

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису
Флоря Людмила Василівна

УДК 633.11.15.16

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В
ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І

11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

ДИСЕРТАЦІЯ
на здобуття наукового ступеню
кандидата географічних наук

Науковий керівник:
Польовий Анатолій Миколайович,
доктор географічних наук, професор

Одеса – 2015

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	12
1.1.Сучасний стан оцінки умов вирощування та формування урожаїв сільськогосподарських культур.....	12
1.2.Біологічні особливості озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи.....	23
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	28
РОЗДІЛ 2 ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	29
2.1.Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних особливостей Північно-Західного Причорномор'я.....	29
2.2.Динаміка вмісту гумусу у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	32
2.3.Вміст рухомого фосфору у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	37
2.4.Вміст обмінного калію у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	37
2.5.Вміст азоту у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	38
2.6 Оцінка родючості ґрунтів стосовно вирощування зернових культур для умов Північно-Західного Причорномор'я.....	39
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	56
РОЗДІЛ 3 МОДИФІКОВАНА БАЗОВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР А.М. ПОЛЬОВОГО.....	59

3.1. Концепція моделювання.....	59
3.2. Блок вхідної інформації.....	61
3.3. Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму.....	61
3.4.Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин.....	63
3.5. Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.....	66
3.6. Блок оцінки ґрунтових умов вирощування культур.....	68
3.7. Блок агроекологічних категорій урожайності.....	69
3.8 Блок накопичення важких металів.....	71
3.9. Блок узагальнених оціночних характеристик.....	72
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	74
РОЗДІЛ 4 АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	76
4.1. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів урожайності озимої пшениці.....	76
4.2. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів урожайності ярого ячменю.....	89
4.3. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів урожайності кукурудзи.....	97
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	106
РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	109
5.1. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для озимої пшениці.....	109
5.2. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для ярого	

ячменю.....	116
5.3. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для кукурудзи.....	122
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5.....	125
РОЗДІЛ 6 ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ТА СТУПЕНЯ ЇХ НАКОПИЧЕННЯ У ЗЕРНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	127
6.1. Оцінка ступеня забруднення ґрунтів важкими металами Північно-Західного Причорномор'я.....	127
6.1.1. Свинець та кадмій. Їх вміст в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	127
6.1.2. Вміст ртуті в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	131
6.1.3. Вміст цинку та міді в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.....	131
6.2. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи.....	134
6.2.1. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні озимої пшениці.....	135
6.2.2. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні ярого ячменю.....	142
6.2.3. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні кукурудзи.....	146
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6.....	147
РОЗДІЛ 7 ОПТИМІЗАЦІЯ ПОСІВНИХ ПЛОЩ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР СТОСОВНО ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	149
7.1. Модель розрахунку оптимальної структури посівних площ.....	149

7.2. Рекомендації щодо зміни структури посівних площ зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я.....	151
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 7.....	155
ВИСНОВКИ.....	156
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	161
ДОДАТКИ.....	176
ДОДАТОК А.....	177
ДОДАТОК Б.....	190
ДОДАТОК В.....	222

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВМ	– важкі метали
ГДК	– гранично допустима концентрація
ГТК	– гідротермічний коефіцієнт Селянинова
ДМУ	– дійсно можлива урожайність
КБП	– коефіцієнт біологічного поглинання
ММУ	– метеорологічно-можлива урожайність
ПУ	– потенційна урожайність
УВ	– урожай у виробництві
ФАР	– фотосинтетична активна радіація

ВСТУП

Актуальність теми. Ґрунтово-кліматичні умови суттєво впливають на урожайність зернових культур, зокрема озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи. Найбільш висока продуктивність цих культур можлива при умові, якщо агрокліматичні умови вирощування будуть в найбільшій мірі відповідати біологічним вимогам культур.

Екологічно необґрунтоване ведення сільськогосподарського виробництва призвело до значних втрат гумусового шару ґрунту, розвитку ерозійних процесів, збільшення площ кислих і засолених ґрунтів, зменшення вмісту поживних речовин та корисної мікрофлори, забруднення залишками пестицидів, важкими металами, радіонуклідами.

У зв'язку з широким асортиментом нових мінеральних добрив, які використовуються в сучасному сільськогосподарському виробництві та часто мають підвищений вміст важких металів, виникає необхідність у вивченні їх впливу на поведінку важких металів у ґрунтово-рослинному покриві та зерні сільськогосподарських культур.

Оптимізація структури посівних площ є основним, найбільш дешевим і екологічним засобом підвищення продуктивності агроєкосистем, забезпечення більш повного використання біокліматичного потенціалу територій.

Для забезпечення високоефективного, екологічно безпечного використання земельних ресурсів необхідно оптимізувати структуру посівних площ, яка буде відповідати найбільш повному використанню агрокліматичних ресурсів. Саме структура посівних площ визначає рівень повноти використання ґрунтово-кліматичних ресурсів та рівень технологічного навантаження на сільськогосподарські угіддя.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає основним напрямам наукової діяльності кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського

державного екологічного університету. Вона виконувалась в рамках наступних тем: «Розробка методу оцінки агрометеорологічних умов формування продуктивності та прогнозу урожайності озимого ячменю в Україні» (ДР № 0111U000225); «Оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування основних сільськогосподарських культур та розробка рекомендацій по оптимізації структури посівних площ в Україні» (ДР № 0812U009073).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи являється оцінка агрокліматичних ресурсів стосовно умов формування продуктивності зернових культур (на прикладі озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи) в умовах Північно-Західного Причорномор'я. Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних задач:

- модифікувати та адаптувати в розрізі адміністративних районів базову модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового стосовно зернових культур для умов Північно-Західного Причорномор'я;
- оцінити просторову мінливість ґрунтових ресурсів стосовно вирощування зернових культур за показниками стану ґрунтів;
- здійснити оцінку впливу агрокліматичних умов на формування декадних приростів агроекологічних категорій урожайності в розрізі адміністративних районів Одеської області;
- оцінити рівні агроекологічних категорій урожайностей озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи та накопичення важких металів в урожаї зернових культур;
- оцінити агрокліматичні ресурси стосовно вирощування сільськогосподарських культур та оптимізувати їх використання для розміщення посівних площ зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я.

Об'єкт дослідження. Агрокліматичні умови формування урожайності сільськогосподарських культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я.

Предмет дослідження. Оцінка впливу агрокліматичних умов на вирощування зернових культур в Північно-Західному Причорномор'ї.

Методи дослідження. Робота виконувалася на підставі апарату математичного моделювання продукційного процесу рослин для оцінки агрокліматичних умов формування урожайності сільськогосподарських культур та апарату лінійного програмування для визначення оптимальної структури посівних площ.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що для умов Північно-Західного Причорномор'я:

Вперше:

- модифікована та адаптована в розрізі адміністративних районів базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового стосовно зернових культур;
- встановлені закономірності просторової мінливості ґрунтових ресурсів стосовно вирощування зернових культур за показниками стану ґрунтів;
- встановлені закономірності впливу агрокліматичних умов на формування декадних приростів агроекологічних категорій урожайності в розрізі адміністративних районів Одеської області;
- встановлені закономірності просторової мінливості рівнів агроекологічних категорій урожайностей озимої пшениці, ярого ячменю і кукурудзи та накопичення важких металів в урожаї зернових культур;
- виконана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур та оптимізація їх використання для розміщення посівних площ зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я.

Удосконалено:

- методику оцінки агрокліматичних ресурсів стосовно сільськогосподарських культур.

Дістало подальший розвиток:

- методика врахування ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур.

Практичне значення одержаних результатів. Встановлені закономірності впливу агрокліматичних умов на динаміку приростів агроекологічних категорій урожайності можуть бути основою для довгострокової оцінки факторів формування урожайності. За допомогою оцінки агроекологічних ресурсів Одеської області виконана оптимізація посівних площ стосовно сільськогосподарських зернових культур, таких як озима пшениця, ярий ячмінь та кукурудза, спрямована на отримання високих і стійких урожаїв цих культур.

Особистий внесок здобувача. Модифікована й адаптована в розрізі адміністративних районів базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового стосовно зернових культур для умов Північно-Західного Причорномор'я. Встановлені закономірності просторової мінливості динаміки приростів агроекологічних категорій урожайності в розрізі адміністративних районів Одеської області для зернових культур. Встановлені закономірності просторової мінливості ступеня накопичення важких металів в зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи. Виконана комплексна оцінка агрокліматичних ресурсів вирощування сільськогосподарських культур та оптимізація їх використання для розміщення посівних площ.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження були представлені на п'яти наукових конференціях: наукові конференції молодих вчених ОДЕКУ, (Одеса, 2012 та 2014 рр.); міжнародна конференція «Сучасні міждисциплінарні дослідження, історія, сьогодення, майбутнє», (Київ, 2014 р.); міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання сучасної аграрної науки», (Умань, 2014 р.); міжнародна наукова конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія,

неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», (Харків, 2014 р.).

Публікації. За матеріалами досліджень, які представлені в дисертаційній роботі, опубліковано 12 наукових праць, з яких 4 статті у наукових фахових виданнях України, дві статті в зарубіжних фахових виданнях, п'ять публікацій матеріалів вітчизняних та міжнародних конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з переліку умовних скорочень, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг складає 235 сторінок, містить 90 рисунків, 23 таблиці, три додатки, список використаних джерел, який складається з 140 найменувань.

РОЗДІЛ 1

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

1.1. Сучасний стан оцінки умов вирощування та формування урожаїв сільськогосподарських культур

Працями російських вчених В.В. Докучаєва, К.А. Тімірязєва, Д.Н. Прянишникова, А.І. Воєйкова, Л.Н. Прасолова, С.Г. Струмиліна та інших розкрито значення природних умов і ресурсів для сільського господарства, заснований географічний підхід до їх вивчення, обліку та використання.

