться на рівні 13 мм (дод. рис. Б.2б). Вологозабезпеченість на протязі вегетації коливається від $0,43$ відн. од. на початку вегетації до $0,46$ відн. од. (період дозрівання). Величина E/E_0 для сценарного періоду характеризується дещо вищими значеннями та коливається на рівні $0,47$ відн. од.

Характеризуючи динаміку запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту для базового періоду (дод. рис. Б.3), потрібно відмітити, що на період появи сходів величина W_{0-100} знаходилась на позначці 104 мм . Поступово знижуючись, досягає найнижчих значень у період дозрівання (62 мм).

Дані умови термічного режиму та вологозабезпеченості визначають рівень приростів ММУ. У період виходу у трубку досягається максимум приростів $179 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ (дод. рис. Б.2а). Наступні дві декади величина тримається на позначці $168 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. Для сценарного періоду характерні дещо вищі прирости ММУ. Максимальне значення складає $182 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$.

Для динаміки приростів ДМУ характерний максимум $109 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ для базового періоду та $111 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ для сценарного періоду у фазу виходу в трубку (дод. рис. Б.4). Після цього відбувається повільне зниження величини $\frac{\Delta \text{ДМУ}}{\Delta t}$ до кінця дозрівання.

Прирости УВ у період виходу в трубку досягають максимального значення $70 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ для базового періоду та $71 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ для сценарного періоду. Після цього крива повільно спадає і на початку дозрівання складає $66 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ (базовий період) та $67 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ (сценарний період).

5.1.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних рівнів урожайності пожнивного проса у центральній частині Південного Степу

Розглянемо динаміку приростів потенційної урожайності проса і хід декадних сум ФАР за вегетаційний період у центральній частині Південного Степу (дод. рис. Б.5).

Суми ФАР як для базового, так і для сценарного періодів зростають до початку дозрівання, де й спостерігається максимальне значення $343 \text{ Дж/см}^2\cdot\text{дек}$. Крива динаміки приростів ПУ подібна до кривої ходу сум ФАР. Максимальне значення ($180 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$) відмічається у період цвітіння. Криві для базового та сценарного періодів подібні (дод. рис. Б.5).

Як відмічалось раніше, рівень ПУ лімітується фактором тепла і вологи. Ці два фактори визначають рівень наступної агроекологічної категорії урожайності – ММУ. Як видно з рис. Б.6а (дод. Б), криві ходу середньодекадної температури (t) для базового та сценарного періодів входять в інтервал оптимальних температур у період цвітіння проса ($23,1^\circ\text{C}$) та знаходяться у ньому до кінця вегетації.

Найбільші значення сумарного випаровування припадають на період цвітіння та початок дозрівання, коли величина E складає 13 мм для базового періоду та 12 мм для сценарного періоду. Величина вологозабезпеченості посівів (E/E_0) коливається у межах 0,42 – 0,46 відн. од. Максимум припадає на період дозрівання проса. Вологозабезпеченість посівів для сценарного періоду характеризується дещо нижчими значеннями (0,39 – 0,41 відн. од.).

Що стосується динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. рис. Б.7), то на початку вегетації проса величина W_{0-100} знаходилась на позначці 84 мм. Поступово знижуючись, досягає мінімальних значень у кінці дозрівання (53 мм).

Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів метеорологічно можливої урожайності (дод. рис. Б.6а). З початку вегетації спостерігається ріст приростів ММУ. Максимум припадає на період цвітіння та складає $168 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ для базового періоду та $180 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ для сценарного періоду. До кінця вегетації прирости поступово зменшуються. Для сценарного періоду прирости ММУ вищі у порівнянні з базовим періодом на протязі всього періоду вегетації.

Прирости дійсно-можливих урожаїв $\frac{\Delta DMU}{\Delta t}$ (дод. рис. Б.8) поступово зростають з початку вегетації та досягають максимального значення у період цвітіння – $107 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ для базового періоду та $115 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ для сценарного періоду. Після цього спостерігається постійне зниження величини $\frac{\Delta DMU}{\Delta t}$ до кінця вегетації. Сценарний період характеризується більшими величинами приростів ДМУ у порівнянні з базовим періодом на протязі усього періоду вегетації проса.

Криві динаміки приростів виробничого урожаю для базового та сценарного періодів подібні. Проте прирости УВ у сценарному періоді дещо вищі. Максимальне значення $\frac{\Delta UB}{\Delta t}$ для базового періоду складає $69 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ та $74 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$ для сценарного періоду.

5.2 Агрокліматичні умови та динаміка приростів агроєкологічних категорій урожайності пожнивного гороху на території України в умовах зміни клімату

5.2.1 Динаміка приростів агроєкологічних рівнів урожайності пожнивного гороху в умовах центрального Полісся

Динаміка приростів потенційної урожайності пожнивного гороху та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість представлена на рис. Б.9 (дод. Б). У першій декаді вегетації (поява третього листа) рівень сум ФАР складає $284 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ та досягає значення $316 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ перед початком цвітіння. Після цього спостерігається зниження величини суми ФАР у період цвітіння ($262 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$). У наступній декаді величина сум ФАР досягає максимуму $356 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ Хід кривої приростів ПУ подібний до кривої ходу сум ФАР. Мінімум спостерігається перед початком цвітіння ($132 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$), а максимум ($171 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$) - у період цвітіння.

Розглянемо динаміку показників волого-температурного режиму на протязі вегетації. Якщо температура повітря буде близькою до оптимальної T_{opt} , то досягатиметься максимальна продуктивність посівів.

Як видно із рис. Б.10 (а) (дод. Б), нижня границя температурного оптимуму починається із позначки $8,1^\circ\text{C}$, плавно піднімаючись, досягає максимуму $17,6^\circ\text{C}$ у період дозрівання.

Верхня границя оптимальних температур T_{opt2} починається з позначки $13,4^\circ\text{C}$, досягає максимуму у той же період, що й T_{opt1} і складає $20,7^\circ\text{C}$.

Крива ходу середньодекадної температури повітря (t) входить в інтервал температурного оптимуму у період появи суцвіть та виходить із нього у період цвітіння. Від середини періоду цвітіння до кінця вегетації крива знаходиться нижче температурного інтервалу.

Величини сумарного випаровування на протязі вегетації коливаються від 13 до 18 мм. Максимум (18 мм) припадає на період дозрівання. Вологозабезпеченість посівів (E/E_0) коливається від 0,51 до 0,58 відн. од.

Максимальним значенням приростів ММУ ($161 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$) характеризується період появи суцвіть. У період цвітіння величина приростів ММУ опускається до позначки $131 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Від початку дозрівання до кінця вегетації прирости ММУ спадають до позначки $52 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності ($\Delta \text{ДМУ}$) представлений на рис. Б.11 (дод. Б). Максимальне значення даної величини на рівні $96 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ спостерігається перед початком цвітіння. Різкий спад кривої спостерігається у період цвітіння ($79 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$). У період дозрівання прирости зростають до рівня $96 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ Динаміка приростів УВ подібна до динаміки приростів ДМУ. Максимум ($62 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$) спостерігається у період цвітіння.

5.2.2 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних рівнів урожайності гороху в центральному Лісостепу

Динаміка приростів потенційної урожайності гороху та хід декадних сум ФАР за період сходи – стиглість представлена на рис. Б.12 (дод. Б).

У початковий період вегетації (поява третього листа) рівень сум ФАР складає величину $324 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$ Мінімум даної величини для базового періоду ($259 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$) припадає на період цвітіння, а максимум ($350 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$) – на період дозрівання. Крива ходу сум ФАР для сценарного періоду, починаючи від фази цвітіння до кінця вегетації, проходить вище кривої для базового періоду. Її максимум складає $361 \text{ Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$

Крива динаміки приростів ПУ для сценарного періоду подібна до аналогічної кривої для базового періоду. Максимум приростів ПУ для сценарного періоду ($159 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$) вище за аналогічний максимум для базового

періоду на $5 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек.}$ (дод. рис. Б.12). Прирости потенційної урожайності поступово зменшуються до кінця дозрівання.

Розглянемо хід середньодекадної температури повітря на протязі вегетації у порівнянні з ходом оптимальних значень температури. Як видно із рис. Б.13 (а) (дод. Б), нижня межа температурного оптимуму починається із позначки $5,6 \text{ }^\circ\text{C}$ та досягає максимуму $17,6 \text{ }^\circ\text{C}$ у період дозрівання. Верхня межа оптимальних температур T_{opt2} починається з позначки $11,9 \text{ }^\circ\text{C}$, досягає максимуму у період дозрівання і складає $20,7 \text{ }^\circ\text{C}$. Криві ходу середньодекадної температури повітря для базового та сценарного періоду знаходяться в коридорі оптимальних температур протягом фази цвітіння.

Вологозабезпеченість посівів (E/E_0) для базового періоду на початку вегетації знаходиться на позначці 0,41 відн. од. Максимум (0,65 відн. од.) досягається у період дозрівання. Крива ходу величини E/E_0 для сценарного періоду (максимум 0,56 відн. од.) проходить вище аналогічної кривої для базового періоду.

Аналіз динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. рис. Б.14) показав, що на початку вегетації гороху величина W_{0-100} знаходилась на позначці 125 мм. Поступово знижуючись, у період появи суцвіть досягає значення 95 мм. Початок дозрівання характеризується найвищими за період вегетації значеннями величини 128 мм. Комплексний вплив основних метеорологічних факторів відображає метеорологічно можлива урожайність. На період появи третього листа приріст ММУ для базового та сценарного періодів складає $117 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек.}$ (дод. рис. Б.13 (а)). Максимум досягається у період цвітіння і складає $153 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек.}$ Далі спостерігається спад кривої до кінця вегетації, де й досягається мінімум $44 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек.}$ (базовий період). Починаючи з періоду цвітіння крива динаміки приростів ММУ для сценарного періоду проходить вище аналогічної кривої для базового періоду.

Величини приростів ДМУ для базового та сценарного періодів (дод. рис. Б.15) на період появи третього листа складають $71 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек.}$ та

зростають до $93 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ у період цвітіння. Починаючи з періоду цвітіння прирости для сценарного періоду вищі у порівнянні з базовим періодом.

Прирости урожайності на рівні УВ починаються з позначки $45 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. для базового та сценарного періодів. Максимум досягається у період цвітіння і складає $59 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. для базового періоду та $61 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. для сценарного періоду.

5.2.3 Агрокліматичні умови та формування продуктивності пожнивного гороху в умовах центральної частини Північного Степу

Криві ходу сум ФАР для базового та сценарного періодів характеризуються повільним зростанням з початку вегетації. Максимум досягається у період дозрівання та складає $396 \text{ Дж/см}^2\cdot\text{дек}$. для базового періоду та $413 \text{ Дж/см}^2\cdot\text{дек}$. для сценарного періоду (дод. рис. Б.16).

Крива ходу приростів ПУ подібна до кривої ходу сум ФАР. Максимум приростів складає $159 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$. для базового періоду та $161 \text{ г/м}^2\cdot\text{дек}$ для сценарного періоду.

Перші чотири декади (дод. рис. Б.17а) середньодекадна температура повітря для базового та сценарного періодів була вище границь температурного оптимуму T_{opt1} і T_{opt2} . Криві знаходяться у межах температурного оптимуму у першій половині періоду дозрівання, температури коливаються від 17 до 20°C . Після цього криві виходять за межі температурного інтервалу і повільно спадають.

До початку дозрівання величина E/E_0 у сценарному періоді ($0,4 - 0,46$ відн. од.) була вище, ніж у базовому періоді ($0,39 - 0,45$ відн. од.) (дод. рис.Б.17б). У період дозрівання вологозабезпеченість посівів для сценарного періоду нижча ($0,43 - 0,45$ відн. од.), ніж для базового ($0,5$ відн. од.).

Характеризуючи динаміку запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. рис. Б.18), потрібно відмітити, що у період появи сходів

величина W_{0-100} знаходилась на позначці 104 мм. У період цвітіння дана величина досягає найнижчих значень (62 мм), а у період дозрівання W_{0-100} складає 100 мм.

Дані умови термічного режиму та вологозабезпеченості визначають рівень приростів ММУ. Від початку вегетації спостерігається ріст кривих приростів ММУ. У період дозрівання досягається максимальне значення $\frac{\Delta MMY}{\Delta t}$ (152 г/м²·дек.) для базового періоду та 161 г/м²·дек. для сценарного періоду (рис.Б.17а).

Максимальне значення приростів ДМУ спостерігається у період дозрівання і складає 92 г/м²·дек. для базового періоду та 98 г/м²·дек. для сценарного періоду (рис. Б.19).

Крива ходу для приростів УВ подібна до кривої ходу приростів ДМУ. Максимум припадає на період дозрівання та складає 59 г/м²·дек. для базового періоду та 63 г/м²·дек. для сценарного періоду.

5.2.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних рівнів урожайності пожнивного гороху в центральній частині Південного Степу

Розглянемо динаміку приростів потенційної урожайності гороху і хід декадних сум ФАР за вегетаційний період у центральній частині Південного Степу (дод. рис. Б.20). Значення величини сум ФАР для базового та сценарного періодів на протязі вегетації коливаються від 310 до 338 Дж/см²·дек. Максимум на рівні 400 Дж/см²·дек. досягається вкінці вегетації.

Максимум приростів ПУ досягається у період цвітіння та складає 165 г/м²·дек. Для базового періоду та 166 г/м²·дек. Для сценарного періоду (дод. рис. Б.20).

Аналізуючи динаміку приростів ММУ (дод. рис. Б.21а), необхідно звернути увагу на хід середньодекадної температури на протязі вегетаційного періоду.

Середньодекадна температура повітря для сценарного періоду знаходиться вище інтервалу оптимальних температур та коливається у межах 21 – 23,7 °С. У базовому періоді ця величина знаходиться в оптимальних межах у другій половині періоду дозрівання.

Величина вологозабезпеченості посівів на протязі вегетації коливається в межах від 0,38 до 0,41 відн. од. для сценарного періоду та 0,4 – 0,5 відн. од. для базового періоду (дод. рис. Б.21б).

Що стосується динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. рис. Б.22), то на початку вегетації гороху величина W_{0-100} знаходилась на позначці 84 мм. Поступово знижуючись, досягає найнижчих значень у кінці цвітіння (53 мм). У період дозрівання величина W_{0-100} зростає та досягає позначки 95 мм у кінці вегетаційного періоду.

Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів метеорологічно можливої урожайності (дод. рис. Б.21а). Крива ходу приросту ММУ для сценарного періоду проходить вище аналогічної кривої для базового періоду. Максимальні значення (біля 160 г/м²·дек.) досягаються у період дозрівання.

Крива ходу приростів дійсно-можливих урожаїв (дод. рис. Б.23) для сценарного періоду проходить вище аналогічної кривої для базового періоду. Максимальні значення (біля 100 г/м²·дек.) досягаються в кінці вегетації.

На період появи третього листа величина $\frac{\Delta UB}{\Delta t}$ складає 36 г/м²·дек. для базового та 41 г/м²·дек. для сценарного періодів. Максимальні значення досягаються в кінці вегетації (дод. рис. Б.23).

5.3 Динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності пожнивної гречки в Україні за умови реалізації сценарію зміни клімату

5.3.1 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних рівнів урожайності гречки в центральному Поліссі

Динаміка приростів потенційної урожайності пожнивної гречки та хід декадних сум ФАР за період сходи – повна стиглість представлена на рис. Б.24 (дод. Б).

У першій декаді вегетації (поява сходів) рівень сум ФАР складає 264 Дж/см²·дек. та досягає значення 318 Дж/см²·дек. у період цвітіння. Після цього спостерігається зниження величини суми ФАР на початок дозрівання (265 Дж/см²·дек.). У наступній декаді величина сум ФАР досягає максимуму 359 Дж/см²·дек.

Хід кривої приростів ПУ подібний до кривої ходу сум ФАР. Мінімум спостерігається на початку дозрівання (94 г/м²·дек.), а максимум (121 г/м²·дек.) – у наступній декаді.

Розглянемо динаміку показників волого-температурного режиму на протязі вегетації. Як видно із рисунка Б.25а (дод. Б), нижня границя температурного оптимуму починається із позначки 6,3 °С, плавно піднімаючись, досягає максимуму 15,6 °С у період дозрівання.

Верхня границя оптимальних температур T_{opt2} починається з позначки 11,5°С, досягає максимуму у той же період, що й T_{opt1} і складає 18,7 °С.

Крива ходу середньодекадної температури повітря (t) входить в інтервал температурного оптимуму у період цвітіння та виходить із нього у першій декаді дозрівання.

Величини сумарного випаровування на протязі вегетації коливаються від 13 до 18 мм. Максимум (18 мм) припадає на період дозрівання. Вологозабезпеченість посівів (E/E_0) коливається від 0,42 до 0,56 відн. од.

Величина приростів ММУ у період появи суцвіть складає $83 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ Максимальним значенням приростів ММУ ($121 \text{ г/м}^2\text{дек.}$) характеризується період дозрівання.

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності ($\Delta\text{ДМУ}$) представлений на рис. Б.26 (дод. Б.). Максимальне значення даної величини на рівні $72 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ спостерігається у період дозрівання. До кінця дозрівання прирости зменшуються.

Динаміка приростів УВ подібна до динаміки приростів ДМУ. З початку вегетації прирости зростають до фази цвітіння. Максимум ($72 \text{ г/м}^2\text{дек.}$) спостерігається у період дозрівання.

5.3.2 Агрокліматичні умови та динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності гречки в центральному Лісостепу

Динаміка приростів потенційної урожайності гречки та хід декадних сум ФАР за період сходи – стиглість представлена на рис. 27 (дод. Б).

У початковий період вегетації (поява третього листа) рівень сум ФАР для базового періоду складає величину $325 \text{ Дж/см}^2\text{дек.}$, максимум даної величини ($347 \text{ Дж/см}^2\text{дек.}$) припадає на період дозрівання. Крива ходу сум ФАР для сценарного періоду проходить дещо вище кривої для базового періоду. Її максимум складає $358 \text{ Дж/см}^2\text{дек.}$

Крива динаміки приростів ПУ для сценарного періоду подібна до аналогічної кривої для базового періоду. Максимум приростів ПУ для сценарного періоду ($116 \text{ г/м}^2\text{дек.}$) вище за аналогічний максимум для базового періоду на $3 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ (дод. рис. Б.27). Прирости потенційної урожайності поступово зменшуються до кінця дозрівання.

Розглянемо хід середньодекадної температури повітря (t) на протязі вегетації у порівнянні з ходом оптимальних значень температури. Як видно із

рис. Б.28 (а) (дод. Б), нижня границя температурного оптимуму починається із позначки 5 °С та досягає максимуму 15,6 °С у період дозрівання.

Верхня границя оптимальних температур T_{opt2} починається з позначки 9,9 °С, досягає максимуму у період дозрівання і складає 18,7 °С.

Крива ходу середньодекадної температури повітря для базового періоду знаходиться у коридорі оптимальних температур першу декаду цвітіння. Аналогічна крива для сценарного періоду знаходиться в даному коридорі протягом останньої декади цвітіння та першої декади дозрівання.

Вологозабезпеченість посівів (E/E_0) для базового та сценарного періодів на початку вегетації (поява сходів) знаходиться на позначці 0,48 відн. од. Починаючи з середини фази цвітіння дана величина для базового періоду збільшується (0,58 – 0,63 відн. од.) у порівнянні зі сценарним періодом (0,53 – 0,56 відн. од.).

Аналіз динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. Б. рис. 29) показав, що на початку вегетації гречки величина W_{0-100} знаходилась на позначці 125 мм. Поступово знижуючись, у період цвітіння досягає значення 95 мм. Початок дозрівання характеризується найвищими за період вегетації значеннями величини 128 мм.

Комплексний вплив основних метеорологічних факторів відображає метеорологічно можлива урожайність. На період появи сходів приріст ММУ для базового та сценарного періодів складає $84 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ (дод. рис. Б.28а). Максимум для базового періоду досягається у період цвітіння і складає $114 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$, а для сценарного періоду максимум ($116 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$) спостерігається у період дозрівання. Далі спостерігається спад кривих приростів ММУ до кінця вегетації.

Величини приростів ДМУ для базового та сценарного періодів (дод. рис. Б.30) на період появи сходів складають $51 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ та зростають до $70 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у період цвітіння. Починаючи з періоду цвітіння прирости для сценарного періоду вищі у порівнянні з базовим періодом.

Прирости урожайності на рівні УВ починаються з позначки $33 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ для базового та сценарного періодів. Максимум досягається у період дозрівання і складає $42 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ для базового періоду та $45 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ для сценарного періоду.

5.3.3 Динаміка приростів агроекологічних рівнів урожайності гречки в умовах центральної частини Північного Степу

Режим фотосинтетично активної радіації формує наряду з біологічними особливостями культури рівень її потенціальної урожайності. Криві ходу сум ФАР для базового та сценарного періодів характеризуються повільним зростанням з початку вегетації. Максимум досягається у період дозрівання та складає $403 \text{ Дж/см}^2\text{дек.}$ для базового періоду та $419 \text{ Дж/см}^2\text{дек.}$ для сценарного періоду (дод. рис. Б.31).

Крива ходу приростів ПУ подібна до кривої ходу сум ФАР. Максимум приростів складає $96 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ для базового періоду та $94 \text{ г/м}^2\text{дек.}$ для сценарного періоду.

Перші чотири декади (дод. рис. Б.32а) середньодекадна температура повітря для базового та сценарного періодів була вище границь температурного оптимуму T_{opt1} і T_{opt2} . Крива базового періоду знаходиться у межах температурного оптимуму одну декаду дозрівання, температури коливаються від 15 до 18°C . Крива сценарного періоду перебуває в межах температурного інтервалу останню декаду дозрівання.

До початку дозрівання величина E/E_0 у сценарному періоді ($0,4 - 0,46$ відн. од.) була вище, ніж у базовому періоді ($0,39 - 0,45$ відн. од.) (дод. рис. Б.32 (б)). У період дозрівання вологозабезпеченість посівів для сценарного періоду нижча ($0,44 - 0,46$ відн. од.), ніж для базового ($0,46 - 0,52$ відн. од.).

Характеризуючи динаміку запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. рис. Б.33), потрібно відмітити, що у період появи сходів величина W_{0-100} знаходилась на позначці 104 мм. На початку дозрівання дана величина досягає найнижчих значень (62 мм), а у другій декаді дозрівання W_{0-100} складає 100 мм.

Дані умови термічного режиму та вологозабезпеченості визначають рівень приростів ММУ. Від початку вегетації до другої декади дозрівання спостерігається ріст кривих приростів ММУ. У шостій декаді вегетації досягається максимальне значення $\frac{\Delta M_{MU}}{\Delta t}$ (94 г/м²·дек.) для базового періоду та 95 г/м²·дек. для сценарного періоду (дод. рис. Б.32а).

Максимальне значення приростів ДМУ спостерігається у період дозрівання і складає 57 г/м²·дек. для базового періоду та 58 г/м²·дек. для сценарного періоду (дод. рис. Б.34).

Крива ходу для приростів УВ подібна до кривої ходу приростів ДМУ. Максимум припадає на період дозрівання та складає 36 г/м²·дек. для базового періоду та 37 г/м²·дек. для сценарного періоду.

5.3.4 Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних рівнів урожайності пожнивної гречки в центральній частині Південного Степу

Розглянемо динаміку приростів потенційної урожайності пожнивної гречки і хід декадних сум ФАР за вегетаційний період у центральній частині Південного Степу (дод. рис. Б.35). Значення величини суми ФАР для базового та сценарного періодів на протязі вегетації коливаються від 310 до 339 Дж/см²·дек. Максимум на рівні 339 Дж/см²·дек. досягається в середині фази цвітіння. Максимум приростів ПУ досягається у період цвітіння та складає 97 г/м²·дек. для базового періоду та 96 г/м²·дек. для сценарного періоду

(дод. рис. Б.35). Аналізуючи динаміку приростів ММУ (дод. рис. Б.36а), необхідно звернути увагу на хід середньодекадної температури (t) на протязі вегетаційного періоду. Середньодекадна температура повітря для сценарного періоду знаходиться вище інтервалу оптимальних температур та коливається у межах 21,1 – 23,7 °С. У базовому періоді ця величина знаходиться в інтервалі оптимальних температур вкінці періоду дозрівання.

Величина вологозабезпеченості посівів на протязі вегетації коливається в межах від 0,38 до 0,42 відн. од. для сценарного періоду та 0,39 – 0,48 відн. од. для базового періоду (дод. рис.Б.36б).

Що стосується динаміки запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту (дод. рис.Б.37), то на початку вегетації гречки величина W_{0-100} знаходилась на позначці 84 мм. Поступово знижуючись, досягає найнижчих значень на початку дозрівання (53 мм). Укінці дозрівання величина W_{0-100} зростає до позначки 93 мм. Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів метеорологічно можливої урожайності (дод. рис. Б.36а). Крива ходу приросту ММУ для сценарного періоду проходить вище аналогічної кривої для базового періоду. Максимальні значення досягаються у період дозрівання та складають 70 г/м²·дек. для базового періоду та 74 г/м²·дек. для сценарного періоду.

Крива ходу приростів дійсно-можливих урожаїв (дод. рис. Б.38) для сценарного періоду проходить вище аналогічної кривої для базового періоду. Максимальні значення досягаються вкінці вегетації та складають біля 45 г/м²·дек. для базового періоду та 47 г/м²·дек. для сценарного періоду.

З початку вегетації прирости УВ для базового та сценарного періодів зростали та досягли найбільших значень вкінці дозрівання. Для базового періоду максимум $\frac{\Delta U B}{\Delta t}$ складає 28 г/м²·дек., а для сценарного періоду – 30 г/м²·дек. (дод. рис. Б. 38).

6 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ ЩОДО ВИРОЩУВАННЯ ПОЖНИВНИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Під агрокліматичними ресурсами розуміють кліматичні можливості територій для отримання сільськогосподарської продукції. Тому доцільно характеризувати агрокліматичні ресурси за продуктивністю та врожайністю культур залежно від показників клімату [97 - 100]. Проте, вираження агрокліматичних ресурсів при такому підході досить складне, оскільки фактори погоди впливають на рослини безперервно і комплексно, а результат впливу залежить від фізіологічних параметрів самих рослин і ценотичної взаємодії в ценозах. Доцільним є аналіз значень агроекологічних категорій продуктивності, що відображають комплексний вплив агрокліматичних умов на продукційний процес, причому ресурси продуктивності оцінюються по відношенню до конкретної культури і навіть сорту [101].

У зв'язку з тим, що агрокліматичні ресурси краще всього описати за допомогою агроекологічних категорій урожайності, нами була проведена оцінка продуктивності території України для вирощування культур проса, гороху та гречки у якості пожнивних для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Оцінка агрокліматичних ресурсів другої половини літа за продуктивністю пожнивних культур проводилась на основі фізико-географічної карти України. Для 80-ти метеорологічних станцій України на основі середніх багаторічних метеорологічних та агрометеорологічних даних, та даних, отриманих від реалізації сценарію зміни клімату A1B, були виконані розрахунки за допомогою моделі, описаної у розділі 4. У результаті розрахунків була отримана щодакдна та осереднена за вегетаційний період інформація по агрокліматичним умовам формування чотирьох агроекологічних категорій урожайності для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Для наочної картини розподілу цих категорій урожайності

по території України за вегетаційний період пожнивних культур проса, гречки та гороху складені відповідні карто-схеми.

6.1 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України щодо вирощування пожнивного проса в умовах зміни клімату

6.1.1 Аналіз показників фотосинтетичної продуктивності пожнивного проса

На основі виконаних розрахунків була дана оцінка узагальнених характеристик ґрунтово-кліматичних умов вирощування проса в якості пожвної культури та його продуктивності. Одним із найважливіших видів природних ресурсів України є ґрунти. В основному по території переважають чорноземи від типових мало гумусних до потужних чорноземів, що вирізняються високою родючістю. Обов'язковим елементом земельного кадастру є бонітування ґрунтів. Рівень природної родючості ґрунтів України досить диференційований.

Ґрунтово-кліматичні зони, що розглядаються у даній роботі, характеризуються досить високим рівнем ґрунтового бонітету. Бал ґрунтової родючості коливається від 0,60 відн. од. до 0,61 відн. од. (табл. 6.1).

У табл. 6.1 представлені узагальнені показники агрокліматичних ресурсів базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) пожнивних періодів для вирощування проса: тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур за пожнивний період, сума ФАР, сума опадів, потреба рослин у волозі, сумарне випаровування і ГТК. Як видно із табл. 6.1, тривалість вегетаційного періоду проса при літніх строках сівби коливається від 38 днів у Південному Степу до 56 днів у Лісостепу для базового періоду та від 37 днів у Південному Степу до 66 днів у Поліссі для сценарного періоду. Для поліської

**Таблиця 6.1 – Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування поживного
проса в Україні в умовах зміни клімату**

Загальні показники за період вегетації	Ґрунтово-кліматичні зони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
Бал ґрунтової родючості, відн.од.	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60	0,60
Сума ефективних температур вище 10 °С поживного періоду, °С	408	504	540	632	650	779	915	1136
Сума ФАР, Дж/см ² за період	-*	2009	1632	1483	1319	1243	1225	1188
Сума ФАР, Дж/см ² на день періоду	-*	30,4	29,0	29,7	30,7	31,1	32,2	32,1
Тривалість вегетаційного періоду, доба	-*	66	56	50	43	40	38	37
Сума опадів, мм	-*	149	160	134	94	87	75	56
Потреба рослин у волозі, мм	-*	178	144	131	117	110	109	106
Сумарне випаровування, мм	-*	94	78	68	52	51	47	42
ГТК, відн.од.	1,5	1,2	1,4	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6
Еакт./Епот., %	-*	53	54	52	44	46	43	40

Примітка. * – у даній зоні у поживний період культура не дозріває

зони (базовий період) вегетаційний період закінчується цвітінням через недостатню кількість теплих днів. У інших розглянутих зонах просо проходить усі фази розвитку.

Суми температур вище 10 °C за пожнивний період по розглянутим ґрунтово-кліматичним зонам України коливаються у межах 540 – 915 °C для базового періоду (1986 – 2005 рр.) та від 504 до 1136 °C для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.). Найменша сума ефективних температур вище 10 °C спостерігається у центральному Поліссі (базовий період) та складає 408 °C. У центральній частині Південного Степу (базовий період) спостерігається найвища сума температур, яка складає 915 °C.

За умови реалізації кліматичного сценарію A1B ця величина зросте до позначки 1136 °C. З даних табл. 6.1 видно, що суми ефективних температур, які накопичуються за період вегетації, відповідають необхідній кількості тепла у всіх зонах, окрім зони Полісся (базовий період). Так, для отримання повноцінного урожаю ранньостиглого сорту проса необхідно 480 °C ефективних температур вище 10 °C [102]. Тобто, для проходження усіх фаз розвитку проса у Поліссі не вистачає 72 °C ефективних температур, що дає можливість вирощувати дану культуру лише на зелену масу [103, 104, 105].

Одним із важливих факторів у житті рослин є волога. Режим зволоження визначається, в основному, кількістю опадів. Кількість опадів по території України за вегетаційний період змінюється від 75 до 160 мм (базовий період). За умови реалізації кліматичного сценарію A1B сумарна кількість опадів за вегетаційний період дещо зменшиться. У ґрунтово-кліматичній зоні Південного Степу вона становитиме 56 мм, а у ґрунтово-кліматичній зоні Полісся досягне значення 149 мм.

Зволоження території залежить не лише від кількості опадів, але й від того, скільки їх іде на випаровування та стік. У якості величини, що характеризує міру зволоження території, використовують умовний показник зволоження – гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що враховує одночасно надходження вологи у вигляді опадів та сумарні її витрати на випаровування. У межах

агрокліматичних зон України ГТК змінюється від 0,8 відн. од. у Південному Степу, зростаючи до 1,0 відн. од. у Північному Степу, та 1,4 відн. од. у Лісостепу (базовий період). У сценарному періоді ГТК зменшиться до 1,0 відн.од. у Лісостепу, 0,8 відн. од. у Північному Степу. У Південному Степу ГТК залишиться на рівні 0,8 відн. од. Оптимальна потреба проса у воді, що визначається випаровуваністю в період вегетації коливається від 109 мм у Південному Степу до 144 мм у лісостеповій зоні (базовий період). Для сценарного періоду дана величина буде коливатися від 106 мм (Південний Степ) до 178 мм (Полісся) (див. табл. 6.1).

Сумарне випаровування (табл. 6.1) за період вегетації проса коливається від 47 мм у Південному Степу до 78 мм у Лісостепу. У сценарному періоді сумарне випаровування змінюватиметься від 42 мм (Південний Степ) до 94 мм (Полісся). Аналіз максимальних приростів біомаси на рівні потенційної урожайності (табл. 6.2) показує, що вони найвищі відмічатимуться у Північному Степу – $185 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у базовому періоді та $188 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у сценарному періоді.

Лімітуючий вплив вологозабезпеченості і термічного режиму приводить до зниження приростів пожнивного проса на рівні метеорологічно можливої урожайності до $131 - 179 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у Лісостепу та Північному Степу (базовий період). У сценарному періоді (2011 – 2030 рр.) прирости метеорологічної урожайності у всіх зонах дещо вищі у порівнянні з базовим періодом (1986 – 2005 рр.).

Рівень родючості ґрунту приводить до зниження максимальних приростів на рівні дійсно можливої урожайності, а внесення мінеральних та органічних добрив дає додаткову корекцію на рівні урожайності у виробництві. Таким чином, на рівні виробничих урожаїв найбільші величини максимальних приростів урожаю спостерігаються у північностеповій та південностеповій зонах – на рівні $70 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у базовому періоді, дещо вищі вони у сценарному періоді.

Таблиця 6.2 – Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності проса у пожнивний період в Україні

Узагальнені показники за період вегетації	Ґрунтово-кліматичні зони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986- 2005	2011- 2030	1986- 2005	2011- 2030	1986- 2005	2011- 2030	1986- 2005	2011- 2030
Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/м ² · декаду	-*	141	136	136	185	188	181	181
Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/м ² · декаду	-*	140	131	131	179	182	169	168
Максимальні прирости на рівні ДМУ, г/м ² · декаду	-*	84	80	80	109	111	108	107
Максимальні прирости на рівні УВ, г/м ² · декаду	-*	54	51	51	70	72	69	68
К _{госп} для УВ, відн. од.	-*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
ПУ усієї сухої біомаси, г/м ²	-*	809	651	595	706	665	596	578
ММУ усієї сухої біомаси, г/м ²	-*	746	617	578	673	651	536	564
ДМУ усієї сухої біомаси, г/м ²	-*	446	375	352	410	397	343	361
УВ усієї сухої біомаси, г/м ²	-*	286	241	226	264	255	220	232

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Величини ПУ усієї сухої біомаси (табл. 6.2) для базового періоду коливаються від 596 г/м² (Південний Степ) до 706 г/м² (Північний Степ). У сценарному періоді ці величини дещо менші. Описуючи ММУ усієї сухої біомаси, потрібно відмітити, що найбільше значення для базового періоду відмічається у Північному Степу та складає 673 г/м². У сценарному періоді максимальне значення характерне для зони Полісся (746 г/м²). Урожай усієї сухої біомаси на рівні ДМУ (базовий період) коливається від 343 г/м² у Південному Степу до 410 г/м² у Північному Степу. У сценарному періоді ця величина дещо вища у Південному Степу (361 г/м²). Зменшилась вона у зоні Лісостепу (352 г/м²) та Північного Степу (397 г/м²). Поліська зона (сценарний період) характеризується досить високим значенням даної величини – 446 г/м². Максимальні значення урожайності у виробництві (УВ) усієї сухої біомаси (базовий період) характерні для зони Північного Степу (264 г/м²). У сценарному періоді найбільшими значеннями даної величини характеризується центральне Полісся (286 г/м²).

6.1.2 Розподіл агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса по території України в умовах зміни клімату

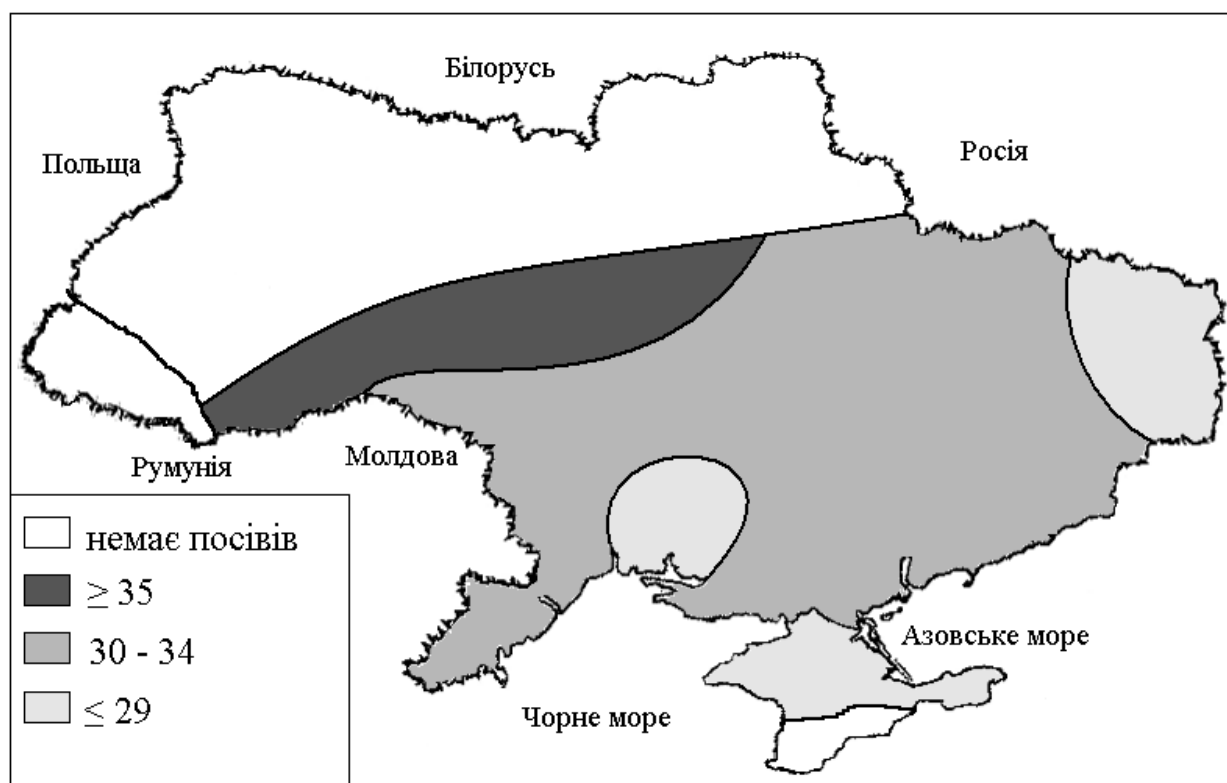
Характер розподілу потенціального урожаю (ПУ) пожнивного проса для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів неоднорідний, урожай коливається у межах 27 – 36 ц/га. Як видно із рис. 6.1а і табл. 6.3, найбільші значення ПУ проса (більше 35 ц/га) спостерігаються у центральному Лісостепу та південній частині західного Лісостепу. За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район з найвищими значеннями ПУ пошириться на зону центрального Полісся та північну частину східного Лісостепу (Сумська обл.) (рис. 6.1б). Високими значеннями ПУ (30 – 34 ц/га) (рис. 6.1а) характеризуються територія східного Лісостепу, південна частина центрального Лісостепу, територія Північного Степу, окрім Донецької

Таблиця 6.3 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування проса у пожнивний період та його продуктивності в Україні

Узагальнені характеристики за період вегетації	Ґрунтово-кліматичні зони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
ПУ зерна, ц/га	–*	36	29	27	32	32	27	26
ММУ зерна, ц/га	–*	34	28	26	30	30	25	25
ДМУ зерна, ц/га	–*	20	17	16	18	18	16	16
УВ зерна, ц/га	–*	13	11	10	12	12	10	10
Оцінка міри сприятливості кліматичних умов, відн.од.	–*	0,94	0,97	0,96	0,94	0,94	0,93	0,96
Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	–*	0,36	0,38	0,37	0,38	0,38	0,37	0,39

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

а)



б)

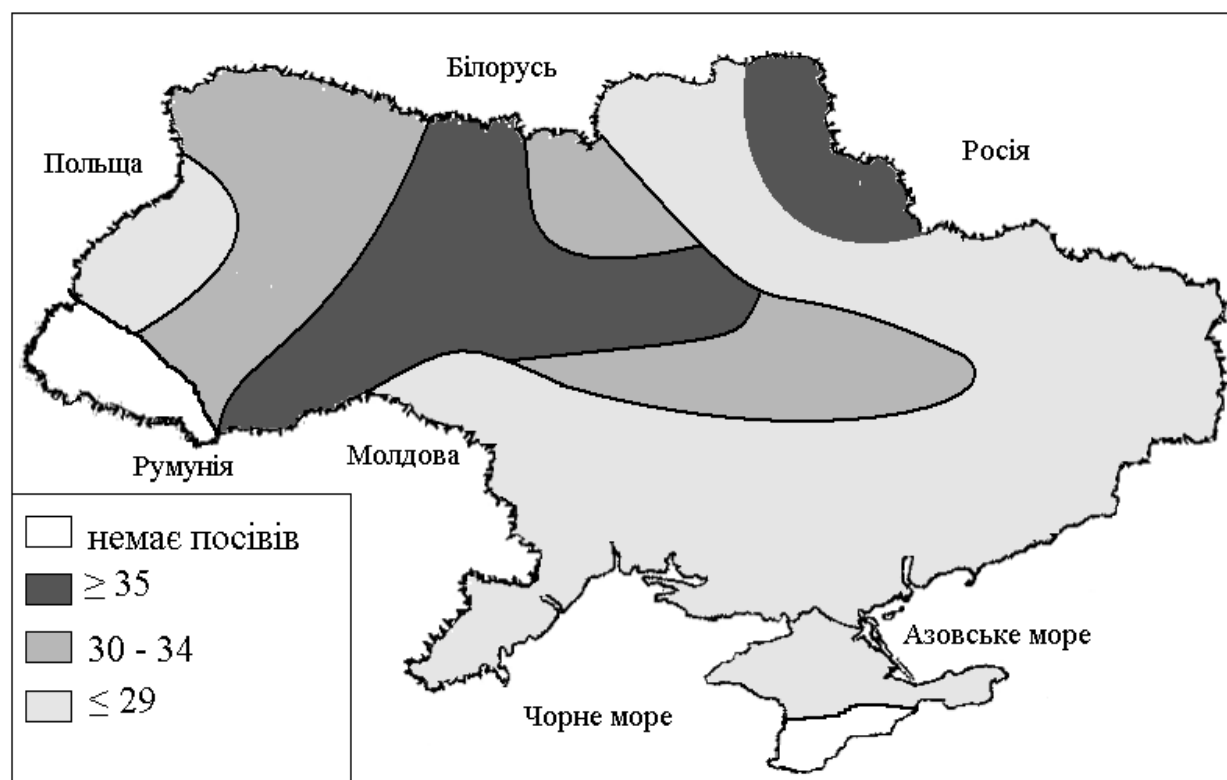


Рисунок. 6.1 – Карто-схема розподілу ПУ пожнивного проса для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га височини, та територія Південного Степу, окрім Миколаївської області, та АР Крим. У сценарному періоді район зі значеннями ПУ 30 – 40 ц/га займе територію західного Полісся, частину західного Лісостепу та Прикарпаття, частково територію центрального Полісся (Київська обл.), частково правобережжя та лівобережжя Північного Степу (Кіровоградська та Дніпропетровська обл.). Решта території можливих посівів проса характеризуватиметься урожаями в межах 23 – 29 ц/га [102].