В.В. Докучаєв і Г.Н. Висоцький запропонували порівняльну оцінку біологічної продуктивності земель на основі комплексного показника – співвідношення тепла і вологи.

К.А. Тімірязєв показав, що в основі природного багатства місцевості лежить надходження сонячного тепла, асимілюються в процесі фотосинтезу.

Н.К. Крупський, В.П. Кузьмичов та інші, (1970) розглянули географію вмісту гумусу в орному шарі ґрунтів України, в основі якої лежить карта вмісту гумусу в орному шарі ґрунтів України масштабу 1: 1 500 000, одержана за матеріалами великомасштабного ґрунтового обстеження.

Дослідження В.П. Шкумата показали, що баланс гумусу та його вартісну оцінку доцільно використовувати як критерій екологічної ефективності землекористування і включати у виробничі витрати.

П.О. Дмитренко (1957), Б.С. Носко (1990) сформулювали сучасні погляди щодо вмісту фосфору в ґрунтах. Різний вміст елементу в материнських породах є однією з причин різного вмісту його в ґрунтах; накопиченню гумусу в ґрунтах сприяє акумуляція фосфору. Вміст валового

фосфору, за узагальненими даними А.В. Соколова (1950), П.А. Дмитренко (1957) та ін., збільшується від дерново-підзолистих ґрунтів до чорноземів.

Як зазначає Н.Ф. Севастьянов (1959), причиною бідності ґрунтів рухомими формами фосфору є незначні його валові запаси у верхніх горизонтах, що пов'язані з тривалим інтенсивним використанням земельних угідь без достатньої кількості органічних і мінеральних добрив.

За даними П.П. Левенця, А.К. Воробйова (1974), а також N. K. Fageria (2002), Z. L. Hea (2005) [48, 112, 117], ґрунтові запаси калію зосереджені в основному в мінеральній частині, у складі солей ортофосфатної кислоти і алюмосилікатів; розміри їх залежать від характеру материнських порід. Валовий вміст калію в ґрунтах України коливається в межах 1,5-2,5%. У піщаних і супіщаних ґрунтах його в 1,5-2,0 рази менше, ніж в важкосуглинистих і глинистих.

За даними Г.М. Кривоносова (1991), на території України найбільшу кількість обмінного калію міститься в ґрунтах Степу (15-25 мг/100г), менше (7-18) – в Лісостепу і найменше (4-8) – в ґрунтах Полісся.

О.О. Ракоїд, В.В. Вірченко, В.В. Масленнікова, Є.Л. Москальов, С.В. Роговський та ін., обґрунтували методику дослідження екологічного стану агроландшафтів, прояву деградаційних процесів ґрунтового покриву, еколого-агрохімічного стану земель сільськогосподарського призначення. С.В. Роговський розробив технологічний процес рекультивації порушених земель та вимоги до створення рослинного покриву на відновлених територіях.

Наукові підходи щодо встановлення раціонального використання земель з урахуванням екологічних факторів, розробка рекомендацій стосовно розподілу ріллі між польовою, ґрунтозахисною сівозмінами і виведення їх зі складу еродованих ґрунтів під консервацію викладені в працях В.В. Масленнікової.

Значна увага проблемі деградованих і молопродуктивних угідь надається в працях В.В. Вірченко. Ним обґрунтовані математичні моделі

еколого-економічного регулювання в системі комплексного підходу щодо раціонального використання та охорони земельних ресурсів.

А.І. Воєйковим та П.І. Бруновим розвинені уявлення про кліматичну зональність у зв'язку із природною зональністю і типами сільського господарства.

Великою роботою в циклі агрокліматичного районування території було ґрунтово-географічне і агрокліматичне районування СРСР (1962). У цій роботі послідовно проведений принцип ґрунтово-біокліматичного районування, виділені ґрунтово-біокліматичні та агрокліматичні пояси, як найвищі одиниці районування та намічені зв'язки цих підрозділів з розміщенням сільськогосподарського виробництва. Однак не досягнуто органічної єдності між фізико-географічним і сільськогосподарським підходами.

В подальшому вивчення зв'язків між природними умовами і найважливішими аспектами технології сільськогосподарського виробництва відбулося в таких розробках:

- ґрунтово-агрохімічне районування СРСР, спрямоване на аналіз ефективності мінеральних добрив (під керівництвом А.В. Соколова);
- землеробське районування СРСР, в якому розглянуті комплекси агротехнічних прийомів і намічені зв'язки з системами ведення сільського господарства (Н.Н. Розов, П.А. Летунов, Г.В. Добровольський, С.І. Долгов та ін.);
- вивчення клімату ґрунтів (В.Н. Дімо, А.М. Шульгін).

Значну увагу вивченню змін клімату та агрокліматичному аналізу приділяли такі зарубіжні вчені, як N. Naki'cenovi's, R. Swart (2000) [111], G.M. Flato, G.J. Boer, W.G. Lee, N.A. McFarlane, M.C. Ramsden [136].

Досягнення сталих, екологічно чистих урожаїв зернових культур відображене у роботах Molnárovoi Julian (2010) [126, 127, 128].

Концепція максимальної продуктивності була успішно використана при вирішенні завдань спеціалізованого агрокліматичного районування в роботах

Х.Г. Тоомінга [80], Ю.В. Сеппа, П.Х. Карінга, О.П. Федосєєва, А.М. Польового [67, 70], В.О. Жукова, О.М. Вітченко, С.А. Данієлова та ін.

Цікаво, що в дискусії про сільськогосподарське районування знайшли своє відображення різні варіанти агровиробничого групування ґрунтів:

1. Відповідно до вимог окремих сільськогосподарських культур В.М. Фрідланд (1967) наводить приклади таких групувань – для озимої пшениці (1955), чаю (1951) і плодових культур (1960);

2. Відповідно до вимог екологічних груп сільгоспрослин;

3. За властивостями ґрунтів без зв'язку із зростаючими на них культурами (зазвичай беруть ті властивості, які можуть служити обмежуючими факторами для використання ґрунтів).

Прикладом такого групування може служити Агровиробниче групування ґрунтів Української РСР (1957), яка досі зберегла домінуюче положення в районуванні сільгоспземель.

Прикладом правильного методичного підходу до агроекологічного районування є досвід Польщі в комплексній оцінці агровиробничої площі (Т. Вітьок, Т. Гурскі, 1977).

На думку Г.І. Швебса, ідея агроекологічного районування можливо належить Н.І. Вавилову. У книзі «Рослинництво в СРСР» (1993) була опублікована схема природних зон і районів, при виділенні яких врахована їх сільськогосподарська спрямованість. У 1957 році АН СРСР видала незакінчену роботу Н.І. Вавилова «Світові ресурси», в якій дано перелік і характеристика 95 агроекологічних областей.

Упродовж останніх років проблемам, пов'язаним з агроекологічною оцінкою земель сільськогосподарського призначення, були присвячені наукові праці таких вітчизняних вчених, як Г.О. Білявський, О.В. Мудрак. Дані автори запропонували інноваційні підходи щодо поліпшення агроекологічного моніторингу та екологічного стану агроландшафтів.

Зокрема, Н.М. Рідей, В.П. Строкаль виконали агроекологічну оцінку полів та кормових угідь для вирощування зернових і кормових культур на

прикладі навчально-дослідного господарства, а М.І. Майстренко та В.О. Греков дали характеристику сучасному агроекологічному стану земель сільськогосподарського призначення України. Обґрунтували і розробили методики агроекологічної оцінки агроландшафтів, а також заходи щодо їх поліпшення В.П. Патика, О.Г. Тараріко, О.О. Ракоїд. Дослідження агроландшафтів та головних факторів, які визначають їх динаміку проводились у Франції та Нормандії.

І.А. Гольцберг, Ф.Ф. Давітая, А.І. Руденко, С.А. Сапожнікова, Я.І. Яковлев, Ю.І. Чирков, Є.С. Уланова, З.А. Міщенко та ін. активно продовжували агроекологічні дослідження, заклали основи спеціалізованого агрокліматичного районування окремих культур, внесли істотний вклад у вивчення вологообміну та теплозабезпеченості культурних рослин.

Агроекологічну оцінку для сільського господарства в умовах 21-го століття виконали австрійські вчені G. Fischer, van H.T. Velthuizen, M.M. Shah, F.O. Nachtergaele (2002) [120].

Гранулометричний склад ґрунтів України відображений на республіканських, обласних, районних і господарських ґрунтових картах із зазначенням груп і підгруп ґрунтів за класифікацією М.М. Годліна (1958). Н.К. Крупським, В.П. Кузьмичовим та ін. (1973) складені республіканські карти масштабу 1 : 1 500 000 змісту мулистій фракції і фізичної глини в ґрунтах України. В.В. Медведєвим (1991) був запропонований інший підхід розрахунку і картографування гранскладу – за співвідношенням змісту фізичного піску і фізичної глини. Нова карта гранулометричного складу ґрунтів узгоджується з раніше розробленими і може бути використана при різних оперативних розробках в масштабі країни.

Для виявлення ступеня відповідності параметрів гранулометричного складу вимогам культур слід користуватися таблицею бонитетів Н.А. Качинського (1958). Розрахунок середнього балу бонітету по зернових для кожного з вибраних класів гранскладу показує наступне: глина має бал –

7,1; суглинок важкий – 9,4; суглинок середній – 8,9; суглинок легкий – 7,8; супісь – 5,9; пісок мілкий – 3,6; пісок крупний – 1,7.

Послідовне збільшення щільності ґрунту веде до поступового зниження урожайності. Зазвичай збільшення щільності в шарі землі на $0,1 \text{ г/см}^3$ призводить до зниження урожаю зернових культур на 10-15%. За даними С.Н. Тайчінова (1966), проникнення коренів в ущільнені горизонти з щільністю 1,40-1,45 ($1,50 \text{ г/см}^3$) затруднене, їх розвиток пригнічується, а при щільності більше 1,55 ($1,60 \text{ г/см}^3$) ріст коренів неможливий.

За даними В.Ф. Валькова (1986) про потужність рухлякової товщі ґрунту, що забезпечує найвищий урожай, свідчать наступні дані: для пшениці вона складає – 140 см, жита – 120, вівса – 90, кукурудзи – 150.

Узагальненням результатів досліджень нормативних параметрів щільності складання ґрунтів по відношенню до вимог культур (В.В. Медведєв та ін., 1984) встановлено, що чутливість рослин до підвищеної щільності (викликаній антропогенним впливом) визначається як вимогами культури, так і супутніми ґрунтовими параметрами.

Агроекосистеми Північно-Західного Причорномор'я відчують значне антропогенне навантаження, оскільки викиди поллютантів, особливо важких металів (ВМ), в навколишнє середовище промисловими підприємствами, ТЕЦ і автотранспортом в останні десятиліття залишаються стабільно високими. Найбільш поширеними з важких металів є кадмій, свинець, мідь, які включаючись в біогеохімічні кругообіги, забруднюють ґрунт, і в кінцевому підсумку по харчових ланцюгах через рослини потрапляють в організм тварин і людини, акумулюються в органах і тканинах, викликаючи різні патології (Авцин, 1991) .

Існують неоднозначні оцінки середніх вмістів одних і тих же елементів в земній корі. Так, по А.П. Виноградову (1962) середній вміст в земній корі кадмію – 0,13, свинцю – 16 і міді – 47 мг/кг. У гірських породах важкі метали зазвичай приурочені до певної групи мінералів. До мінералів – концентраторів відносяться калієві польові шпати, мінерали, які містять луги

і деякі інші (Мияки, 1969; Беус, 1976). Вміст важких металів у ґрунті в значній мірі залежить від підстильної гірської породи (Білоголовий, 2009).

Кадмій відноситься до рідкісних розсіяних елементів. Вміст кадмію в ґрунтах невеликий і, наприклад, в чорноземі становить $1 \cdot 10^{-5}\%$, що на порядок менше, ніж його вміст у рослинах. Вміст кадмію в ґрунті на рівні 5 мг/кг наполовину знижує продуктивність сільськогосподарських культур, а період його напіввиведення з ґрунту один з найбільших (близько 1100 років) (Кадмій, 1994), G. Rossi, A. Figliolia, S. Socciarelli, B. Pennelli (2003) [108].

По даних В.Б. Ільїна, (1991), середній вміст свинцю в земній корі становить $1,6 \cdot 10^{-3}\%$, його кількість в ґрунті коливається від $0,37 \cdot 10^{-3}\%$ до $4,3 \cdot 10^{-3}\%$.

По результатах Острогогильської та ін. (1987), валовий вміст міді в ґрунтах не перевищує $1 \cdot 10^{-5}\%$. Дуже низький вміст міді в ґрунтах з високим рН. Зміст міді в сірих лісових ґрунтах становить 10-15 мг/кг, в чорноземах - 15-20 мг/кг.

Косіцин, Алексєєва-Попова (1983), Малєва і ін. (2004) зробили висновки, що багато важких металів при концентраціях, які перевищують фізіологічні потреби рослин, проявляють токсичні властивості, тому розглядаються як стресовий фактор.

По результатах R. L. Chaney, J.A. Ryan, U. Kukier, S.L. Brown (2001) [118], рівень стійкості при наростаючому дії стресора залежить від видових особливостей рослин, а також від режиму впливу.

Алексєєва-Попова (1991), Bergmann (1992), Y. L. Cui, Y. G. Zhu, R.H. Zhai, D.Y. Chen (2004) [137] стверджують, що багато стійких популяцій відрізняються посиленням поглинання важких металів. В основі стійкості до їх дії лежить сукупність клітинно-молекулярних механізмів, що підтримують гомеостаз і цілісність клітини, організму і популяції в умовах токсичної дії важких металів.

А.І. Обухов (1989), прийшов до висновку, що чорноземи страждають від наслідків забруднень значно меншою мірою, ніж підзолисті піщані і супіщані

грунти. Стійкість чорноземів до важких металів обумовлює, на його думку, значно менші негативні наслідки, ніж на інших ґрунтах при подібній екологічній ситуації.

Lin Yu-Pina, Cheng Bai-Youa, Shyu Guey-Shinb, Chang Tsun-Kuo^a (2010) [109] виконали побудову карт просторової мінливості забруднення ґрунтів важкими металами в окрузі Чунгуа.

У науковій літературі найбільш широко представлені результати досліджень з впливу концентрацій важких металів на метаболізм, ріст і репродуктивні функції культурних рослин, можливі механізми захисту рослин від надходження важких металів (А.Н. Аристархов, М.А. Глазовская, Н.Г. Зирін, В.Б. Ільїн, В.Ф. Ладонін, Н.З. Мілащенко, В.Г. Мінеєв, М.М. Овчаренко, А.Х. Остромигильська, Ю.А. Потатуєва, Н.А. Черних, І.А. Шильников, Б.А. Ягодін). А також такі праці знайшли своє відображення у зарубіжній літературі – S. Sauvé, W. Hendershot, H. E. Allen (2000), M. Krauss, W. Wilfgang, J. Kobza, W. Zech (2002), G.R. Rout, P. Das (2003) [132, 133, 134].

Питання забруднення ґрунтів в Європі та вплив важких металів на ґрунтові мікроорганізми розглядається в роботі «Heavy metals and soil microbes». Зміна землекористування приводить до зміни вмісту важких металів у ґрунтах. У роботі «Representing soil pollution by heavy metals using continuous limitations cores» пропонується методика для оцінки загального забруднення ґрунтів в процесі безперервної їх оцінки. Вплив різних токсикантів на ріст рослин досліджувався в роботі «Standardized Growth Toxicity Testing (Cu, Zn, Pb, and Pentachlorophenol) with *Helix aspersa*». Наукові основи принципів оцінки ризиків забруднення важкими металами сформульовані в роботі «Frame work for Metals Risk Assessment».

Вирішення проблеми високої урожайності зернових культур в 21-му столітті, а також питання забезпечення сталого управління природними ресурсами (ФАО, 1995), знаходять своє відображення у роботах G.M. Flato, G.J. Boer та ін. (2000) [113, 114].

Проблемі підвищення урожайності озимої пшениці за рахунок ефективного використання сільськогосподарської техніки велику увагу в своїх роботах приділяв V.M. Zubko (2013) [140], ярого ячменю Dorota Gawęda [110], P. Kováčik, J. Křováček, L. Černý (2007), E. Kunzová, P. Šrek (2010) [122, 123, 124]. Невиправдане використання агротехніки і сільськогосподарських машин при вирощуванні і збиранні озимої пшениці супроводжується високими затратами, що призводить до збільшення вартості виробництва, збільшення забруднення поля і, як наслідок, підвищення її вартості.

Стале одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур повинно бути засноване на розумних принципах агротехнічного обробітку земель. (A.J. Smyth and J. Dumanski, 1993 [135]).

G.M. Flato, G.J. Boer [136] провели регресійний аналіз залежності урожайності від рівня використання органічних та мінеральних добрив. Створена ним програма дає можливість кожному господарству встановити оптимальні співвідношення у внесених добривах та, як наслідок, отримати бажаний приріст урожайності.

Але, як зазначає Kabata-Pendias [121] та V. Vaněk (2007) [139], якщо на початковому етапу підвищення і стабілізації урожаю головну роль відіграє кількісний фактор, тобто збільшення доз, то в подальшому все більшого значення набуває якісна сторона. Мається на увазі використання добрив з високим вмістом поживних речовин та складних добрив, насичених всіма поживними елементами для одноразового внесення у ґрунт. Все це дозволяє скоротити витрати на транспортування, зберігання і внесення добрив.

Останнім часом за умов фінансової нестабільності і кризи все більшого значення набувають інтенсивні ресурсно – та енергозберігаючі технології виробництва зерна. Відомо, що урожайність озимих, вирощуваних за традиційною технологією, на 20 – 35% нижча, ніж за інтенсивною. Як відмічає А.П. Михайлов [60], основним елементом тут виступає система обробітку ґрунту. Насамперед – це щорічне відведення 30 – 35% ріллі під

чорні пари, які сприяють накопичуванню вологи і підвищенню родючості ґрунтів, а це – підґрунтя сталих урожаїв.

Досвід розвинутих країн свідчить, що зростання виробництва зерна можливе за рахунок подальшої інтенсифікації. За прогнозом наукового центру компанії ICI (Велика Британія) у перспективі приріст урожаю зернових культур здійснюватиметься в результаті впровадження нових сортів (8,6 ц/га), добрив (15 ц/га), зниження втрат при збиранні (0,5 ц/га), захисту від злакових бур'янів (17,5 ц/га), хвороб (16,5 ц/га) і шкідників (6 ц/га). Ці прогнози підтверджуються і даними кращих фермерських господарств. Кращі фермери в країні (більше 5%) одержують у середньому по 60 ц/га зерна.

В. Лихочвор (2003) [49] відмічає, що вчасне і повне звільнення посіві озимої пшениці від конкуренції з бур'янами за життєвий простір, світло, вологу, елементи живлення є основою одержання високих урожаїв зерна. За великої забур'яненості посівів урожайність зерна зменшується на 25 – 30%, а то й у 1,5 – 2 рази.

Як відмітили Ahad Madani та Farshid Vazin (2011) [106], під час осіннього зрошення та утримання води і внесення азотних добрив під час цвітіння зернових культур збільшується кількість зерна, але знижується його вага.

В результаті польового експерименту, який був проведений Dorota Gawęda (2011) [110] в період з 2006 по 2008 рр. в університеті природничих наук в Любліні, виявлено тенденцію до збільшення урожаю зерна ярого ячменю, вирощеного після суміші бобових.

У Словаччині в період з 2011 по 2013 роки по результатам моніторингу урожаю зерна ярого ячменю та кукурудзи виявлено, що в разі збільшення дози азоту збільшуються врожаї даних культур (Molnárová Juliana, 2014) [126].