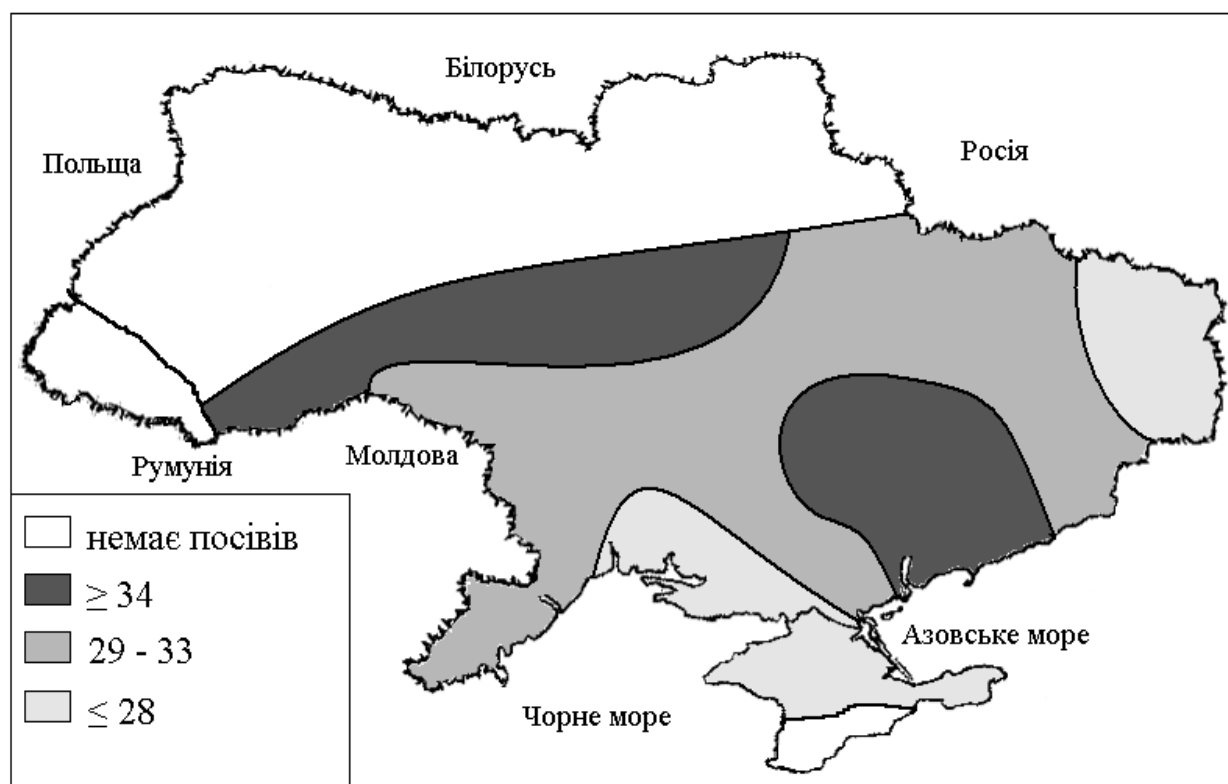
Як видно із рис. 6.2 (а) і табл. 6.3, розподіл ММУ по території України (базовий період) мало відрізняється від розподілу ПУ, найбільші його значення (34 – 36 ц/га) зафіксовані у центральному Лісостепу та у південній частині західного Лісостепу. Дещо менші значення ММУ (29 – 33 ц/га) притаманні території східного Лісостепу, правобережній частині Північного Степу, а також правобережній (Одеська обл.) та лівобережній (Херсонська обл.) частинам Південного Степу. Донецький кряж та частина території Південного Степу (Херсонська обл. та АР Крим) характеризуються значенням ММУ від 27 до 29 ц/га.

За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район з найвищими значеннями ММУ пошириться на зону центрального Полісся та лівобережжя Північного Степу (рис. 6.2 (б)). Високими значеннями ММУ (29 – 33 ц/га) характеризуватимуться правобережжя та лівобережжя Північного Степу (Кіровоградська та Дніпропетровська обл.), територія центрального Полісся (Київська обл.), території західного Лісостепу та Прикарпаття, а також північна частина східного Лісостепу (Сумська обл.). Решта території можливих посівів проса характеризуватиметься урожаями, меншими 28 ц/га.

Розподіл ДМУ проса по території України представлено на рис. 6.3. Як видно з рис. 6.3 (а) та табл. 6.3, найбільші значення ДМУ (21-22 ц/га) спостерігаються у центральній (Черкаська обл.) та східній (Полтавська обл.) частинах Лісостепу. Високими значеннями ДМУ (21 ц/га) характеризується Донецька обл. Для решти

території можливих посівів поживного проса, окрім АР Крим, характерні значення ДМУ в межах 15 – 19 ц/га.

а)



б)

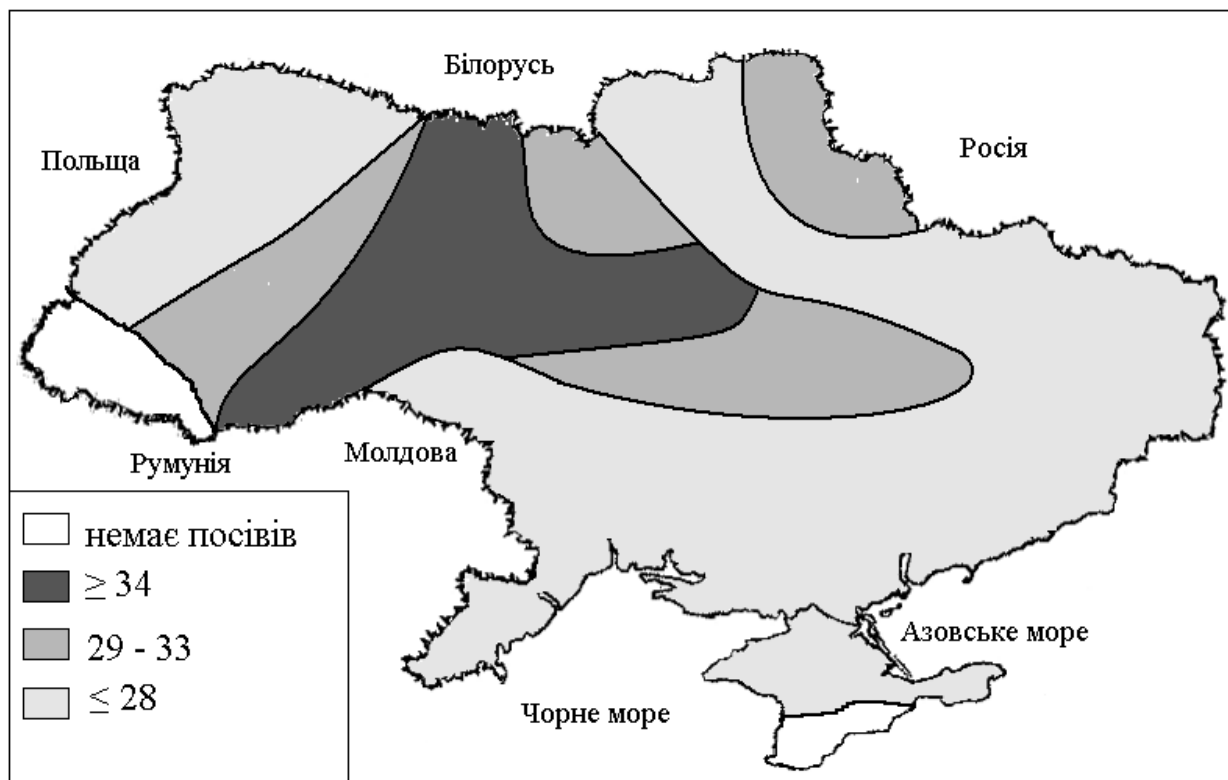


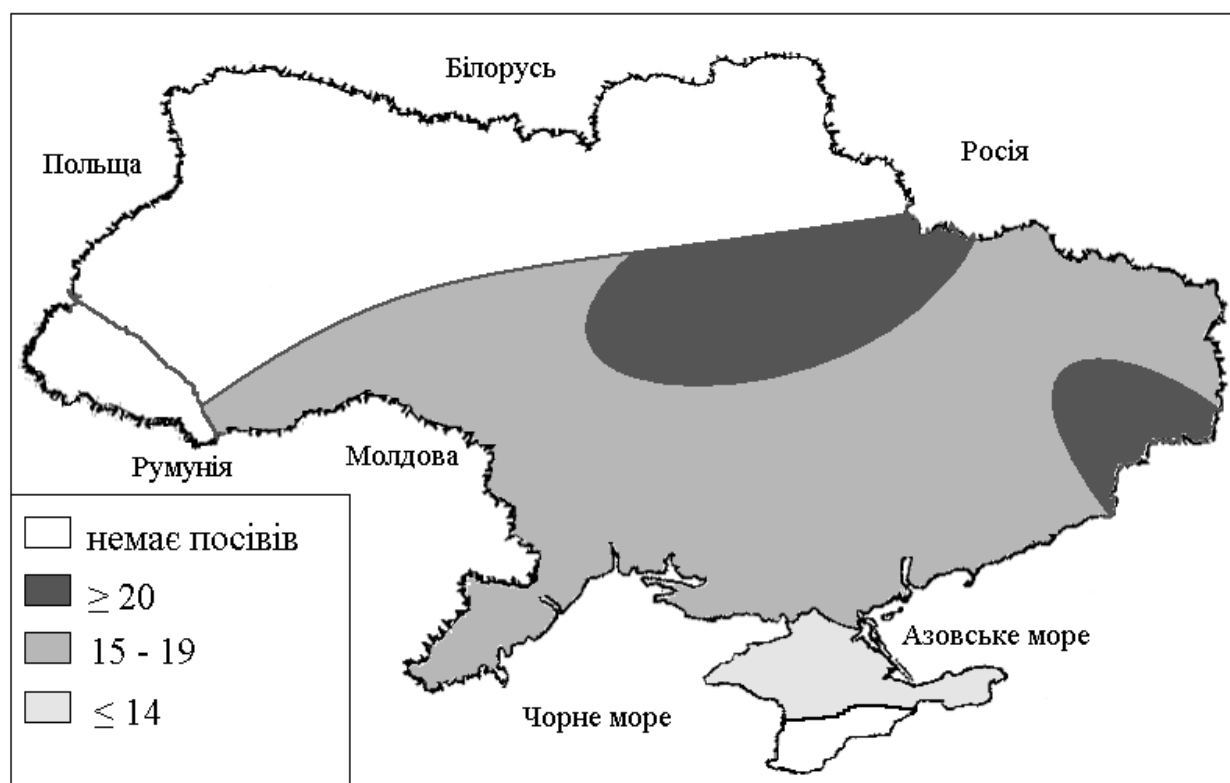
Рисунок 6.2 – Карто-схема розподілу ММУ пожнивного проса для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район із високими значеннями дійсно можливої урожайності (рис. 6.3) пошириться на північ України, зайнявши центральне Полісся та на південний схід, зайнявши правобережну територію Лісостепу (Дніпропетровська обл.). Вся територія Південного Степу, окрім Миколаївської області, буде характеризуватися ДМУ проса у межах 12 – 13 ц/га. Для решти території можливих посівів проса будуть властиві значення дійсно можливої урожайності у межах 15 – 19 ц/га.

По території України розподіл виробничих урожаїв пожнивного проса для базового періоду (1986 – 2005 рр.) характеризується наступним чином (рис. 6.4). Значення виробничих урожаїв по Україні коливаються від 9 до 14 ц/га. Для центральних (Черкаська обл.) та східних (Полтавська обл.) територій лісостепової ґрунтово-кліматичної зони та східної частини Північного Степу (Донецька обл.) характерні урожаї у виробництві у межах 13 – 14 ц/га. Досить високими значеннями виробничих урожаїв (10 – 12 ц/га) характеризується решта території України, на якій можливо вирощувати просо пожнивно, окрім території Кримського півострова, на якому урожай пожнивного проса у виробництві складає 9 ц/га.

За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район із високими значеннями УВ проса простягнеться на північ України, зайнявши центральне Полісся та на південний схід, зайнявши правобережну частину Північного Степу (Дніпропетровська обл.). Вся територія Південного Степу, окрім Миколаївської області, буде характеризуватися виробничими урожаєм у межах 8 – 9 ц/га. Для решти території України, сприятливої для вирощування проса пожнивно, будуть властиві значення виробничих урожаїв у межах 10 – 12 ц/га [106, 107].

а)



б)

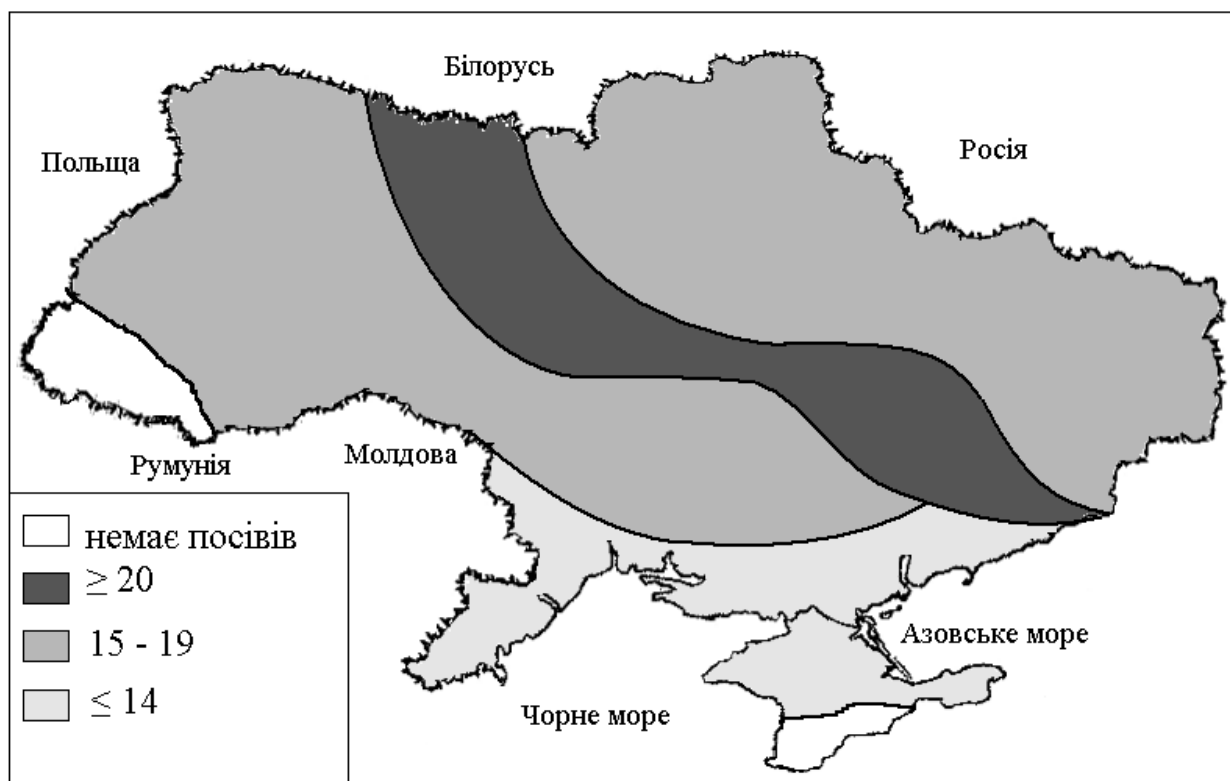
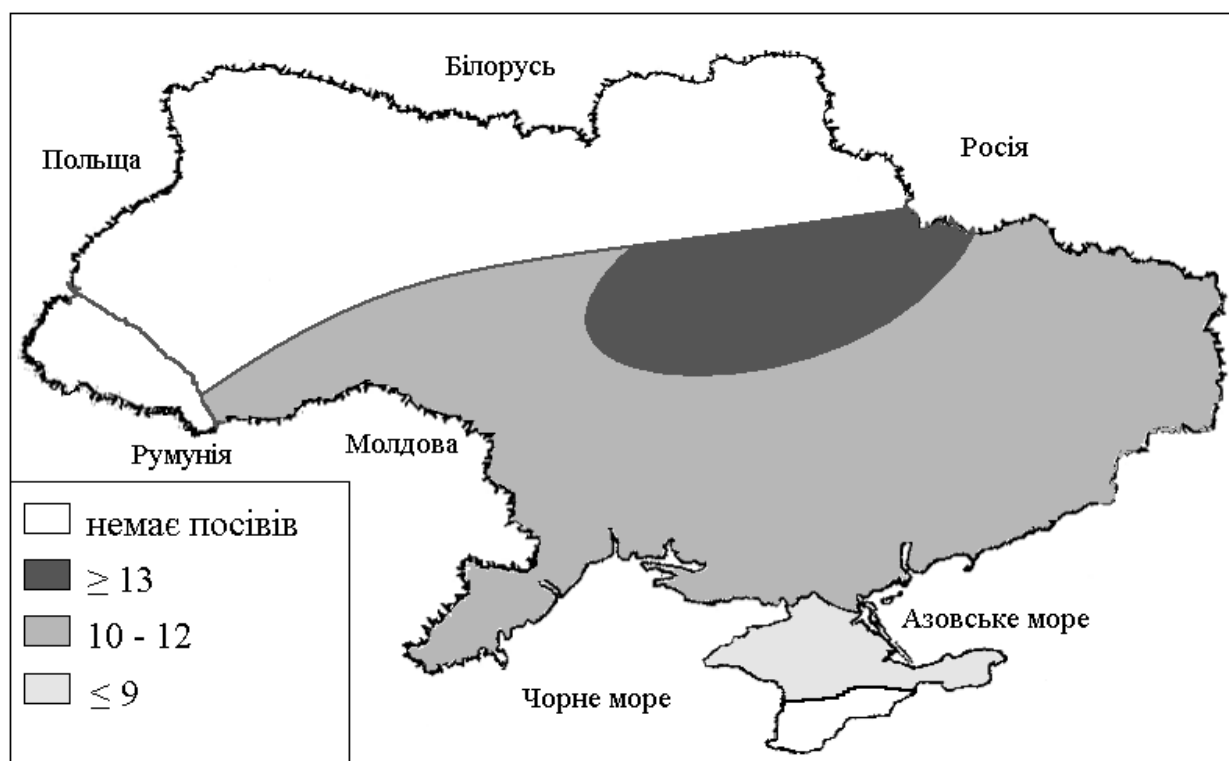


Рисунок 6.3 – Карто-схема розподілу ДМУ поживного проса для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

а)



б)

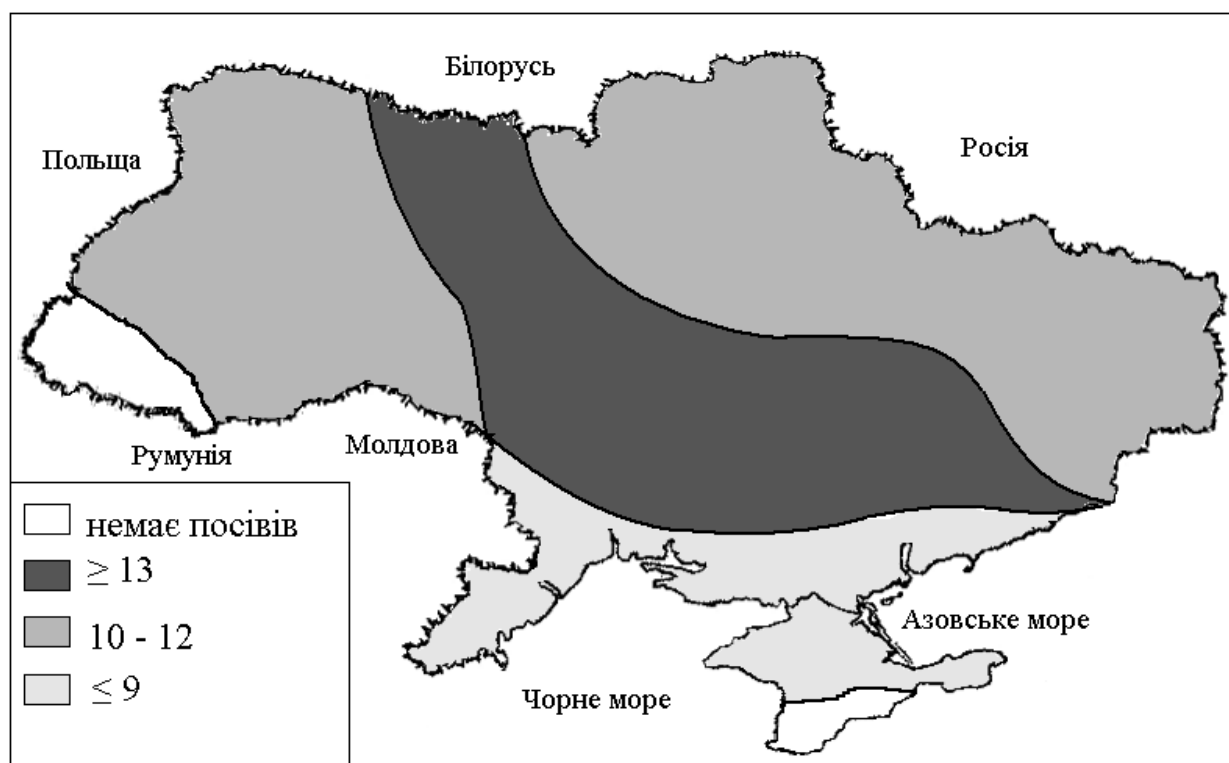
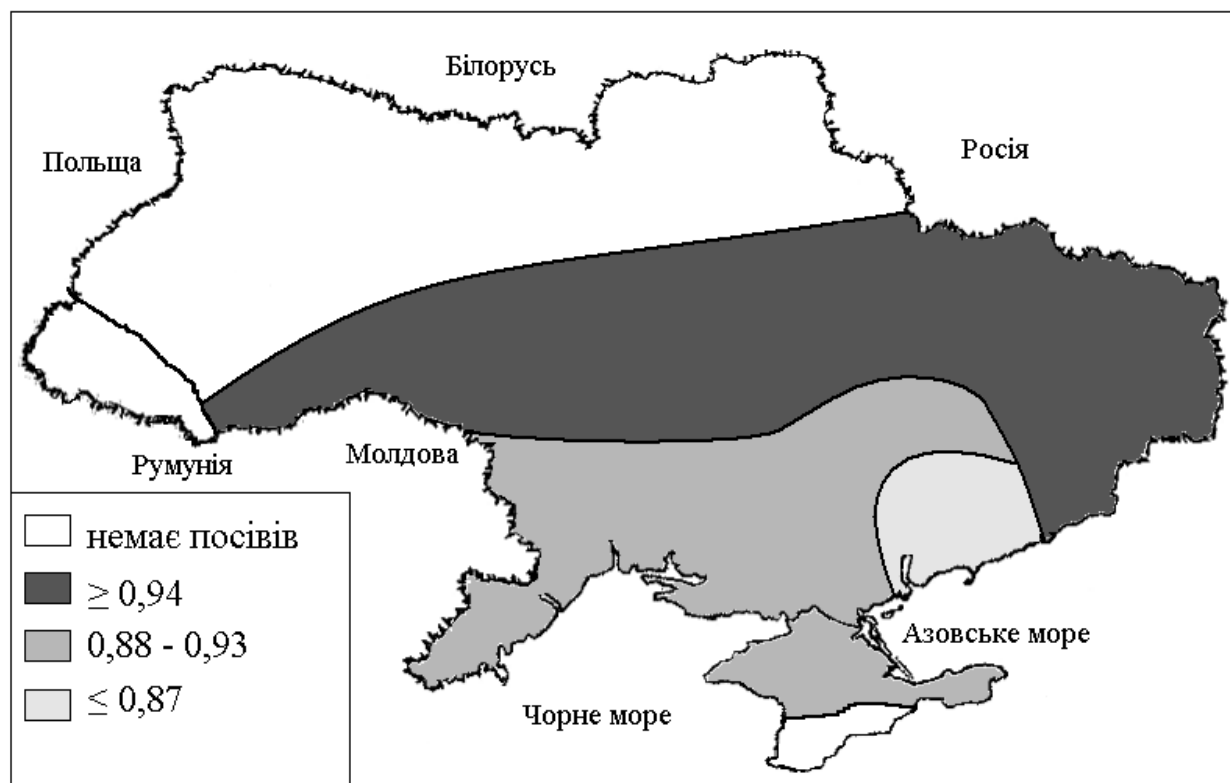


Рисунок 6.4 – Карто-схема розподілу УВ пожнивного проса для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

6.1.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів України щодо вирощування пожнивного проса

Описуючи міру сприятливості кліматичних умов для вирощування пожнивного проса, розраховану за формулою 4.31 (розділ 4), з рис. 6.5 та табл. 6.3 видно, що самими сприятливими кліматичними умовами володіє територія Лісостепу та Донецької височини (94 – 96 %). Коефіцієнт сприятливості кліматичних (K_m) умов дещо зменшується у південному напрямі та складає 0,88 – 0,93 відн. од. Мінімум (0,86 відн. од.) спостерігається у лівобережній частині Північного Степу (Запорізька обл.). У сценарному періоді кліматичні умови для вирощування пожнивного проса покращаться на території Північного та Південного Степу (95 – 97 %), за винятком АР Крим (84 %) та Одеської області (87 %). На території Полісся коефіцієнт сприятливості кліматичних умов складатиме 0,89 – 0,93. Описуючи оцінку реалізації агроекологічного потенціалу ($K_{аек.пот}$) для вирощування пожнивного проса для базового періоду (рис. 6.6) видно, що максимум $K_{аек.пот}$ (0,41 відн. од.) спостерігається у центральному та східному Лісостепу, а також у Північному Степу (Донецька обл.). На 36 – 39 % потенціал реалізований у північній частині центрального Лісостепу, у Північному Степу та на правобережжі Південного Степу. Дещо нижчими значеннями $K_{аек.пот}$ (0,34 – 0,35 відн. од.) володіють окремі території Лісостепу (Чернівецька обл., Київська обл.), лівобережжя Південного Степу та Крим. За сценарними даними агрокліматичний потенціал для вирощування пожнивного проса буде реалізований на 40 – 42 % у східному Лісостепу, південно-східній частині Північного Степу, на частині території південностепової зони (Миколаївська обл.) та в західному Лісостепу (Львівська обл.). На території західного Полісся, західного Лісостепу (Чернівецька обл.), східного Лісостепу (Сумська обл.), лівобережжя Південного Степу та Криму величина $K_{аек.пот}$ складатиме 0,32 – 0,35 відн. од.

а)



б)

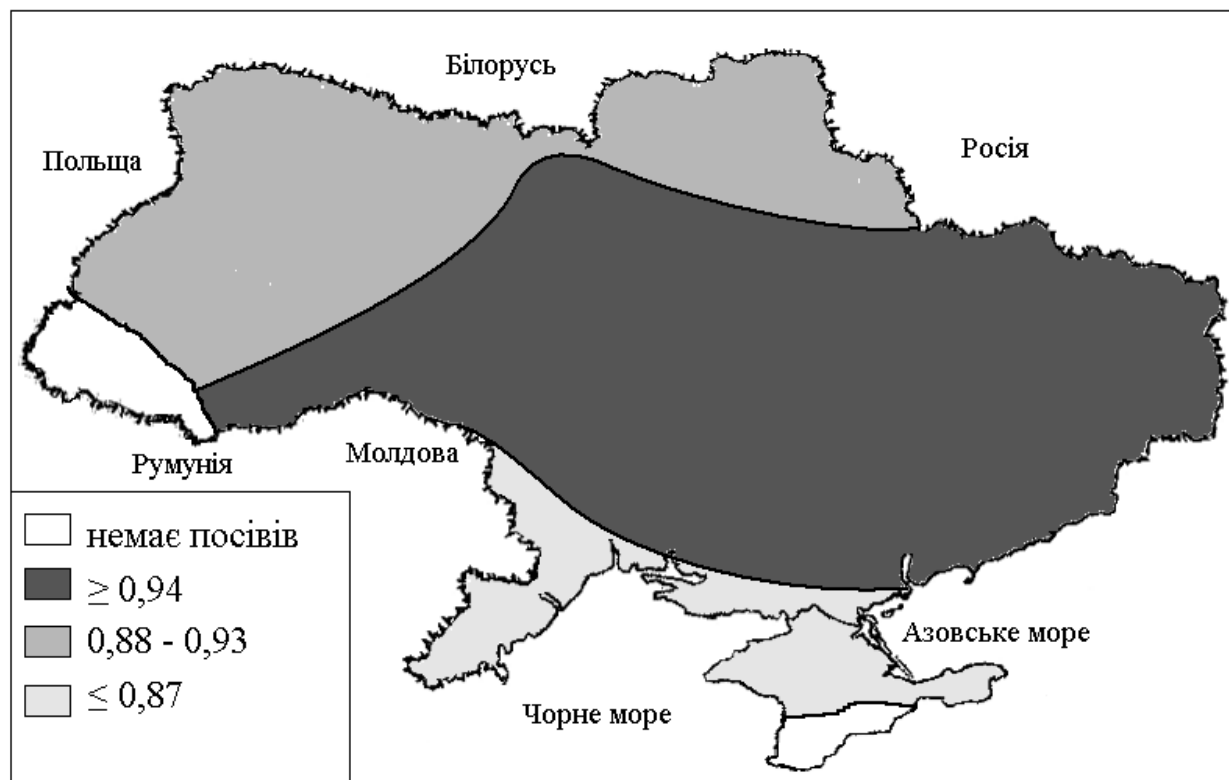
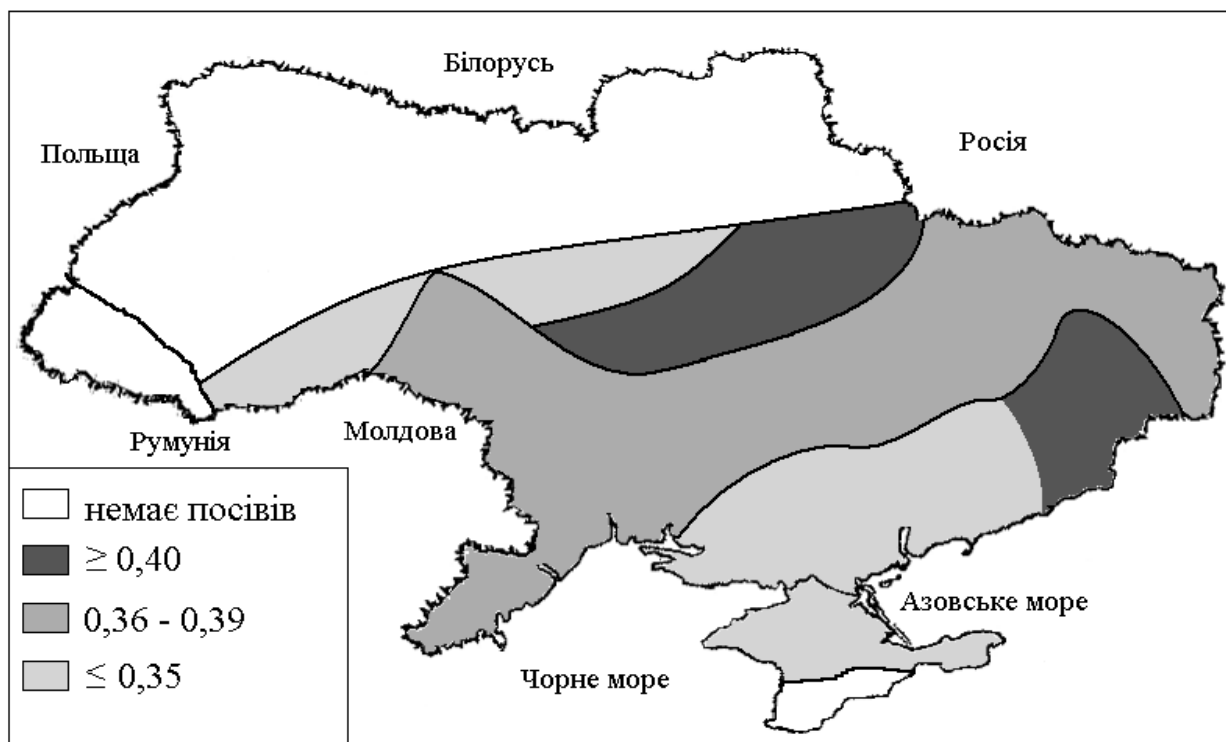


Рисунок 6.5 – Карто-схема розподілу оцінок міри сприятливості кліматичних умов для вирощування позживного проса для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, відн. од.

а)



б)

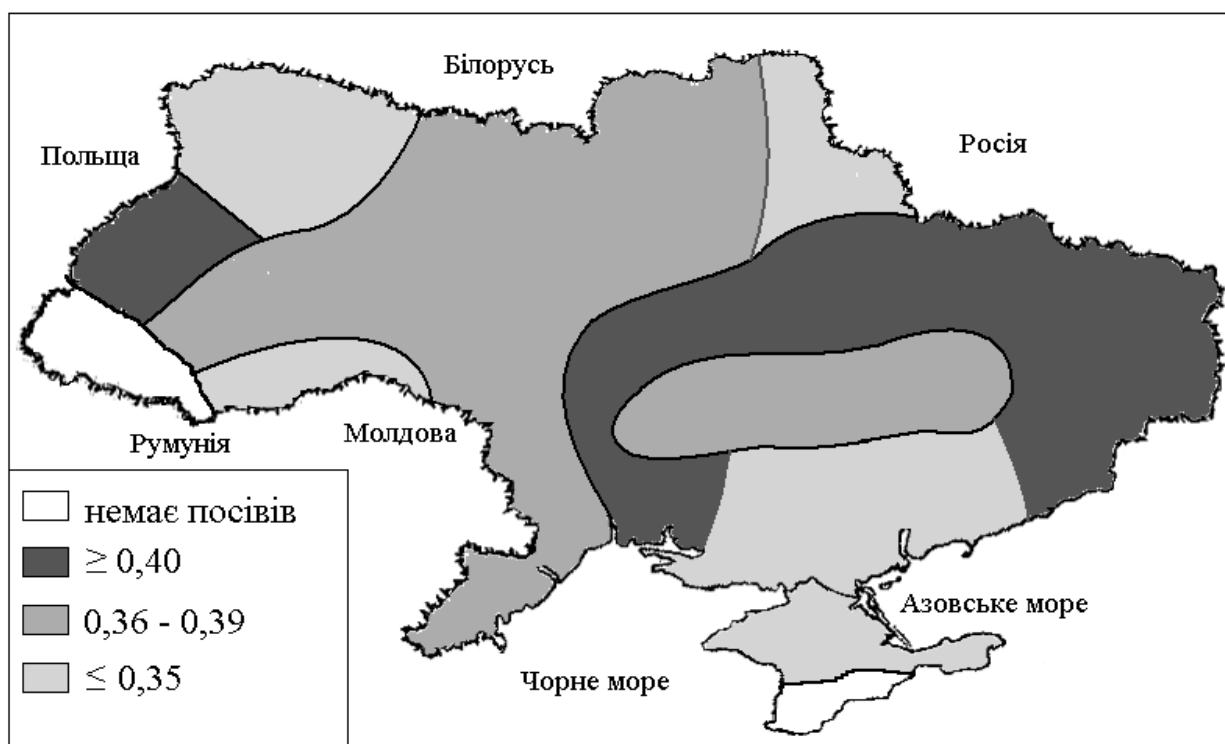


Рисунок 6.6 – Карта-схема розподілу оцінок рівня реалізації агроекологічного потенціалу для вирощування пожнивного проса для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, відн. од.

6.2 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України щодо вирощування пожнивного гороху в умовах зміни клімату

6.2.1 Аналіз показників фотосинтетичної продуктивності пожнивного гороху

На основі виконаних розрахунків була дана оцінка узагальнених характеристик ґрунтово-кліматичних умов вирощування гороху в якості пожвної культури та його продуктивності.

У табл. В.1 (дод. В) представлені узагальнені показники агрокліматичних ресурсів базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) пожвних періодів для вирощування гороху: тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур за пожвний період, сума ФАР, сума опадів, потреба рослин у волозі, сумарне випаровування і ГТК. Як видно із табл. В.1 (дод. В), тривалість вегетаційного періоду гороху при літніх строках сівби коливається від 67 днів у Південному Степу до 94 днів у Лісостепу для базового періоду та від 64 днів у Південному Степу до 93 днів у Поліссі для сценарного періоду. У поліській зоні (базовий період) вегетаційний період закінчується цвітінням через недостатню кількість теплих днів. У інших розглянутих зонах горох проходить усі фази розвитку.

Суми температур вище 5 °С за пожвний період по розглянутим зонам України коливаються у межах 835 – 1476 °С для базового періоду (1986 – 2005 рр.) та змінюються від 1019 до 1948 °С для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.). Найменша сума ефективних температур вище 5 °С спостерігається у центральному Поліссі (базовий період) та складає 835 °С. У центральній частині Південного Степу (базовий період) спостерігається найвища сума температур, яка складає 1476 °С. За умови реалізації кліматичного сценарію ця величина зросте до позначки 1948 °С. З даних таблиці 6.1 видно, що суми ефективних температур, що

накопичуються за період вегетації, відповідають необхідній кількості тепла у всіх зонах, окрім зони Полісся (базовий період). Так, для отримання повноцінного урожаю середньостиглого сорту гороху необхідно 975 °С ефективних температур вище 5 °С. Тобто, для проходження усіх фаз розвитку гороху у Поліссі не вистачає 140 °С ефективних температур, що дає можливість вирощувати тут дану культуру лише на зелену масу.

Кількість опадів по території України за вегетаційний період змінюється від 134 до 212 мм (базовий період). За умови реалізації кліматичного сценарію A1B сумарна кількість опадів за вегетаційний період по зонам зменшиться та буде коливатися від 86 мм у Південному Степу до 192 мм у Поліссі.

У межах агрокліматичних зон України ГТК змінюється від 0,8 відн.од. у Південному Степу, зростаючи до 1,0 відн.од. у Північному Степу, та 1,4 відн.од. у Лісостепу (базовий період). У сценарному періоді ГТК зменшиться до 1,0 відн. од. у Лісостепу, 0,8 відн. од. у Північному Степу. У Південному Степу ГТК залишиться на рівні 0,8 відн. од.

Оптимальна потреба гороху у воді в період вегетації коливається від 197 мм у Південному Степу до 232 мм у Лісостеповій зоні (базовий період). Для сценарного періоду дана величина буде коливатися від 189 мм (Південний Степ) до 223 мм (Полісся) (табл. 6.1).

Сумарне випаровування (табл. 6.1) за період вегетації гороху коливається від 75 мм у Південному Степу до 135 мм у Лісостепу. У сценарному періоді сумарне випаровування змінюватиметься від 75 мм (Південний Степ) до 119 мм (Полісся).

Аналіз максимальних приростів біомаси на рівні ПУ (дод. табл. В.2) показує, що вони найвищі у Південному Степу – 165 г/м²·дек. у базовому періоді та 171 г/м²·дек. (Полісся) у сценарному періоді. Обмежуючий вплив вологозабезпеченості і термічного режиму приводить до зниження приростів на рівні ММУ до 151 – 153 г/м²·дек. у Північному Степу та Лісостепу (базовий період). У сценарному періоді прирости ММУ у всіх зонах дещо вищі у порівнянні з базовим періодом, окрім центральної частини Південного Степу.

На рівні УВ найбільші величини максимальних приростів урожаю у базовому періоді спостерігаються у південнестеповій зоні – $65 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек}$. Центральні території Лісостепу та Північного Степу характеризуються приростами УВ на рівні 59 г/м^2 . У сценарному періоді дані прирости вищі у всіх зонах, окрім південнестепової. Величини ПУ усієї сухої біомаси (дод. табл. В.2) для базового періоду коливаються від 982 г/м^2 (Південний Степ) до 1159 г/м^2 (Лісостеп). У сценарному періоді ці величини дещо менші. Найбільше значення ММУ усієї сухої біомаси для базового періоду відмічається у центральному Лісостепу та складає 1024 г/м^2 . У сценарному періоді максимальне значення характерне для зони Полісся (1084 г/м^2).

Урожай усієї сухої біомаси на рівні ДМУ (базовий період) коливається від 494 г/м^2 у Південному Степу до 622 г/м^2 у Лісостепу. У сценарному періоді ця величина дещо вища у Південному Степу (506 г/м^2). Зменшилась вона у зоні Лісостепу (614 г/м^2) та Північного Степу (512 г/м^2). Поліська зона (сценарний період) характеризується досить високим значенням даної величини – 647 г/м^2 . Максимальні значення урожайності у виробництві (УВ) усієї сухої біомаси (базовий період) характерні для центральної території Лісостепу (400 г/м^2). У сценарному періоді найбільшими значеннями даної величини характеризується територія Центрального Полісся (416 г/м^2).

6.2.2 Розподіл агроекологічних категорій урожайності пожнивного гороху по території України в умовах зміни клімату

Характер розподілу потенціального урожаю (ПУ) пожнивного гороху для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів неоднорідний, урожай коливається у межах $43 - 53 \text{ ц/га}$. По величині ПУ виділяється чотири основних райони. Як видно із рис. В.1.1 (а) і табл. В.3 (дод. В), найбільші значення ПУ гороху ($55 - 65 \text{ ц/га}$) спостерігаються у центральному Лісостепу та південній частині західного Лісостепу, а також на Кримському півострові. За

сценарними даними район з найвищими значеннями ПУ пошириться на зону центрального Полісся та північну частину східного Лісостепу (Сумська обл.) (дод. рис. В.1б). Високими значеннями ПУ (47 – 53 ц/га) (дод. рис. В.1а) характеризуються територія центрального Лісостепу, лівобережжя північного та Південного Степу. У сценарному періоді район зі значеннями ПУ 47 – 53 ц/га займе територію західного та східного Полісся, частину західного та східного Лісостепу, Прикарпаття, лівобережжя Північного Степу та АР Крим. Решта території характеризується ПУ в межах 40 – 46 ц/га, окрім території Донецької височини (35 – 39 ц/га). У сценарному періоді потенціальні урожаї зменшаться у Південному Степу.

На територіях із високим значенням ПУ (більше 54 ц/га) надходження сумарної ФАР на день вегетаційного періоду коливається від 29 до 35 Дж/см². Найбільші значення ММУ (54 – 61 ц/га) зафіксовані у центральному Лісостепу (рис. В.2 (а) і табл. В.3, дод. В). Посіви з такими значеннями ММУ у сценарному періоді поширяться на центральне Полісся, а посіви гороху з ММУ на рівні 47 – 53 ц/га займуть територію Полісся, та Лісостепу (крім Полтавської обл.). Найнижчими значеннями ММУ (31 – 37 ц/га) характеризується територія Донецького кряжу та правобережжя Південного Степу. Для решти території можливих посівів гороху притаманні ММУ на рівні 40 – 46 ц/га. За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район із значеннями ММУ у межах 30 – 36 ц/га займе всю територію Південного Степу та частково лівобережжя Північного Степу (Запорізька обл.).

Розподіл ДМУ гороху по території України представлено на рис. В.3 (дод. В). Звідки видно, найбільші значення ДМУ (31 – 34 ц/га) спостерігаються у центральному Лісостепу. Дещо нижчими значеннями ДМУ (25 – 30 ц/га) характеризуються східний та західний Лісостеп, територія Північного Степу (крім Донецького кряжу) та кримська територія. На решті території Південного Степу та на Донецькому кряжі ДМУ будуть коливатися на рівні 20 – 24 ц/га. За сценарними даними посіви гороху з високими значеннями ДМУ (32 – 34 ц/га) займуть територію центральних Полісся та Лісостепу. Решта території Полісся,

Лісостепу та лівобережжя Північного Степу буде характеризуватися ДМУ на рівні 25 – 30 ц/га. Для зони Південного Степу та території Донецького кряжа будуть притаманні урожаї на рівні 19 – 24 ц/га. Найнижчий урожай (18 ц/га) відмічатиметься у Запорізькій області.

Значення виробничих урожаїв по Україні (рис. 6.4.) коливаються від 13 до 22 ц/га. Для центральних територій (Черкаська, Київська обл.) характерні урожаї у виробництві у межах 20 – 22 ц/га. Високими значеннями УВ (16 – 18 ц/га) характеризується решта території України, на якій можливо вирощувати горох пожнивно, окрім території Південного Степу та Донецького кряжу, на яких УВ складає 13 – 15 ц/га. За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район із високими значеннями УВ гороху простягнеться на північ України, зайнявши поліську зону та частково територію західного Лісостепу. Вся територія Південного Степу, правобережжя Північного Степу та Донецький кряж характеризуватимуться виробничими урожаєм гороху на рівні 13 – 15 ц/га. На решті території УВ будуть коливатися від 16 до 18 ц/га [108].