Важливим аспектом реформування зернового виробництва вважаємо оптимізацію структури зернових культур, що дозволяє без додаткових витрат

підвищити його ефективність. Останнім часом чітко виражена тенденція до скорочення посівних площ жита, кукурудзи, ячменя, хоча, приймаючи до уваги їх високу урожайність і рентабельність, підстав для скорочення їх площ немає. Розглядаючи питання оптимізації структури зернового клину, М.І. Щур [103] відмічає необхідність збільшення у господарствах Миколаївської області виробництва проса та зернобобових, а також озимого ячменю, який дозріває на 15 – 20 днів раніше від озимої пшениці, а за кормовими якостями і стійкістю до хвороб перевищує її.

Проблематикою визначення оптимальних розмірів та структури посівних площ аграрних підприємств займалися багато вчених-економістів: М.М. Тунєєв, В.Ф. Сухоруков (1997), Д.С. Добряк, О.І. Гуторов (2010), М.С. Богіра (2008), Д. Бабміндра (2009).

Основні підходи до агроєкологічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур умовно можуть бути розділені на чотири напрямки, які включають в себе: оцінку кліматичних умов, оцінку родючості ґрунтів, оцінку ступеня забруднення ґрунтів, і відповідно цим компонентам урожайність сільськогосподарських культур.

Найбільш підходящим для вирішення поставленого завдання буде використання методу «еталонних урожаїв» Х.Г. Тоомінга [79, 80], який заснований на концепції максимальної продуктивності рослин. Вони охоплюють чотири види агроєкологічних категорій урожайності.

Агроєкологічна модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [67, 70, 71] відкрита для включення в неї блоку накопичення важких металів і блоку оцінки ґрунтових умов вирощування культур. Останній розширює можливості застосування моделі для вирішення поставленого завдання і всебічної оцінки агроєкологічних умов формування урожаю сільськогосподарських культур.

1.2. Біологічні особливості озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи

Озима пшениця. Основною зерновою культурою в Україні є озима пшениця. У Степу, особливо в південних і центральних його районах, немає культури, рівною їй за продуктивністю [23].

Насіння озимої пшениці починає проростати при температурі 1–2 °С, але для дружного проростання і появи сходів оптимальною вважається температура 15–20 °С. За такої температури і хорошій вологості орного шару ґрунту масові сходи звичайно з'являються через 7–9 днів після сівби. Температура вище 28 °С несприятлива для проростання насіння. При запасах продуктивної вологи в орному шарі ґрунту менш 5 мм сходи не з'являються [13, 23, 77, 83].

При достатньому зволоженні ґрунту сходи озимої пшениці з'являються при нагромадженні від посіву суми ефективних температур повітря вище 5 °С -67 °С.

Швидкість настання фази початку куціння озимої пшениці, також знаходиться в тісній залежності від температури повітря і зволоження ґрунту. Якщо зволоження орного шару ґрунту хороше (більше 30 мм продуктивної вологи), куціння озимої пшениці починається при нагромадженні від фази сходів суми ефективних температур (вище 5 °С), рівної 67 °С [12, 50]. Найменша тривалість періоду сходів – куціння (8–10 днів) спостерігається при запасах вологи 30–50 мм у шарі ґрунту 0–20 см і температурі повітря 13–18 °С.

Після весняного відновлення вегетації озима пшениця продовжує кушитися при температурах від 3–5 °С до 12–15 °С. Висока температура у весняний період і нестача вологи у ґрунті погіршують весняне куціння пшениці [83, 96].

Оптимальна кількість стеблин, яка забезпечує продуктивність агрофітоценозу озимої пшениці на рівні 70–80 ц/га, за даними досліджень становить 470–600 шт/м² посіву.

У чорноземних районах, де тепла буває достатньо, запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту навесні визначають майбутні умови формування урожаю. За даними Є.С. Уланової, добрими весняними запасами продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту є 150–200 мм, задовільними – 120–150 мм, недостатніми – 100–120 мм і поганими – менш 100 мм.

В період від виходу в трубку до колосіння в озимої пшениці виявляється найбільша потреба у волозі внаслідок інтенсивного росту. Найбільш високі урожаї озимої пшениці спостерігаються в роки, коли в цей період запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту складають 100–125 мм. При невеликих запасах продуктивної вологи в ґрунті навесні урожайність озимої пшениці в значній мірі залежить від опадів. Кількість опадів у травні від 40 до 80 мм забезпечує при цьому хороші умови для формування урожаю озимої пшениці. Сприятливою для формування великого колосся з багатоквітковими колосками є температура від 15 до 20 °С [23, 83].

У період цвітіння і дозрівання збільшуються вимоги рослин до тепла. Однак при високій температурі (вище 40 °С) в період цвітіння різко знижується життєздатність пилка, що призводить до зниження урожаю. Мінімальною температурою для цвітіння вважається 6–7 °С. При зниженні відносної вологості повітря до 30 % і нижче, підвищенні температури до 25 °С і вище і швидкості вітру 5 м/с і більше (при недостатчі вологи в ґрунті) відзначається пожовтіння, скручування і підсихання листків, щуплість зерна і череззерниця.

Вимоги до світла змінюються в залежності від фази розвитку рослин. В цілому тривалість вегетаційного періоду скорочується в умовах довгого дня. Загальна тривалість вегетаційного періоду озимої пшениці, включаючи

зимовий період, в залежності від сорту й агрометеорологічних умов коливається від 275 до 330 днів [25, 43, 49].

Озима пшениця добре використовує осінню і весняну вологу і урожайність її в значно меншому ступені, ніж ярих зернових культур, залежить від весняно-літніх опадів. У неї розвивається могутня коренева система, яка глибоко проникає в ґрунт, у зв'язку з чим вона менше страждає від посух і суховіїв. Посів восени і більш раннє (на 7-10 днів) збирання озимої пшениці в порівнянні з ярицею дозволяє повніше і більш рівномірно використовувати працю і засоби виробництва [18, 25].

Ярий ячмінь. У південному і центральному Степу другим за продуктивністю і посівними площами після озимої пшениці є ярий ячмінь. Він також використовується як страхова культура на випадок пересіву озимих культур. Тому від урожайності цих культур залежить виробництво зерна. Збільшення посівних площ озимого ячменю, який після непарових попередників переважає озиму пшеницю за урожайністю, стримується відсутністю добрих попередників і частими посухами у період сівби, що не дозволяє одержувати нормальні сходи.

У західній частині Лісостепу ярий ячмінь перевершує за урожайністю озиму пшеницю, і в структурі посівних площ зернових культур він займає перше місце (40 %). Тут вирощуються високоякісні пивоварні сорти, які дають великі прибутки господарствам. Крім того, вирощування ячменю відповідає спеціалізації господарств на виробництві продукції тваринництва [10, 30, 59].

У правобережній частині Лісостепу ярий ячмінь перевищує за продуктивністю озиму пшеницю, розміщену після непарових попередників, тому його посівні площі в зерновому кліні слід довести до 30–35 %.

Насіння ячменю починає проростати при температурі 1–2 °С. Сходи його з'являються при середній добовій температурі повітря 8–10 °С на 12–17 день, а при 16–18 °С – на 6–7 день. Сходи ячменю починають ушкоджуватися заморозками –7...–8 °С [76].

При хорошій вологозабезпеченості кушіння ярового ячменю починається при нагромадженні суми ефективних температур (вище 5 °C) від посіву 134 °C. Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту навесні більше 160 мм сприяють одержанню високих урожаїв, а менше 80 мм є недостатніми.

Ячмінь відноситься до рослин довгого дня і при укороченому світловому дні його колосіння затримується. Колосіння ячменю починається при нагромадженні суми ефективних температур після виходу в трубку близько 330 °C, а для періоду колосіння – воскова стиглість потрібно 400 °C [25, 69, 79].

Сприятливими для формування урожаю ячменю в період колосіння є запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту від 110 до 130 мм. Підвищення середньої добової температури повітря понад 23 °C в цей період несприятливо позначається на урожайності ячменю. У той же час температури 38–40 °C і вище в період наливу зерна ячмінь виносить краще, ніж пшениця [8, 91].

Ячмінь вважається однією з найбільш засухостійких зернових культур. По стійкості до «захоплення» і «запалу» зерна під дією суховіїв він стоїть на першому місці серед хлібних злаків. У той же час, будучи скоростиглою культурою, ярий ячмінь рідше попадає під вплив посух і суховіїв. Тривалість вегетаційного періоду ярого ячменю в залежності від сорту й агрометеорологічних умов коливається від 80 до 115 днів [3, 8, 59].

Кукурудза. Найбільш високий біокліматичний потенціал для виробництва кукурудзи мають Північний Степ і Лісостеп. Сума активних температур, тривалість вегетаційного періоду в районах Північного Степу дозволяють вирощувати середньоранні, середньостиглі та середньопізні гібриди, у південному і центральному Лісостепу – середньостиглі, у північних і західних районах – ранні та середньоранні [18, 60].

У цих зонах виробництво кукурудзи має велику перспективу. На сортодільницях, де рівень інтенсифікації рільництва високий, урожайність її зерна майже удвічі більша, ніж у господарствах [90].

Насіння кукурудзи починає проростати при температурі близько 8 °С. Однак при такій температурі проростання йде дуже повільно, проростки загнивають і посіви зріджуються. Ю.І. Чирковим встановлено, що при запасах продуктивної вологи більше 15 мм у шарі ґрунту 0–10 см і температурах 11–12 °С сходи кукурудзи з'являються через 20–25 днів, а при 18–22 °С – через 6–8 днів. При запасах продуктивної вологи менше 8 мм у шарі ґрунту 0–10 см тривалість періоду від посіву до сходів майже подвоюється, відповідно зростає і необхідна сума ефективних температур. Весняні заморозки до –2... –3 °С ушкоджують сходи. На тривалість періоду від посіву до сходів сортові розходження помітного впливу не чинять [70, 72].