6.2.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів України щодо вирощування пожнивного гороху

Описуючи міру сприятливості кліматичних умов для вирощування пожнивного гороху, розраховану по формулі 4.31 (розділ 4), з рис. В.5 та табл. В.3 (дод. В) видно, що самими сприятливими кліматичними умовами для вирощування пожнивного гороху володіє територія Лісостепу та Донецького кряжу (88 – 93 %). Міра сприятливості кліматичних умов дещо зменшується у південному напрямі та складає 0,82 – 0,87 відн. од. на лівобережжі Північного Степу та правобережжі Південного Степу (Одеська обл.). Найменші значення даної величини (0,76 – 0,81 відн. од.) спостерігаються на лівобережжі Південного Степу та на Кримському півострові.

У разі реалізації кліматичного сценарію A1B кліматичні умови для вирощування пожнивного гороху покращаться на території Лісостепу та Донецького кряжу (88 – 93 %) (дод. рис. В.6 (б)). Поліська зона володітиме сприятливими кліматичними умовами для вирощування гороху пожнивно (91 – 93 %). Територія західного Лісостепу та Прикарпаття буде найбільш сприятливою (94 – 98 %). Для території Південного Степу K_m складе 0,65 – 0,73 відн. од.

Описуючи оцінку реалізації агроєкологічного потенціалу ($K_{аек.пот}$) для вирощування пожнивного гороху для базового періоду (1986 – 2005 рр.), з рис. 6.6 видно, що максимальний рівень $K_{аек.пот}$ (0,40 – 0,42 відн. од.) спостерігається у центральному та східному Лісостепу, а також на частині території північного Степу (Донецька обл.). Територія Південного Степу, окрім Одеської області, та частина західного Лісостепу (Чернівецька обл.) володіють значеннями $K_{аек.пот}$ 0,27 – 0,32 відн. од. Решта території можливих посівів пожнивного гороху характеризується значеннями $K_{аек.пот}$ на рівні 0,33 – 0,38 відн. од. У сценарному періоді (2011 – 2030 рр.) уся територія поліської, лісостепової зони та зони Північного Степу, окрім крайнього західного Полісся, а також Черкаської та Полтавської областей, характеризується значеннями $K_{аек.пот}$ 0,33 – 0,38 відн. од. Останні ж області характеризуються найвищим рівнем реалізації агроєкологічного потенціалу (40 – 42 %). Територія південностепової зони, окрім Миколаївської області, характеризується значеннями величини $K_{аек.пот}$ на рівні 0,27 – 0,30 відн. од.

6.3 Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України щодо вирощування пожнивної гречки

6.3.1 Аналіз показників фотосинтетичної продуктивності пожнивної гречки

На основі виконаних розрахунків була дана оцінка узагальнених характеристик ґрунтово-кліматичних умов вирощування гречки у якості

пожнивної культури та її продуктивності. У табл. В.4 (дод. В) представлені узагальнені показники агрокліматичних ресурсів базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) пожнивних періодів для вирощування гречки: тривалість вегетаційного періоду, сума ефективних температур за пожнивний період, сума ФАР, сума опадів, потреба рослин у волозі, сумарне випаровування і ГТК. Як видно із табл. В.4 (дод. В), тривалість вегетаційного періоду гречки при літніх строках сівби коливається від 62 днів у Південному Степу до 83 днів у Лісостепу для базового періоду та від 60 днів у південному Степу до 80 днів у Поліссі для сценарного періоду. Для поліської зони (базовий період) вегетаційний період закінчується цвітінням через недостатню кількість теплих днів. У інших розглянутих зонах гречка проходить усі фази розвитку. Суми температур вище 5 °С за пожнивний період по розглянутим зонам України коливаються у межах 835 – 1476 °С (базовий період) та від 1019 до 1948 °С у сценарний період (2011 – 2030 рр.). Найменша сума ефективних температур вище 5 °С спостерігається у центральному Поліссі (базовий період) та складає 835 °С. У центральній частині Південного Степу (базовий період) спостерігається найвища сума температур, яка складає 1476 °С. За умови реалізації кліматичного сценарію ця величина зросте до позначки 1948 °С. З даних табл. В.4 (дод. В) видно, що суми ефективних температур, що накопичуються за період вегетації, відповідають необхідній кількості тепла у всіх зонах, окрім зони Поліссі (базовий період). Так, для отримання повноцінного урожаю середньостиглого сорту гречки необхідно 950 °С ефективних температур вище 5 °С. Тобто, для проходження усіх фаз розвитку гречки у Поліссі не вистачає 115 °С ефективних температур, що дає можливість вирощувати дану культуру лише на зелену масу. Кількість опадів по території України за вегетаційний період змінюється від 120 до 202 мм (базовий період). За умови реалізації кліматичного сценарію А1В сумарна кількість опадів за вегетаційний період зменшиться та буде коливатися від 86 мм у Південному Степу до 162 мм у Поліссі.

Як зазначалося вище, у межах агрокліматичних зон України ГТК змінюється від 0,8 відн. од. у Південному Степу, зростаючи до 1,0 відн. од. у Північному

Степу, та 1,4 відн. од. у Лісостепу (базовий період). У сценарному періоді ГТК зменшиться до 1,0 відн. од. у Лісостепу, 0,8 відн. од. у Північному Степу. У Південному Степу ГТК залишиться на рівні 0,8 відн. од. Оптимальна потреба гречки у воді в період вегетації коливається від 176 мм у Південному Степу до 212 мм у Лісостеповій зоні (базовий період). Для сценарного періоду дана величина буде коливатися від 174 мм (Південний Степ) до 209 мм (Полісся) (дод. табл. В. 4). Сумарне випаровування (дод. табл. 4) за період вегетації гречки коливається від 79 мм у Південному Степу до 123 мм у Лісостепу. У сценарному періоді сумарне випаровування змінюватиметься від 69 мм (Південний Степ) до 111 мм (Полісся). Аналіз максимальних приростів урожаю на рівні ПУ (дод. табл. В.5) показує, що максимальні значення характерні для зони Лісостепу – $114 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у базовому періоді та $121 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ (Полісся) у сценарному періоді. Лімітуючий вплив вологозабезпеченості і термічного режиму приводить до зниження приростів на рівні ММУ до $113 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у Лісостепу (базовий період). У сценарному періоді прирости ММУ у всіх зонах дещо вищі у порівнянні з базовим періодом. У зоні Північного Степу прирости ММУ у базовому та сценарному періоді однакові та складають $93 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

Рівень родючості ґрунту приводить до зниження максимальних приростів на рівні ДМУ, а внесення мінеральних та органічних добрив дає додаткову корекцію на рівні УВ. Таким чином, на рівні УВ найбільша величина максимальних приростів урожаю спостерігається у лісостеповій зоні – $44 \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$ у базовому періоді, дещо вищі вони у сценарному періоді.

Величини ПУ усієї сухої біомаси (дод. табл. В.5) для базового періоду коливаються від 521 г/м^2 (Південний Степ) до 803 г/м^2 (Лісостеп). У сценарному періоді ці величини дещо менші. Описуючи ММУ усієї сухої біомаси, потрібно відмітити, що найбільше значення для базового періоду відмічається у Лісостепу та складає 730 г/м^2 . У сценарному періоді максимальне значення характерне для зони Полісся (743 г/м^2).

Урожай усієї сухої біомаси на рівні ДМУ (базовий період) коливається від 239 г/м^2 у Південному Степу до 443 г/м^2 у Лісостепу. У сценарному періоді ця

величина дещо вища у Південному Степу (248 г/м^2). Зменшилась вона у зоні Лісостепу (437 г/м^2) та північного Степу (268 г/м^2). Поліська зона (сценарний період) характеризується досить високим значенням даної величини – 443 г/м^2 . Максимальні значення урожайності у виробництві (УВ) усієї сухої біомаси (базовий період) характерні для зони Лісостепу (285 г/м^2). У сценарному періоді найбільшими значеннями даної величини характеризується центральне Полісся (285 г/м^2).

6.3.2 Розподіл агроекологічних категорій урожайності пожнивної гречки по території України в умовах зміни клімату

Характер розподілу потенціального урожаю (ПУ) пожнивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів неоднорідний, урожай коливається у межах 23 – 45 ц/га. Як видно із рис. В.7 (а) і табл. В.6 (дод. В), найбільші значення ПУ гречки (більше 40 ц/га) спостерігаються у південній частині західного Лісостепу та лівобережжі Північного Степу. За умови реалізації кліматичного сценарію А1В посіви з найвищими значеннями ПУ зосередяться у південній частині західного Лісостепу, північній частині східного Лісостепу (Сумська обл.) та лівобережжі Північного Степу (Запорізька обл.) (дод. рис. В.7 б). Високими значеннями ПУ (30 – 39 ц/га) (дод. рис. В.2.1а) характеризуються територія центрального та східного Лісостепу, територія Донецького кряжу та Криму. У сценарному періоді район зі значеннями ПУ 30 – 39 ц/га займе територія Полісся, Лісостепу, окрім східної та західної території та лівобережжя Північного та Південного Степів. Решта території можливих посівів гречки у сценарному періоді характеризуватиметься урожаєм в межах 23 – 29 ц/га.

У районах із високим значенням ПУ (більше 40 ц/га) надходження сумарної сонячної радіації коливається від 29,4 до 33,7 Дж/см² на день періоду. Як видно із рис. В.8 (а) і табл. В.6 (дод. В), найбільші значення ММУ (32 – 37 ц/га) зафіксовані у центральному Лісостепу, південній частині західного Лісостепу та

на лівобережжі Північного Степу. Дещо менші значення ММУ (27 – 31 ц/га) притаманні території східного Лісостепу та правобережній частині Північного Степу. Правобережжя Північного Степу та південностепова зона, окрім Одеської та Миколаївської областей (ММУ коливається на рівні 17 – 19 ц/га), характеризуються ММУ порядку 20 – 26 ц/га. За умови реалізації кліматичного сценарію А1В район з найвищими значеннями ММУ пошириться на центральне Полісся та територію східного Лісостепу (Сумська обл.) (дод. рис. В.8б). Високими значеннями ММУ (27 – 31 ц/га) характеризуватимуться східне та західне Полісся, а також лівобережжя Північного Степу. Посіви з ММУ 17 – 18 ц/га поширяться на південь та займуть територію Південного Степу, окрім Запорізької області.

Розподіл ДМУ проса по території України представлено на рис. 6.3. Як видно з рис. В.9 (а) та табл. В.6 (дод. В), найбільше значення ДМУ (21 ц/га) спостерігається на території Донецького кряжу. Високими значеннями ДМУ (15 – 20 ц/га) характеризуються лісостепова зона та північностепова зона, окрім правобережжя. Для решти території можливих посівів пожнивної гречки характерні значення ДМУ в межах 12 – 14 ц/га.

За умови реалізації кліматичного сценарію А1В високими значеннями ДМУ характеризуватимуться Чернівецька та сумська області. Вся територія Південного Степу, окрім Запорізької області, та правобережжя Північного Степу характеризуватимуться ДМУ гречки у межах 9 – 12 ц/га. Для решти території можливих посівів пожнивної гречки будуть властиві значення ДМУ у межах 15 – 20 ц/га. По території України розподіл виробничих урожаїв пожнивної гречки для базового періоду (1986 – 2005 рр.) характеризується наступним чином (дод. рис. В.10). Значення виробничих урожаїв по Україні коливаються від 7 до 14 ц/га. Максимальний виробничий урожай відмічається у Донецькій області. Найменші значення УВ гречки (6 – 8 ц/га) притаманні для усієї території Південного Степу, окрім Запорізької області, та правобережжя Північного Степу. Для решти території можливих посівів пожнивної гречки характерні виробничі урожаї в межах 11 – 13 ц/га [109].

За умови реалізації кліматичного сценарію A1B найвищим значенням УВ володітиме Сумська область (14 ц/га). У порівнянні з базовим періодом низькими виробничими урожаями (9 ц/га) характеризуватиметься також територія Донецького кряжу. Решта території можливих посівів пожнивної гречки, включаючи Полісся, характеризуватиметься УВ у межах 11 – 13 ц/га [110, 111].

6.3.3 Комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів України щодо вирощування пожнивної гречки

Описуючи міру сприятливості кліматичних умов для вирощування гречки пожнивно, розраховану по формулі 4.31 (розділ 4), з рис. В.11 та табл. В.6 видно, що самими сприятливими кліматичними умовами володіє територія центрального та західного Лісостепу (90 – 91 %). Коефіцієнт сприятливості метеорологічних умов дещо зменшується у південному напрямі та складає 0,81 – 0,89 відн. од. на території східного Лісостепу та Донецького кряжу. Лівобережжя та правобережжя Північного Степу, а також територія Південного Степу, за винятком Кримського півострова, володіють 72 – 80 % сприятливістю кліматичних умов. Кліматичні умови Криму сприятливі для вирощування гречки пожнивно на 71 %. У разі реалізації кліматичного сценарію A1B кліматичні умови для вирощування пожнивної гречки покращаться на території поліської зони (91 – 94 %). Дані умови погіршаться на території Південного Степу, особливо на Кримському півострові (56 %). Описуючи оцінку реалізації агроєкологічного потенціалу ($K_{аек.ном}$) для вирощування пожнивної гречки для базового періоду (1986 – 2005 рр.), з рис. В.11 (а) (дод. В) видно, що максимальний рівень $K_{аек.ном}$ (0,37 – 0,39 відн. од.) спостерігається у лісостеповій зоні (Полтавська та Черкаська обл.), а також у північностеповій зоні (Донецька обл.). На 26 – 29 % агроєкологічний потенціал реалізований у південностеповій зоні (окрім Одеської обл.). Решта території, придатної для вирощування гречки пожнивно, характеризується показниками $K_{аек.ном}$ 0,32 – 0,36 відн. од.

У сценарному періоді (2011 – 2030 рр.) майже вся територія Лісостепу та східне Полісся характеризуються значеннями $K_{аек.пот}$ 0,37 – 0,42 відн. од. південностепова зона та частина західного Лісостепу (Чернівецька обл.) характеризуються 25 – 31 % рівнем реалізації агроекологічного потенціалу. Решта території України, на якій гречка може вирощуватися пожнивно, характеризується значеннями $K_{аек.пот}$ 0,32 – 0,36 відн. од.

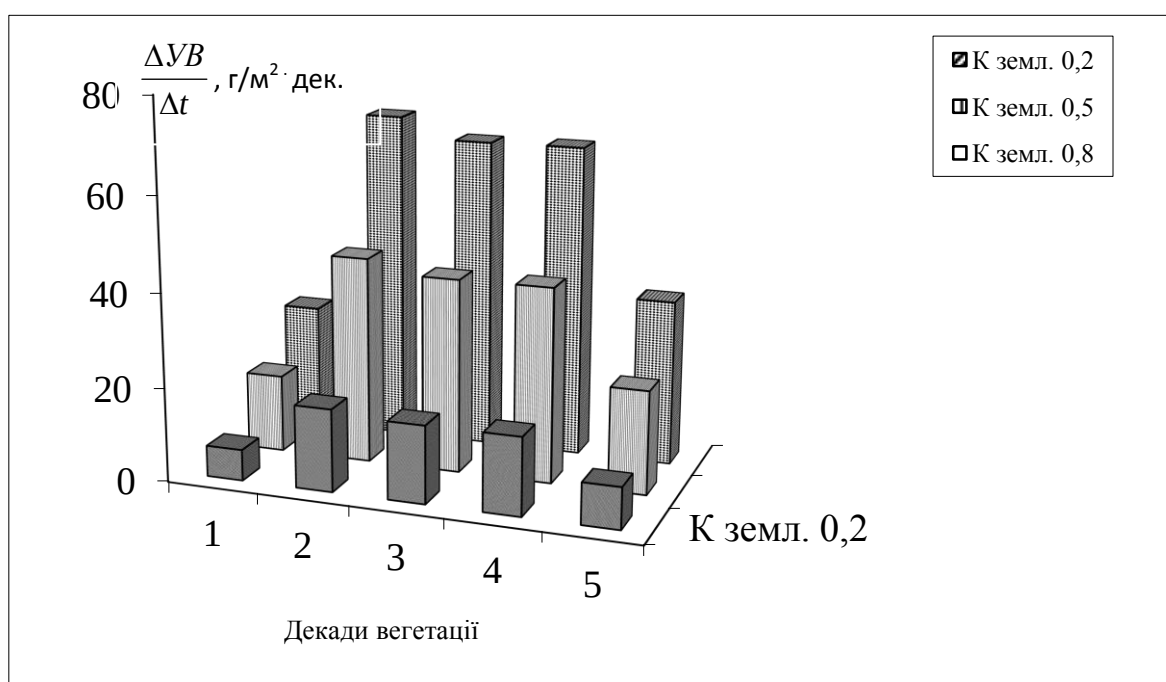
6.4 Економічна ефективність вирощування пожнивних культур

Проблема підвищення економічної ефективності агропромислового виробництва – визначальний фактор економічного і соціального розвитку суспільства на сучасному етапі розвитку економіки України. Одним з найважливіших напрямків підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є його інтенсифікація на основі постійного удосконалення господарського механізму. Основним критерієм економічного розвитку стає не кількісне збільшення факторів виробництва, а суттєве зростання ефективності виробництва на основі максимальної економії не тільки життєвої, але й уречевленої праці. Основним напрямком подальшого зростання зернового господарства є інтенсифікація зерновиробництва на основі впровадження сівозмін з використанням післяукісних та пожнивних посівів, внесення оптимальної кількості органічних, мінеральних добрив, розширення посівів високоврожайних сортів і гібридів, впровадження комплексної механізації, інтенсивних та індустриальних технологій, застосування прогресивних форм організації і оплати праці з урахуванням кінцевого результату. Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва зерна є виведення і впровадження в господарствах високоврожайних сортів і гібридів, стійких проти хвороб і придатних для вирощування на зрошуваних землях. Особливого значення у цьому зв'язку набуває поліпшення селекції і насінництва зернових культур. Для прикладу: в економічно розвинутих країнах підвищення врожайності сільськогосподарських культур на 50% забезпечується використанням добрив, на 25% – поліпшенням

обробітку ґрунту і на 25% – впровадженням високоврожайних і перспективних сортів.

Інтенсифікація зернового господарства неможлива без комплексної механізації виробництва зерна. Вона є основою впровадження інтенсивних технологій вирощування зернових культур і забезпечує зростання продуктивності праці при виробництві зерна. Одним із шляхів підвищення економічної ефективності виробництва зерна є впровадження прогресивних форм організації і оплати праці. Підвищення рівня оплати стимулює особисту матеріальну зацікавленість у зростанні продуктивності праці і є реальною умовою збільшення виробництва продукції.

У моделі, за допомогою якої велися розрахунки, врахований рівень культури землеробства до якого відносяться: вибір сортів, своєчасний обробіток ґрунту, оптимальні терміни сівби, догляд за посівами, боротьба з шкідниками та хворобами. В залежності від рівня $K_{зем.}$ може бути отримана різна величина приростів врожаю. Так при $K_{зем.}$ (0,8) прирости сухої біомаси пожнивного проса будуть досягати $70 \text{ г/м}^2 \text{ дек.}$, а врожай насіння 12 ц/га. При низькому значенні $K_{зем.}$ (0,2) максимальний приріст сухої біомаси буде становити $18 \text{ г/м}^2 \text{ дек.}$, а врожай насіння всього 3 ц/га (рис. 6.7).



**Рисунок 6.7 – Вплив культури землеробства на динаміку приростів УВ
пожнивного проса у Північному Степу України**

Одним із напрямків підвищення економічної ефективності виробництва зерна є комплексна оцінка ефективності сівозмін з різним насиченням зерновими культурами. За рахунок вирощування пожнивних культур з однієї площі протягом року можна мати два, а на зрошуваних землях – і три врожаї. Після збору озимої пшениці та ярового ячменю у Одеській області звільняється біля 651 тис. га. землі, засіявши яку пожнивними культурами проса, гороху та гречки, можна отримати додатковий прибуток. У роботі розраховано потенційну економічну ефективність вирощування пожнивних культур на прикладі Одеської області у розрахунку на 100 га (табл. 6.4).

**Таблиця 6.4 – Потенційна економічна ефективність вирощування
пожнивних культур в Одеській області (у розрахунку на 100 га)**

№ п/п	Показники для розрахунку економічної ефективності (2012р.)	Просо	Горох	Гречка
1	Середня урожайність, т/га	1,2	1,5	0,8
2	Площі під посівами пожнивних культур, га	100	100	100
3	Валовий збір зерна, тис. т	120	150	80
4	Виробнича собівартість 1 т, грн/т	1500	1330	2500
5	Ринкова ціна зерна, грн / т	3400	3500	4000
6	Виробничі витрати, грн.	180000	199950	200000
7	Прибуток від продажу зерна = Валовий збір зерна × ціна 1 т. (грн.)	408000	525000	320000
8	Чистий дохід = (Прибуток від продажу зерна) – (Виробничі витрати) (грн.)	228000	325050	120000
9	Загальний прибуток від вирощування пожнивних культур на 300 га, грн.	673050		

10	Економічний ефект на 1 га засіяної площі, грн.	2280	3250	1200
----	--	------	------	------

Середня урожайність пожнивних культур складає 1,2 т/га для проса, 1,5 т/га для гороху та 0.8 т/га для гречки. Валовий збір зерна складає для проса 120 т, для гороху 150 т, для гречки – 80 т. Використовуючи дані Державної служби статистики України [112], було встановлено, що виробнича собівартість 1 т проса складає 1500 грн., гороху, – 1330 грн. та гречки – 2500 грн., ринкова ціна однієї тони – 3400 грн. для проса, 3500 грн. для гороху та 4000 грн. для гречки. Чистий дохід, який розраховувався як різниця між прибутком від продажу зерна та виробничими витратами, склав 228 тис грн.. для проса, 325 тис. грн. для гороху та 120 тис.грн. для гречки. Загальний прибуток від вирощування пожнивних культур з 300 га буде складати 673 тис.грн.

ВИСНОВКИ

У результаті виконаної науково-дослідної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Установлено вплив агрометеорологічних умов на темпи розвитку рослин пожнивних культур проса, гороху та гречки у розрізі ґрунтово-кліматичних зон України для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Встановлені кількісні показники температурного режиму та режиму зволоження, що визначають тривалість міжфазних періодів .

Так, для умов Лісостепу у період сівба – сходи середня за період температура повітря $19,4^{\circ}\text{C}$ і запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту 109 мм обумовлюють формування сходів проса на протязі 3 днів.

2. Для ґрунтово-кліматичних умов України адаптована та модифікована модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування урожаю сільськогосподарських культур щодо культур проса, гороху та гречки:

- визначені параметри моделі та функції впливу агрокліматичних умов на продуктивність проса, гороху та гречки;
- визначено вплив агрокліматичних умов на динаміку формування приростів різних рівнів агроекологічної урожайності.

3. Визначено ймовірності пошкодження урожаю пожнивних культур ранніми осінніми заморозками для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів у розрізі основних ґрунтово-кліматичних зон України. У сценарному періоді можливим стане вирощування даних пожнивних культур в поліській зоні з імовірністю пошкодження рослин: для гороху - 24 % (раз на чотири роки), для гречки - 15 % (приблизно раз на шість років). Пожнивне просо може вирощуватися у всіх розглянутих зонах України без ризику пошкодження врожаю заморозками

4. Здійснена оцінка щодакдної динаміки показників приростів агроєкологічних категорій урожайності пожнивних культур проса, гороху та гречки під впливом радіаційного, теплового та водного режимів для чотирьох агрокліматичних зон для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Для умов Лісостепу у базовий період максимальні прирости потенційного урожаю пожнивного проса (136 г/м^2), метеорологічно можливого урожаю (131 г/м^2), дійсно можливого урожаю (80 г/м^2) і урожаю у виробництві (51 г/м^2) спостерігаються при сумах ФАР 315 Дж/см^2 в декаду.

Для цієї ж зони у базовий період максимальні прирости потенційного урожаю пожнивного гороху (155 г/м^2), метеорологічно можливого урожаю (153 г/м^2), дійсно можливого урожаю (93 г/м^2) і урожаю у виробництві (59 г/м^2) спостерігаються за суми ФАР 350 Дж/см^2 , вологозабезпеченості посівів на рівні 0,65 відн. од. та запасах продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на рівні 125 мм.

Для умов Лісостепу у базовий період максимальні прирости потенційного урожаю пожвної гречки (114 г/м^2), метеорологічно можливого урожаю (113 г/м^2), дійсно можливого урожаю (69 г/м^2) і урожаю у виробництві (44 г/м^2) спостерігаються при сумах ФАР 350 Дж/см^2 в декаду.

5. Виконана оцінка агроєкологічних категорій урожайності усієї сухої біомаси та урожаю пожнивних культур проса, гороху та гречки для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Для зони Лісостепу у базовому періоді потенціальний урожай сухої біомаси проса – 651 г/м^2 ; метеорологічно можливий урожай – 617 г/м^2 ; дійсно можливий урожай – 375 г/м^2 ; урожай у виробництві – 241 г/м^2 . Урожай зерна проса складає: потенціальний – 29 ц/га; метеорологічно можливий урожай – 28 ц/га; дійсно можливий – 17 ц/га; у виробництві – 11 ц/га.

У Лісостепу у базовому періоді потенціальний урожай сухої біомаси гороху – 1159 г/м^2 ; метеорологічно можливий урожай – 1024 г/м^2 ; дійсно можливий урожай – 622 г/м^2 ; урожай у виробництві – 400 г/м^2 . Урожай зерна гороху складає:

потенціальний – 53 ц/га; метеорологічно можливий урожай – 47 ц/га; дійсно можливий – 28 ц/га; у виробництві – 18 ц/га.

У базовому періоді потенціальний урожай сухої біомаси гречки у лісостеповій зоні – 803 г/м²; метеорологічно можливий урожай – 730 г/м²; дійсно можливий урожай – 443 г/м²; урожай у виробництві – 285 г/м². Урожай зерна гречки складає: потенціальний – 36,6 ц/га; метеорологічно можливий урожай – 33,3 ц/га; дійсно можливий – 20 ц/га; у виробництві – 13 ц/га. Дані рівнів урожайності для сценарного періоду мало відрізняються від аналогічних даних для базового періоду.

6. Для пожнивних культур проса, гороху та гречки дана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів України у розрізі агрокліматичних зон для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Отримані комплексні оцінки сприятливості кліматичних ресурсів та оцінки рівня реалізації агроекологічного потенціалу щодо вирощування пожнивних культур проса, гороху та гречки для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів. Найвища оцінка реалізації агроекологічного потенціалу (0,411 – 0,415 відн. од.) притаманна лісостеповим районам (Черкаська та Полтавська області), а також східним районам Північного Степу (Донецька обл.). Найбільш сприятливими кліматичними умовами володіють центральний Лісостеп, північні райони західного Лісостепу (Чернівецька обл.), райони східного Лісостепу (Харківська обл.) та східні райони Північного Степу (Луганська обл.).

7. Дана оцінка агрокліматичним ресурсам по агрокліматичним зонам України у вигляді всіх агроекологічних категорій урожайності (ПУ, ММУ, ДМУ, УВ) стосовно пожнивних культур проса, гороху та гречки. Побудовані карти-схеми поширення цих характеристик по зонам України.

Для базового періоду найбільше значення ПУ пожнивного проса (36 ц/га) спостерігається в південних районах західного Лісостепу (Чернівецька обл.), а також у центральному Лісостепу (Черкаська та Київська області). Найбільші значення ММУ (34 – 35 ц/га) спостерігаються у північних районах центрального Полісся, південних районах західного Лісостепу та на лівобережжі

Північного Степу. Максимальні значення ДМУ (21 – 22 ц/га) спостерігаються у Лісостеповій зоні (Черкаська та Полтавська області), а також на території Донецького кряжу. Ці ж райони характеризуються найвищими виробничими урожаєми проса (13 – 14 ц/га).

У сценарному періоді максимальні ПУ, ММУ, ДМУ та УВ спостерігатимуться у центральному Поліссі.

Для культури гороху район із максимальними значеннями ПУ (55 ц/га), ММУ (54 ц/га) займає північну частину центрального та західного Лісостепу. Значення виробничих урожаїв гороху по Україні коливаються від 13 до 22 ц/га (за середнього урожаю по Україні 18,5 ц/га). Для центрального Лісостепу та центрального Полісся характерні максимальні урожаї у виробництві 20 – 22 ц/га.

За умови реалізації кліматичного сценарію район із високими значеннями УВ гороху (20 – 22 ц/га) протягнеться на північ України, зайнявши поліську зону та ще частково райони західного Лісостепу.

Для пожнивних посівів гречки максимальні значення ПУ (40 ц/га) та ММУ (32 ц/га) спостерігаються на лівобережжі Північного степу та у центральному Лісостепу. Максимальний виробничий урожай (15 ц/га) відмічається у південно-східній частині лівобережжя Північного степу. Найменші значення (6 – 8 ц/га) притаманні для майже усієї території Південного Степу та правобережжя Північного Степу.

У сценарному періоді найвищим значенням УВ володітиме територія Сумської області (14 ц/га).

8. У роботі розраховано потенційну економічну ефективність вирощування пожнивних культур на прикладі Одеської області у розрахунку на 100 га. За середньої урожайності пожнивних культур - 1,2 т/га для проса, 1,5 т/га для гороху та 0,8 т/га для гречки загальний прибуток від вирощування даних пожнивних культур з 300 га може скласти 673 тис. грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Агрокліматичний довідник по території України /за редакцією: Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. – Кам’янець-Подільський: Галагодза Р.С., 2011. – 108 с.
2. Гольцберг И.А. Агроклиматическое районирование территории административных областей // Труды ГГО.– 1969.– Вып. 248. – С. 4 – 11.
3. Давитая Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического использования. – Л.: Гидрометеиздат, 1952. – 304 с.
4. Дмитренко В.П. Оценка влияния температуры и осадков на формирование урожая основных зерновых культур // Методическое пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 49 с.
5. Мищенко З.А. Агроклиматология: учебник [для студентов высших учебных заведений]. – К.: КНТ, 2009. – 512 с.
6. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 280 с.
7. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования территории СССР // Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд. МСХ СССР, 1958. – С. 14 – 37.
8. Селянинов Г.Т. Климатическое районирование СССР для сельскохозяйственных целей// Памяти академика Л.С. Берга. – М. – Л.: Наука, 1955. – С. 187 – 225.
9. Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйств. метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 165 – 177.
10. Будыко М.И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 472 с.

11. Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 328 с.
12. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.
13. Смирнов В.А. Климат и повторные посевы // Агроклиматические условия и новые резервы в сельском хозяйстве. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – С. 14 – 27.
14. Смирнов В.А. Поздние культуры и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 90 с.
15. Ушкаренко В.А. Урожай поздней кукурузы в зависимости от основной обработки почвы// Полеводство и орошаемое земледелие: сборник научных трудов / Одесский СХИ. – Одесса, 1973. – С. 67 – 71.
16. Ушкаренко В.А. Совмещение приемов возделывания поздних культур// Земледелие. – 1974. – № 8. – С. 61 – 62.
17. Ушкаренко В.А. Эффективность применения удобрений под поздние культуры в зависимости от глубины и способа основной обработки почвы// Химия в сельском хозяйстве. – 1974. – № 10. – С. 21 – 24.
18. Ушкаренко В.О. Вплив оброблення ґрунту і добрив на врожай поздньої кукурудзи // Сільськогосподарська інформація: бюлетень. – Київ, 1974. – № 7. – С. 25 – 28.
19. Ушкаренко В.А. Агротехнические условия получения высоких урожаев повторных культур // Вісник сільськогосподарської науки. – 1975. – № 8. – С. 60 – 64.
20. Ушкаренко В. О. Вплив агротехнічних факторів на врожай кукурудзи в повторній сівбі // Вісник сільськогосподарської науки. – 1975. – № 8. – С. 60 – 65.
21. Ушкаренко В.А. Продуктивность поздней кукурузы в зависимости от удобрений, сроков и способов ее посева// Питание растений и применение удобрений: труды Кишиневского СХИ. – Кишинев, 1976. – Т. 164. – С. 55 – 58.

22. Ушкаренко В.А. Агрокомплекс получения высоких урожаев пожнивных культур в зоне Ингулецкой оросительной системы (листовка). – Херсон, 1977. – 2 с.
23. Ушкаренко В.А. Пожнивная гречиха на юге Украины // Земледелие. – 1992. – № 9/10. – С. 23.
24. Ушкаренко В. А. Продуктивность сортов сои в пожнивных посевах при орошении // Ученые-цюрупинцы – народному хозяйству области: тезисы докладов конференции, посвященной юбилею института. – Херсон, 1994. – С. 16 – 17.
25. Шлапунов В.Н. Промежуточные посевы как резерв повышения продуктивности пашни // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. Земляробства і раслінаводства. – 2007. – № 3. – С.47 – 53.
26. Никончик П.И. Интенсивное использование пашни. – Минск: Ураджай, 1995. – 102 с.
27. Sharma K., Mirsa R.D., Lai P. Response of varieties of *Triticum aestivum* and *T. durum* Des. to date of sowing. Ann. report of res. 1972 – 1973 and 1973 – 1974 (combined) G.B. Pant University of agriculture and technology. – Pantnagar, 1975. – P.1.
28. Yubbela Y.H. Interaction of cultivar sowing date and sowing rate on lodging, yield and seed weight of buckwheat // *Canad. J/ Plant Sci* – 1977. – Vol. 57 – № 2. – P. 317 – 321.
29. Дюльгер М.О. Динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса в умовах центрального лісостепу // Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки», Умань, 14 – 15 листопада 2013 р. – УНУС, 2013. – С. 50 – 52.
30. Дюльгер М.О. Забезпечення теплом, світлом і вологою пожнивних культур в Україні // Вісник ОДЕКУ. – 2013. – № 15. – С. 10.

31. Дюльгер М.О. Основні принципи вирощування пожнивних культур // Матеріали XII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2012. – С. 13.
32. Mohammad Reza Sobhan. Effects of sowing date, cropping pattern and nitrogen on CGR, yield and yield component summer sowing buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) // Journal of Applied Environmental and Biological Sciences. – 2012. – № 2 (1) – P. 35 – 46.
33. Aufhammer W. Grain quality of the pseudocereals buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) and amaranth (*Amaranthus hybridus* L.) in relation to growing conditions // Bodenkultur. – 1999. – № 50. – P. 11 – 24.
34. Lazányi János. Second crop buckwheat in Nyírség regions // Fascicula: Protecția Mediului. – 2009. – Vol. 14. – P. 190 – 195.
35. Suttimoto H. Summer buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) cultivation in the warm southwestern region of Japan. Effect of sowing time on growth, and seed yield / Suttimoto H., Sato T., Japan J. // Crop Sci. – 1999. – № 68. – P. 39 – 44.
36. Thakuna K. Effect of row spacing seed rate and fertility level on yield of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) / Thakuna K., Gugol P. // Indian Journal of Agronomy. – 2000. – Vol. 45. – № 3. – P. 624 – 627.
37. Sain J.P. Effect of spacing and nitrogen on Indian buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) under dry temperate condition / Sain J.P., Neki S.C. // Indian Journal of Agronomy. – 1998. – Vol. 43. – P. 351 – 354.
38. Sain J.P. Effect of spacing and nitrogen on Indian buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) under dry temperate condition / Sain J.P., Neki S.C. // Indian Journal of Agronomy. – 1998. – Vol. 43. – P. 351 – 354.
39. Курцева А.Ф. Генетические ресурсы проса (*Panicum Miliaceum* L.) / Курцева А.Ф., Романова О.И. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 4. – С. 57 – 61.

40. Лысов В.Н. Химический состав проса // Просо. – Л., Колос. – 1968. – С. 17 – 25.
41. Ярош Н.П. Количественный и качественный состав белков и крахмала в зерне различных эколого-географических групп проса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Ленинград. – 1965. – Т. XXXVII, вып.1. – С. 50 – 58.
42. Краковська С.В. Моделі загальної циркуляції атмосфери та океанів у прогнозуванні змін регіонального клімату України в ХХІ ст. / Краковська С.В., Паламарчук Л.В., Шедеменко І.П., Дюкель Г.О., Гнатюк Н.В. // Геофизический журнал. – 2011. – № 6. – Т. 33. – С. 68 – 81.
43. Краковская С.В. Региональная модель (РЕМО) в изучении сильных осадков в Карпатах / Краковская С.В., Паламарчук Л.В., Дюкель Г.А. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: міжрегіональний збірник. – 2008. – № 50. – С. 75 – 80.
44. Jacob D., B.J.J.M. Van den Hurk, Andre U., Elgered G., Fortelius C., Graham L.P., Jackson S.D., Karstens U., Kopken Chr., Lindau R., Podzun R., Rockel B., Rubel F., Sass B.H., Smith R.N.B., Yang X.: A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period // Meteor. Atm., 2001. – No. 77. – P. 61 – 73.
45. Roeckner E., Arpe K., Bengtsson L., Cristoph M., Claussen M., Dumenil L., Esch M., Schlese U., Schulzweida U. The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present- day climate // Max-Planck-Institute fur Meteorologie, Report.– 1996. – No. 218.
46. Dyulger M. Productivity assessment of afterharvest buckwheat on the territory of Ukraine in the conditions of climate change // British Journal of Education and Science, 2014. - №1. – P. 56 – 61.
47. Зінченко О.І. Рослинництво: підручник / Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
48. Квітко Г.П. Проміжні посіви кормових культур – необхідна умова інтенсифікації землеробства / Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман // Наукові основи

- інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні / за ред. В.Ф. Петриченка, М. К. Царенка. – Вінниця, 2008. – С. 70 – 84.
49. Прокофьева И.В. Промежуточные посевы – важный резерв увеличения производства высокобелковых кормов Молдавии / И. В. Прокофьева // Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов. – М.: ВИК, 1989. – Вып. 41. – С. 95 – 102.
 50. Мамедов Т.Г. Промежуточные посевы кормовых культур в Азербайджане / Т.Г. Мамедов, Ф.М. Рамазанова // Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов. – М. : ВИК, 1989. – Вып. 41. – С. 152 – 157.
 51. Шлапунов В.Н. Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов в Белоруссии / В.Н. Шлапунов // Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов. – М. : ВИК, 1989. – Вып. 41. – С. 74 – 85.
 52. Шлапунов В.Н. Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов в Белоруссии / В.Н. Шлапунов // Промежуточные посевы – резерв увеличения производства и повышения качества кормов. – М. : ВИК, 1989. – Вып. 41. – С. 74 – 85.
 53. Гудзь В.П. Землеробство: [Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В.П. Гудзя] / Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 464 с.
 54. Дюльгер М.А. Оценка продуктивности пожнивного проса в Украине // Международная научно-практическая конференция «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии», Иркутск, 28-30 мая, 2013 г. – С. 20 – 22.
 55. Овсянников Ю.А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2000. – 264 с.
 56. Новоселов Ю.К. Кормовые культуры в промежуточных посевах / Ю.К. Новоселов, В.В. Рудоман. – М. : ВО Агропромиздат, 1988. – 207 с.

57. Кузьменко О.Б. Сучасні напрями екологобезпечного землекористування / О.Б. Кузьменко // Екологія. Наукові праці. – 2009. – Т. 107, № 94. – С. 29 – 33.
58. Лысогоров С.Д., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие. 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Колос, 1995. – 447 с.
59. Бегей С. В. Проміжні посіви // Довідник з кормовиробництва / С.В. Бегей. – К. : Урожай, 1984. – С . 48 – 59.
60. Бегей С. В. Проміжні і спільні посіви / С. В. Бегей. – К. : Урожай, 1974. – 64 с.
61. Шувар І. Збільшення продуктивності українських ланів / І. Шувар // Агробізнес сьогодні. – 2011. – № 15/16. – С. 215 – 216.
62. Кузьменко А.С. Промежуточные и совместные посевы на Украине. – К.: Вища школа. Главное изд-во., 1985. – 175 с.
63. Квітко Г.П. Агробіологічне обґрунтування ефективного використання ріллі при виробництві кормів в системі зеленого конвеєра правобережного Лісостепу / Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман // Зб. наук. пр. Вінницького ДАУ. – Вінниця, 2002. – Вип. 12. – С. 68 – 71.
64. Позднухова В.И. Промежуточные культуры – дополнительный источник кормов / В.И. Позднухова. – Л.: Колос, 1974. – 100 с.
65. Гусев М.Г. Інтенсифікація польового кормовиробництва на зрошуваних землях півдня України / М.Г. Гусев, В.С. Сніговий, С.В. Коковіхін, О.Ф. Севідов. – К. : Аграр. наука, 2007. – 240 с.
66. Зинченко А.И. Приемы интенсивного кормопроизводства/ А.И. Зинченко. – Умань, 1977. – 171 с.
67. Лебедь Є.М. Сівозміни при інтенсивному землеробстві / Є.М. Лебедь, І.І. Андрусенко, І.А. Пабат – К.: Урожай, 1992. – 224 с.
68. Проскура И.П. Промежуточные посевы как способ повышения эффективности использования удобрений и продуктивности пашни / И.П. Проскура, С. А. Васюра // Вестн. с.-х. науки. – 1982. – № 5. – С. 108 – 112.

69. Єщенко В.О. Загальне землеробство: Підручник / За ред. В.О. Єщенка. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
70. Коренев Г. В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г.В. Коренев, П.И. Подгорный, С.Н. Щербак. – М.: Агропромиздат, 1990. – 575 с.
71. Рудник-Іващенко О.І. Залежність ознак урожайності проса від впливу кліматичних умов за фазами розвитку / О.І. Рудник-Іващенко, Л.В. Григоращенко // Селекція і насінництво. – 2010. – № 98. – С. 244 – 256.
72. Медведев С.С. Физиология растений. – СПб.: Изд. Санкт – Петербургского ун-та, 2004. – 336 с.
73. Рудник-Іващенко О.І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного (*Panicum Miliaceum* L.) / О.І. Рудник-Іващенко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – № 8. – С. 138 – 147.
74. Рудник-Іващенко О.І. Продуктивність фотосинтезу в рослин проса за фазами його розвитку на різних фонах мінерального живлення [Електронний ресурс] / О.І. Рудник-Іващенко // Наукові доповіді НУБіП. – 2009. – № 3. – С. 15. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2009-3/09roimpd.pdf>
75. Кульков В. Ф. Влияние глубины основной обработки почвы на рост корневой системы проса // Тез. междунар. науч. конф. «Развитие научного наследия акад. Н. И. Вавилова». Саратов, 1997. – С. 48 – 49.
76. Сокурова Л.Х. Просо как промежуточная культура / Л.Х. Сокурова // Зернобобовые и крупяные культуры, 2012. – № 3. – С. 48.
77. Вавилов П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
78. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. – М.: Мир, 1990. – 520 с.

79. Рябчун Н.І. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: [навчальний посібник] / Рябчун Н.І., М. І. Єльніков, А. Ф. Звягін та ін. – Х.: IP ім. В. Я. Юр'єва НААН України, 2010 – 462 с.
80. Хомчак О.М. Енергетична ефективність різних норм мінеральних добрив при вирощуванні овочевого гороху на різних ґрунтах / О.М. Хомчак, М.Ю. Хлмчак, С.П. Полторецький // Вісник Полтавської державної національної академії. – 2006. – № 2. – С. 78 – 80.
81. Sun-Lim Kim. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable / Sun-Lim Kim, Sung-Kook Kim, Cheol-Ho Park // Food Research International, 2004. – № 37. P.– 319 – 327.
82. Bernath J. Medicinal and Aromatic Plants / J. Bernath. – Mezo. Publ. Budapest, 2000. – 667 pp.
83. Buckwheat: An Economic Assessment of the Feasibility of Providing Multiple-Peril Crop Insurance / [contr. by G. Zepp, J. Harwood, C. Hammond, A. Somwaru]. – Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture for the Risk Management Agency, November 13, 1996. – 43 pp.
84. Сепп Ю.В. Использование климатических ресурсов для получения высокой продуктивности картофеля (на примере Прибалтики) / Ю.В. Сепп, Х.Г. Тооминг // Сельскохозяйственная биология, 1984, № 9. – С. 26 – 31.
85. Столетова Е.А. Гречиха. – М: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы, 1958. – 252 с.
86. Савицкий К.А. Выращивание высоких урожаев гречихи / К.А. Савицкий, И.Н Елагин, Г.Т. Гордиенко. – М.: Колос, 1966. – 95 с.
87. Бочкарев А.Н., Гараш А.С. Реакция сортов гречихи на изменение норм посева в повторных посевах // Генетика, селекция, семеноводство и возделывание крупяных культур : Сб. науч. тр. – Кишинев, 1988. – С. 78 – 82.

88. Броваренко С.У. Влияние сроков сева и предшественников на урожай и качество семян гречихи / Науч. тр. Новосибирского с.-х. ин-та. – Новосибирск, 1979. – Т. 122. – с. 29 – 32.
89. Gunda Schulte auf'm Erley. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization / Gunda Schulte auf'm Erley, Hans-Peter Kaul, Markus Kruse, Walter Aufhammer // European Journal of Agronomy. – 2005. – № 22. – P. 95–100.
90. Гольцберг И.А. Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 198 с.
91. Гуральник И.И. Метеорология, изд. 2-е / И.И. Гуральник, Г.П. Дубинский, В.В. Ларин, С.В. Мамиконova. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 440 с.
92. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
93. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология / А.Н. Полевой. – Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 424 с.
94. Синицина Н.И. Агроклиматология / Н.И. Синицина, И.А. Гольцберг, Э.А. Струнников. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 344 с.
95. Дюльгер М.А. Оценка продуктивности пожнивных культур гречихи, гороха и проса на территории Украины в условиях изменения климата // Культура народов Причерномор'я. – 2014. – №268. – С. 184 – 187.
96. Смирнов В.А. Гречиха и климат / В.А. Смирнов, В.А. Корнійчук. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 72 с.
97. Мищенко З.А., Ляхова С.В. Пространственно-временная изменчивость урожаев ягод винограда в Причерноморье Украины // Метеорология, климатология и гидрология. – 1996. – №33. – С. 24 – 32.
98. Мищенко З.А. Методика агроклиматической оценки и среднемасштабного районирования территорий на основе продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорология и гидрология. – 1999. – № 8. – С. 87 – 98.

99. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – Вып. – 10, ч. 2. – 607 с.
100. Справочник по климату СССР. Атмосферные осадки. Снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Вып. – 10, ч. 4. – 696 с.
101. Шатилов И.С. Фотосинтетический потенциал и урожай зерновых культур / И.С. Шатилов, Г.В. Чановская, А.Г. Замираев // Изв. ТСХА. – 1979. – Вып. 10. – С. 18 – 30.
102. Полевой А.Н., Дюльгер М.А. Формирование агроэкологических уровней урожая пожнивного проса в Украине в условиях изменения климата // Вестник Брестского университета. – 2014. – №2. – С. 103 – 109.
103. Дюльгер М.О. Динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса в умовах центрального лісостепу // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки», Умань, 14 – 15 листопада 2013 р. – УНУС, 2013. – С. 50 – 52.
104. Дюльгер М.О. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів території України для пожнивного проса // Матеріали II міжнародної конференції «Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення», Одеса, 10 – 15 червня 2013 р., С. 60 – 62.
105. Дюльгер М.О. Оцінка продуктивності пожнивного проса в Україні // Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 2013. – С. 102.
106. Дюльгер М.А. Оценка продуктивности пожнивного проса в Украине // Международная научно-практическая конференция «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии», Иркутск, 28-30 мая, 2013 г. – С. 20 – 22.
107. Дюльгер М.О. Динаміка приростів агроекологічних категорій урожайності пожнивного проса в умовах центрального лісостепу // Вісник ОДЕКУ. – 2014. – № 17. – С. 94–100.
108. Дюльгер М.А. Агроклиматические условия формирования агроэкологических уровней урожая пожнивного гороха в Украине в

- условиях изменения климата / М.А. Дюльгер // Культура народов Причерноморья. – 2014. – № 267. – С. 94 – 98.
109. Dyulger M. Productivity assessment of afterharvest buckwheat on the territory of Ukraine in the conditions of climate change // British Journal of Education and Science, 2014. - №1. – P. 56 – 61.
 110. Дюльгер М.А. Оценка продуктивности пожнивных культур гречихи, гороха и проса на территории Украины в условиях изменения климата // Культура народов Причерномор'я. – 2014. – №268. – С. 184 – 187.
 111. Дюльгер М.О. Продуктивність пожнивних культур гречки, гороху та проса на території України в умовах зміни клімату // Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 2014. – С. 22 – 23.
 112. Статистичний збірник „Регіони України” 2013. - К.: Держкомстат, 2013. – ч. 2. – 783 с

ДОДАДОК А

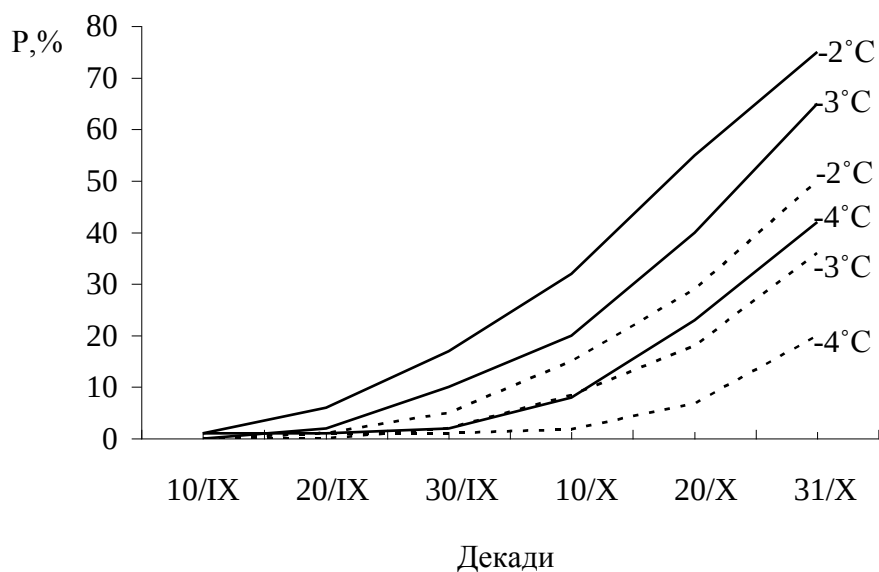


Рисунок А.1 – Ймовірність приморозку різної інтенсивності для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів у поліській зоні
 ---- сценарний період, — базовий період

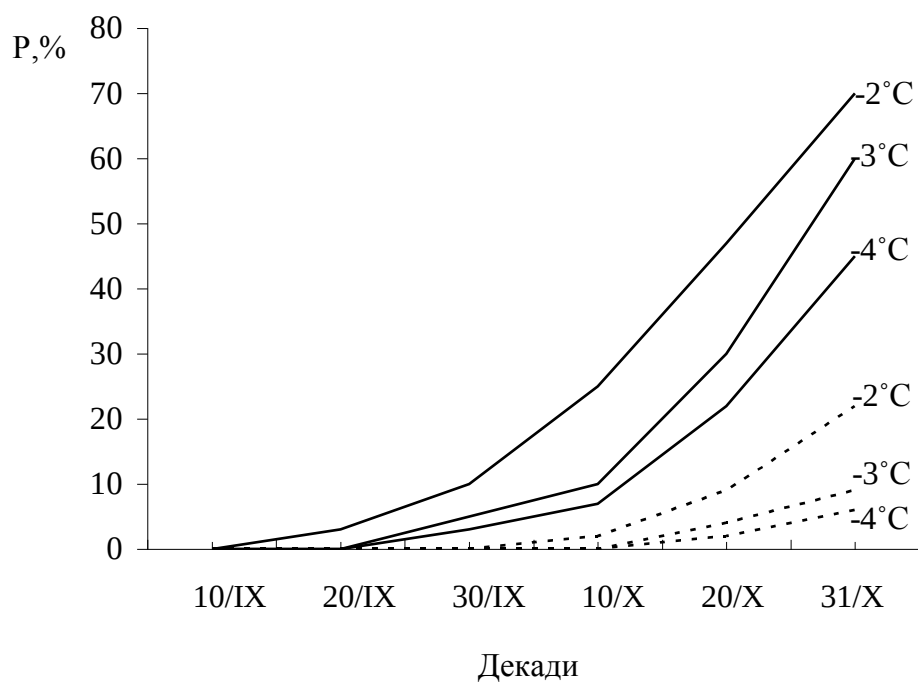


Рисунок А.2 – Ймовірність приморозку різної інтенсивності для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів у північностеповій зоні
 ---- сценарний період, — базовий період

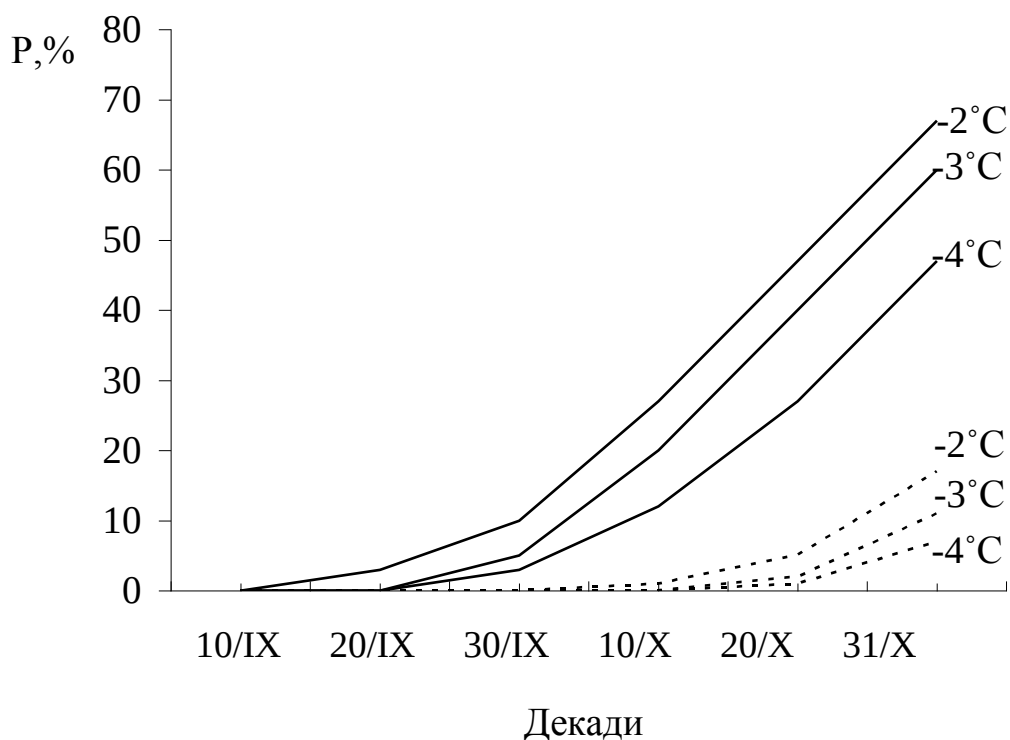


Рисунок А.3 – Ймовірність приморозку різної інтенсивності для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів у південнестеповій зоні

---- сценарний період, — базовий період

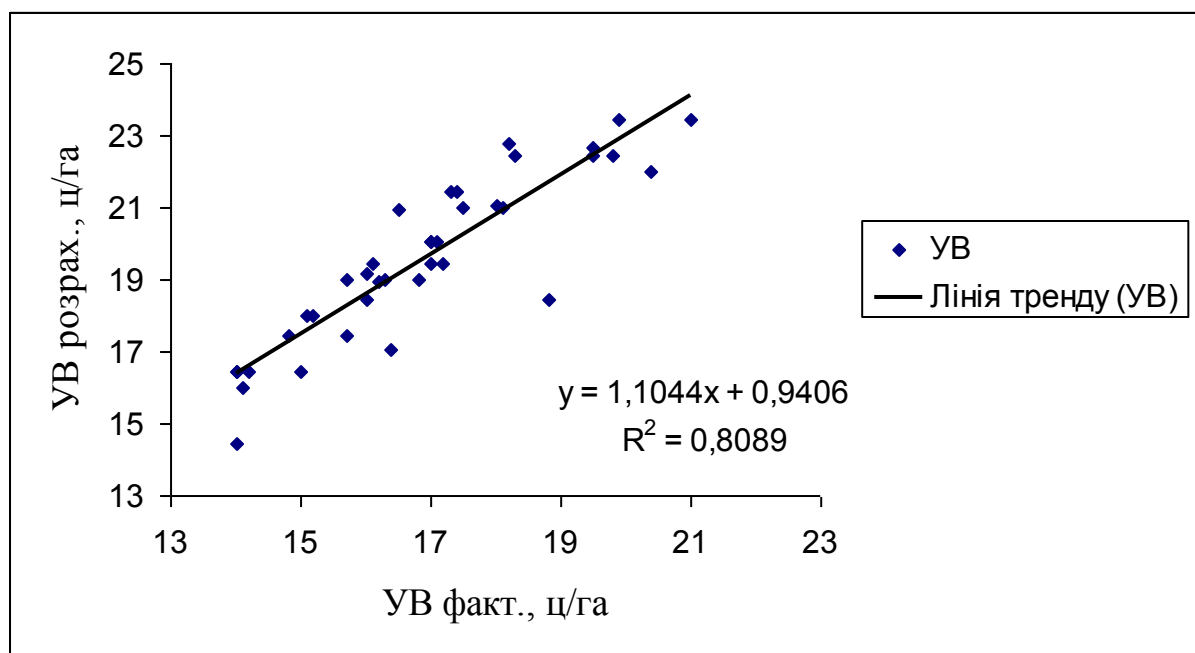


Рисунок А.4 – Порівняння розрахункових ($УВ_{\text{розрах.}}$, ц/га) та фактичних ($УВ_{\text{факт.}}$, ц/га) значень урожайності гороху.

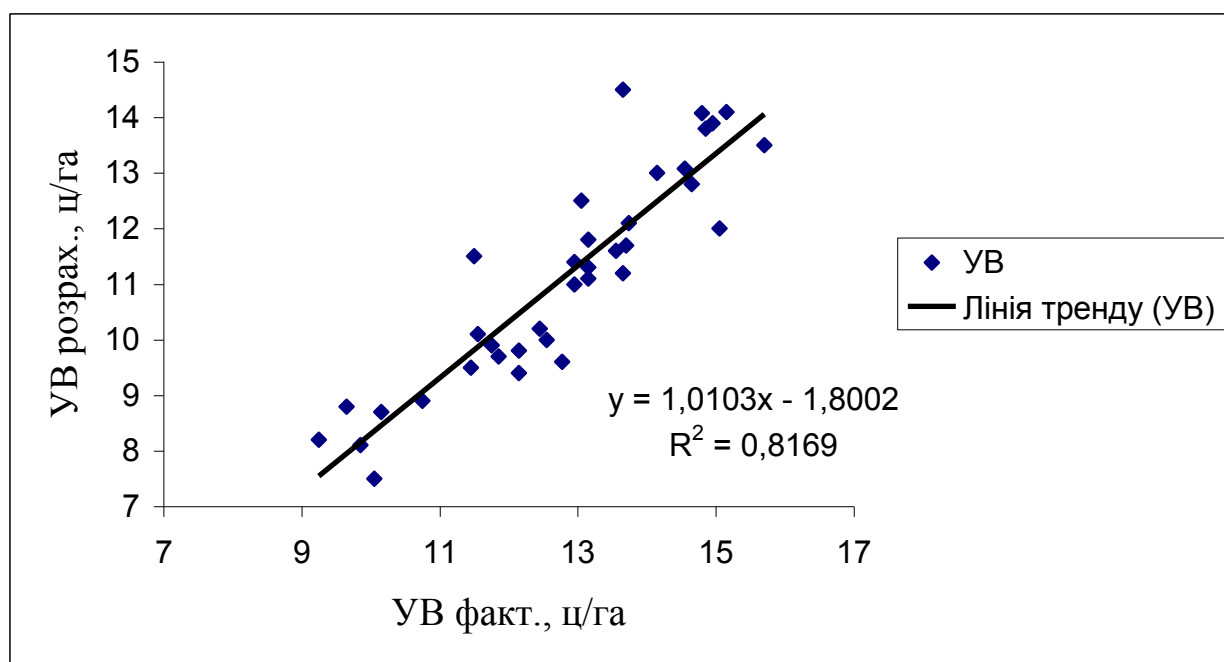


Рисунок А. 5 – Порівняння розрахункових ($УВ_{\text{розрах.}}$, ц/га) та фактичних ($УВ_{\text{факт.}}$, ц/га) значень урожайності гречки.

Таблиця А.1 – Дати настання фаз розвитку гороху по ґрунтово-кліматичним зонам України

Ґрунтово-кліматичні зони	Сівба		Сходи		Поява третього листа		Поява суцвіть		Початок цвітіння		Дозрівання	
	1986	2011	1986	2011	1986	2011	1986	2011	1986	2011	1986	2011
	— 2005	— 2030	— 2005	— 2030	— 2005	— 2030	— 2005	— 2030	— 2005	— 2030	— 2005	— 2030
<i>Полісся:</i>												
<i>Житомирська обл.</i>	-*	22.07	-*	30.07	-*	05.08	-*	20.08	-*	04.09	-*	23.10
<i>Лісостеп:</i>												
Вінницька обл..	19.07	19.07	26.07	26.07	01.08	01.08	16.08	15.08	29.08	27.08	17.10	08.10
Північний Степ												
Кіровоградська обл.	14.07	14.07	21.07	21.07	26.07	25.07	11.08	08.08	21.08	17.08	28.09	20.09
<i>Південний Степ:</i>												
Миколаївська обл.	07.07	07.07	14.07	13.07	19.07	18.07	06.08	05.08	11.08	10.08	12.09	08.09

Примітка. * – у даній зоні у поживний період культура не дозріває

Таблиця А.2 – Агрометеорологічні умови формування сходів гороху

Ґрунтово-кліматичні зони	Сівба – сходи								
	Тривалість міжфазного періоду сівба – сходи, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	8	-*	19,2	-*	31	-*	3,9	-*
Лісостеп:									
Вінницька обл.	7	7	20,2	19,9	18	22	2,3	3,1	116
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	7	7	20,9	21,6	13	20	1,9	2,9	102
Південний Степ:									
Миколаївська обл.	7	6	22,7	21,5	12	6	1,7	1,0	78

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.3 – Агрометеорологічні умови росту гороху у міжфазний період сходи – поява третього листа

Ґрунтово-кліматичні зони	Сходи – поява третього листа								
	Тривалість періоду сходи – поява третього листа, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	6	-*	19,7	-*	22	-*	3,7	-*
<i>Лісостеп:</i>									
Вінницька обл.	6	6	20,3	19,9	14	13	2,3	2,2	112
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	5	4	21,6	22,1	11	8	2,2	2	90
<i>Південний Степ:</i>									
Миколаївська обл.	5	5	22,6	22,2	8	7	1,6	1,4	70

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.4 – Агрометеорологічні умови росту гороху у міжфазний період поява третього листа – поява суцвіть

Ґрунтово-кліматичні зони	Поява третього листа – поява суцвіть								
	Тривалість періоду поява третього листа – поява суцвіть, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	15	-*	19,2	-*	35	-*	2,3	-*
<i>Лісостеп:</i>									
Вінницька обл.	15	14	19,9	20,2	40	32	2,7	2,3	103
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	16	14	21,5	22,4	30	22	1,9	1,6	86
<i>Південний Степ:</i>									
Миколаївська обл.	18	18	23,2	21,9	25	23	1,4	1,3	64

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.5 – Агрометеорологічні умови росту гороху у міжфазний період цвітіння – дозрівання

Ґрунтово-кліматичні зони	Цвітіння – дозрівання								
	Тривалість періоду цвітіння – дозрівання, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	49	-*	12,6	-*	77	-*	1,6	-*
<i>Лісостеп:</i>									
Вінницька обл.	50	43	12,5	15,3	87	51	1,7	1,2	123
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	39	35	15,9	18,2	61	38	1,6	1,1	84
<i>Південний Степ:</i>									
Миколаївська обл.	33	29	19,9	22,3	61	37	1,8	1,3	69

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.6 – Дати настання фаз розвитку гречки по ґрунтово-кліматичним зонам України

Ґрунтово-кліматичні зони	<i>Посів</i>		Сходи		Поява суцвіть		Цвітіння		Дозрівання	
	1986	2011	1986	2011	1986	2011	1986	2011	1986	2011
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2005	2030	2005	2030	2005	2030	2005	2030	2005	2030
Полісся:										
Житомирська обл.	-*	22.07	-*	30.07	-*	12.08	-*	20.08	-*	14.10
<i>Лісостеп:</i>										
Вінницька обл..	19.07	19.07	28.07	29.07	08.08	09.08	15.08	16.08	08.10	03.10
Північний Степ										
Кіровоградська обл.	16.07	16.07	21.07	20.07	01.08	30.07	10.08	07.08	24.09	16.09
<i>Південний Степ:</i>										
Миколаївська обл.	07.07	07.07	13.07	13.07	23.07	23.07	01.08	31.07	08.09	04.09

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.7 – Агрометеорологічні умови формування сходів гречки

Ґрунтово-кліматичні зони	Сівба – сходи								
	Тривалість періоду сівба – сходи, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	7	-*	19,2	-*	29	-*	4,2	-*
<i>Лісостеп:</i>									
Вінницька обл.	9	10	20,1	19,9	22	32	2,4	3,2	115
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	7	6	20,9	21,6	13	17	1,9	2,8	104
<i>Південний Степ:</i>									
Миколаївська обл.	6	6	22,7	21,5	11	6	1,8	1,0	84

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.8 – Агromетeоролoгiчнi умoви рoстy гречки у перiод сxоди – пoявa суцвiть

Грунтово-кліматичні зони	Сходи – поява суцвіть								
	Тривалість періоду сходи – поява суцвіть, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	13	-*	19,7	-*	45	-*	3,5	-*
<i>Лісостеп:</i>									
Вінницька обл.	11	11	20,2	20,3	31	30	2,8	2,7	110
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	11	10	21,6	22,1	21	22	1,9	2,2	90
<i>Південний Степ:</i>									
Миколаївська обл.	10	10	22,7	22,4	15	14	1,5	1,4	70

Примітка. * – у даній зоні у поживний період культура не дозріває

Таблиця А.9 – Агрометеорологічні умови росту гречки у період цвітіння – дозрівання

Ґрунтово-кліматичні зони	Цвітіння – дозрівання								
	Тривалість періоду цвітіння – дозрівання, дні		Середня температура повітря, °С		Сума опадів, мм		Кількість опадів на один день періоду, мм/д		Запаси продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту, мм
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005
Полісся:									
Житомирська обл.	-*	56	-*	14,5	-*	76	-*	1,4	-*
<i>Лісостеп:</i>									
Вінницька обл.	55	47	14,2	17,1	108	63	2,0	1,3	117
Північний Степ									
Кіровоградська обл.	46	41	16,9	19,8	83	47	1,8	1,2	83
<i>Південний Степ:</i>									
Миколаївська обл.	39	36	20,5	22,9	64	42	1,6	1,2	66

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця А.10 – Оптимальні значення параметрів та коефіцієнтів моделі для культури гороху

№ п/п	Параметри		Умовні позначення	Оптимальні значення	Одиниці вимірювання
1	Сума ефективних температур за вегетаційний період		TS_2	1110	°C
2	Сума ефективних температур повітря від появи сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин (для розрахунку $\alpha\phi$)		$\sum t_1$	250	°C
3	Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу		T_{opt1}	6,5	°C
	Верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу		T_{opt2}	20,7	°C
4	Суми ефективних температур для фаз дозрівання зерна	Перша фаза	$\sum ts_1$	90	°C
		Друга фаза	$\sum ts_2$	83	°C
		Третя фаза	$\sum ts_3$	77	°C
5	Калорійність культури		q	3	кал/г
6	ККД посівів		η	3	%
7	Оптимальні дози внесених добрив	Азотні	N_{opt}	40	кг/га
		Фосфорні	P_{opt}	60	кг/га
		Калійні	K_{opt}	40	кг/га
		Органічні	$O_{rg\ opt}$	20	т/га
8	Коефіцієнт землекористування		$k_{земл}$	0,8	відн.од.

Таблиця А.11 – Оптимальні значення параметрів та коефіцієнтів моделі для культури гречки

№ п/ п	Параметри		Умовні позначе ння	Оптимальні значення	Один иці вимір юван ня
1	Сума ефективних температур за вегетаційний період		TS_2	1050	°С
2	Сума ефективних температур повітря від появи сходів, при якій спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин (для розрахунку α_f)		$\sum t_1$	448	°С
3	Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу		T_{opt1}	5	°С
	Верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу		T_{opt2}	18,7	°С
4	Суми ефективних температур для фаз дозрівання зерна	Перша фаза	$\sum ts_1$	156	°С
		Друга фаза	$\sum ts_2$	149	°С
		Третя фаза	$\sum ts_3$	142	°С
5	Калорійність культури		q	3,13	кал/г
6	ККД посівів		η	3	%
7	Оптимальні дози внесених добрив	Азотні	N_{opt}	50	кг/га
		Фосфорні	P_{opt}	40	кг/га
		Калійні	K_{opt}	30	кг/га
		Органічні	$O_{rg\ opt}$	20	т/га
8	Коефіцієнт землекористування		$k_{земл}$	0,8	відн. од.

ДОДАДОК Б

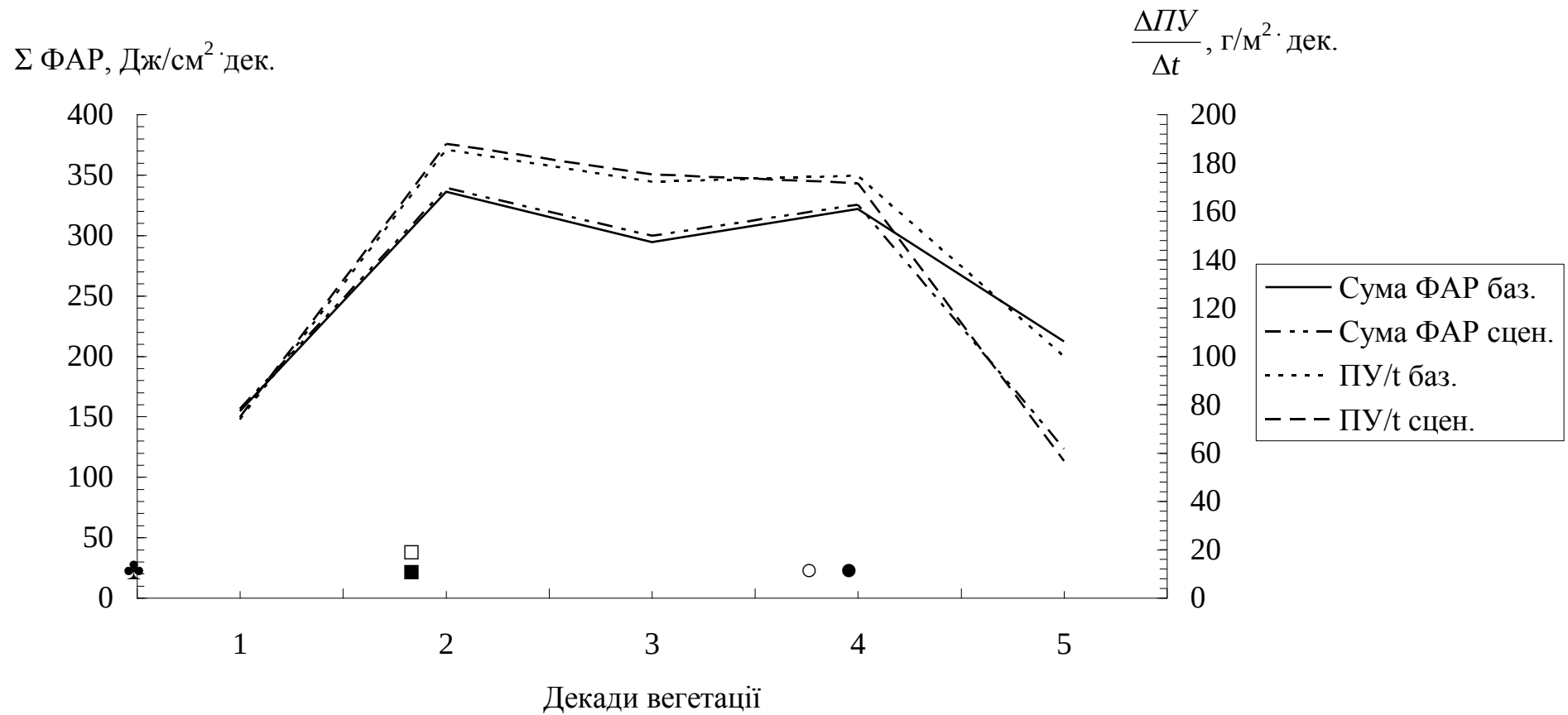


Рисунок Б.1 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (Σ ФАР) проса в центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок дозрівання (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок дозрівання (сцен.)

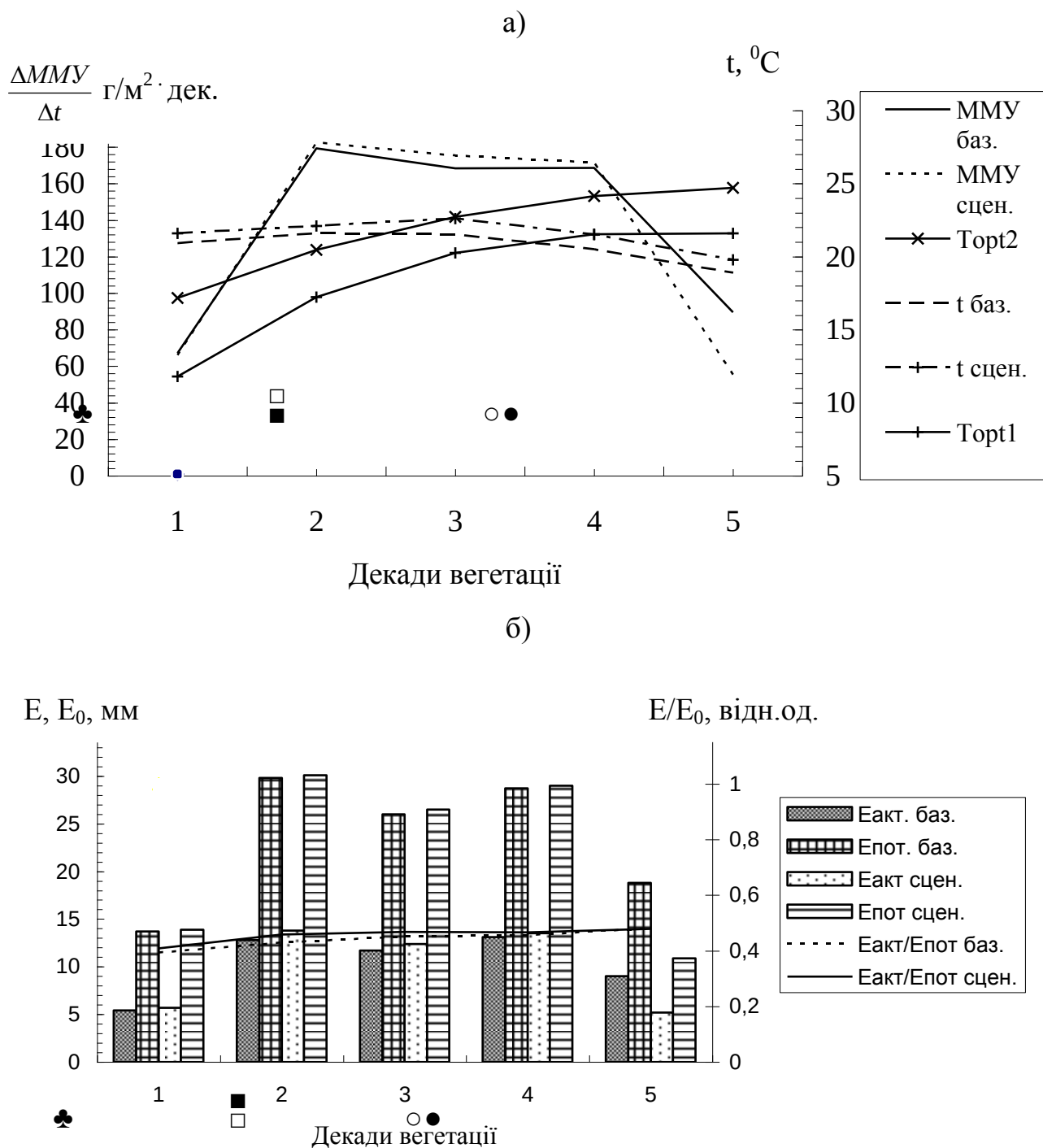


Рисунок Б.2 – Декадний хід приростів ММУ проса (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), Topt1 і Topt2 – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

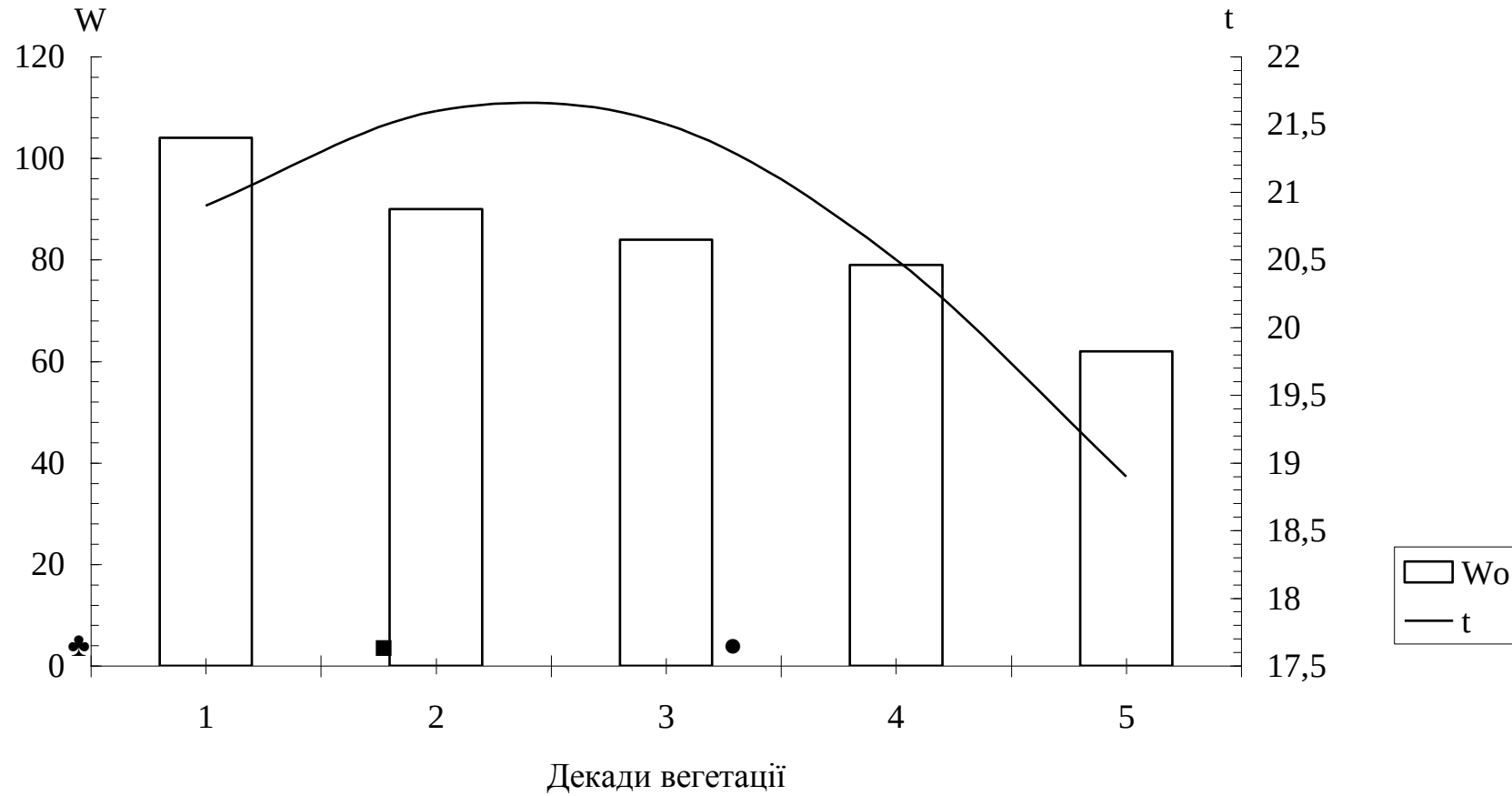


Рисунок Б.3 – Динаміка температури повітря (t) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

♣ посів, ■ вихід у трубку (базовий період), ● початок цвітіння (базовий період)

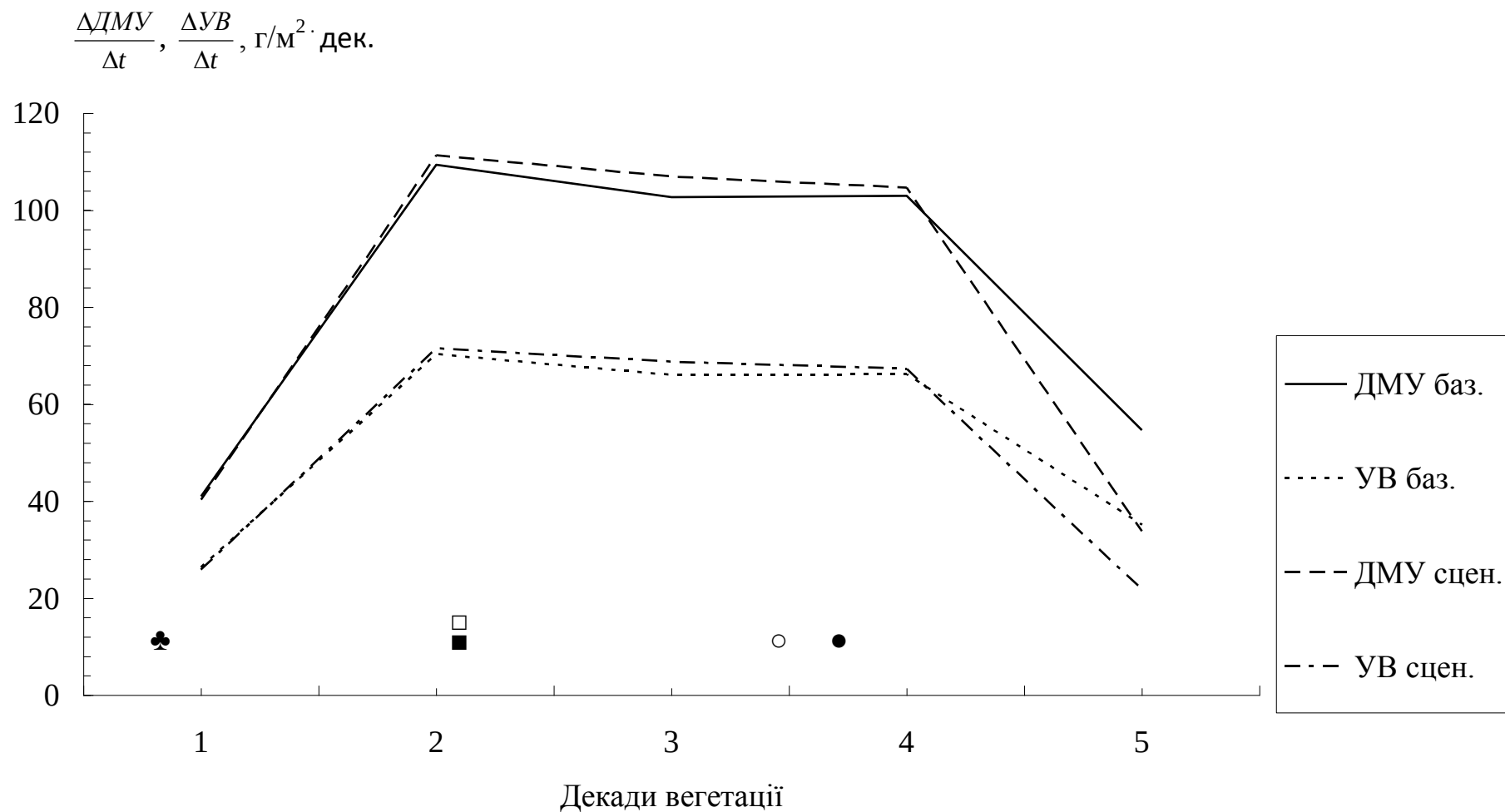


Рисунок Б.4 – Динаміка приростів ДМУ і приростів УВ проса в центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005) та сценарного (2011 – 2030) періодів

♣ посів, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.)

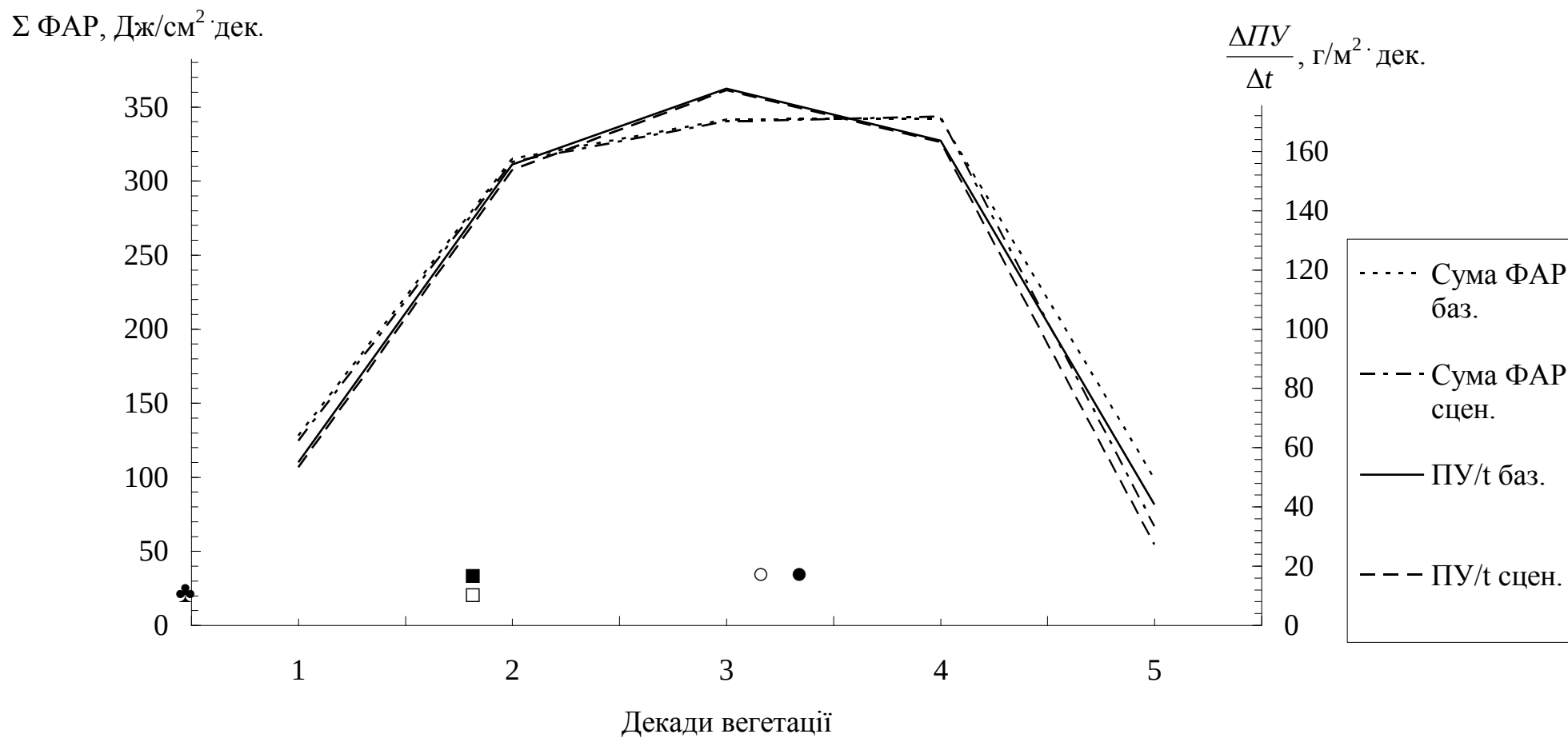


Рисунок Б.5 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (Σ ФАР) проса в центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.)