Вологість ґрунту істотно впливає на нагромадження рослинної маси, але на швидкість розвитку рослин вона має слабкий вплив. Помітне гальмування швидкості розвитку відзначається тільки при зменшенні запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту нижче 40 мм. Подальше зменшення запасів вологи у ґрунті затримує викидання волоті кукурудзи на 4–6 днів [22, 54, 73].

Оптимальні умови для формування урожаю зеленої маси кукурудзи створюються при середній декадній температурі повітря 20–24 °С і запасах продуктивної вологи 35–45 мм в орному шарі підзолистих ґрунтів і 60–70 мм у півметровому шарі чорноземних ґрунтів.

Завдяки низькому транспіраційному коефіцієнту (280–350) кукурудза ощадливо використовує ґрунтову вологу на формування урожаю. Однак сумарна витрата її за окремі міжфазні періоди та вегетаційний період в цілому значна в зв'язку з великою масою урожаю [57, 68, 74].

Критичний до вологи період у кукурудзи починається за 10 днів до викидання волоті і триває близько 30 днів. Недостача вологи в цей період різко знижує урожай.

Найбільш сприятливі умови для наливу зерна складаються при середній добовій температурі повітря від 20 до 24 °С і запасах продуктивної вологи 60–70 мм і більше у півметровому шарі ґрунту [68].

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи в залежності від сорту й агрометеорологічних умов коливається від 90 до 160 днів. Кукурудза є світлолюбною рослиною і вимагає інтенсивного сонячного освітлення. Дуже висока щільність посівів призводить до зниження урожаю зерна.

Кукурудза відноситься до порівняно засухостійких культур, на утворення одиниці сухої речовини вона споживає менше води, ніж ярі зернові культури. Однак на одиницю площі кукурудза вимагає вологи більше, ніж інші зернові культури, у зв'язку з її більш високими урожаями [18, 60].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Отже, у першому розділі:

1. Приведений сучасний стан оцінки умов вирощування та формування урожаїв сільськогосподарських культур;
2. Розглянуті біологічні особливості таких сільськогосподарських культур, як озима пшениця, ярий ячмінь та кукурудза. Проаналізовані вимоги даних культур до світла, температурного режиму, зволоження, а також до ґрунтів та елементів живлення.

РОЗДІЛ 2

ДИНАМІКА ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

2.1. Загальна характеристика ґрунтово-кліматичних особливостей Північно-Західного Причорномор'я

Одеська область займає територію Північно-Західного Причорномор'я від гирла Дунаю до Тілігульського лиману і розташована на крайньому південному заході України. У економіко-географічному плані область відноситься до зони інтенсивного степового землеробства з розвиненим зрошенням [4, 62].

З географічним місцезнаходженням області в Степовій і Лісостеповій природних зонах зв'язане її головне природне багатство – значні агропромислові ресурси. Однак це зумовлює і ряд негативних характеристик території. Значна її частина розташовується на півдні Степової зони з посушливим кліматом, маловодними річками і низьким залісненням. Степова зона займає центральну, південну і південно-західну частини і тягнеться уздовж Чорного моря від Дунаю до Тілігула, охоплюючи території 18 адміністративних районів [4].

За агрокліматичними умовами область поділяють на чотири райони: північний, перший центральний, другий центральний і південний [75].

Північний (помірно теплий) агрокліматичний район охоплює територію Савранського, Кодимського, Балтського, Котовського, Ананьївського, Любашівського та частини Красноокнянського і Фрунзівського адміністративних районів.

Перший центральний (теплий) агрокліматичний район включає Ширяєвський, Миколаївський, Великомихайлівський, а також частини Красноокнянського, Фрунзівського, Березівського, Роздільнянського, Іванівського і Комінтернівського адміністративних районів.

Другий центральний (дуже теплий) агрокліматичний район включає Біляївський, Тарутинський, Овідіопольський, частини Іванівського, Березівського, Комінтернівського, Роздільнянського, Білгород-Дністровського, Арцизького і Саратовського адміністративних районів.

Південний (спекотний) агрокліматичний район охоплює територію Татарбунарського, Болградського, Ізмаїльського, Кілійського, Ренійського та частини Білгород-Дністровського, Арцизького і Саратовського адміністративних районів [4, 75].

Найголовнішими типами ґрунтів Одеської області є чорноземи типові, чорноземи звичайні, чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні, чорноземи південні, чорноземи залишково-солонцюваті, чорноземи солонцюваті, які сформувалися на лесових породах і лесах, є чорноземи на щільних глинах, чорноземи переважно щебенюваті, темно-каштанові ґрунти, лучні, лучно-болотні, болотні ґрунти, солонці і солончаки, дернові, мочарні і мочалисті ґрунти (рис. 2.1) [4, 6, 100].

Серед ґрунтів Одещини переважають чорноземи. На півночі області окремими масивами залягають сірі лісові ґрунти, а вздовж узбережжя Чорного моря на вузькій смузі сухого Степу – темно-каштанові. Тип сірих опідзолених ґрунтів представлений власне сірими опідзоленими та темно-сірими опідзоленими [6]. Чорноземи ж відрізняються різноманітністю. В Лісостепу розповсюджені підтипи чорноземів опідзолених, реградовані, типових, у північному Степу панують чорноземи звичайні, у південному – чорноземи південні.

Одним з найважливіших завдань агрохімічної служби є охорона ґрунтового покриву від деградації шляхом постійно діючого моніторингу. На жаль за останні десятиріччя стан земель різко погіршився і за твердженням [54, 70] набув характеру кризового. Він виявляється у вигляді зростання ерозії ґрунтів, зниження вмісту гумусу, рухомих форм макро- і деяких мікроелементів, погіршення фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту,

зокрема погіршення структури і підвищення щільності будови, зростання частки натрію в ґрунтово-вбирному комплексі [63, 73].

2.2. Динаміка вмісту гумусу у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

Від вмісту і запасів гумусу залежать буферні властивості, здатність ґрунту протистояти забруднювачам (завдяки сорбції й утворенню комплексних сполук знижується надходження їх у рослини), зміни реакції ґрунту [4, 32].

Щорічні втрати гумусу у всіх ґрунтово-кліматичних зонах Одеської області набули великих значень (табл. 2.1). Так, в 1957-1961 роках середній вміст гумусу в орному шарі ґрунтів області становив 3,84%, а в 2001-2006 роках – 3,21%, тобто зменшився на 0,63%. При цьому найбільш інтенсивні втрати гумусу в ґрунтах розпочалися з 1991 року, коли в результаті економічної кризи різко зменшилося внесення органічних, мінеральних добрив і меліорантів. Зменшення вмісту гумусу в ґрунтах за період з 1991 по 2006 рік склало 0,36%, або в середньому 0,04% за рік. Внесення органічних добрив за період з 1986-1990 рр. по 2000-2006 роки зменшилося в 17,7 разу, що й спричинило різке падіння вмісту гумусу [22].

Найбільш швидкі втрати гумусу відбулися у зоні Лісостепу в Котовському, Фрунзівському, Ананьївському і Красноокнянському районах, в зоні Центрального Степу – в Миколаївському і Ширяївському, в зоні Південного Степу – в Білгород-Дністровському, Арцизькому і Ізмаїльському районах [22].

Виконані дослідження Онищук В.П., Голубченко В.Ф. та ін. за 1999-2006 роки (рис. 2.2; див. рис. 2.3), свідчать, що темпи втрат гумусу дещо зменшилися. Середні втрати гумусу щорічно становлять 0,01%. Це пояснюється зниженням запасів в ґрунті найбільш мобільної його частини, так званого детриту. Найбільш великі втрати гумусу за цей період в зоні

Таблиця 2.1

**Динаміка вмісту гумусу, рухомих фосфатів та обмінного калію в ґрунтах Одеської області по районах, %
(1982-2006рр) [4]**

Райони	Тури і роки обстежень														
	IV 1982-1986рр.			V 1987-1990рр.			VI 1991-1994рр.			VII 1995-1999рр.			VIII 2000-2006рр.		
	гумус	фосфор	калій	гумус	Р	К	гумус	Р	К	гумус	Р	К	гумус	Р	К
Зона Лісостепу															
Ананьївський	4,44	65	154	4,50	81	140	4,28	76	151	3,60	75	142	3,59	74	141
Балтський	4,21	72	160	4,42	96	151	3,67	88	147	3,63	88	144	3,62	95	145
Кодимський	4,17	68	149	3,92	94	138	3,51	93	147	3,45	90	143	3,44	90	140
Котовський	4,95	82	143	4,75	99	160	3,71	91	148	3,64	91	146	3,64	78	115
Красноокнянський	4,87	79	139	4,92	102	128	4,39	97	127	3,97	91	95	3,97	91	95
Любашівський	4,80	82	150	4,40	106	153	4,08	95	139	4,03	93	137	4,03	93	136
Савранський	4,00	78	148	3,91	86	134	3,50	88	134	3,47	82	127	3,38	83	128
Фрунзівський	4,30	62	147	4,13	95	139	3,15	90	136	3,12	74	131	3,11	74	115
В середньому:	4,47	74	149	4,37	95	143	3,79	90	141	3,61	86	133	3,60	85	127
Підзона Центрального Степу															
Біляївський	3,64	109	147	3,64	106	139	3,52	116	152	3,02	131	141	3,01	131	111
Березівський	4,18	87	157	4,38	91	144	4,39	91	144	3,59	88	138	3,57	87	138
Великомихайлівський	3,80	72	155	3,87	85	136	3,87	85	136	3,77	78	130	3,55	68	131
Іванівський	3,85	70	160	4,08	91	143	4,08	91	143	3,27	79	120	3,26	79	120
Комінтернівський	3,46	92	154	3,22	112	154	3,22	112	154	2,83	107	153	2,82	101	103