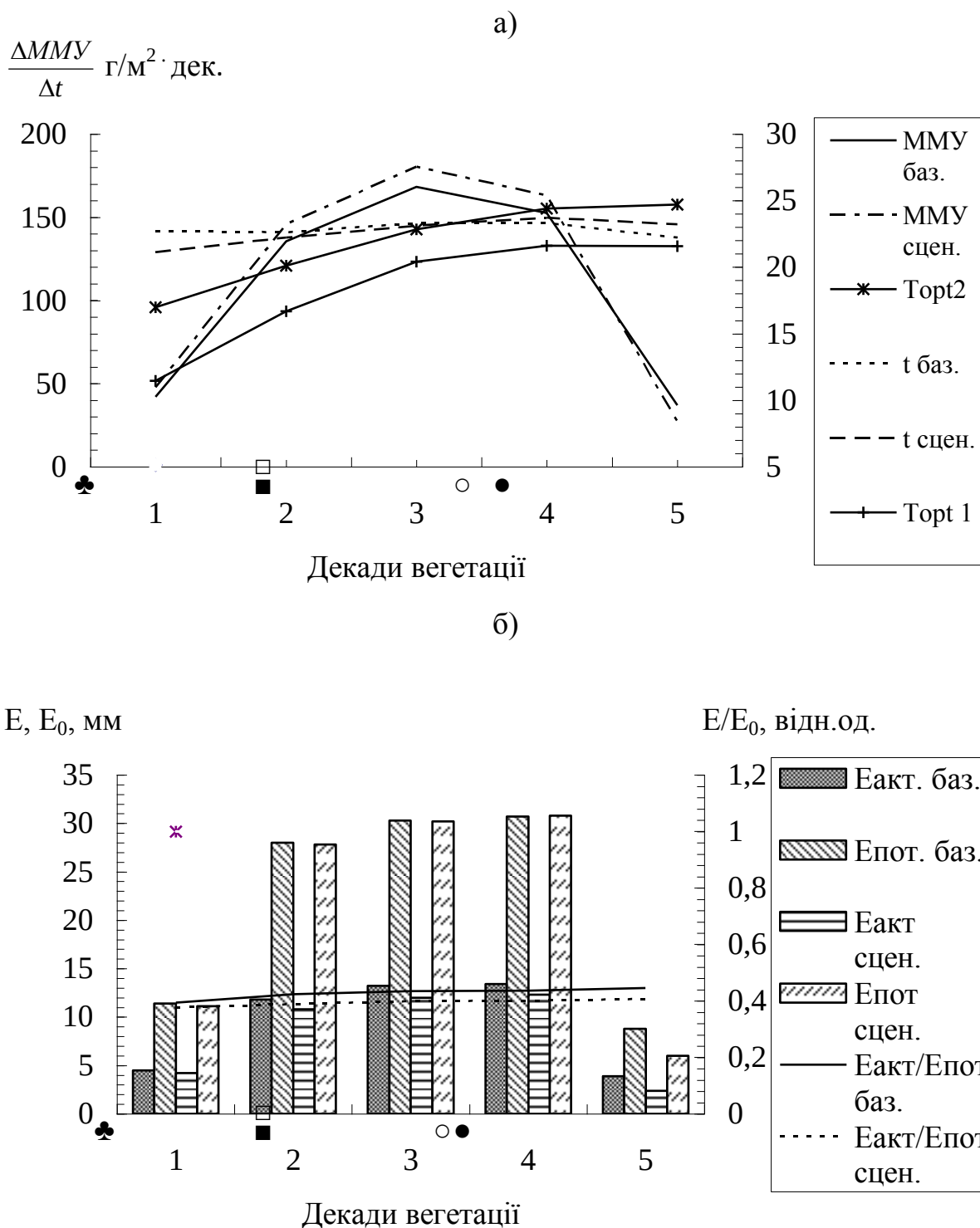


Рисунок Б.6 – Декадний хід приростів ММУ проса (а) і характеристик водно-теплогового режиму (б) у центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), .), Topt1 і Topt2 – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

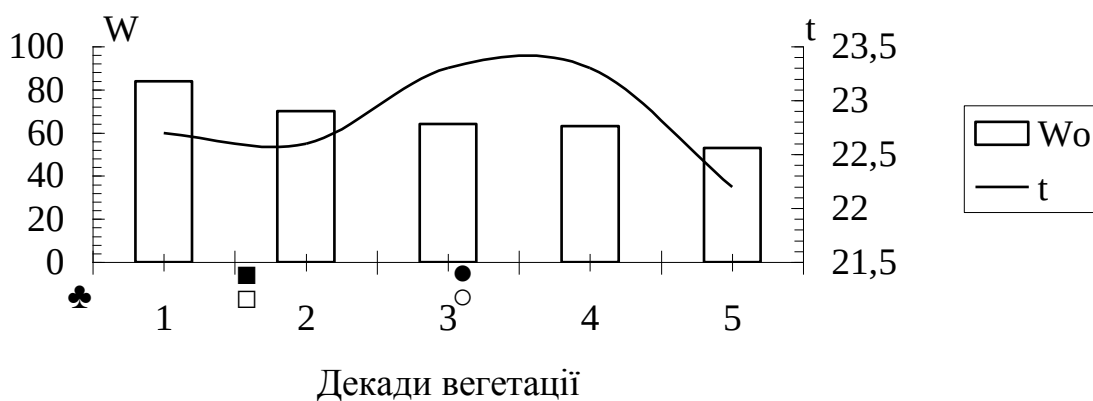


Рисунок Б.7 – Динаміка температури повітря (t_s) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральному районі Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

♣ посів, ■ вихід у трубку (базовий період), ● початок цвітіння (базовий період)

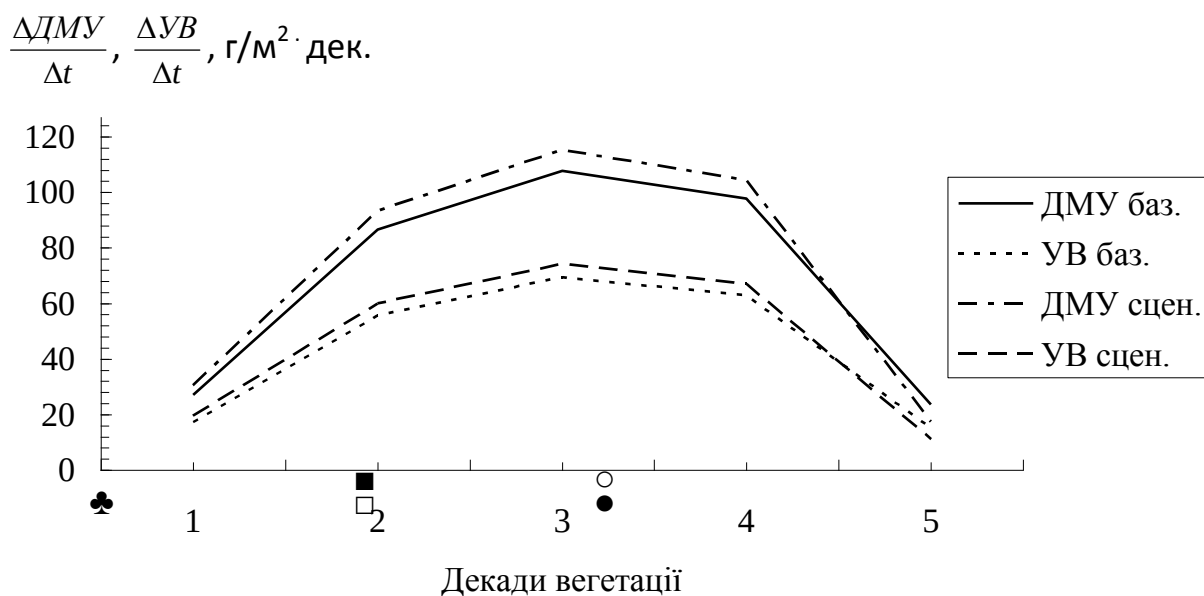


Рисунок Б.8 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ проса в центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ вихід у трубку (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ вихід у трубку (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.).

$\Sigma \text{ ФАР, Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$

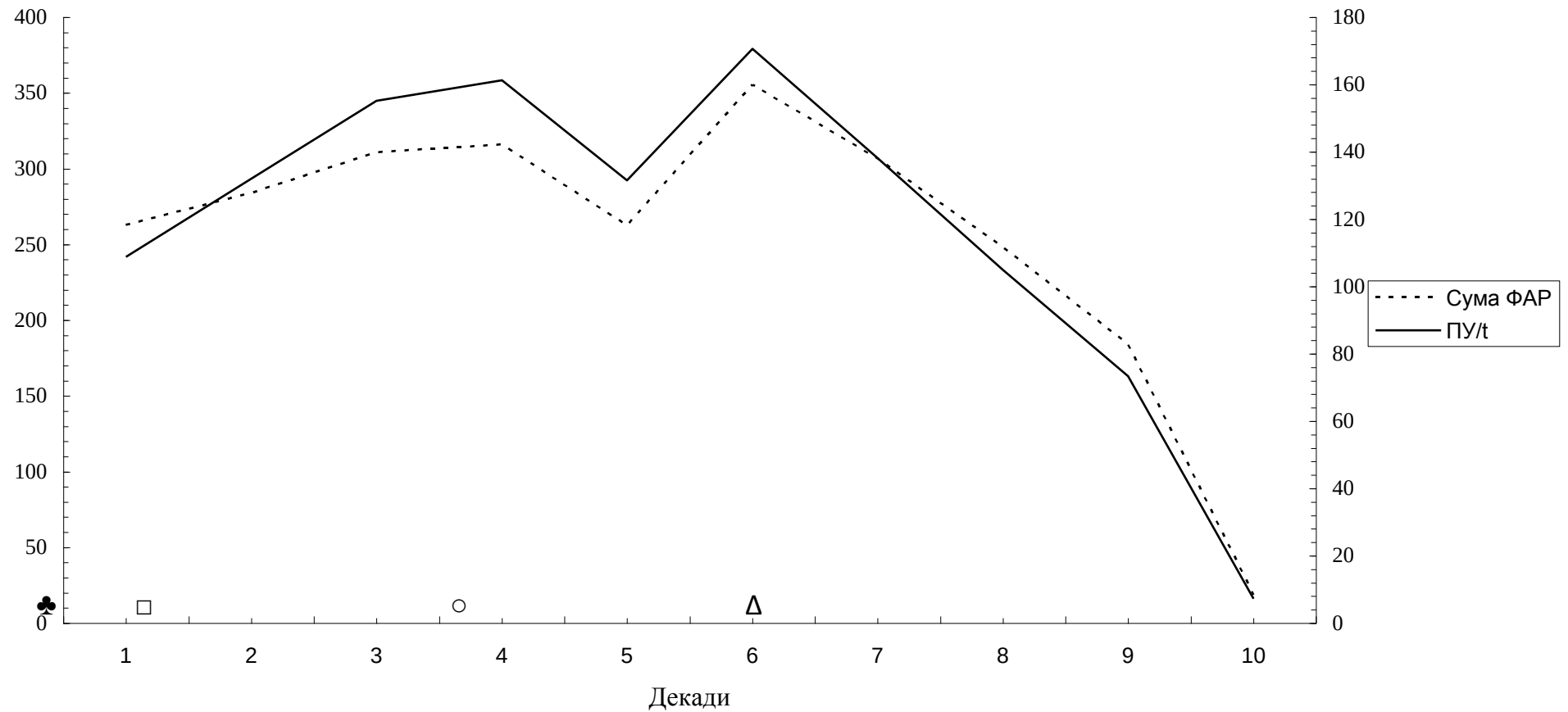


Рисунок Б.9 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ ФАР}$) гороху у центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, □ третій лист, ○ початок цвітіння, Δ початок дозрівання

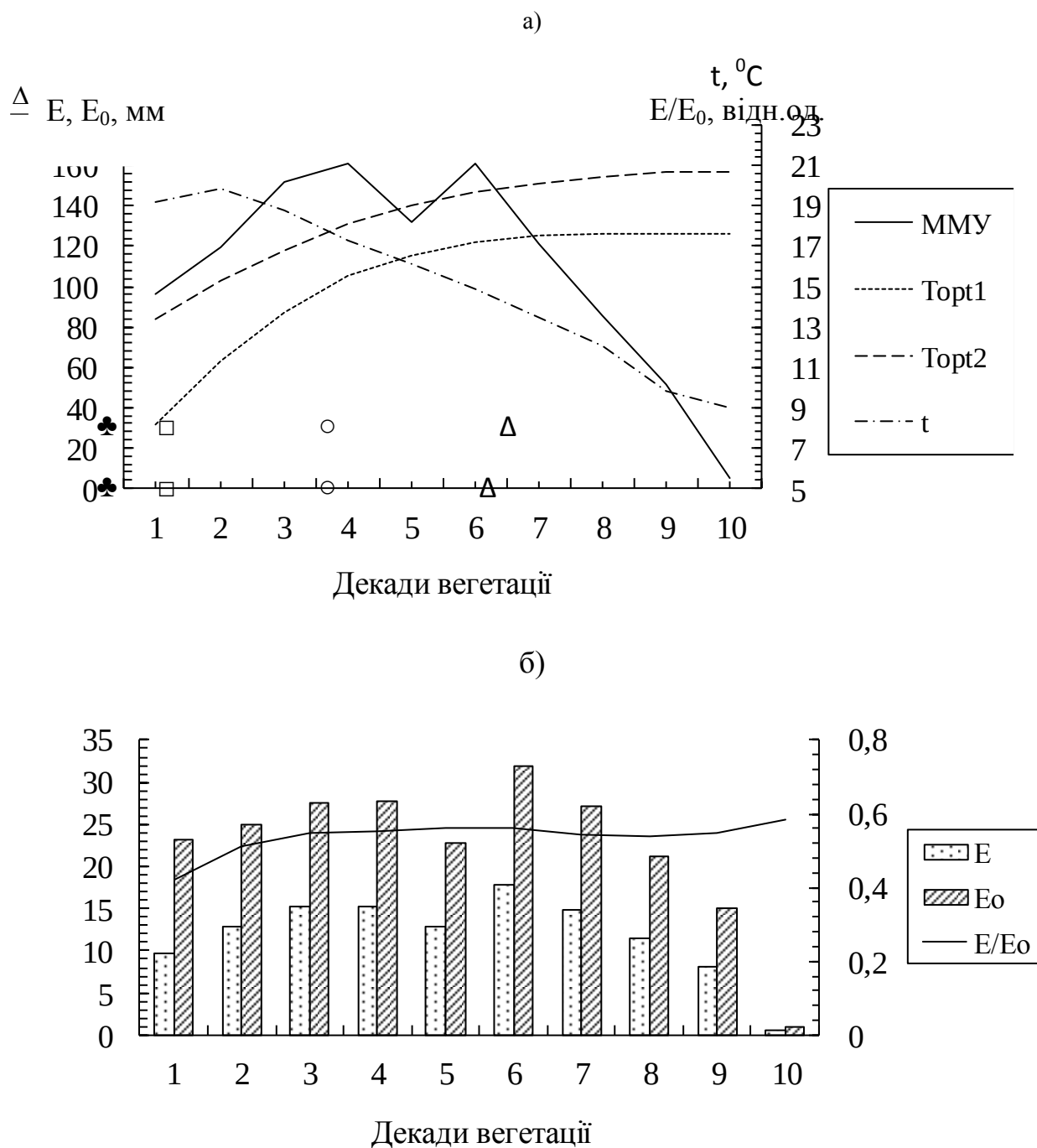


Рисунок Б.10 – Декадний хід приростів ММУ ($\frac{\Delta MMY}{\Delta t}$) гороху (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, □ поява третього листа, ○ початок цвітіння, Δ початок дозрівання, Topt1 і Topt2 – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

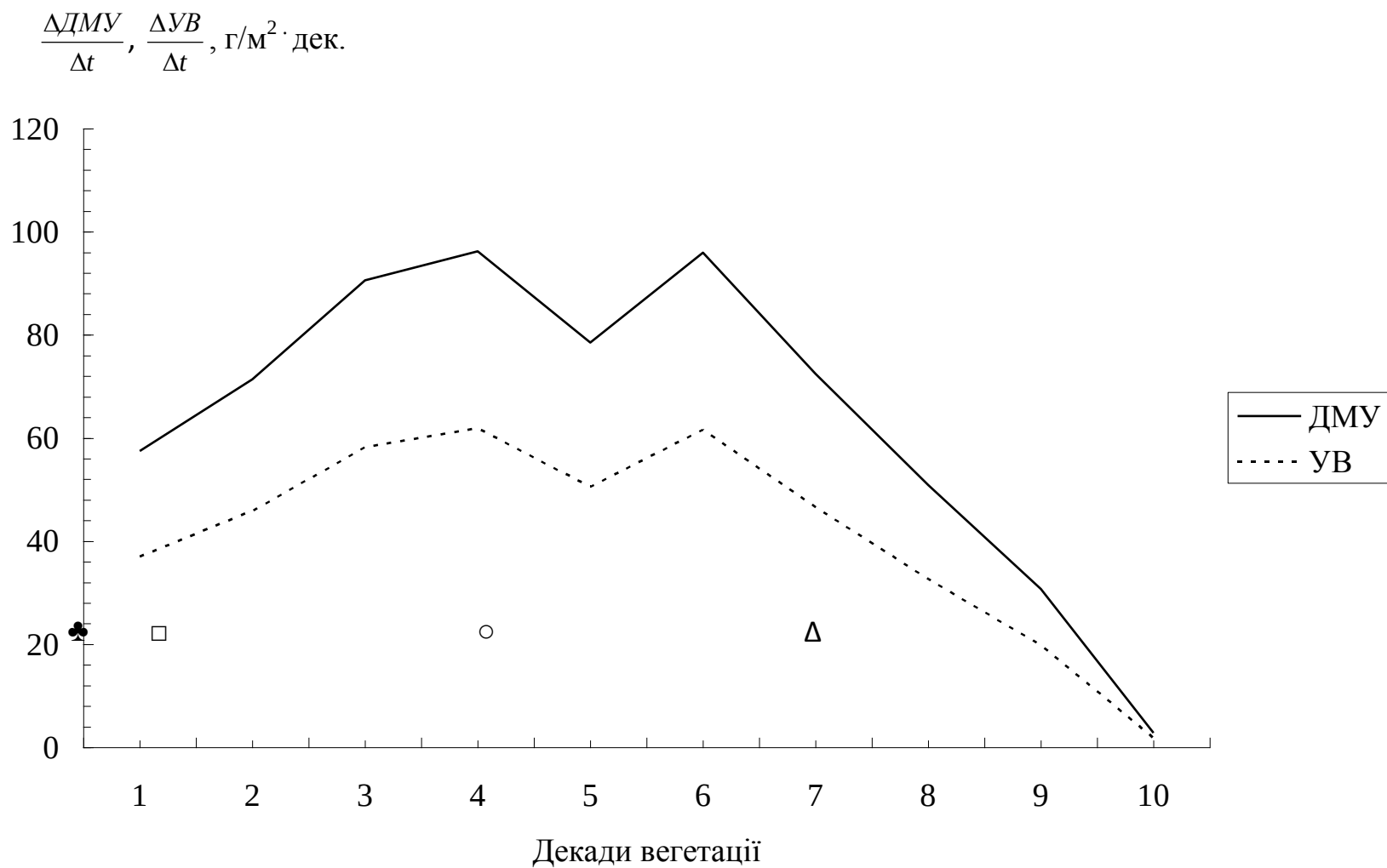


Рисунок Б.11 – Динаміка приростів ДМУ і приростів УВ гороху в центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, □ поява третього листа, ○ початок цвітіння, Δ початок дозрівання

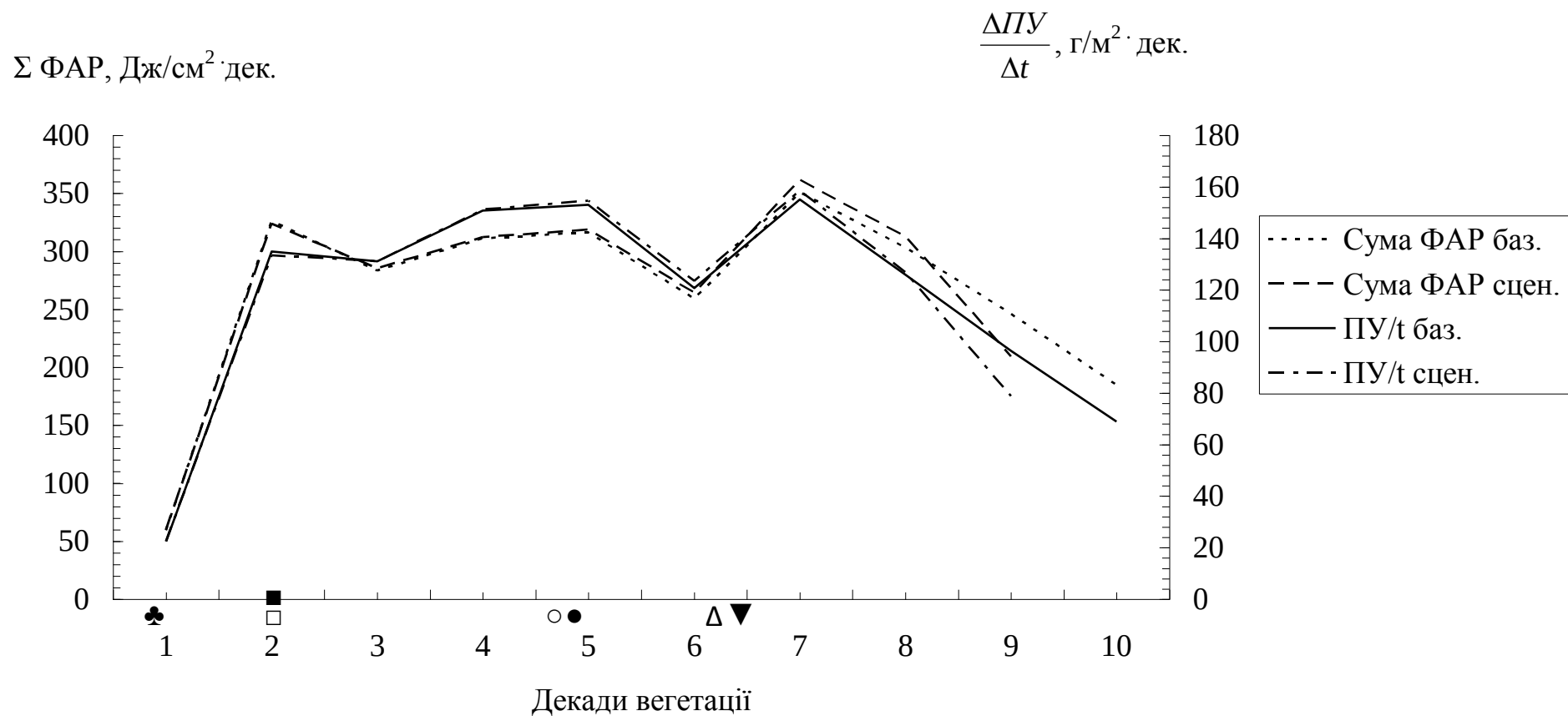


Рисунок Б.12 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ФАР}$) гороху в центральному Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

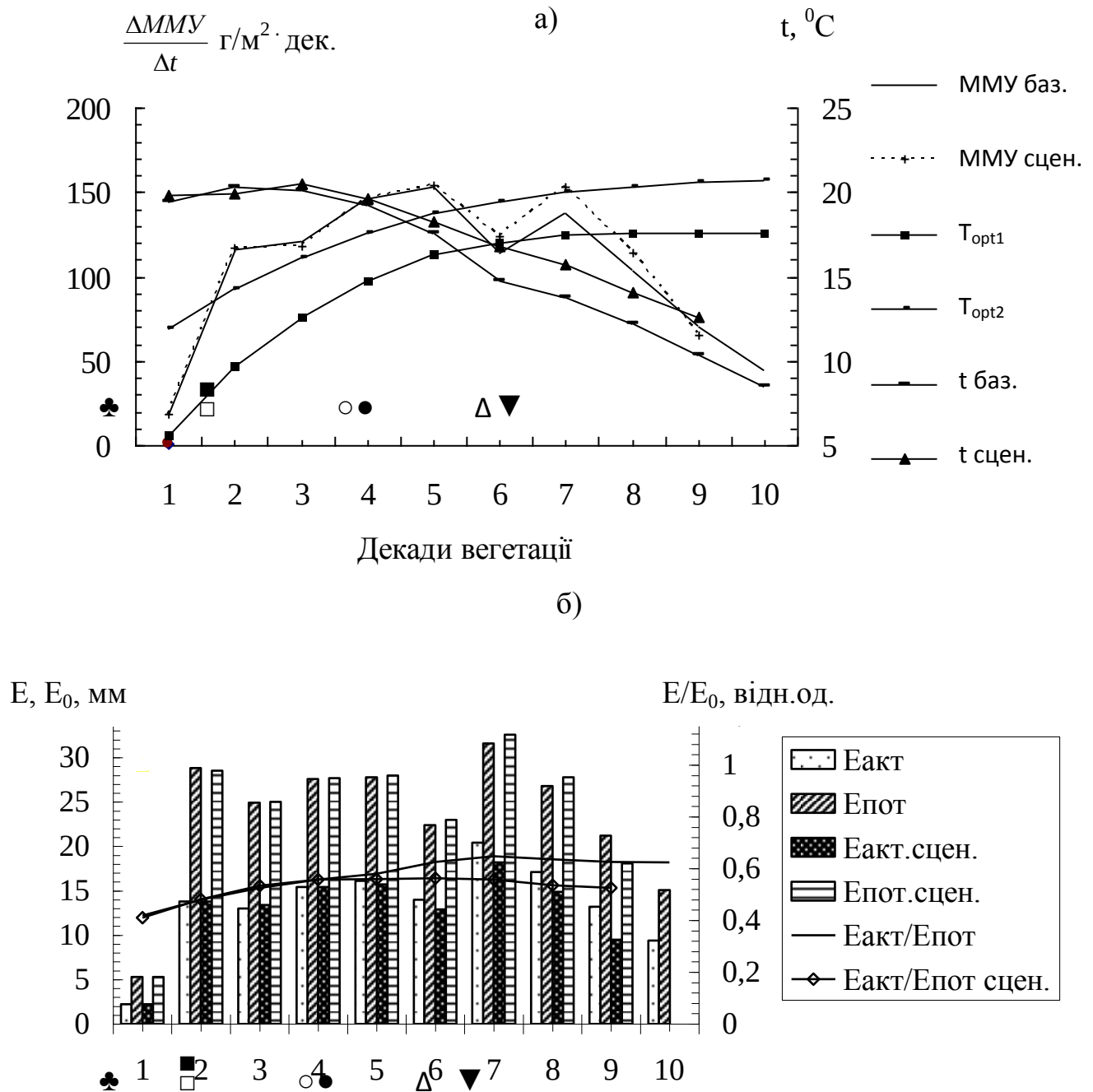


Рисунок Б.13 – Декадний хід приростів ММУ гороху (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральному Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.), T_{opt1} і T_{opt2} – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

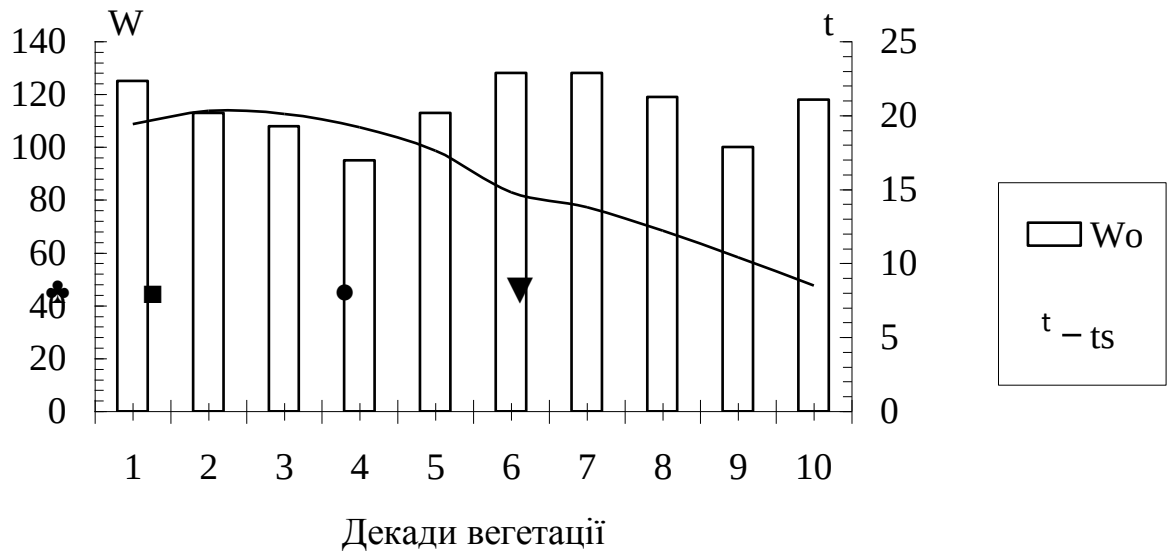


Рисунок Б.14 – Динаміка температури повітря (t) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральному Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

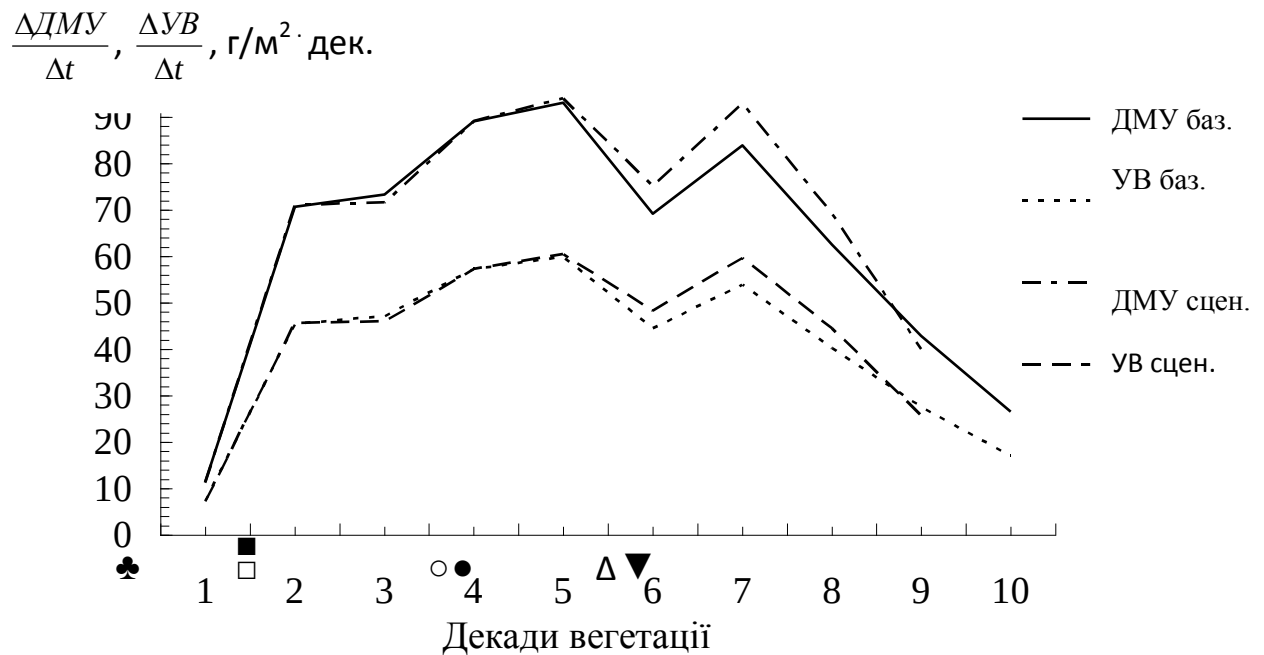


Рисунок Б.15 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ гороху в центральному Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

$\Sigma \text{ ФАР, Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$

$\frac{\Delta \text{ПУ}}{\Delta t}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

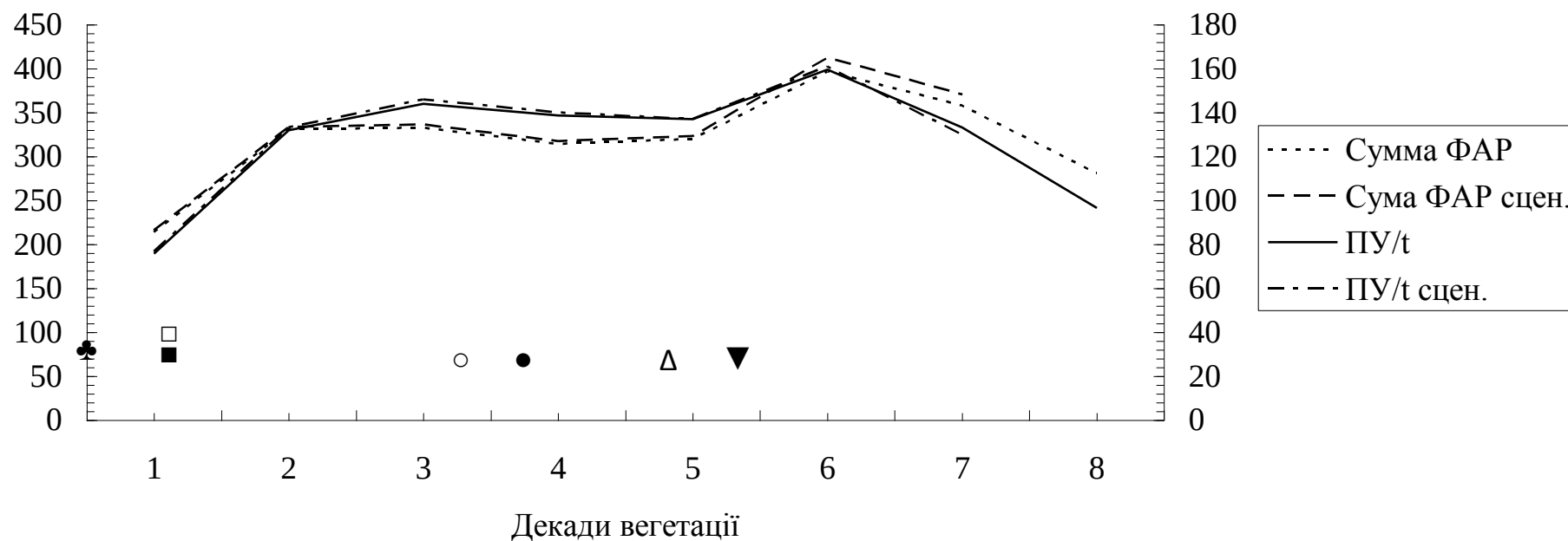


Рисунок Б.16 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ ФАР}$) гороху в центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

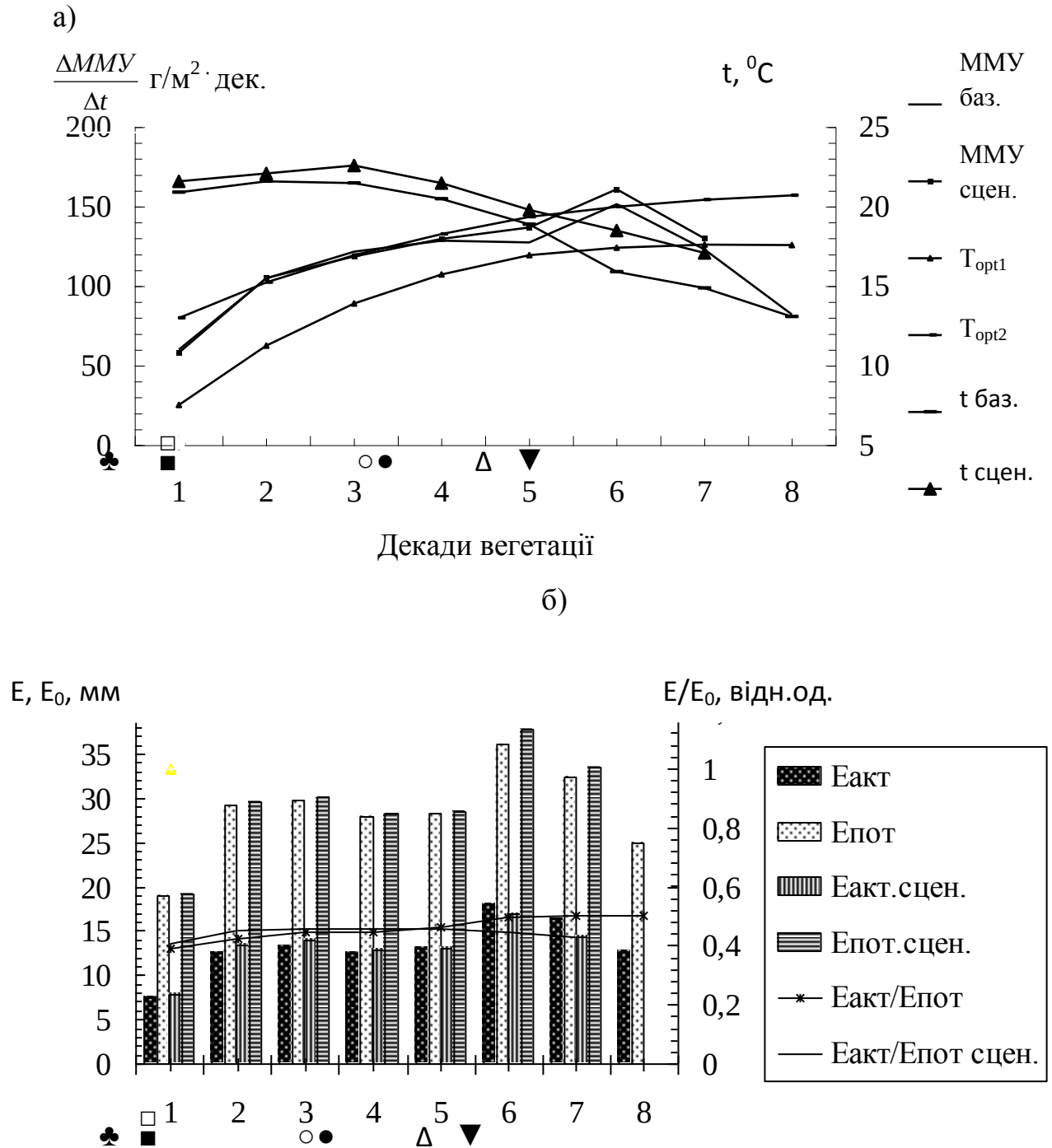


Рисунок Б.17 – Декадний хід приростів ММУ гороху (а) і характеристик водно-теплогового режиму (б) у центральній частині Північного Степу для базового (1986-2005 рр.) та сценарного (2011-2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.),
 □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.), T_{opt1} і T_{opt2} – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

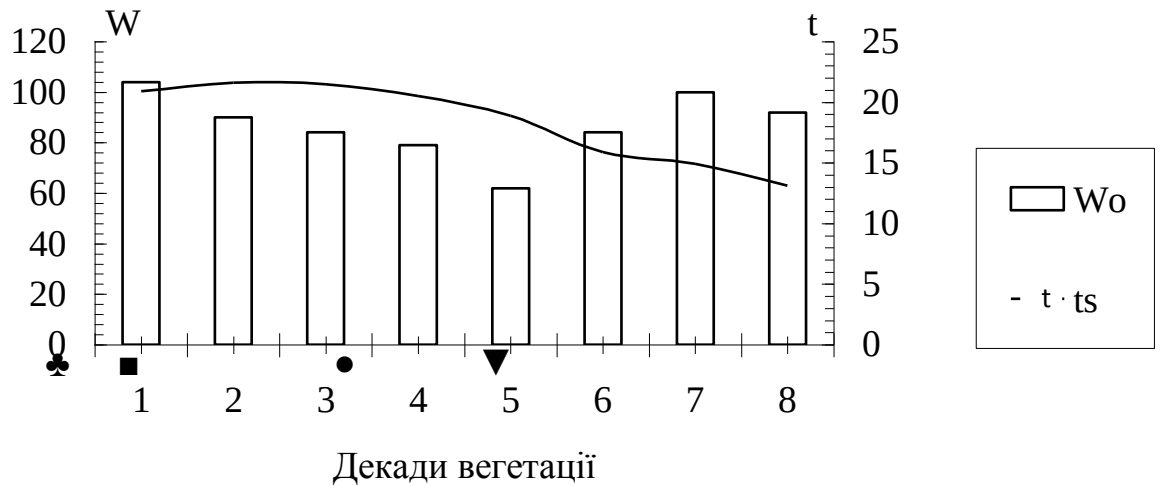


Рисунок Б.18 – Динаміка температури повітря (t_s) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральному районі Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

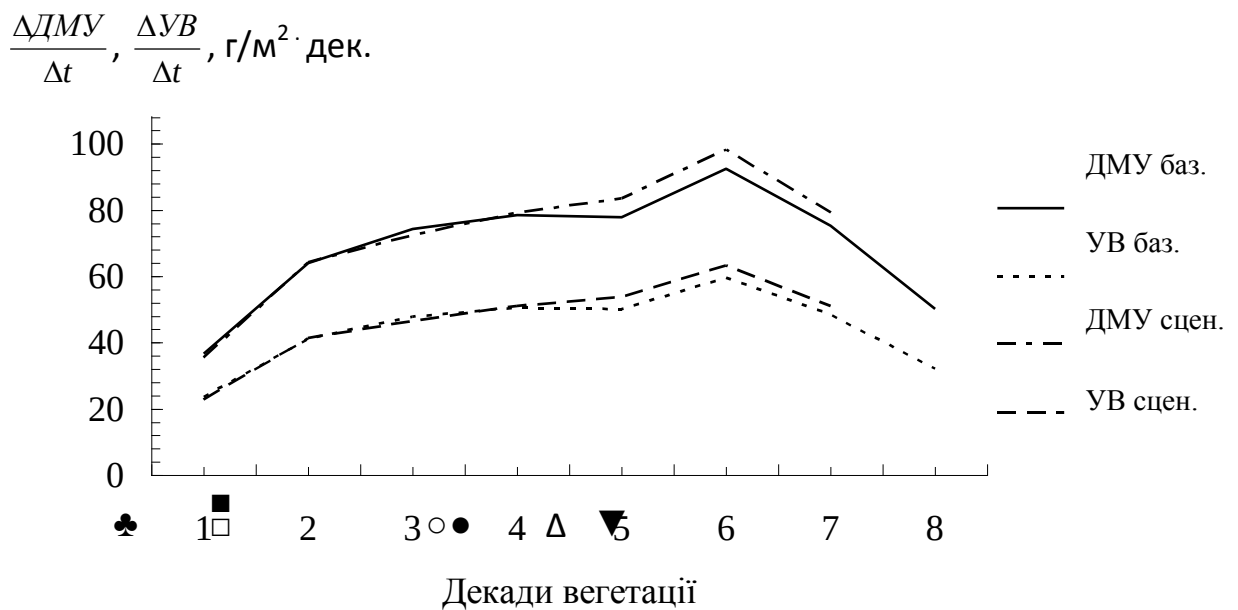


Рисунок Б.19 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ гороху в центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

- ♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.),
 □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.),
 ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