Продовження таблиці 2.1

Миколаївський	4,87	81	147	4,57	89	147	4,08	82	144	4,04	82	152	4,00	94	137
Овідіопольський	3,14	117	146	3,10	127	157	2,94	126	146	2,84	110	146	2,82	109	147
Роздільнянський	4,04	83	148	4,02	85	148	4,02	85	148	3,39	84	147	3,37	71	84
Ширяєвський	4,36	70	152	4,30	89	140	4,45	89	140	3,52	89	136	3,48	74	150
В середньому:	3,93	87	153	3,91	97	145	3,84	97	145	3,36	94	140	3,32	90	125
Підзона Південного Степу															
Арцизький	3,20	96	146	3,17	110	149	3,05	101	141	2,80	101	141	2,80	101	141
Білгород-Дністровський	3,24	107	142	3,00	116	146	3,00	110	143	2,75	110	145	2,75	110	143
Болградський	2,84	84	140	2,84	83	109	2,84	89	110	2,64	94	98	2,56	63	70
Ізмаїльський	3,08	68	60	3,08	88	64	3,06	106	69	2,96	116	70	2,70	72	68
Кілійський	3,06	119	147	2,87	121	152	2,85	127	141	2,73	123	141	2,73	124	88
Ренійський	2,57	63	62	2,81	127	57	2,81	124	57	2,43	108	54	2,42	108	54
Саратський	3,00	98	167	3,37	94	152	3,19	94	152	3,12	93	128	3,12	93	126
Тарутинський	3,24	85	153	3,53	92	136	3,53	91	134	3,24	88	126	3,24	73	92
Татарбунарський	3,07	110	183	3,05	116	156	3,02	121	140	2,83	126	142	2,83	97	95
В середньому:	3,03	92	133	3,08	105	125	3,04	107	121	2,83	107	116	2,79	93	97
В середньому по області:	3,77	85	145	3,75	99	137	3,57	98	136	3,29	96	130	3,24	90	116

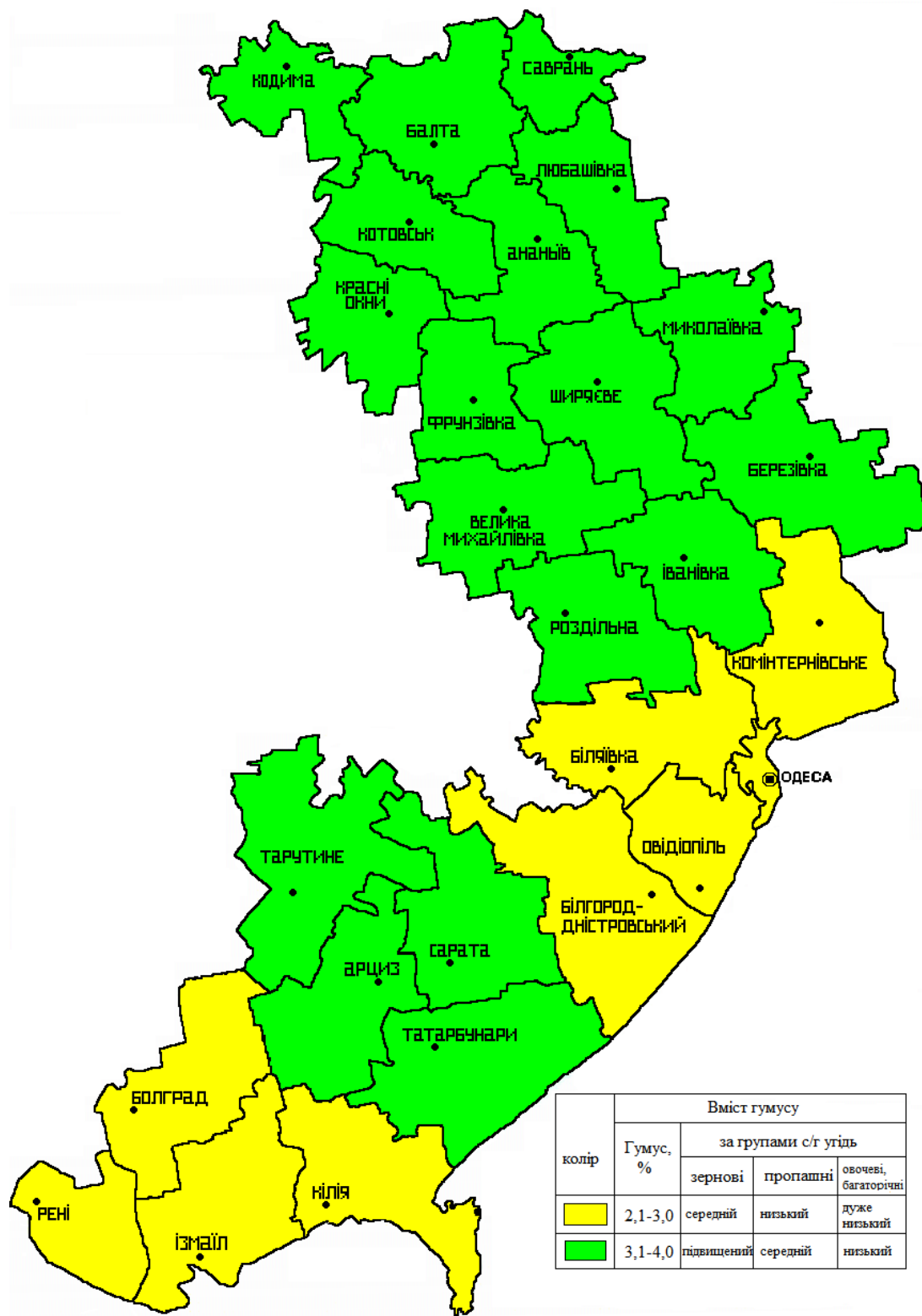


Рис. 2.2 Середньозважені показники вмісту гумусу в ґрунтах Одеської області, % [4]

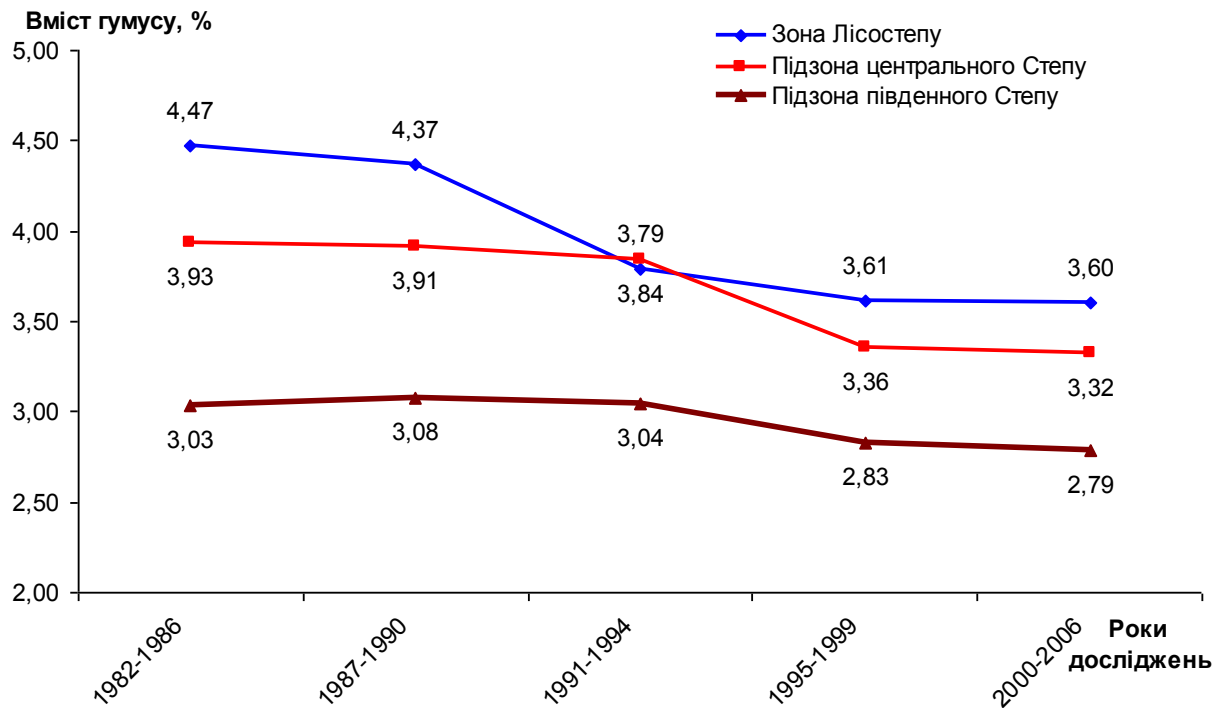


Рис. 2.3 Зональна динаміка вмісту гумусу в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я [4]

Центрального Степу (див. табл. 2.1) відбулися в ґрунтах Великомихайлівського району – 0,22% за 7 років, в зоні Південного Степу – в ґрунтах Ізмайльського району – 0,26%, Арцизького району – 0,25% за 7 років, в зоні Лісостепу – у ґрунтах Красноокнянського району – 0,42% за 7 років. В інших районах області втрати гумусу за 7 років становлять 0,01-0,1% [4, 99].

Причинами дегуміфікації ґрунтів є високий ступінь розораності території, в тому числі земель на схилах, що приводить до втрат родючого шару ґрунту і гумусу; висока насиченість сівозмін чистими парами і просапними культурами, під якими йде активна мінералізація органічної речовини ґрунту; майже повне припинення внесення органічних добрив, широке розповсюдження спалювання стерні, соломи і післяжнивних решток, які є єдиним надійним і найдешевшим джерелом надходження органічної речовини в ґрунт [63].

2.3. Вміст рухомого фосфору у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

Рухомий фосфор являється одним із головних показників ґрунтової родючості.

Чорноземи звичайні важкосуглинисті та глинисті Одеської області добре забезпечені рухомим фосфором [1, 18]. Вміст рухомого фосфору в ґрунтах Одеської області з 60-х по 80-ті роки 20 століття зростав, а в останнє десятиріччя почав падати [38, 64].

За даними агрохімічних обстежень зниження вмісту в ґрунтах рухомого фосфору в восьмому турі проти сьомого (див. табл. 2.1, рис. А.2.4, А.2.6) становить у середньому по області 8 мг/кг. Особливе значення зниження вмісту рухомого фосфору: в зоні Центрального Степу в ґрунтах Ширяєвського району на 15 мг/кг, Роздільнянського – 13 мг/кг, Великомихайлівського – 10 мг/кг, Комінтернівського на 6 мг/кг; в зоні Південного Степу в ґрунтах Тарутинського району – 15 мг/кг, Болградського – 29 мг/кг; в зоні Лісостепу в ґрунтах Котовського району на 13 мг/кг [94].

2.4. Вміст обмінного калію у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

Роль калію в створенні екологічних умов для вирощування сільськогосподарських культур полягає в тому, що він бере участь у вуглеводному і водному обміні, позитивно впливає на фотосинтез, накопичення цукрів і підвищує стійкість рослин до несприятливих погодних умов. Найбільшою за площею серед природних зон України являється Степова, до якої відноситься Одеська область. Всі чорноземи області – звичайні мало- і середньогумусні потужні, середньо- і малопотужні, чорноземи південні, чорноземи солонцюваті на щільних глинах важко

суглинистого і глинистого гранулометричного складу (див. рис.2.1) мають високий і дуже високий вміст обмінного калію [6, 42].

Вміст обмінного калію падає весь час. За даними агрохімічних обстежень зниження вмісту в ґрунтах обмінного калію в восьмому турі проти сьомого (див. табл. 2.1, рис. А.2.5, рис. А.2.7) становить у середньому по області 16 мг/кг. Найбільше зниження обмінного калію спостерігається: в зоні Центрального Степу в ґрунтах Роздільнянського району на 63, Комінтернівського – 50, Біляївського – 30; в зоні Південного Степу в ґрунтах Кілійського – 53, Татарбунарського – 47, Тарутинського – 34, Болградського – 28; в зоні Лісостепу – в ґрунтах Красноокнянського – 32, Котовського районів – 31мг/кг [4, 38]. Таке зниження вмісту обмінного калію сталося в результаті падіння доз мінеральних і органічних добрив, які вносяться під сільськогосподарські культури [48].

2.5. Вміст азоту у ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

Азот – один з основних елементів, необхідних для життєдіяльності рослин. В ґрунтах Одеської області спостерігається підвищення середнього показника вмісту азоту у ґрунті з 15,5 мг/кг до 18,5 мг/кг ґрунту, в результаті переваги у внесенні азотних добрив (табл. А.2.2) [14].

На цей час у 18 районах області спостерігається підвищений середньозважений показник вмісту азоту (див. табл. А.2.2, рис. А.2.8), і в той же час в таких районах як Савранський, Кодимський, Ренійський, Тарутинський та Фрунзівський при середньому вмісті відбулося зниження середньозваженого показника вмісту азоту. По області площі з низьким та середнім вмістом зменшилися на 18,8%, а по деяких господарствах вміст азоту зріс до дуже високого і у 2-3 рази перевищує оптимальний (з 30 мг/кг ґрунту до 100 і більше мг/кг ґрунту).

2.6. Оцінка родючості ґрунтів стосовно вирощування зернових культур для умов Північно-Західного Причорномор'я

Наукові основи сучасної концепції сільськогосподарського районування базуються на системному підході до оцінки природних ресурсів і їх раціональному використанні агроценозами. Незважаючи на очевидне практичне значення агроекологічного районування територій, чимало питань залишаються до цих пір не вирішеними.

При виробництві сільськогосподарської продукції важливим є контроль за екологічним станом ґрунтів та дотриманням науково-обґрунтованих рекомендацій, спрямованих на збереження родючості земель й одержання запланованих урожаїв високої якості [1, 2].

Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з проблемою оцінки родючості ґрунтів території та раціональним розміщенням посівів. Тільки максимальний збіг біологічних вимог сільськогосподарських культур і агроекологічних умов може призвести до отримання високих і сталих урожаїв [53, 120].

У пошуках шляхів оцінки агроекологічних ресурсів конкретних культур багато дослідників прийшли до висновку, що кращим інтегральним показником ступеня сприятливості ґрунтово-кліматичних умов території стосовно до цих культур є їх продуктивність.

У 70-х роках минулого століття виник новий напрям в оцінці агроекологічних ресурсів стосовно окремих сільськогосподарських культур, оснований на концепції максимальної продуктивності посівів, сформульованої Х.Г. Тоомінгом [79, 80]. Суть цієї концепції полягає в тому, що в період вегетативного росту посів прагне максимізувати свою продуктивність і отримання максимальних урожаїв перешкоджає, головним чином, невідповідність динаміки факторів зовнішнього середовища (сонячна радіація, водний режим, температура і т.д.) динаміці оптимальних значень

факторів середовища, що регулюють інтенсивність процесів фотосинтезу, дихання, росту, розвитку рослин протягом вегетаційного періоду.

Нами, в якості теоретичної основи дослідження була використана модель оцінки агроекологічних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [67, 70], заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга [79, 80]. Дана модель адаптована до умов Одеської області.

Ґрунтовий компонент середовища проживання рослин зазвичай прийнято оцінювати технологічними, фізичними, хімічними, біологічними та іншими характеристиками і режимами.

З технологічних характеристик до найбільш важливих можна віднести гранулометричний склад ґрунтів і схил сільськогосподарської території. З фізичних – морфологічні, водно-фізичні показники кореневого шару – потужність, структурний склад, щільність складання, водопроникність, запаси продуктивної вологи. З хімічних – показники, що характеризують наявність в шарі доступних макро- і мікроелементів, гумусу, реакцію ґрунтового розчину, а також техногенних елементів-забруднювачів [53].

Агрокліматичний компонент середовища існування рослин характеризується сумою атмосферних опадів, гідротермічними коефіцієнтами, сумою активних температур, а також параметрами перерахованих показників в так звані критичні періоди розвитку сільськогосподарських культур. Виходячи з вищевикладеного для реалізації описаної концепції агроекологічної оцінки земель нами були використані наступні показники:

- потужність гумусованного шару;
- гранулометричний склад ґрунтів;
- щільність складання ґрунтів;
- вмісту гумусу;
- вміст поживних речовин;
- теплозабезпеченість;

- вологозабезпеченість;
- гідротермічний коефіцієнт [19, 53].

Агроекологічна оцінка земель – першочерговий етап виконання комплексу робіт з визначення придатності сільськогосподарських земель для вирощування біологічно повноцінної екологічно чистої продукції і сировини, яка базується на проведенні аналізу якісної оцінки ґрунтової родючості, еколого-агрохімічної характеристики та метеорологічних факторів [19, 47].

На основі проведених розрахунків нами була виконана оцінка агроекологічних умов вирощування сільськогосподарських культур (на прикладі озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи. При нормуванні агрокліматичних факторів ми керувалися принципом виділення трьох рівнів відповідності екологічних умов вимогам [53] основних сільськогосподарських культур: 1 – оптимальні умови; 2 – допустимі (задовільні); 3 – недопустимі (погані) (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Нормування параметрів агроекологічних умов вирощування
сільськогосподарських культур [53]**

Параметри	Умови*	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Кукурудза
Потужність гумусового шару, см	о	>65	>65	>65
	д	35-65	30-65	35-65
	н	<35	<30	<35
Гранулометричний склад**	о	2,3,4	2,3,4	1,2,3
	д	1	1	4
	н	5,6	5,6	5,6
Щільність складання, г/см ³	о	1,10-1,35	1,05-1,35	1,05-1,30
	д	1,00-1,09; 1,36-1,45	1,00-1,09 1,46-1,55	0,95-1,04 1,31-1,40
	н	<1,0; >1,45	<1,0; >1,55	<0,95; >1,40
Реакція ґрунтового розчину, рН	о	6,1-7,5	6,1-7,2	6,1-7,5
	д	5,6-6,0 7,6-8,0	5,6-6,0 7,3-8,0	5,6-6,0 7,6-8,0
	н	<5,6; >8,0	<5,6; >8,0	<5,6; >8,0
Вміст гумусу, %	о	>3,5	>3,5	>3,5
	д	2,0-3,5	2,0-3,5	2,0-3,5
	н	<2,0	<2,0	<2,0

Продовження таблиці 2.3

Вміст рухомого фосфору***, мг/кг	о д н	4,5 3 1,2	4,5 3 1,2	5 4 1,2,3
Вміст обмінного калію***, мг/кг	о д н	4,5 3 1,2	4,5 3 1,2	4,5 3 1,2
Вміст азоту***, мг/кг	о д н	1 2,3,4 5,6	1 2,3,4 5,6	1 2,3 4,5,6
Вміст валових форм важких металів**** (мг/кг)	о д н	1 2,3,4 5,6	1 2,3,4 5,6	1 2,3 4,5,6
Сума активних температур вище 10°C, град	о д н	1601-2000 1200-1600 <1200	1201-1600 800-1200 <800	2601-3200 2200-2600 <2200
Температура повітря при появі сходів, град	о д н	6-12 4-5 <4	6-12 4-5 <4	15-18 10-14 <10
Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о д н	16-20 10-15; 21-25 <10; >25	16-20 10-15; 21-25 <10; >25	20-24 15-19; 25-26 <15; >26
Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	о д н	>30 10-30 <10	>30 10-30 <10	>40 20-40 <20
Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	о д н	>120 60-120 <60	>120 40-120 <40	>120 80-120 <80
Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря >10°C	о д н	0,9-1,2 0,7-0,89; 1,21-1,6 <0,7; >0,6	0,8-1,1 0,65-0,79; 1,11-1,6 <0,65; >1,6	0,9-1,3 0,7-0,8; 1,31-1,5 <0,7; >1,5

Примітки:

* о – оптимальні; д – допустимі; н – недопустимі;

** 1 – глина легка; 2 – суглинок важкий; 3 – середній; 4 – легкий; 5 – супісь; 6 – пісок зв'язний;

*** 1 – дуже низький; 2 – низький; 3 – середній; 4 – високий; 5 – дуже високий;

**** 1: 1-2 кларка (<0,5 ГДК); 2: 2-3 кларка (0,5-1,0 ГДК); 3: 3-4 кларка (1,0-1,5 ГДК); 4: 4-5 кларка (1,5-2,0 ГДК); 5: 5-6 кларка (2,0-2,5 ГДК); 6: >6 кларка (>2,5 ГДК).