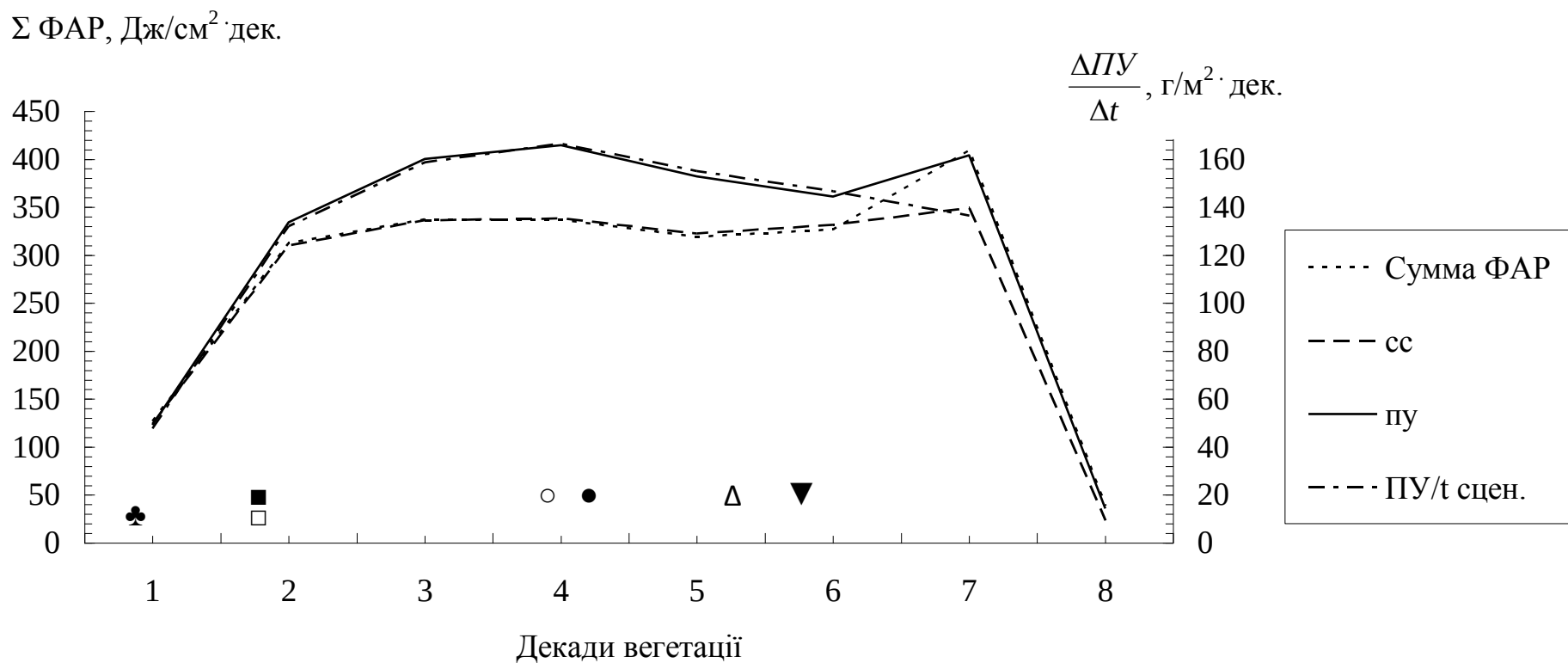


Рисунок Б.20 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ФАР}$) гороху в центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.),
 ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

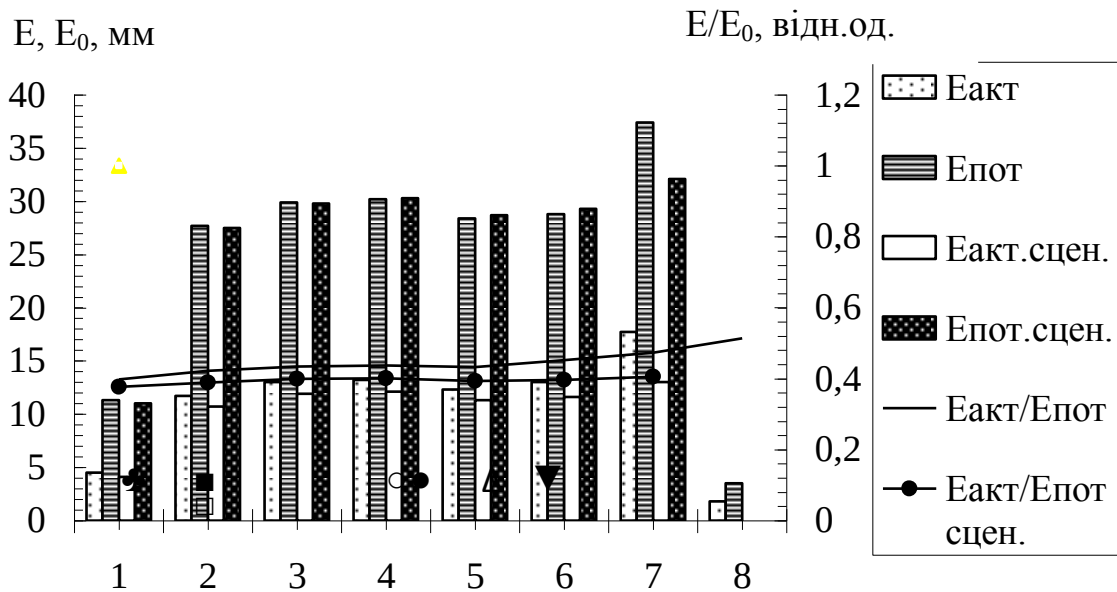
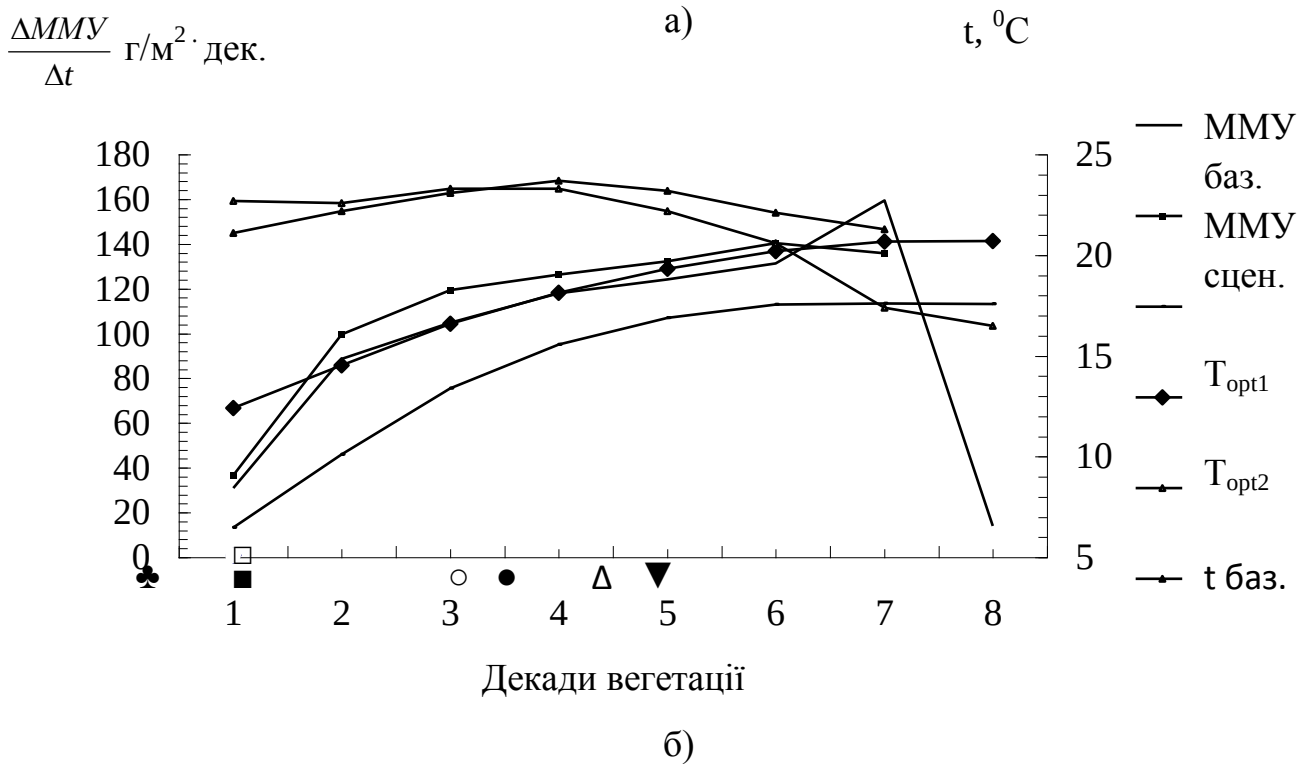


Рисунок Б.21 – Декадний хід приростів ММУ гороху (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.), T_{opt1} і T_{opt2} – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

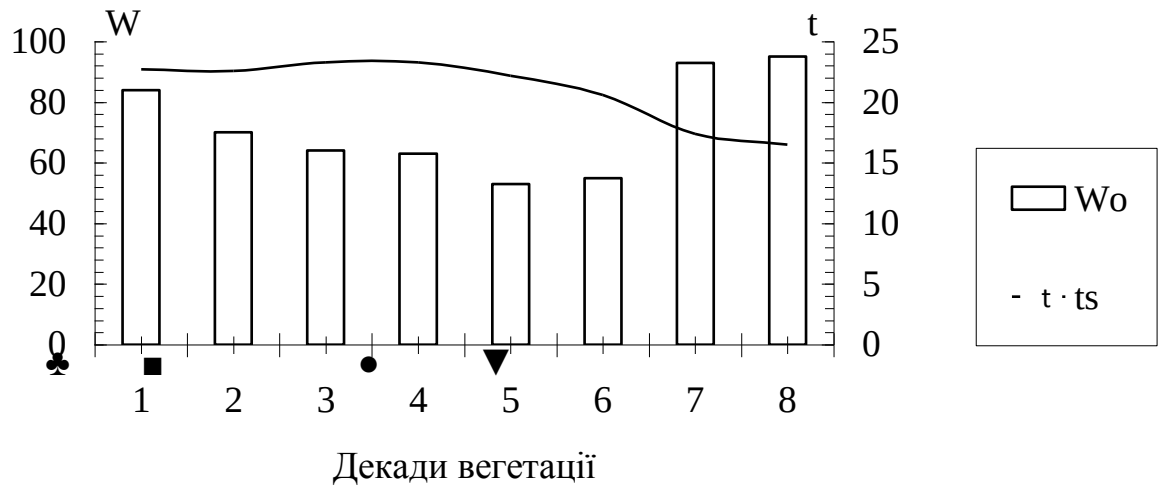


Рисунок Б.22 – Динаміка температури повітря (t_s) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральній частині Південного Степу для базового (1986-2005 рр.) періоду

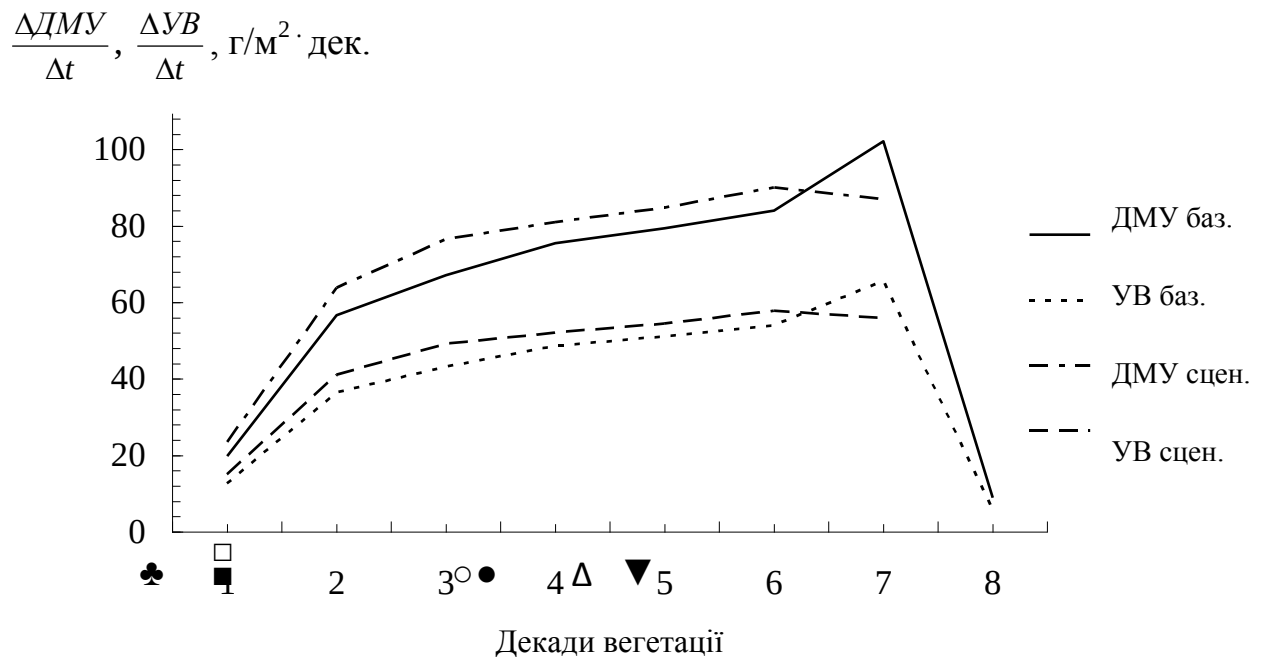


Рисунок Б.23 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ гороху в центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), ◻ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

$\Sigma \text{ФАР, Дж/см}^2 \cdot \text{дек.}$

$\frac{\Delta \text{ПУ}}{\Delta t}, \text{г/м}^2 \cdot \text{дек.}$

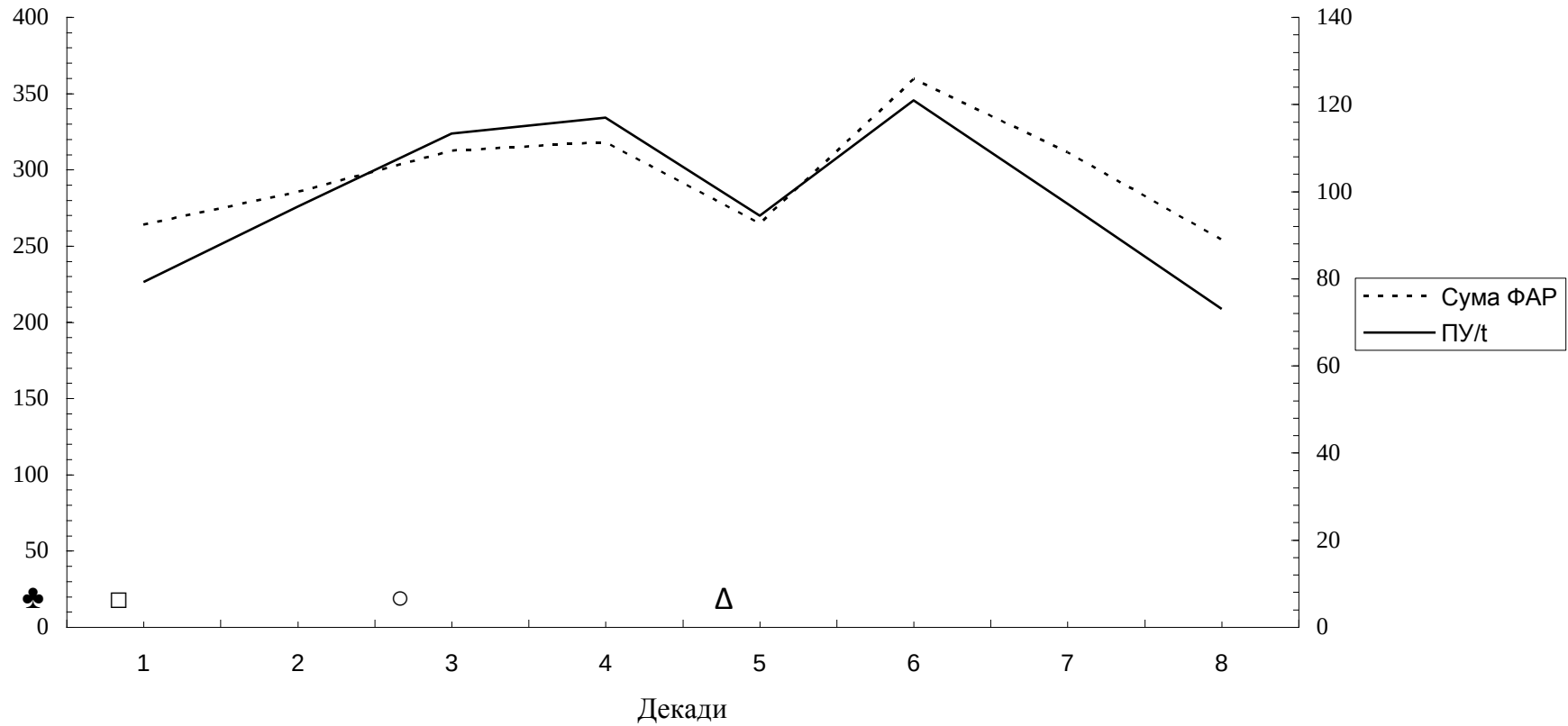


Рисунок Б.24 –Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ФАР}$) гречки у центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, □ сходи, ○ початок цвітіння, Δ початок дозрівання

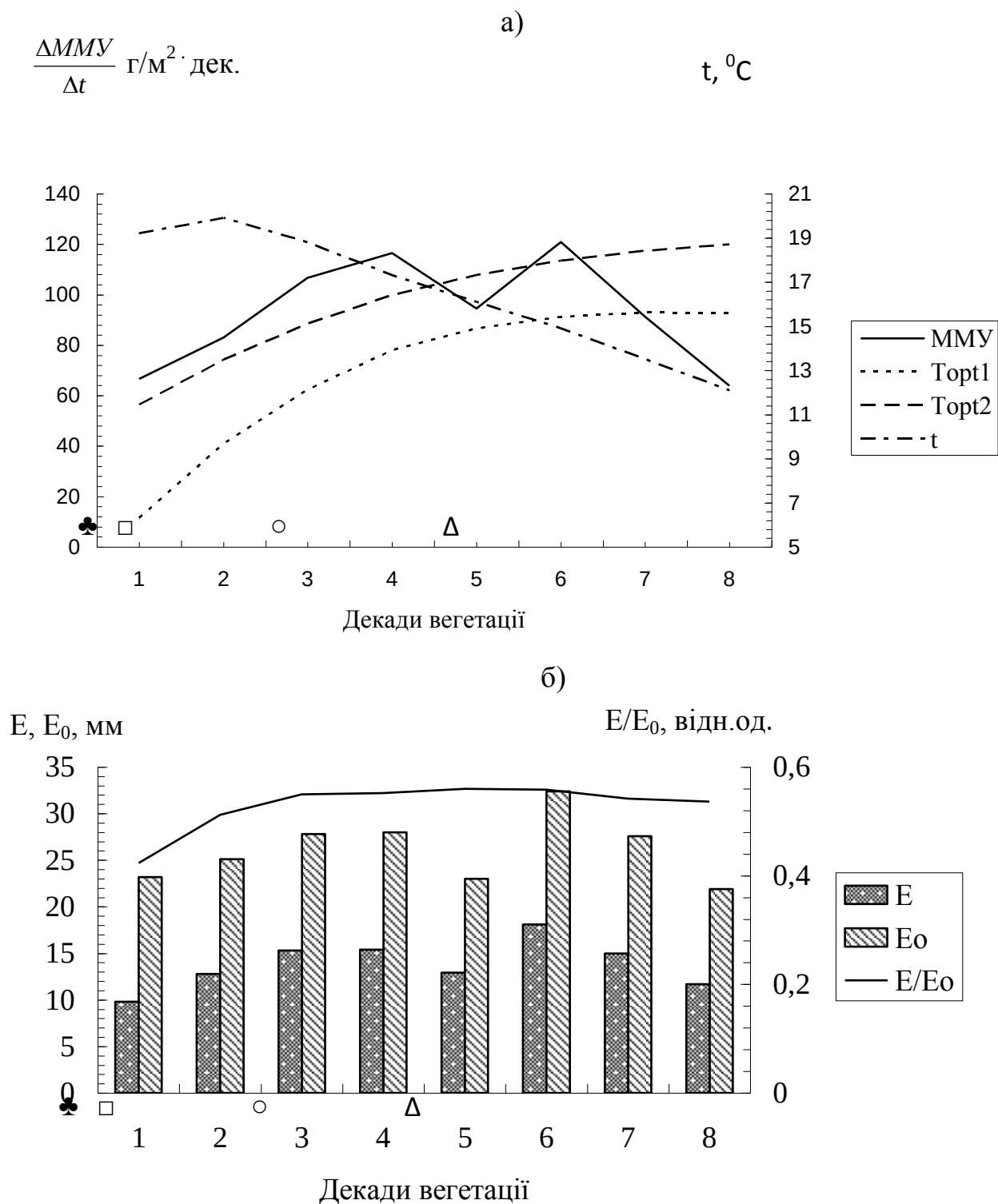


Рисунок Б.25 –Декадний хід приростів ММУ гречки (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, □ поява третього листа, ○ початок цвітіння, Δ початок дозрівання
 T_{opt1} і T_{opt2} – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

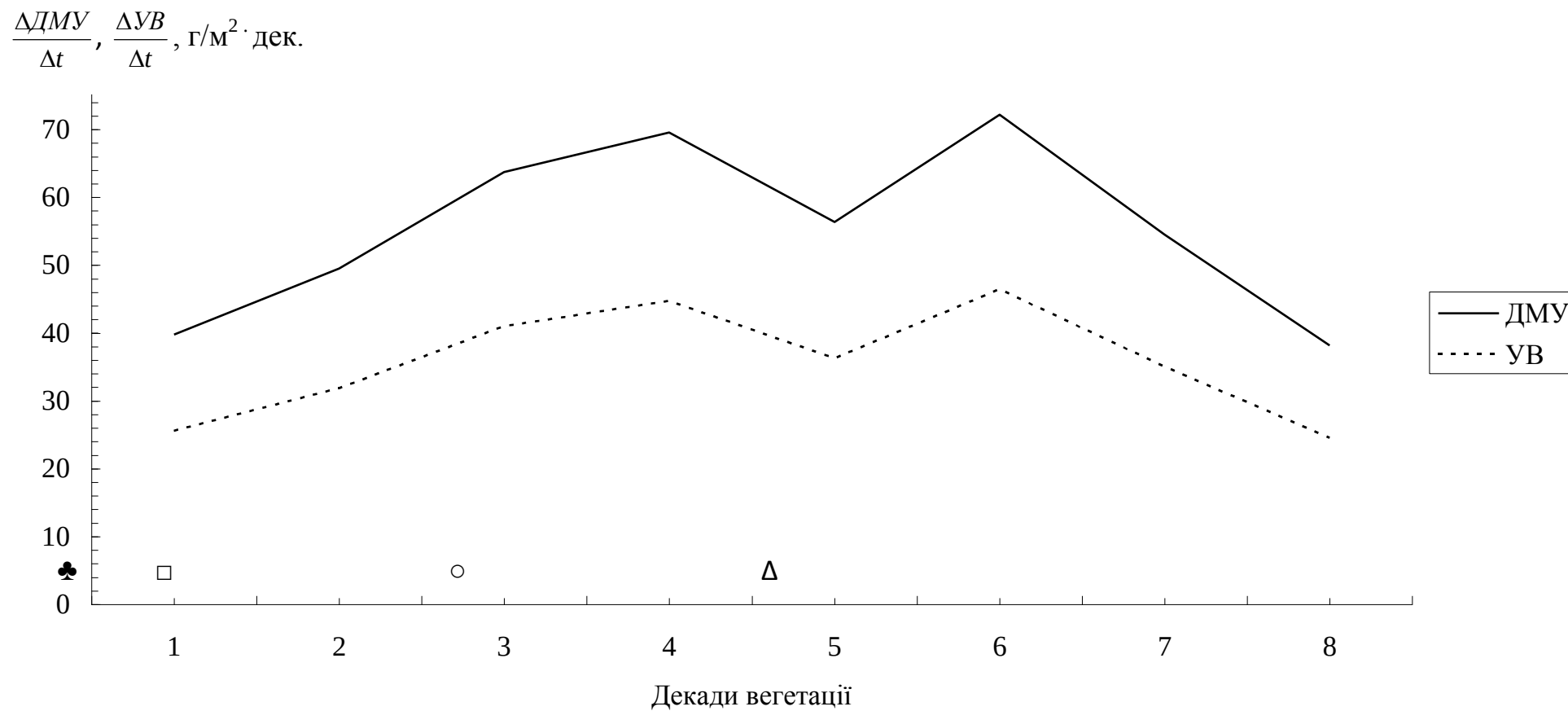


Рисунок Б.26 – Динаміка приростів ДМУ і приростів УВ гречки в центральному Поліссі для сценарного періоду (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, □ сходи третього листа, ○ початок цвітіння, Δ початок дозрівання

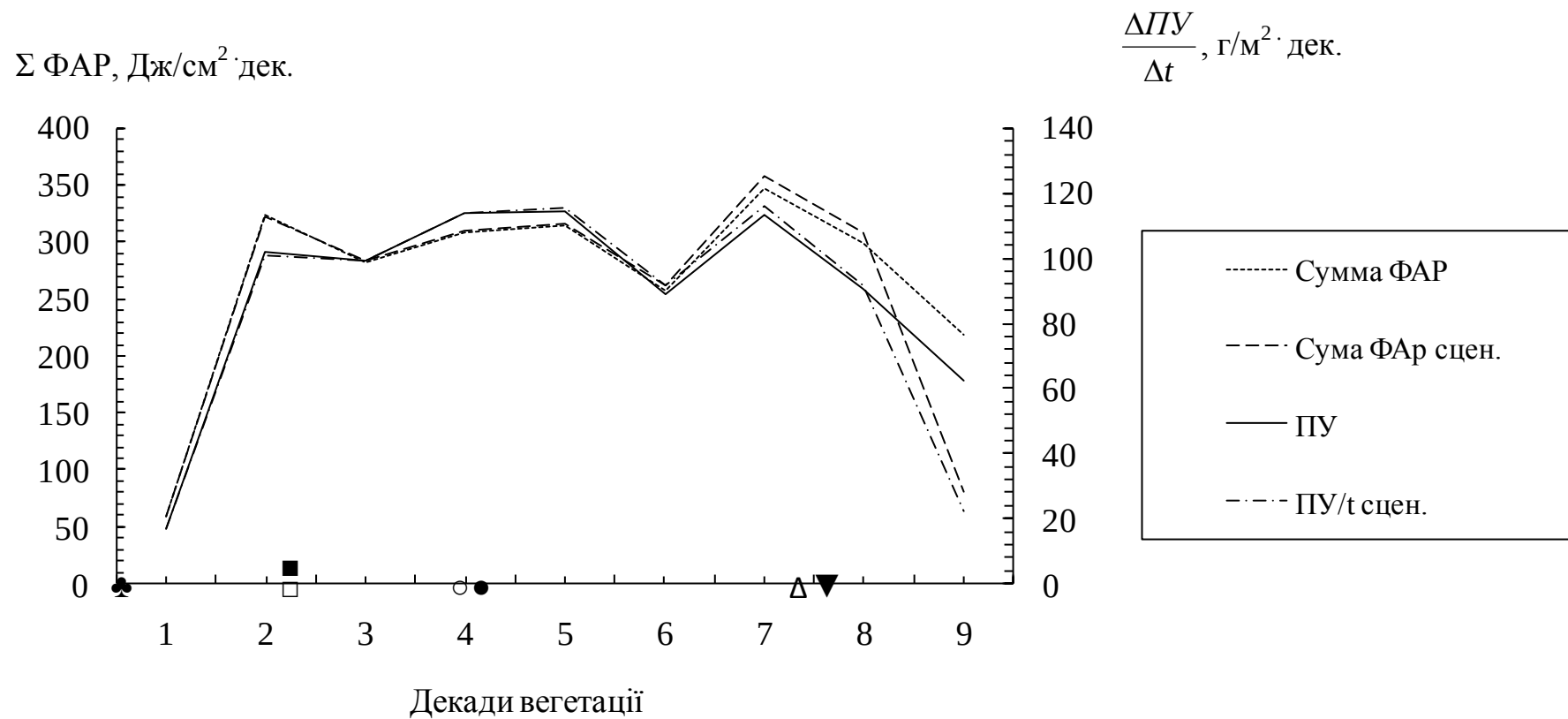


Рисунок Б.27 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (Σ ФАР) гречки в центральній частині Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ сходи (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ сходи (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.),
▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

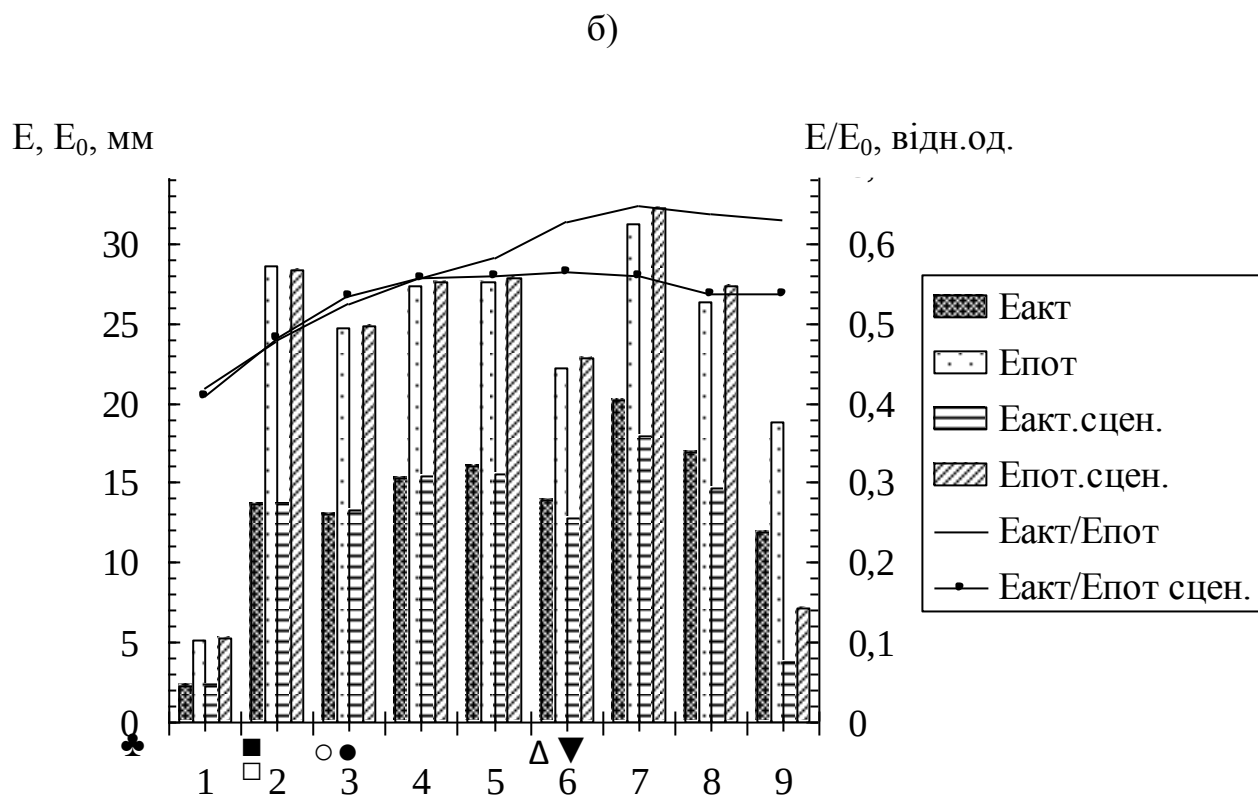
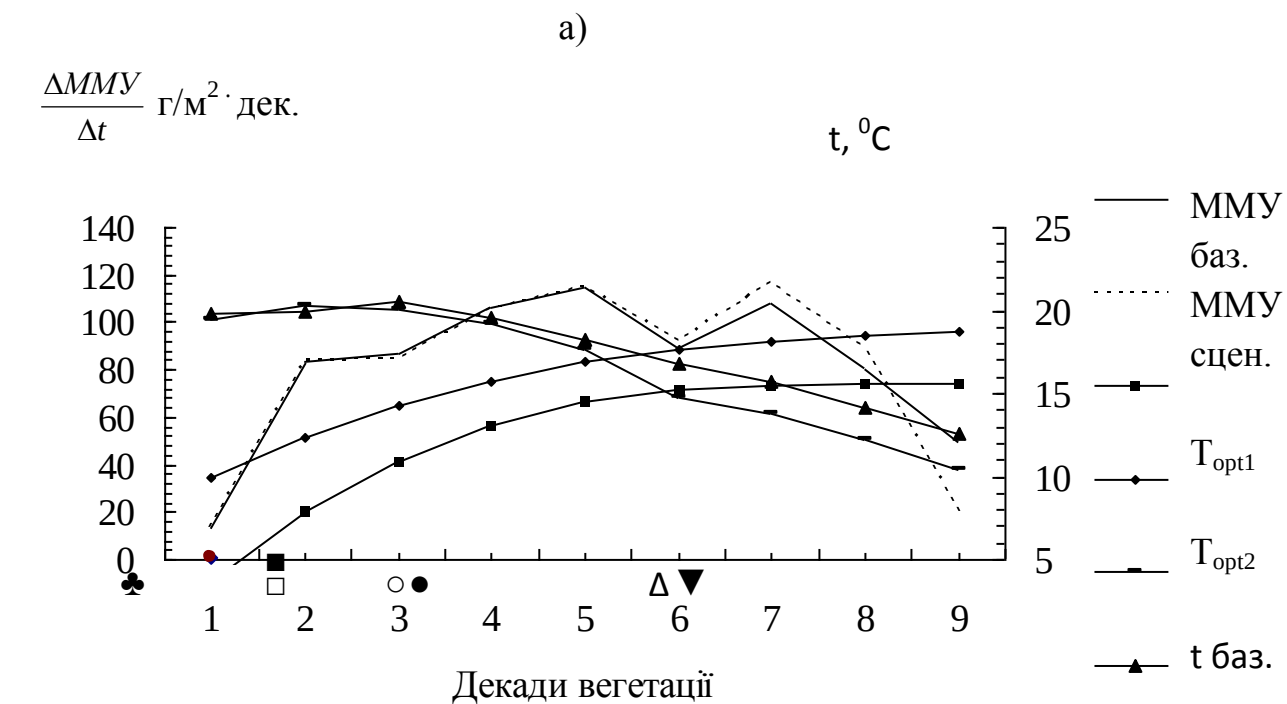


Рисунок Б.28 – Декадний хід приростів ММУ гречки (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральній частині Лісостепу для базового та сценарного періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

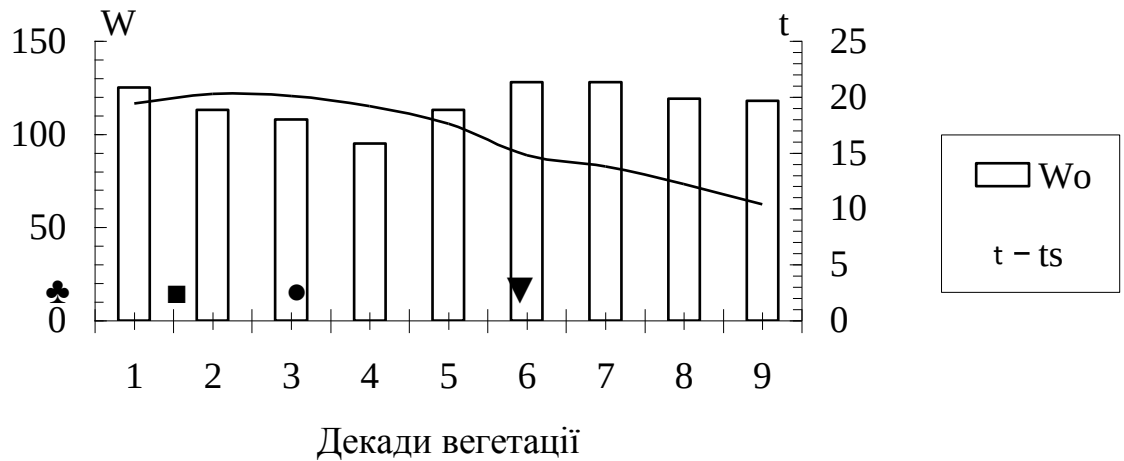


Рисунок Б.29 – Динаміка температури повітря (t) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральній частині Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

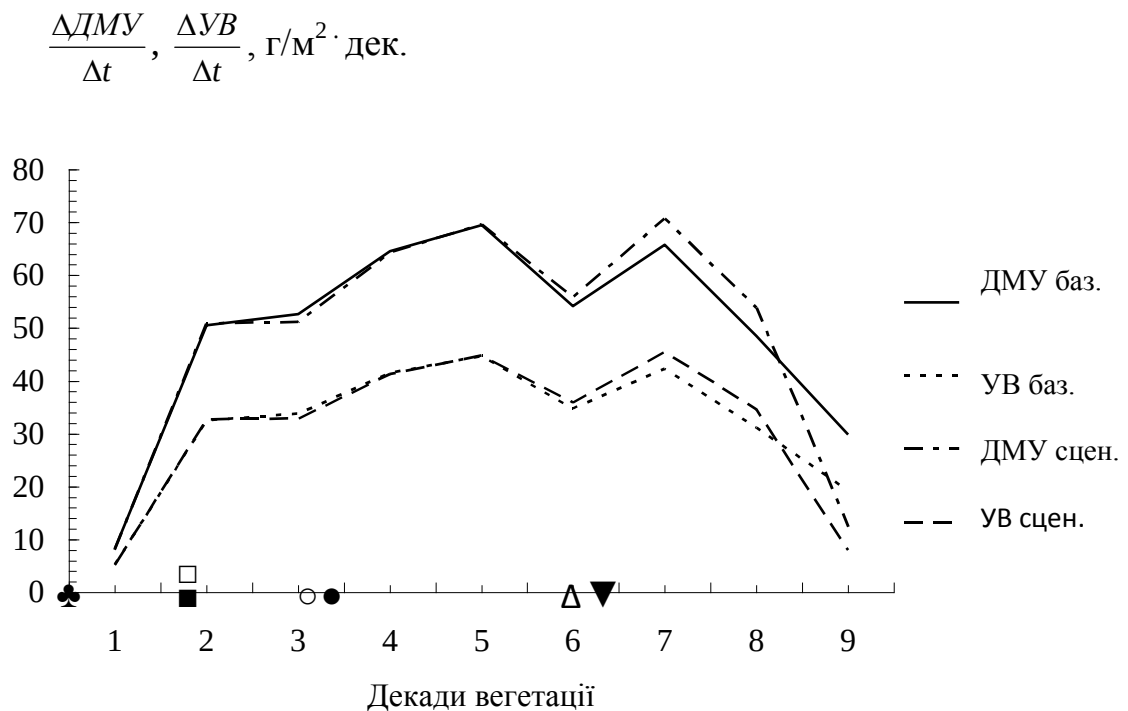


Рисунок Б.30 – Динаміка приростів ДМУ и приростів UV гречки в центральній частині Лісостепу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.).

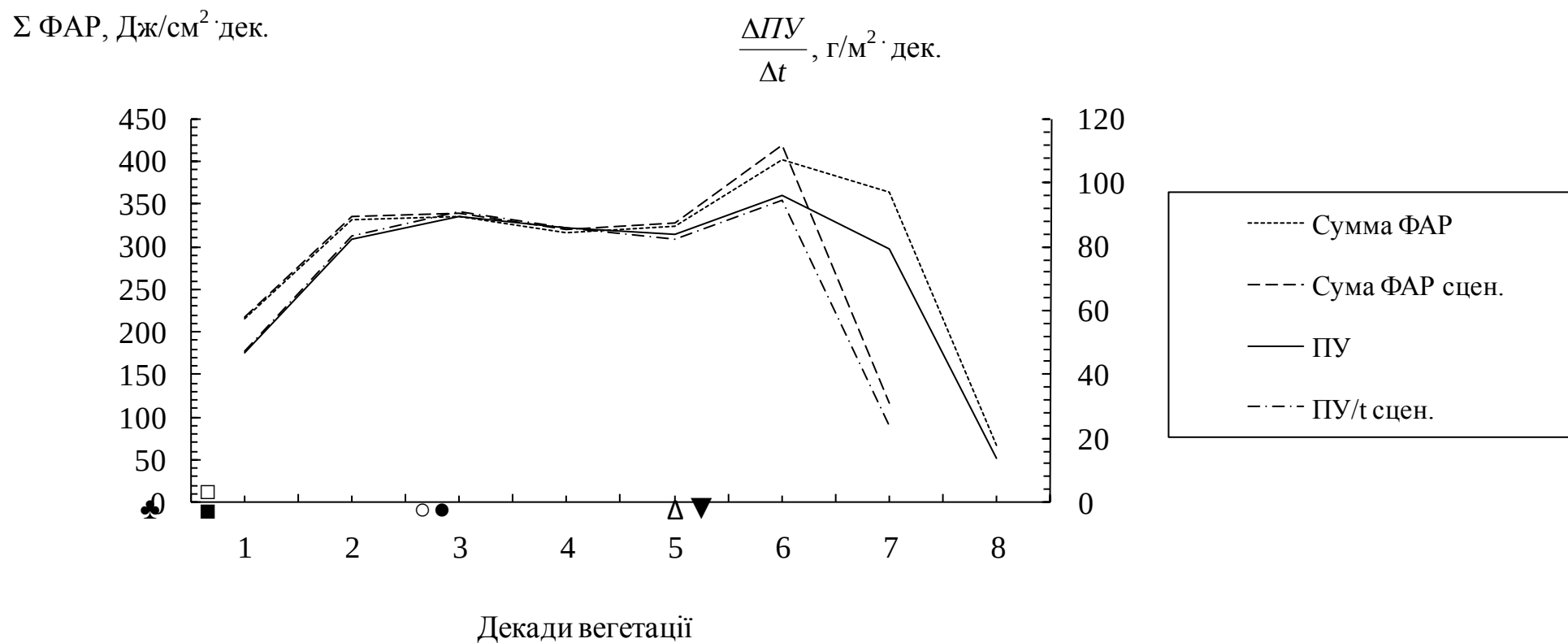


Рисунок Б.31 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР ($\Sigma \text{ФАР}$) гречки в центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

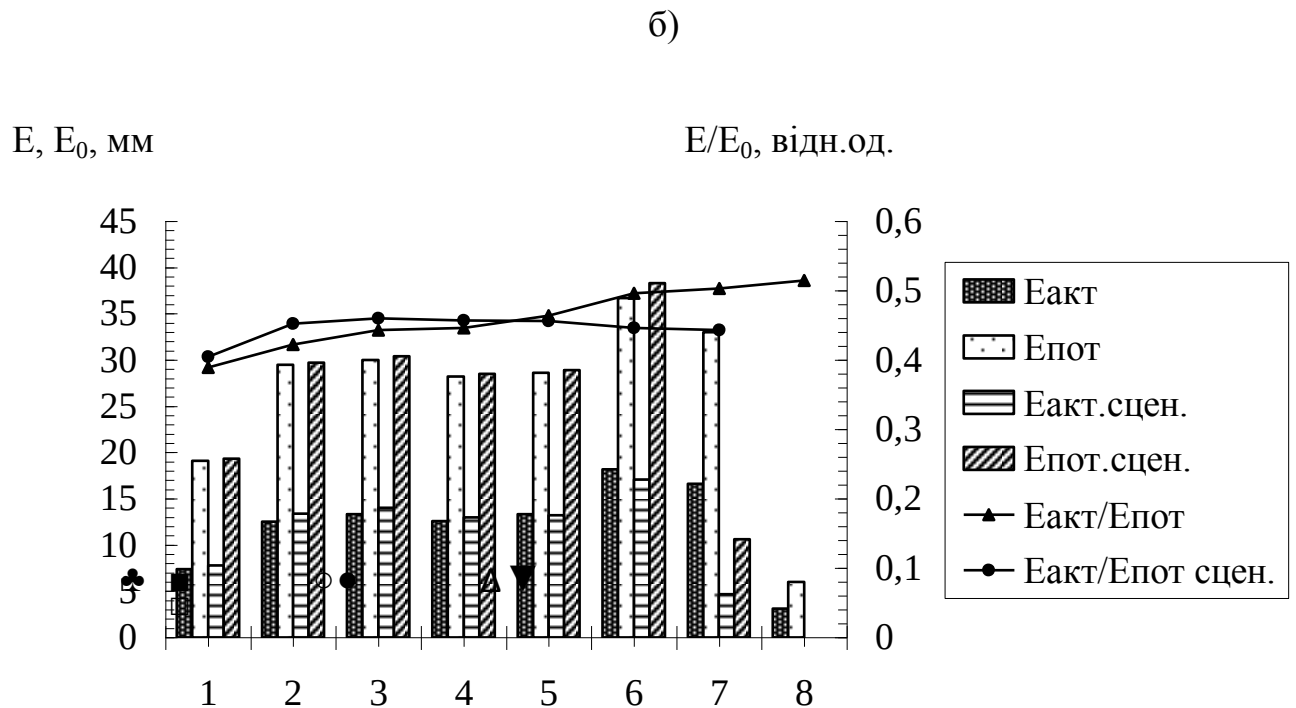
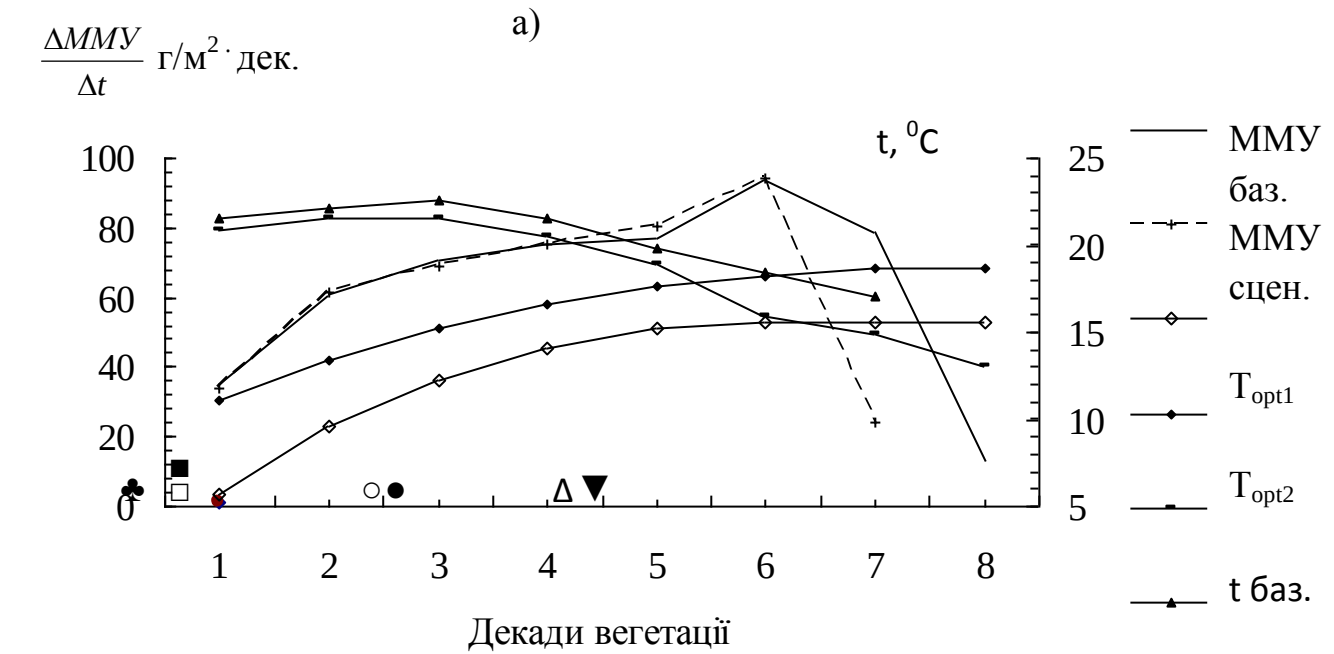


Рисунок Б.32 – Декадний хід приростів ММУ гречки (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.), T_{opt1} і T_{opt2} – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

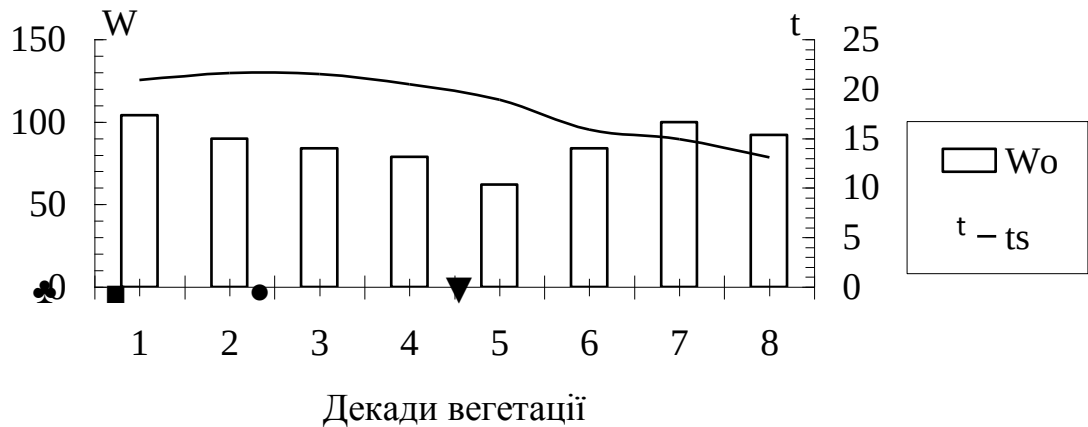


Рисунок Б.33 – Динаміка температури повітря (t) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

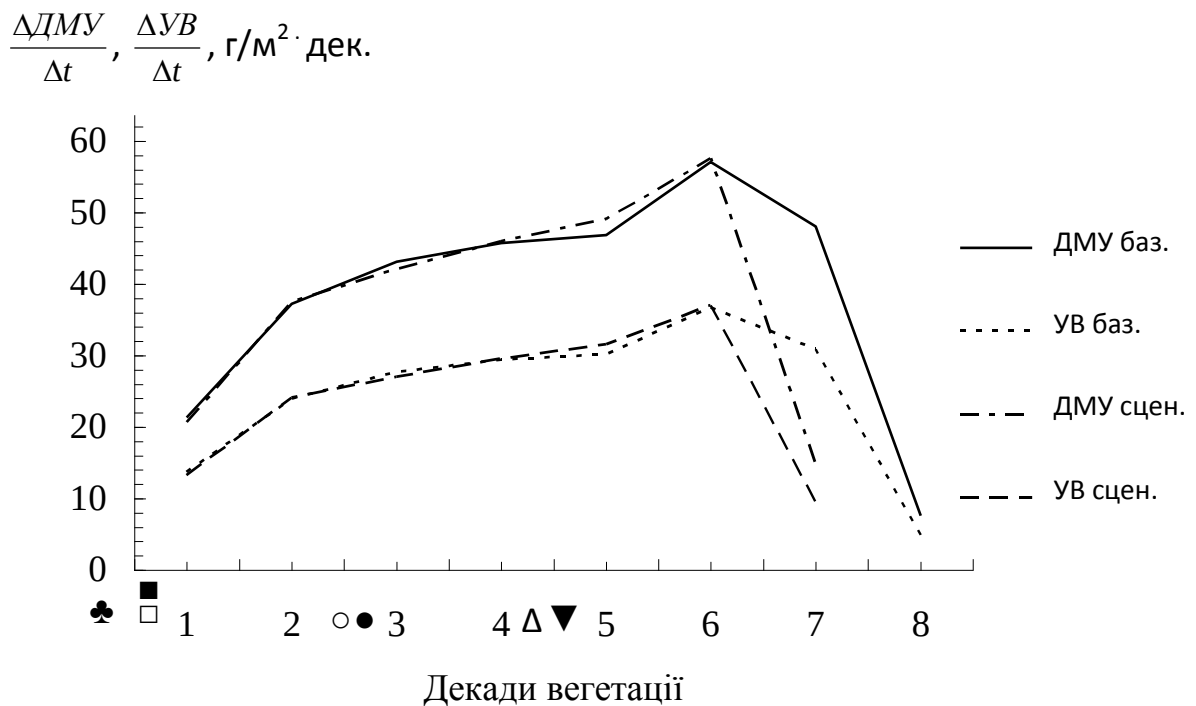


Рисунок Б.34 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ гречки в центральній частині Північного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

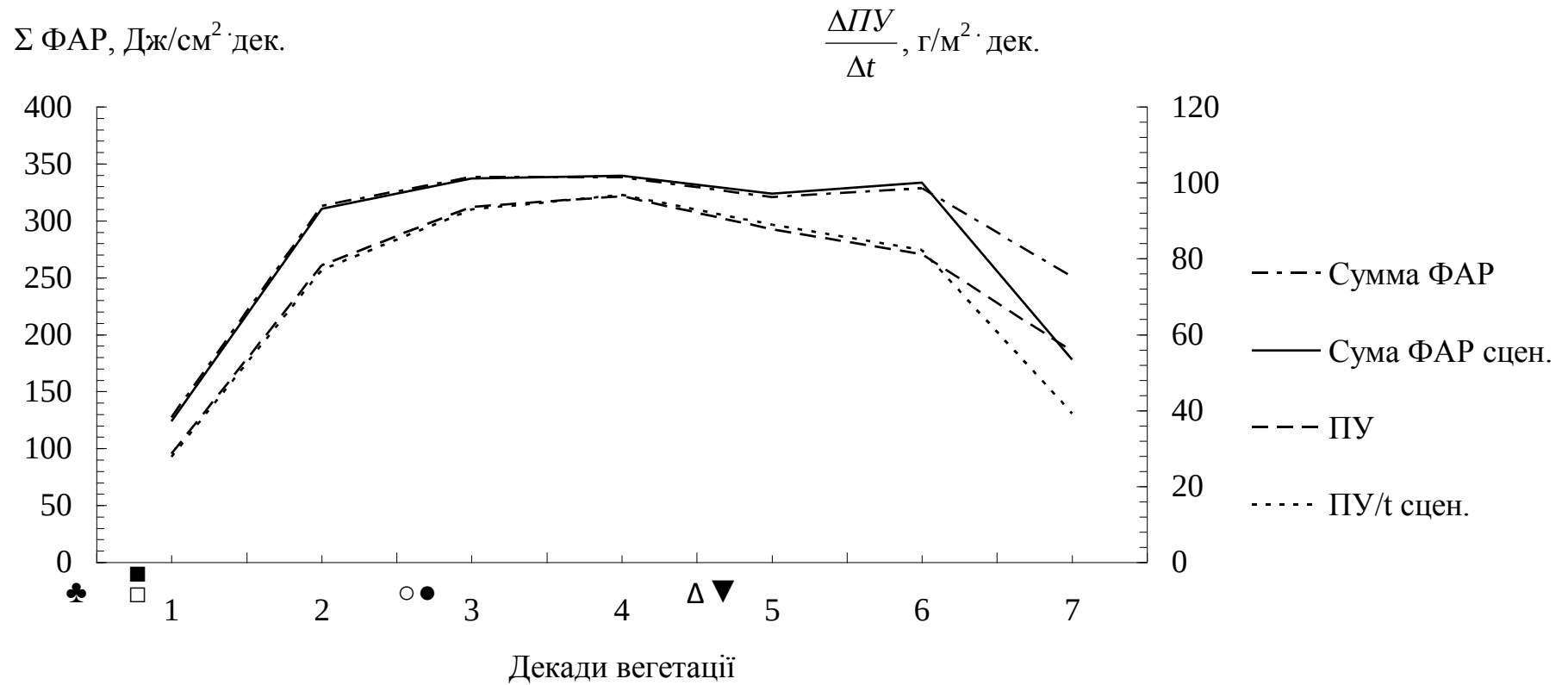


Рисунок Б.35 – Динаміка декадних приростів ПУ і сум ФАР (Σ ФАР) гречки в центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.)

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.)

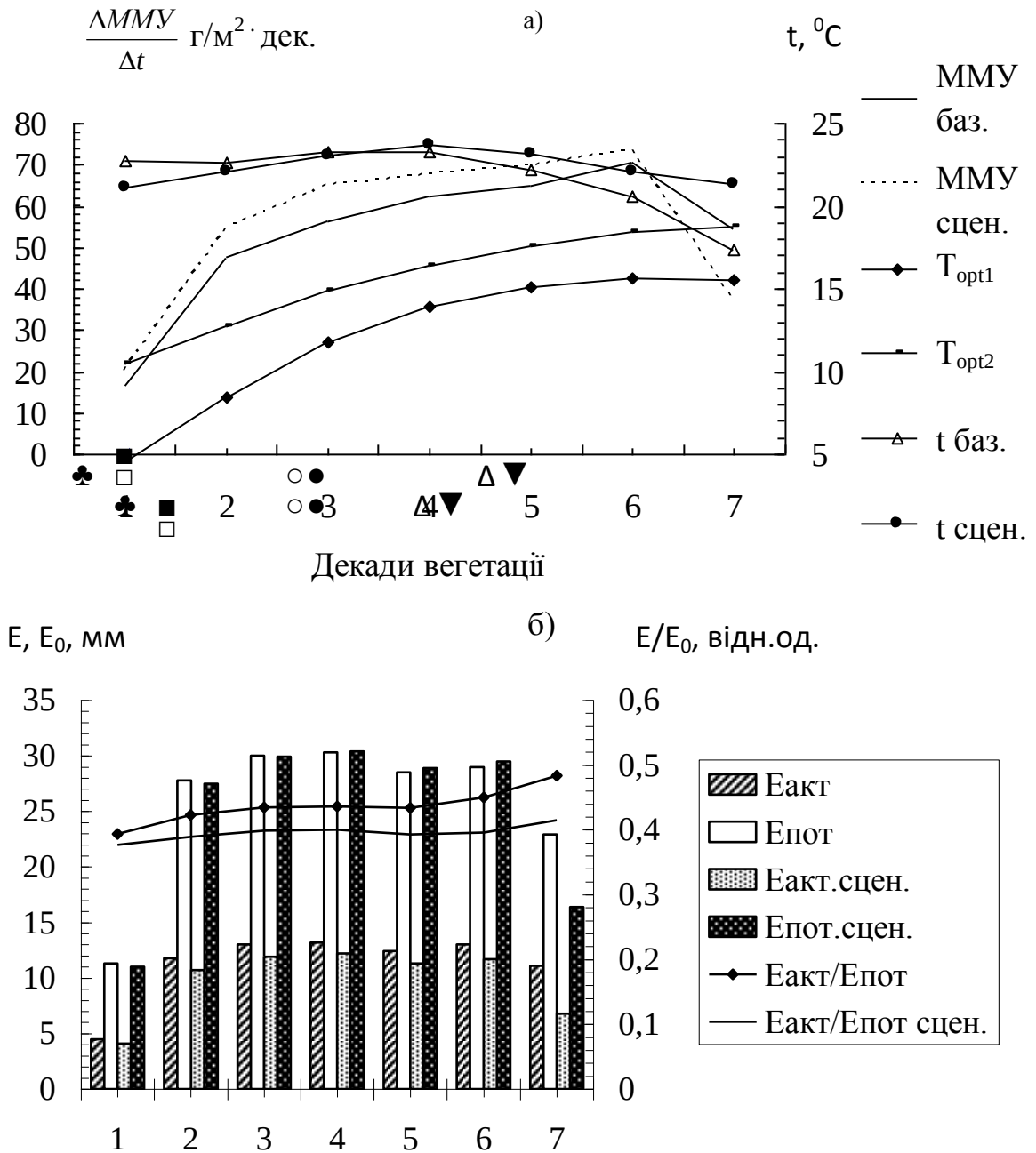


Рисунок Б.36 – Декадний хід приростів ММУ гречки (а) і характеристик водно-теплового режиму (б) у центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.), T_{opt1} і T_{opt2} – нижня та верхня оптимальні межі температур для фотосинтезу; t – середньодекадна температура повітря.

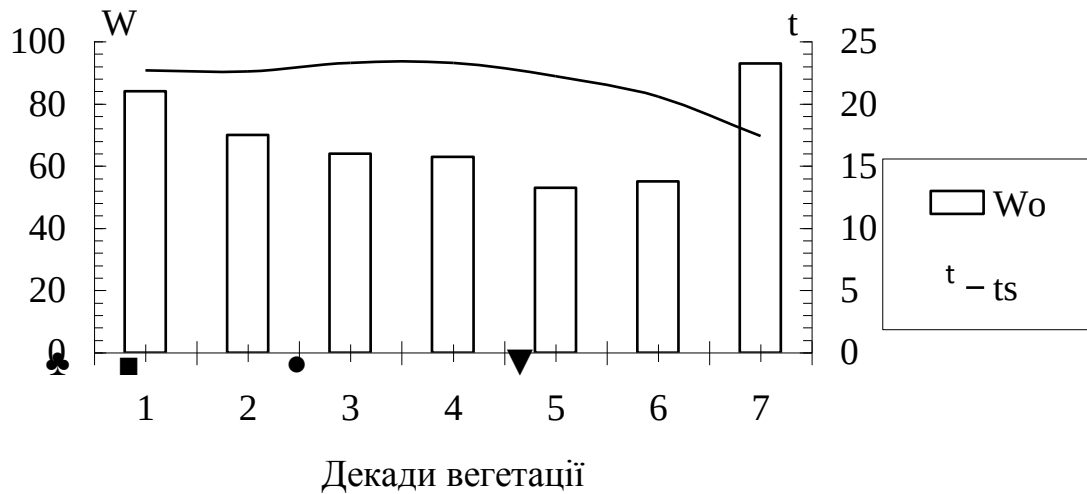


Рисунок Б.37 – Динаміка температури повітря (t) та запасів продуктивної вологи у метровому (W_{0-100}) шарі ґрунту у центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) періоду

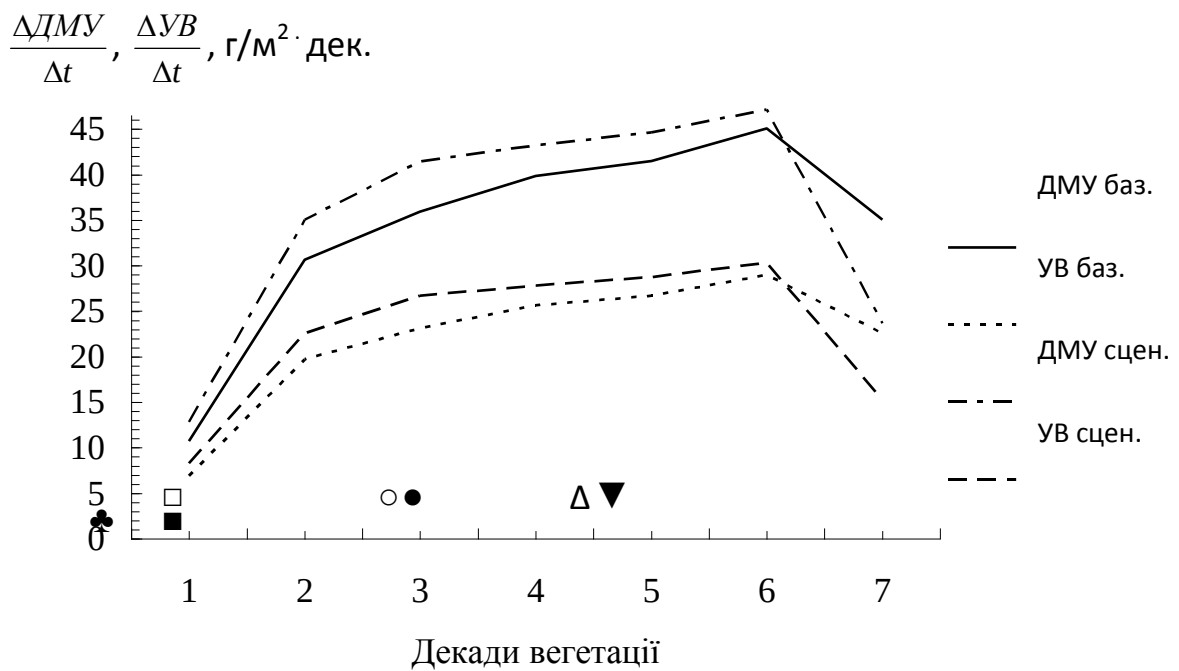


Рисунок Б.38 – Динаміка приростів ДМУ и приростів УВ гречки в центральній частині Південного Степу для базового (1986 – 2005 рр.) та сценарного (2011 – 2030 рр.) періодів

♣ посів, ■ поява третього листа (баз.), ● початок цвітіння (баз.), □ поява третього листа (сцен.), ○ початок цвітіння (сцен.), ▼ початок дозрівання (баз.), Δ початок дозрівання (сцен.).

ДОДАДОК В

Таблиця В.1 – Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування пожнивного гороху в Україні в умовах зміни клімату

Загальні показники за період вегетації	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
Бал ґрунтової родючості, відн. од.	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,60	0,60
Сума ефективних температур вище 5 °С пожнивного періоду, °С	835	1019	1009	1170	1132	1356	1476	1948
Сума ФАР, Дж/см ² за період	-*	2549	2640	2448	2548	2309	2206	2110
Сума ФАР, Дж/см ² на день періоду	-*	27,4	28,1	29,8	32,7	33,5	32,9	33,0
Тривалість вегетаційного періоду, доба	-*	93	94	82	78	69	67	64
Сума опадів, мм	-*	192	212	163	146	107	134	86
Потреба рослин у волозі, мм	-*	223	232	216	228	207	197	189
Сумарне випаровування, мм	-*	119	135	116	106	92,3	87	75
ГТК, відн.од.	1,5	1,2	1,4	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8
Е _{акт.} /Е _{пот.} , %	-*	53	58	54	47	45	44	40

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця В.2 – Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності гороху у пожнивний період в Україні

Узагальнені показники за період вегетації	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/м ² · декаду	–*	171	155	159	159	161	165	166
Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/м ² · декаду	–*	161	153	155	151	160	159	140
Максимальні прирости на рівні ДМУ, г/м ² · декаду	–*	96	93	94	92	93	102	89
Максимальні прирости на рівні УВ, г/м ² · декаду	–*	62	59	60	59	59	65	58
К _{госп} для УВ, відн.од.	–*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
ПУ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	1184	1159	1080	1017	924	982	942
ММУ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	1084	1024	1010	900	840	771	791
ДМУ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	647	622	614	549	512	494	506
УВ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	416	400	395	353	329	317	325

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця В.3 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування гороху у пожнивний період та його продуктивності в Україні

Узагальнені характеристики за період вегетації	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
ПУ зерна, ц/га	–*	54	53	49	46	42	45	43
ММУ зерна, ц/га	–*	49	47	46	41	38	35	36
ДМУ зерна, ц/га	–*	29	28	28	25	24	23	23
УВ зерна, ц/га	–*	19	18	18	16	15	15	15
Оцінка міри сприятливості кліматичних умов, відн.од.	–*	0,916	0,883	0,935	0,885	0,909	0,786	0,839
Оцінка рівня реалізації агроєкологічного потенціалу, відн.од.	–*	0,352	0,345	0,365	0,347	0,356	0,323	0,345

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця В.4 – Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування пожнивної гречки в Україні в умовах зміни клімату

Загальні показники за період вегетації	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
Бал ґрунтової родючості, відн.од.	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,64	0,64
Сума ефективних температур вище 5 °С пожнивного періоду, °С	835	1019	1009	1170	1132	1356	1476	1948
Сума ФАР, Дж/см ² за період	–*	2369	2412	2303	2359	2076	2016	1946
Сума ФАР, Дж/см ² на день періоду	–*	29,6	29,1	29,9	33,2	33,5	32,5	32,4
Тривалість вегетаційного періоду, доба	–*	80	83	77	71	62	62	60
Сума опадів, мм	–*	162	202	163	146	107	120	86
Потреба рослин у волозі, мм	–*	209	212	204	211	186	176	174
Сумарне випаровування, мм	–*	111	123	110	97	83	79	69
ГТК, відн.од.	1,5	1,2	1,4	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8
Е _{акт.} /Е _{пот.} , %	–*	53	58	54	46	45	45	40

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця В.5– Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності гречки у пожнивний період в Україні

Узагальнені показники за період вегетації	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/м ² · декаду	–*	121	114	116	96	94	96	97
Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/м ² · декаду	–*	120	113	115	93	93	70	71
Максимальні прирости на рівні ДМУ, г/м ² · декаду	–*	72	69	70	57	57	45	45
Максимальні прирости на рівні УВ, г/м ² · декаду	–*	46	44	45	36	37	28	28
К _{госп} для УВ, відн.од.	–*	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
ПУ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	792	803	770	576	509	521	504
ММУ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	743	730	718	503	439	373	388
ДМУ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	443	443	437	307	268	239	248
УВ усієї сухої біомаси, г/м ²	–*	285	285	281	197	172	154	159

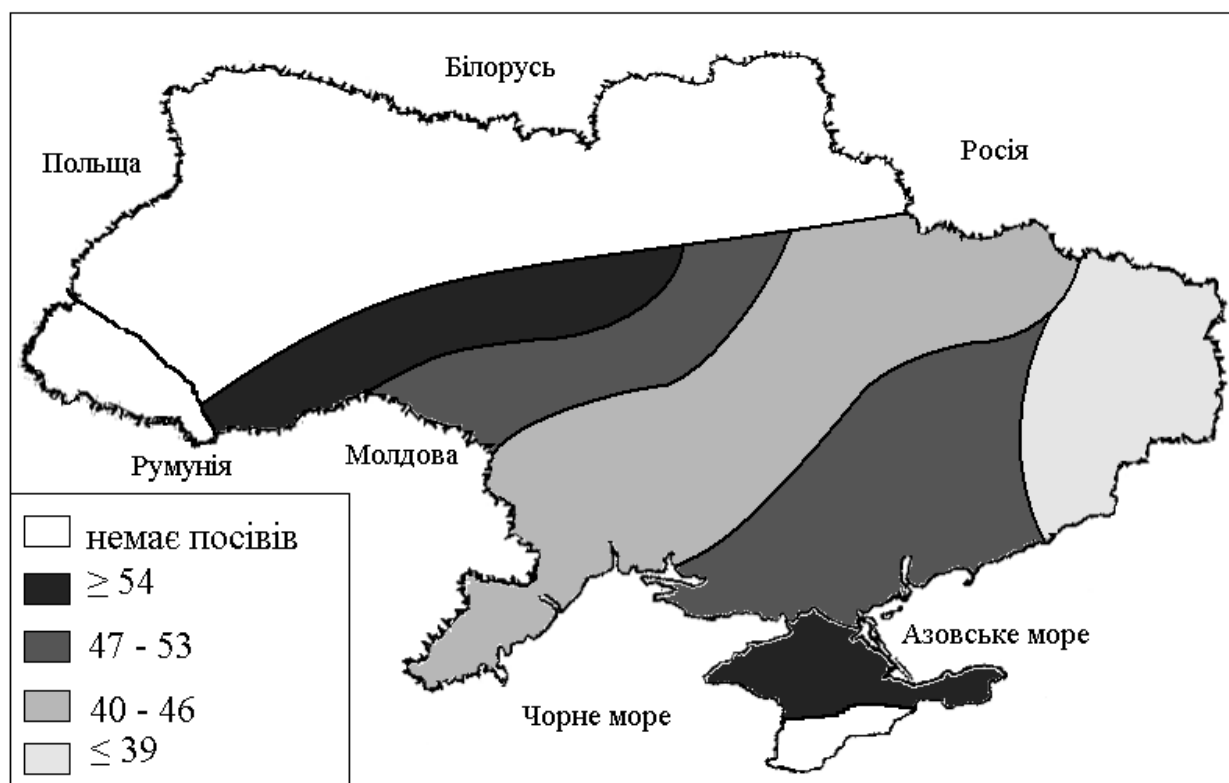
Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

Таблиця В.6 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування гречки у пожнивний період та її продуктивності в Україні

Узагальнені характеристики за період вегетації	Райони							
	Полісся		Лісостеп		Північний Степ		Південний Степ	
	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030	1986 – 2005	2011 – 2030
ПУ зерна, ц/га	–*	36,1	36,6	35,1	26,2	23,2	23	23
ММУ зерна, ц/га	–*	33,9	33,3	33	22,9	20	17	17
ДМУ зерна, ц/га	–*	20,2	20,2	20	14	12,2	10	11
УВ зерна, ц/га	–*	13,0	13,0	13	9	8	7	7
Оцінка міри сприятливості кліматичних умов, відн.од.	–*	0,939	0,909	0,933	0,873	0,862	0,716	0,768
Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	–*	0,360	0,355	0,365	0,342	0,338	0,295	0,316

Примітка. * – у даній зоні у пожнивний період культура не дозріває

a)



б)

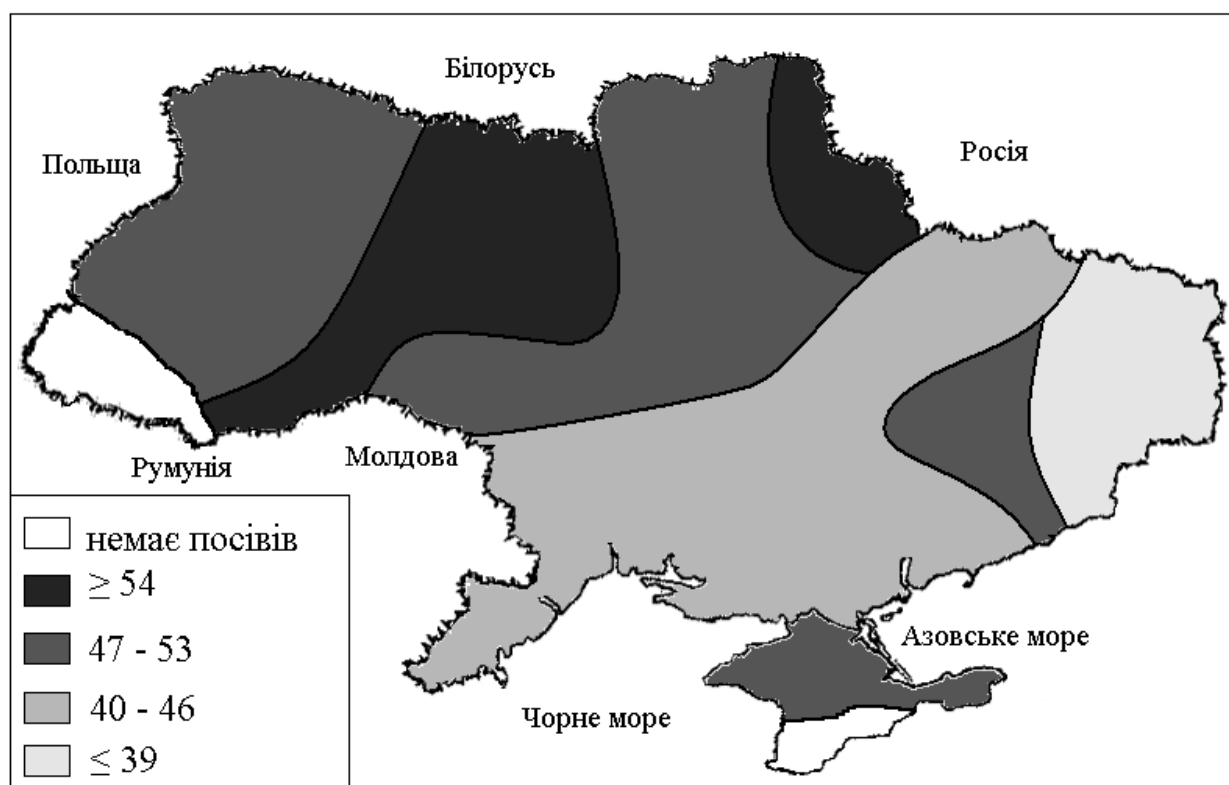
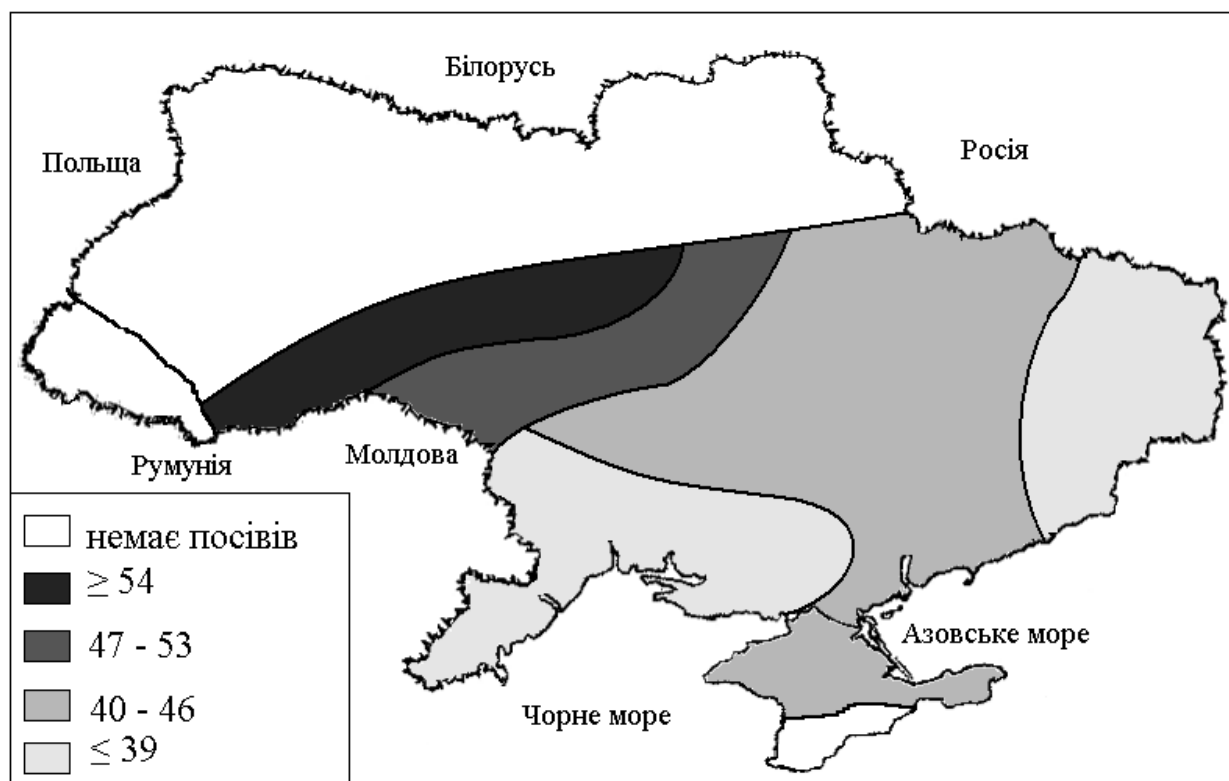


Рисунок В.1 – Карто-схема розподілу ПУ пожнивного гороху для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

а)



б)

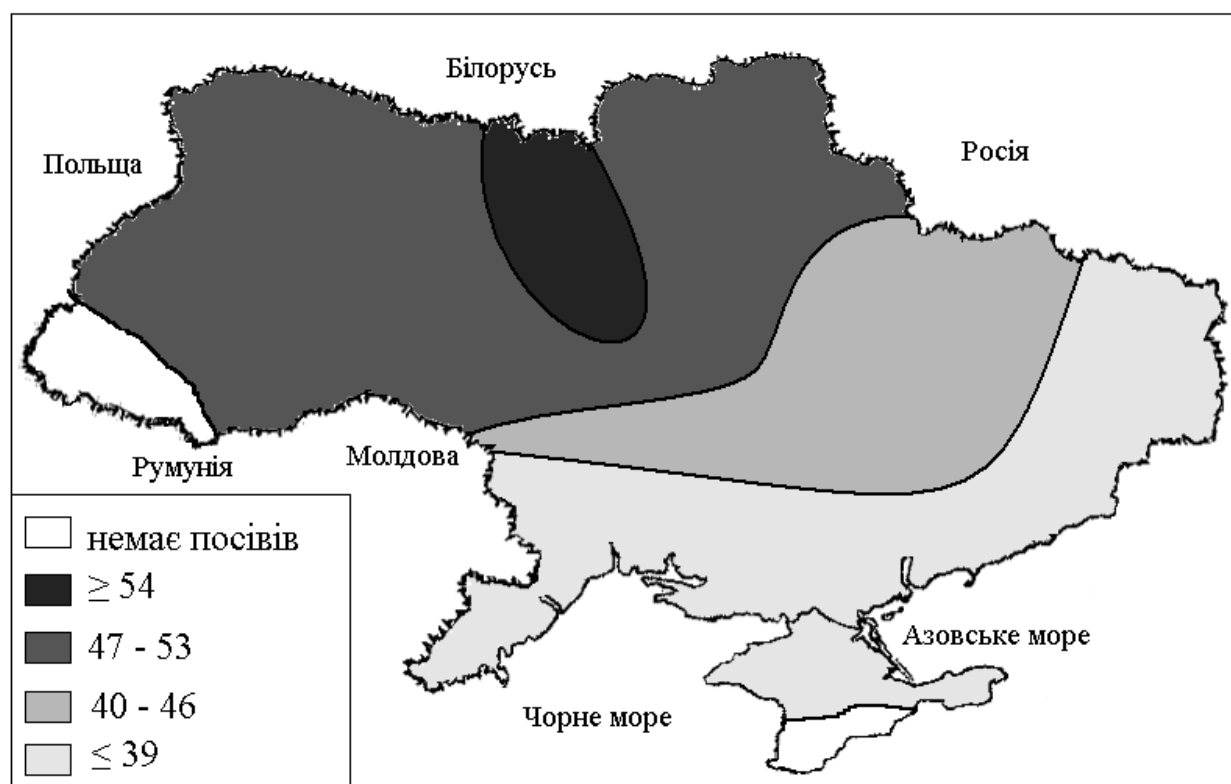
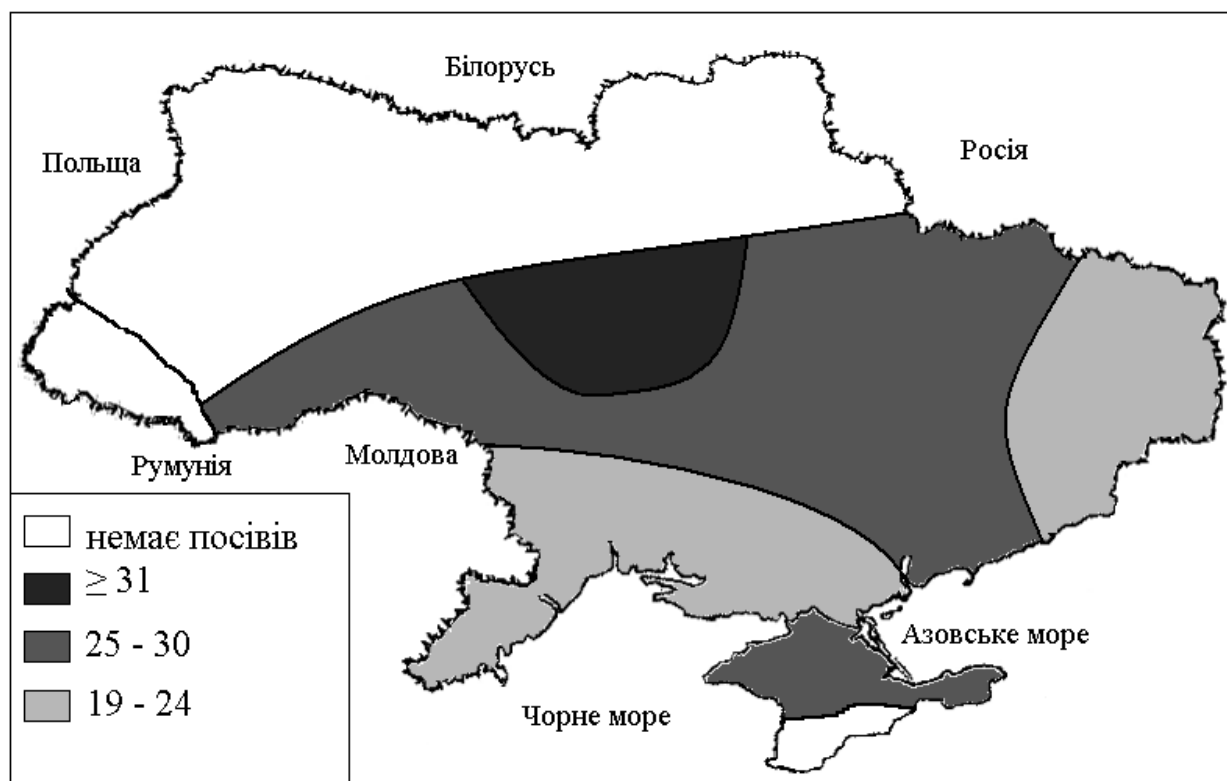


Рисунок В.2 – Карто-схема розподілу ММУ позивного гороху для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б)

періодів, ц/га

a)



б)

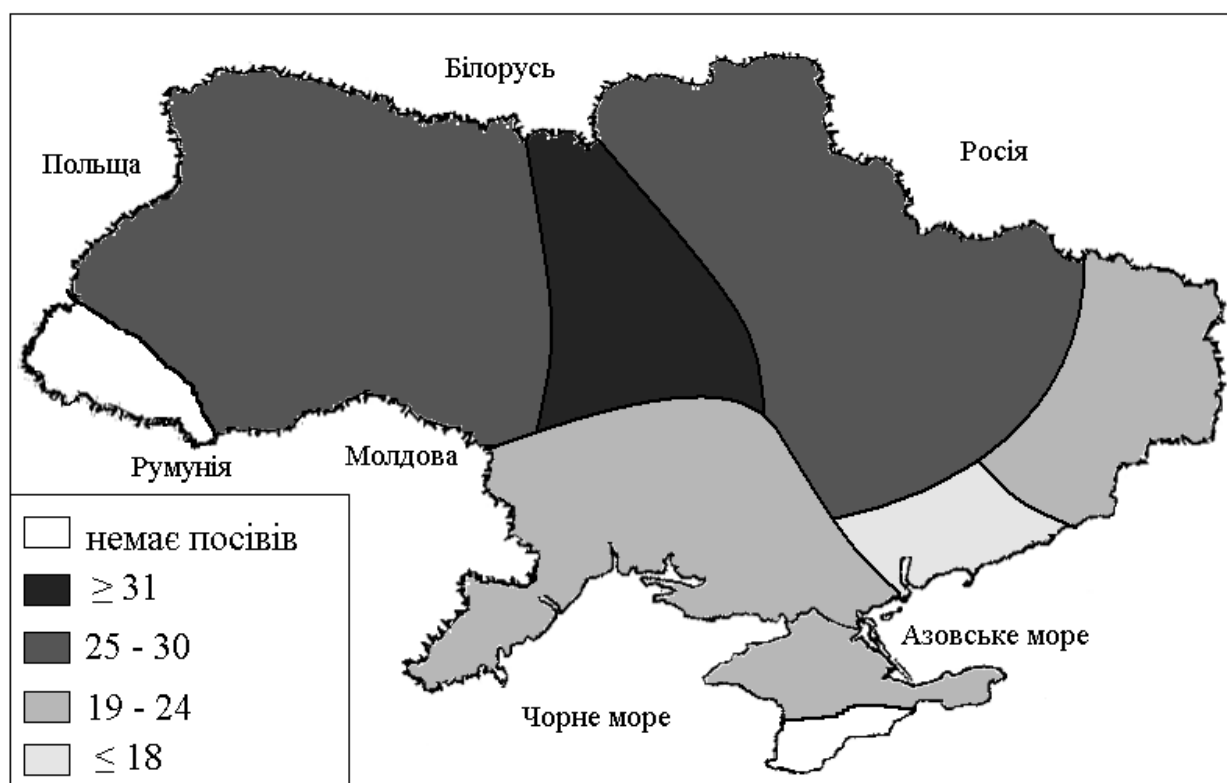
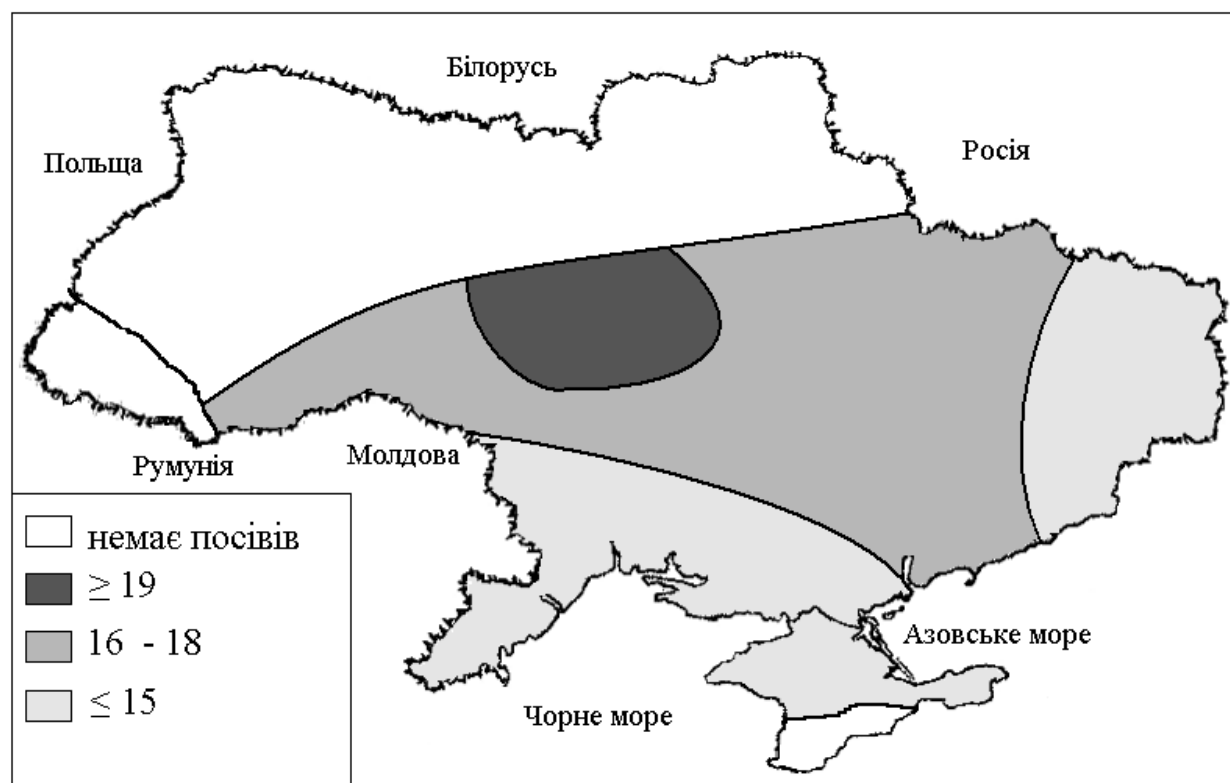


Рисунок В.3 – Карто-схема розподілу ДМУ пожнивного гороху для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

а)



б)

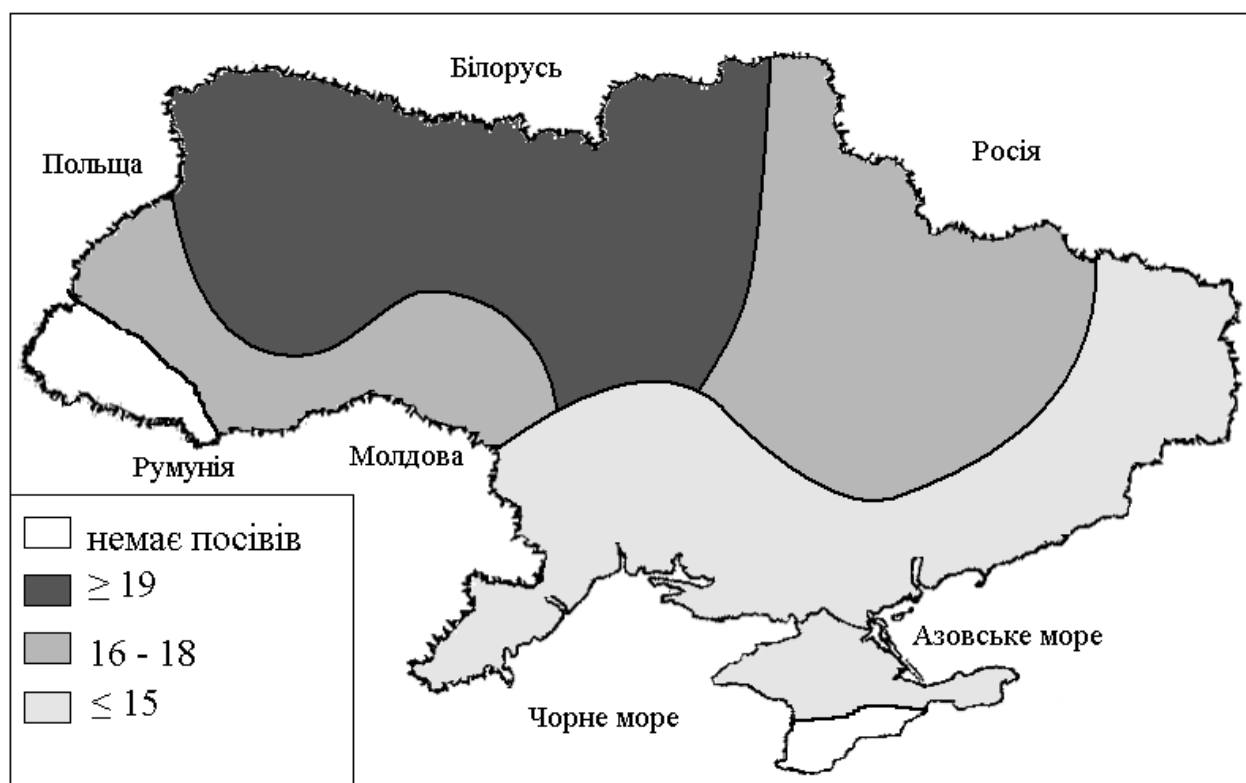


Рисунок В.4 – Карто-схема розподілу УВ пожнивного гороху для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

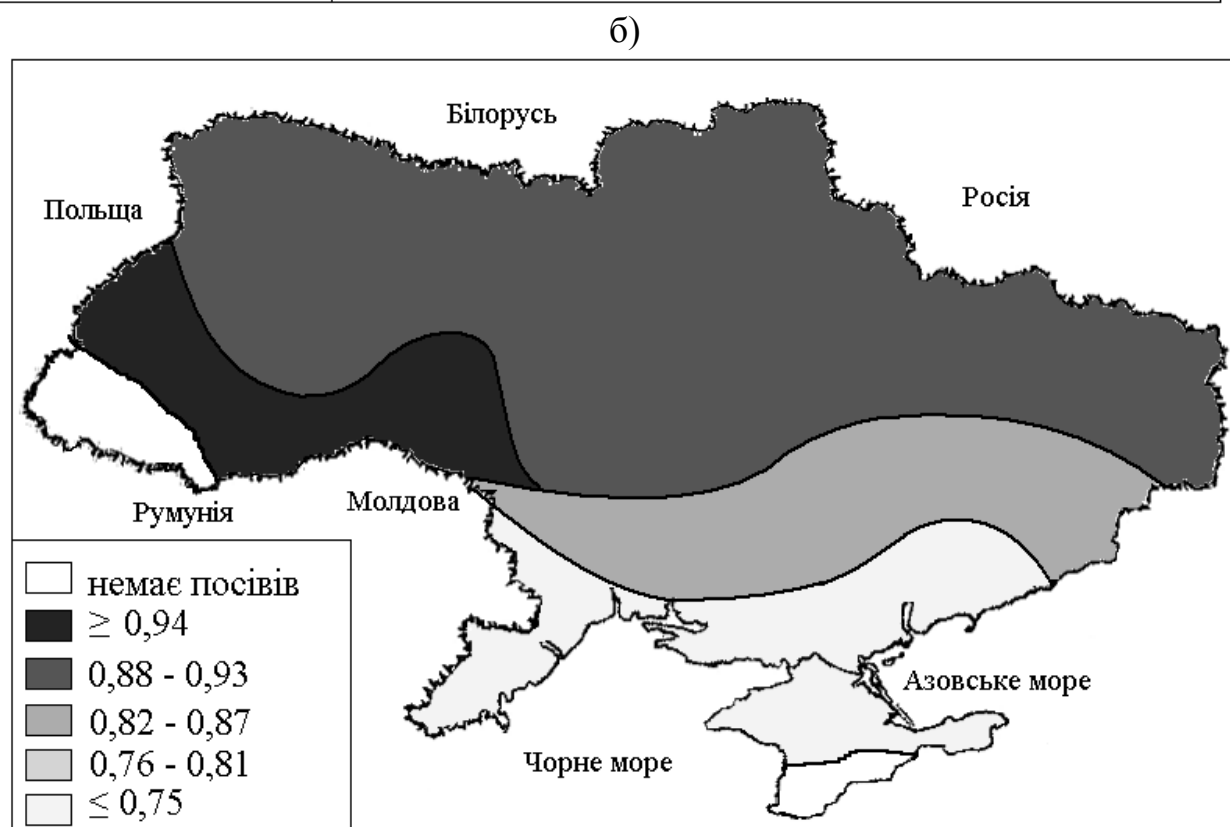
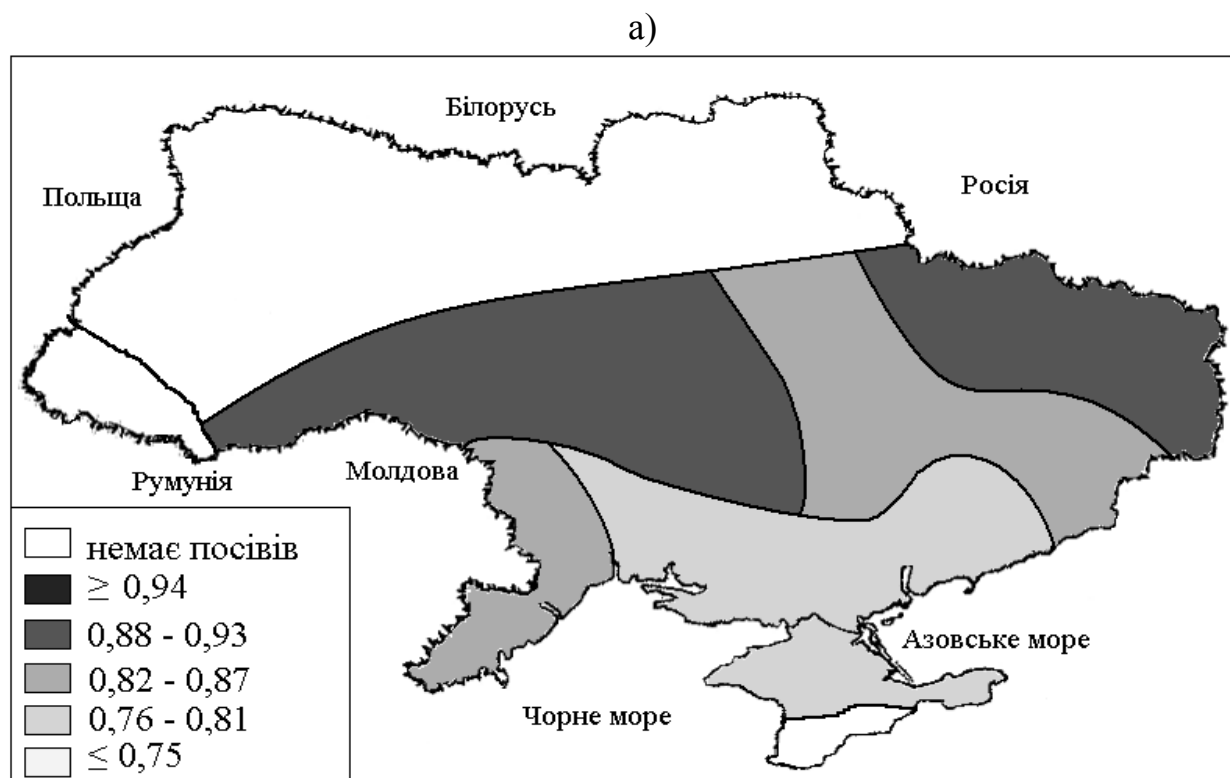


Рисунок В.5 – Карто-схема розподілу оцінок міри сприятливості кліматичних умов для вирощування пожнивного гороху для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, відн. од.

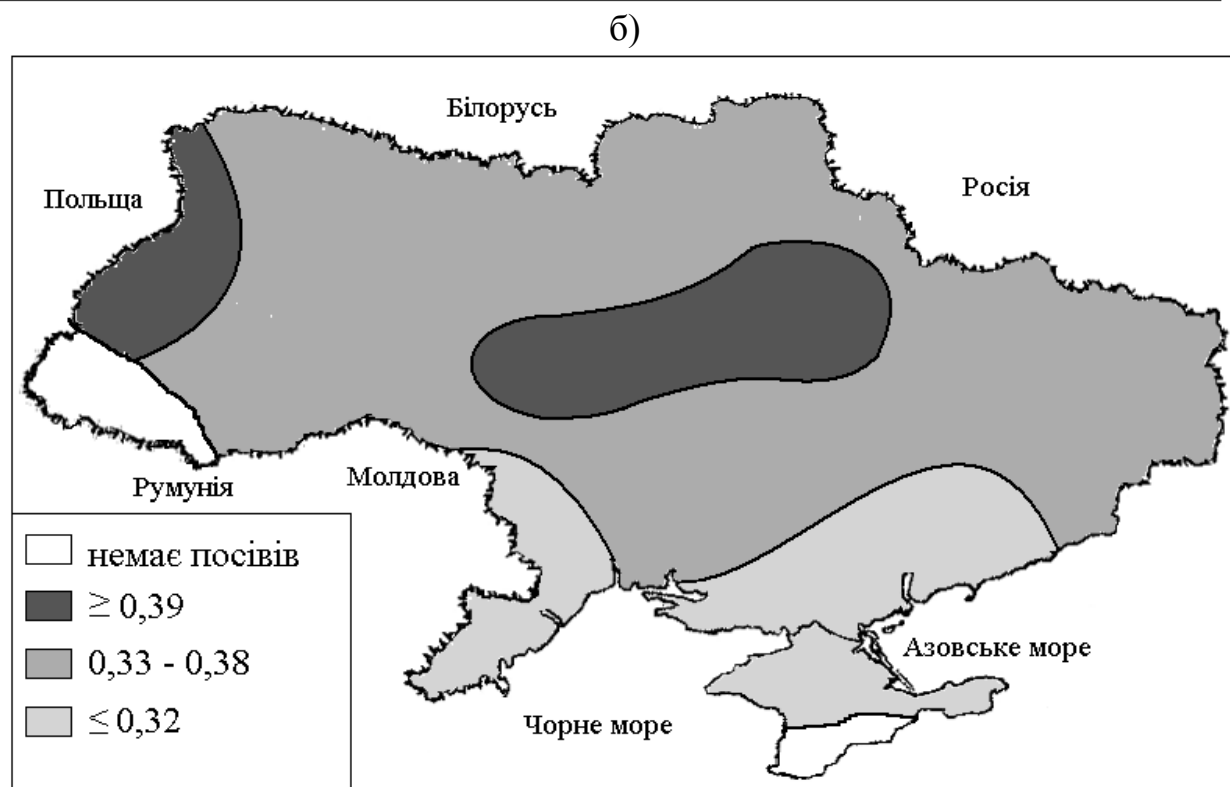
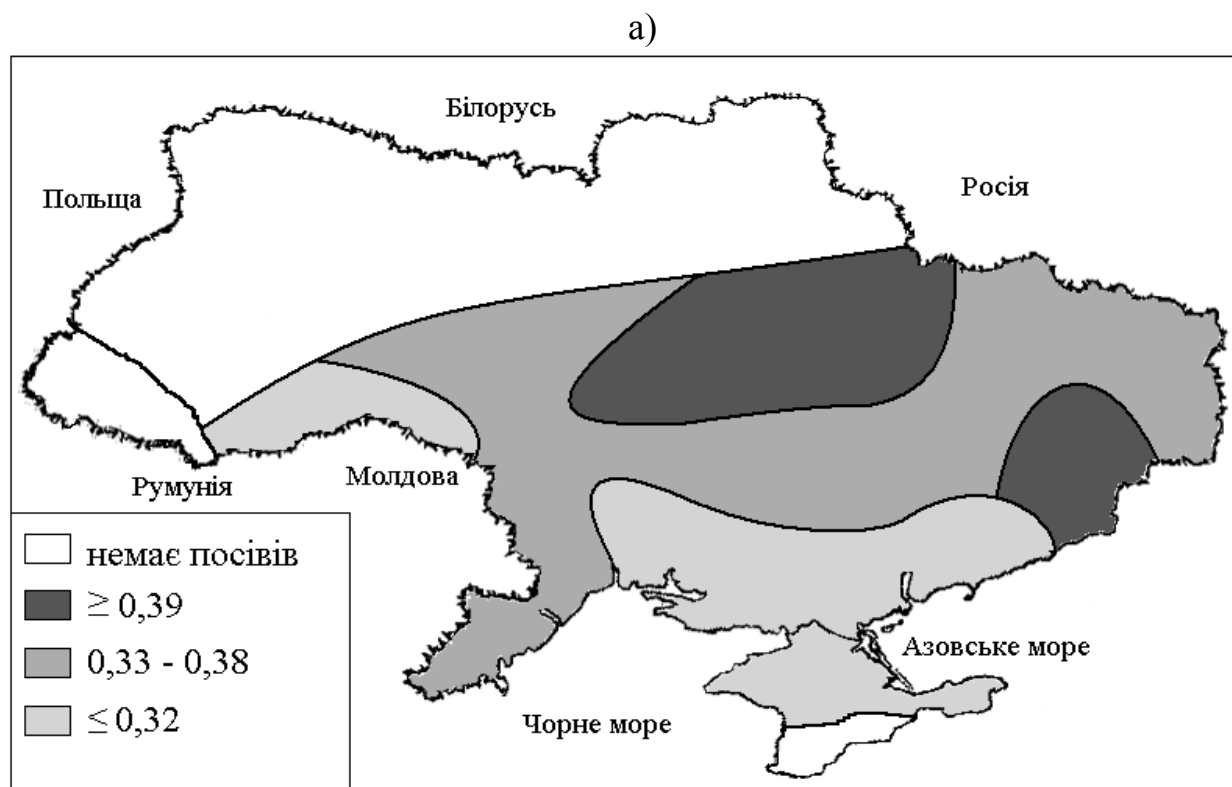


Рисунок В.6 – Карто-схема розподілу оцінок рівня реалізації агроекологічного потенціалу для вирощування поживного гороху для базового (1986 – 2005 рр.)

(а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, відн. од.

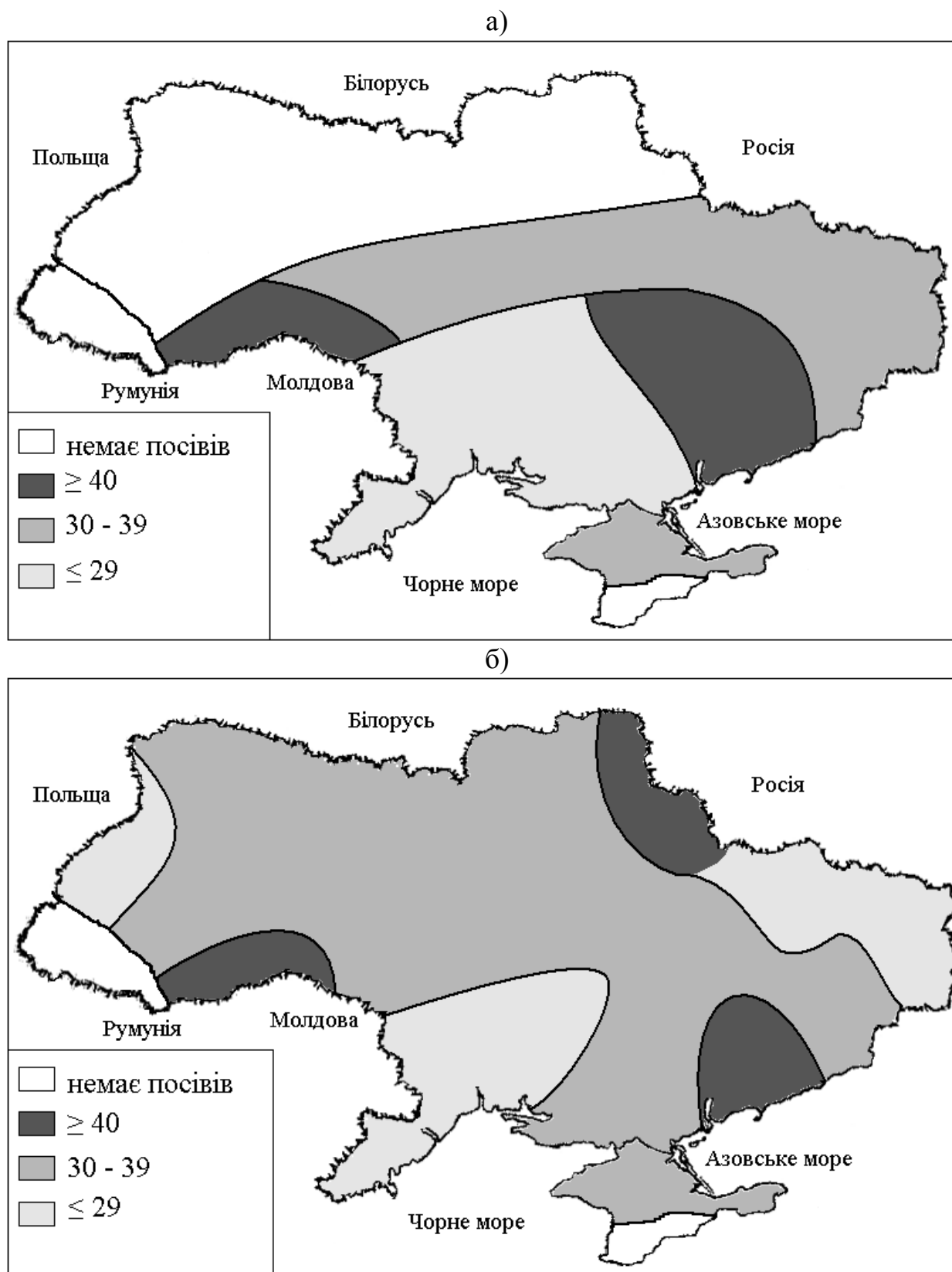
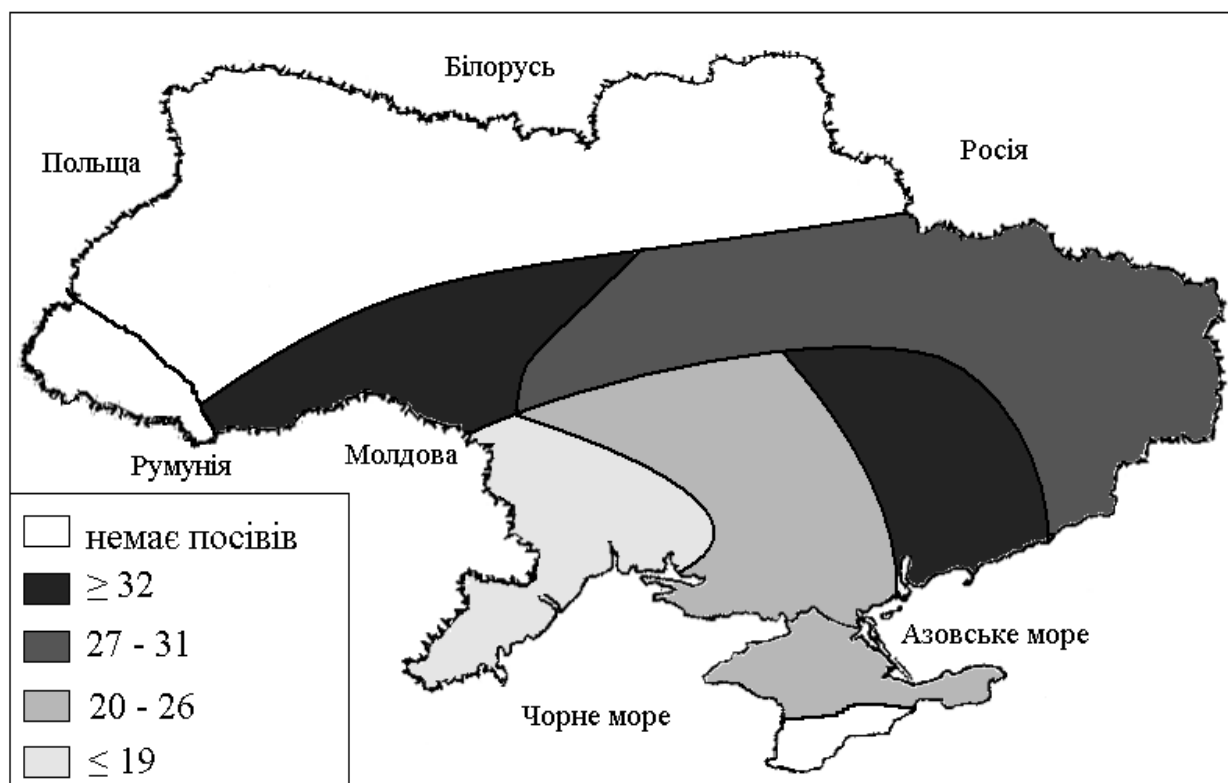


Рисунок В.7 – Карто-схема розподілу ПУ пожнивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

а)



б)

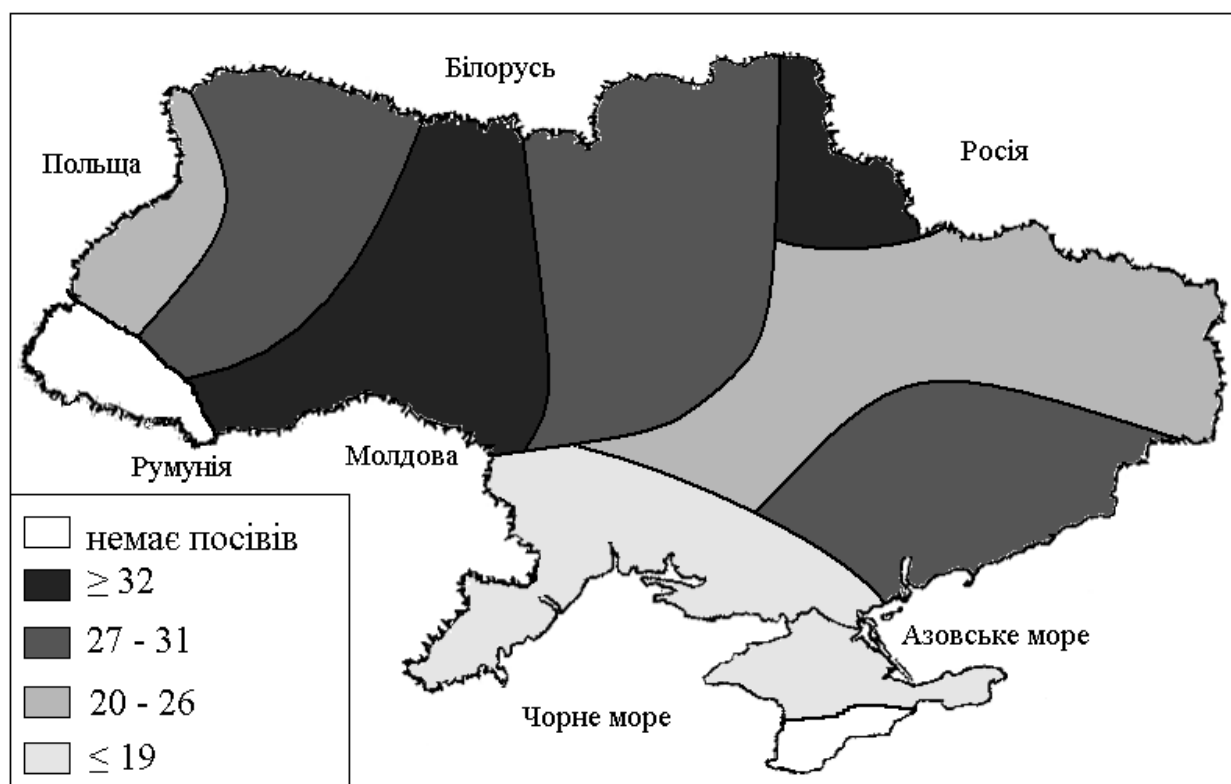


Рисунок В.8 – Карто-схема розподілу ММУ пожнивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

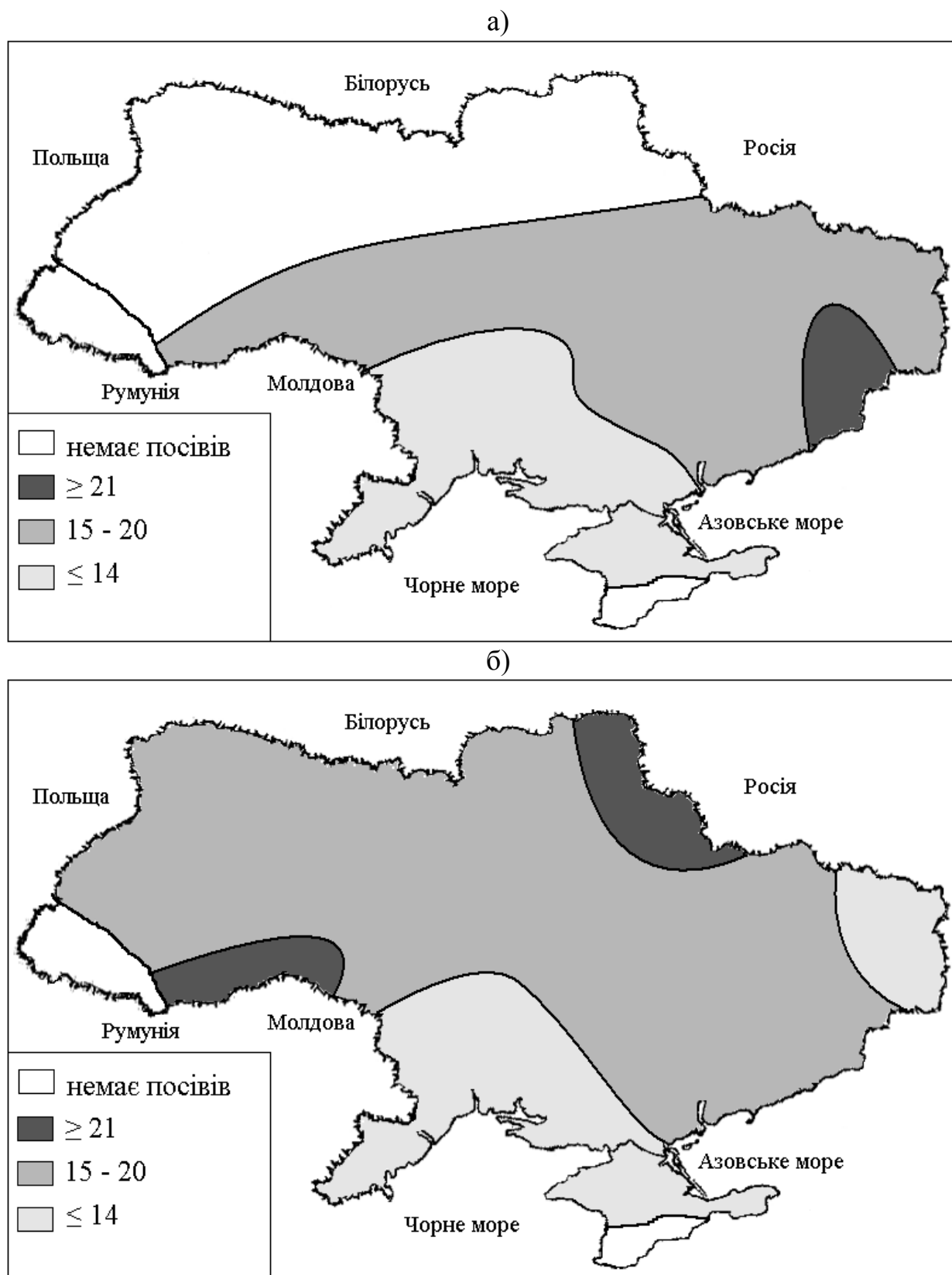
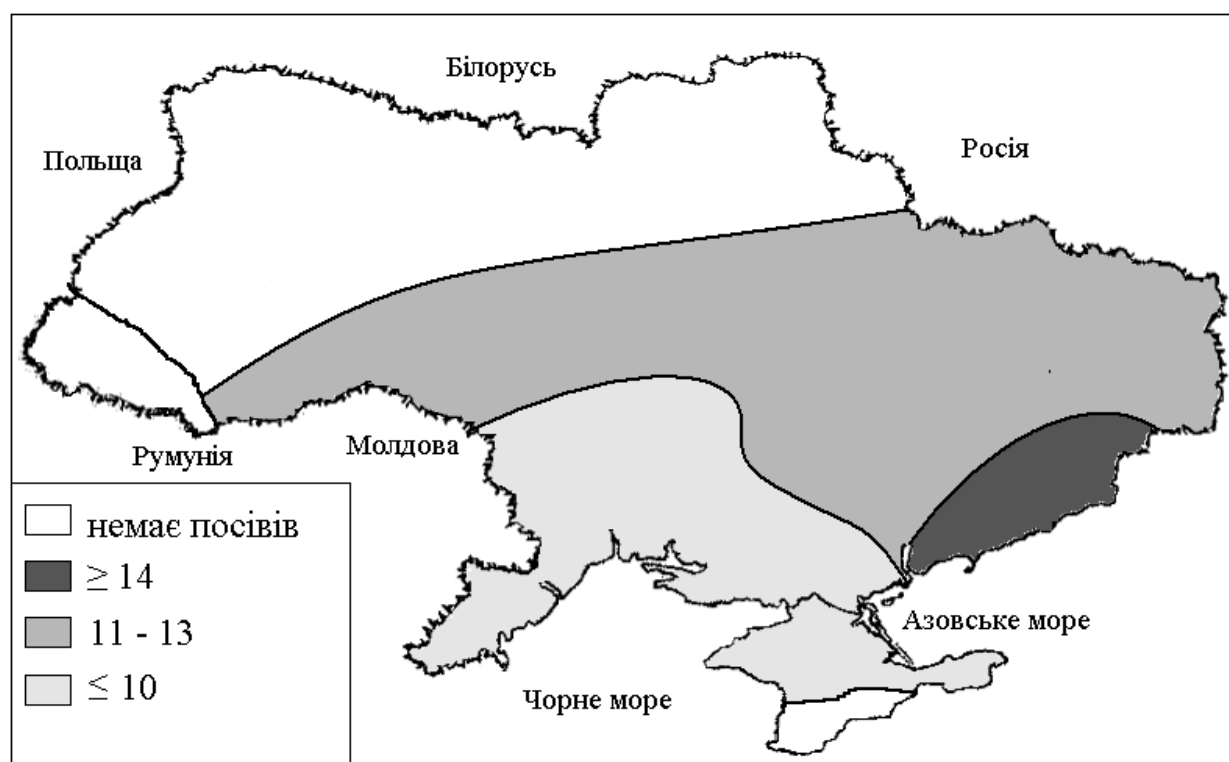


Рисунок В.9 – Карто-схема розподілу ДМУ позивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

а)



б)



Рисунок В.10 – Карто-схема розподілу УВ пожнивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, ц/га

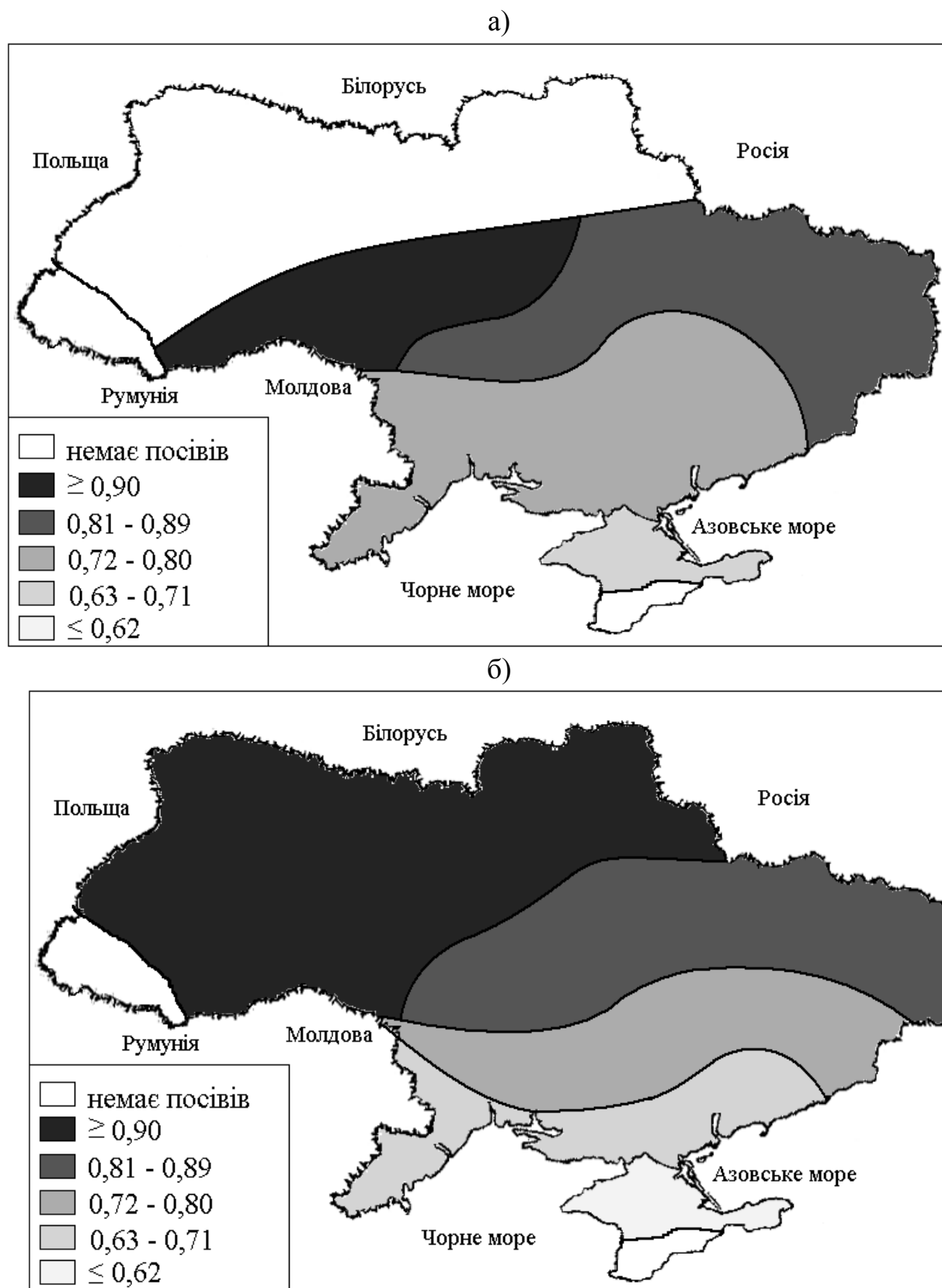


Рисунок В.11 – Карто-схема розподілу оцінок міри сприятливості кліматичних умов для вирощування пожнивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, відн. од.

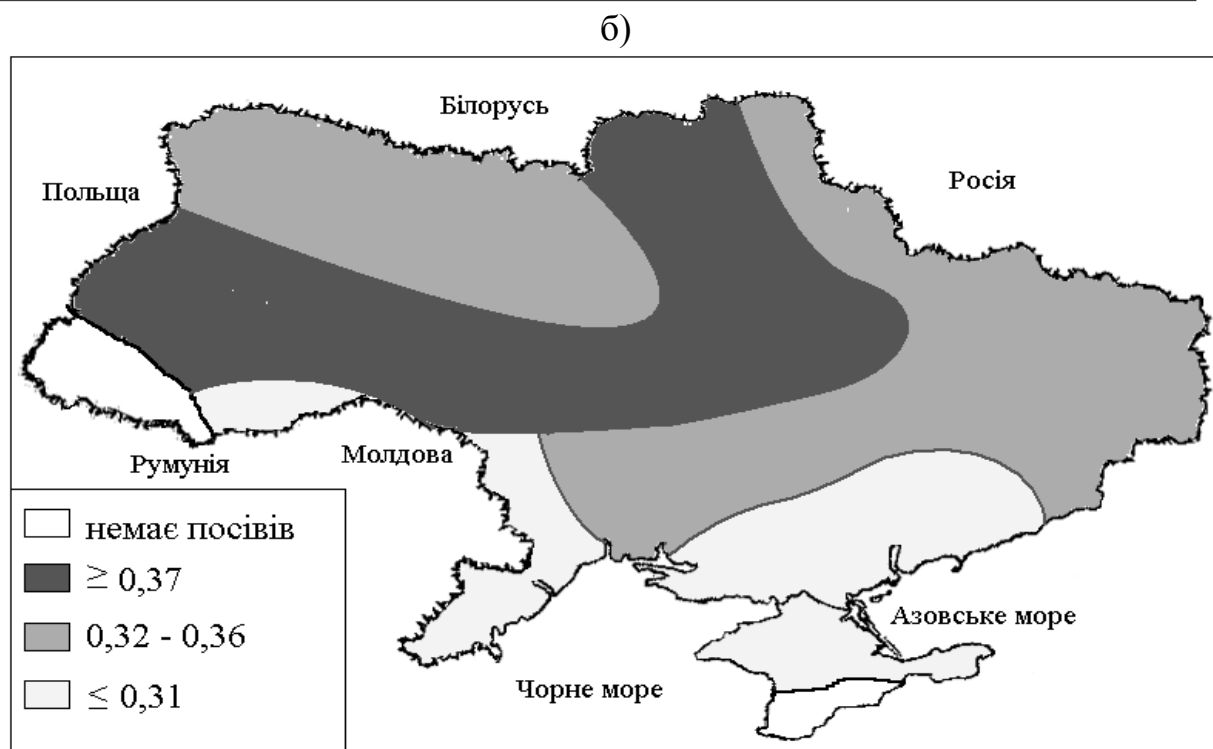
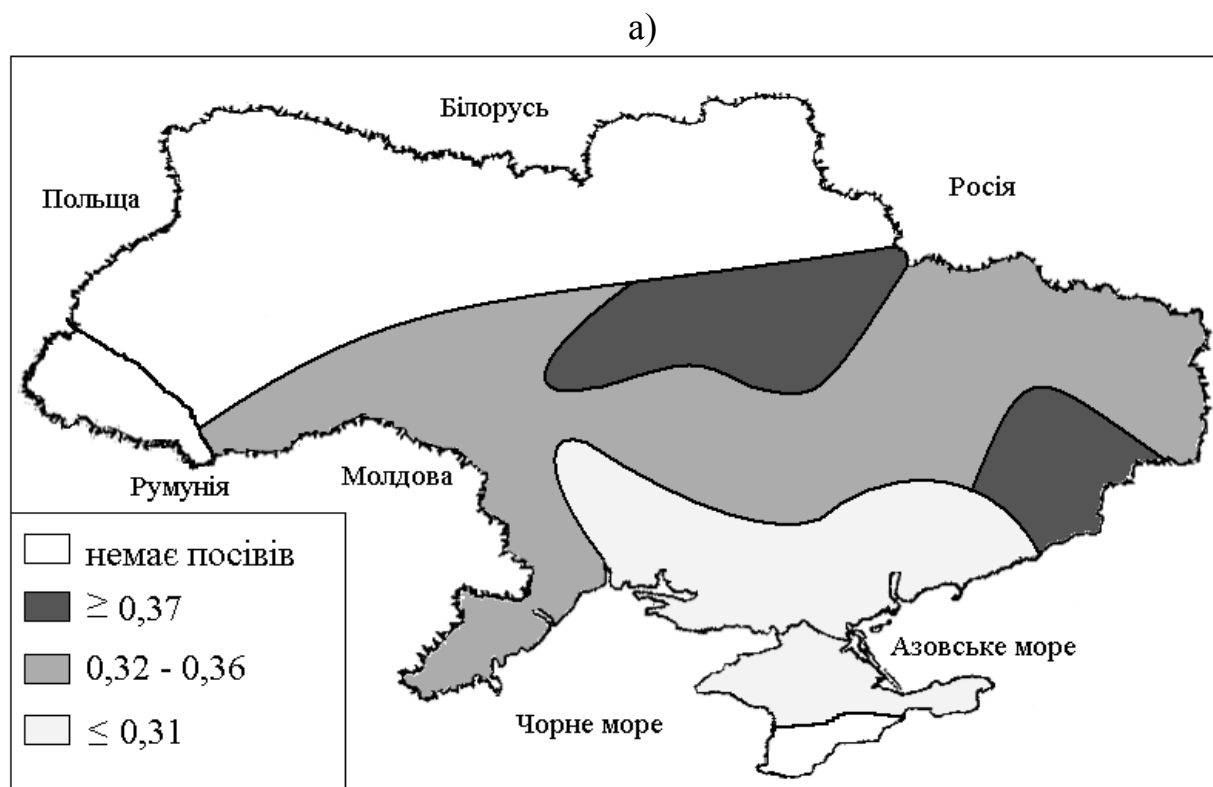


Рисунок В.12 – Карто-схема розподілу оцінок рівня реалізації агроєкологічного потенціалу для вирощування пожнивної гречки для базового (1986 – 2005 рр.) (а) та сценарного (2011 – 2030 рр.) (б) періодів, відн. од.