Перший рівень означає такі умови, при яких виявляється можливим максимальна реалізація адаптаційного потенціалу культури; другий рівень – зниження урожаю на 20-30%; третій рівень – зниження урожаю в межах 30-

50%. При нормуванні кожного з показників враховували загальні вимоги культур, уникаючи деталізації та обліку комплексності дії факторів.

Потужність гумусованого шару ґрунтів є визначальною умовою розвитку кореневих систем, географії сучасного землеробства і продуктивності рослин [24].

Незважаючи на те, що в даний час відзначається тенденція до виведення короткочорених сортів рослин, все ж потужність гумусованої частини ґрунтів залишається одним з факторів продуктивності рослин.

Географія потужності гумусованого чоренового шару тісно пов'язана з минулими і сучасними кліматичними умовами, особливостями рослинного покриву ґрунтоутворюючих порід, рельєфу місцевості і в цілому з типом ґрунтоутворюючого процесу [53, 55].

Гранулометричний склад – фундаментальна характеристика ґрунту, яка визначає фізико-хімічні, водно-фізичні і фізико-механічні властивості. З ним пов'язані поглинальна здатність ґрунтів, їх гумусність, насиченість поживними речовинами для рослин, можливість і швидкість окультуреності ґрунтів, ефективність використання добрив, тому із ряду природних властивостей гранулометричному складу належить одне з важливих ролей у формуванні урожаю [19, 92].

Як показник гранулометричного складу прийнято співвідношення між змістом фракції фізичного піску ($>0,01$ мм) і фізичної глини ($<0,01$ мм). Ґрунти розподілені на 6 класів, в яких це співвідношення відповідно рівне: 1 – 0,48 (глина легка); 2 – 0,90 (суглинок важкий); 3 – 1,66-1,85 (суглинок середній); 4 – 3,0 (суглинок легкий); 5 – 5,66 (супісь); 6 – 12,33 (пісок зв'язний) [2, 58]. Щільність складання або об'ємна маса ґрунту являється однією з найважливіших фізичних параметрів, який інтегрує ряд водно-фізичних характеристик та структурно-текстурних особливостей. Щільність складання – величина досить не стала, залежить як від природних властивостей ґрунту, так і від культурного стану (цілина, орні землі). З

природних властивостей на величину об'ємної маси в першу чергу впливають гранулометричний та мінералогічний склад [53, 56].

Узагальненням результатів досліджень нормативних параметрів щільності складання ґрунтів по відношенню до вимог культур (В.В. Медведєв та ін.) [56, 58] встановлено, що чутливість рослин до підвищеної щільності (викликаной антропогенним впливом) визначається як вимогами культури, так і супутніми ґрунтовими параметрами.

При визначенні оптимальної щільності для обробітку культур гранулометричний склад також відіграє значну роль. Практично для всіх культур збільшення гранскладу обумовлює зниження оптимальних параметрів щільності ґрунту.

Важливе значення в житті рослин має склад, концентрація і реакція ґрунтового розчину. Він містить розчини різних сполук і перебуває у постійній взаємодії з твердою і газоподібною фазами ґрунту та корінням рослин. Утворення ґрунтів з тією чи іншою реакцією ґрунтового розчину обумовлюється багатьма факторами. Серед основних факторів: характер материнської породи, кліматичні умови, рослинність, біохімічні процеси в ґрунті, склад поглинутих катіонів та аніонів, вміст легкорозчинних солей, а також, господарська діяльність людини [19, 56].

Показник рН залежить від багатьох умов і головним чином від клімату, рослинності, літологічного складу ґрунтоутворюючих порід, напрямки ґрунтоутворюючого процесу і більшою мірою, ніж інші показники властивостей ґрунтів знаходяться в сфері впливу господарської діяльності людини [43, 131].

Вміст гумусу у ґрунті, являється найважливішим показником його родючості. Гумус – складний динамічний комплекс органічних сполук, що утворюється внаслідок розкладення і гуміфікації решток рослинного і тваринного походження [21, 27].

Забезпеченість ґрунту основними елементами живлення є беззаперечною і необхідною умовою при вирощуванні будь-яких

сільськогосподарських культур та однією із складових механізму природної родючості ґрунту.

Загальний вміст рухомих сполук фосфору в ґрунтах коливається в межах 0,04–0,22 % і в значній мірі залежить від механічного складу ґрунту та вмісту в ньому гумусу [38].

Калій входить до переліку шести основних елементів, які складають 96 % усіх хімічних речовин ґрунту. Загальний вміст елементу в ґрунті тісно пов'язані з мінералогічним складом ґрунтоутворюючих порід, їх гранулометричним складом, а також мають залежність від характеру землекористування [48].

На якість ґрунтів та формування сільськогосподарських урожаїв впливають метеорологічні умови, до яких відносять тепло- та вологозабезпеченість.

Суттєвою характеристикою теплового режиму території відносно вирощування сільськогосподарських культур являється тривалість теплового періоду року в цілому та у вегетаційному періоді. Тому теплозабезпеченість даного місця проростання визначає біологічні ресурси – можливе накопичення органічної речовини та господарсько-корисної її частини, а також продуктивність екологічних типів сільськогосподарських культур [41].

Вологозабезпеченість являється другим важливим кліматичним фактором у житті рослин. Найбільш інтенсивне накопичення біомаси відбувається в умовах достатньої водозабезпеченості, але урожайність падає практично до нуля в умовах різкої недостатності вологи, або при її надлишку. Для появи дружніх сходів дуже важлива ступінь зволоження верхнього шару ґрунту під час посіву [53, 68].

Сприятливе поєднання тепла і вологи в період росту і розвитку рослин дозволяє отримати максимальний урожай за відсутності стихійних явищ. Вивчення зв'язків показників сільськогосподарського виробництва з різними метеорологічними явищами дає можливість моделювати процеси росту і розвитку сільськогосподарських культур, прогнозувати врожаї на ймовірнісні

основі, виділяти оптимальні зони обробітку основних сільськогосподарських культур [71].

До теперішнього часу розроблено багато комплексних метеорологічних показників, що характеризують ступінь зволоженості території, які засновані на відношенні ресурсів вологи до можливої її витрати. Для комплексної оцінки умов зволоженості на певній території в агрометеорології використовується гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК). ГТК – це відношення суми опадів за період з середньодобовою температурою $> 10^{\circ}\text{C}$ помноженої на 10, до суми температур за той же період. Цей коефіцієнт є показником умов зволоження і враховує як надходження вологи у вигляді опадів, так і сумарну її витрату на випаровування [53, 92].

Розглядаючи вище представлені показники, є надзвичайно важливими для формування стійкості урожаїв, але на якість продукції безпосередньо впливають і екологічні умови, зокрема вміст рухомих форм важких металів.

Важкі метали потрапляють у ґрунт і воду з джерел атмосферного забруднення: внаслідок впливу діяльності промислових підприємств, електростанцій, транспорту; з мінеральними та органічними добривами, з пестицидами та з іншими джерелами [9, 20].

Озима пшениця. Ґрунти Північно-Західного Причорномор'я – важливий компонент ландшафтів, який в значній мірі визначає спеціалізацію економіки Одеської області.

На території Одеської області переважають чорноземи типові, звичайні та південні на лесових породах, для яких (табл. 2.4) [6], потужність гумусового шару складає 75-90 см, чорноземи солонцюваті – з потужністю гумусового шару 50-72 см, характерні для Ізмаїльського та Кілійського районів. Це показник ефективного кореневого шару ґрунтів, при нормуванні якого ми враховували наступне: біологічні особливості будови кореневої системи культури, потужність рухлякової товщі, що забезпечує найвищий урожай культур.

Таблиця 2.4

Агроекологічні умови вирощування озимої пшениці в Північно-Західному Причорномор'ї

№ п/п		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмальський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Потужність гумусового шару, см	85-90	80-85	80-90	70-85	75-85	85-90	75-85	80-90	85-90	50-72	50-72	80-90	75-85
2	Гранулометричний склад*	2-3	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	2-3	2-3
3	Щільність складання, г/см ³	1,1- 1,2	1,2- 1,4	1,1- 1,2	1,1- 1,3	1,2- 1,4	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1- 1,4	1,1- 1,4	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1- 1,2	1,1- 1,3
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	7,2	7,6	7,2	7,0	7,0	6,8	7,2	7,7	6,9	7,2	7,7	7,2	6,6
5	Вміст гумусу, %	3,59	3,20	3,62	3,57	3,30	3,01	2,56	3,55	3,26	2,70	2,73	3,44	2,82
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	74	101	88	87	110	131	65	68	79	72	124	90	101
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	141	141	144	138	145	111	70	131	120	68	88	140	103
8	Вміст азоту, мг/кг	24,4	15,3	12,9	20,8	13,7	21,1	23,1	10,7	13,0	17,0	15,7	18,6	33,8
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг): - свинець (ГДК=30,0)	8,9	9,5	9,7	8,8	9,7	8,6	9,4	10,7	12,1	10,5	13,3	12,7	10,1
	- кадмій (ГДК=3,0)	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,67	0,50	0,12	0,46	0,20	0,11
	- манган (ГДК=50,0)	26,4	45,2	35,7	31,8	37,3	31,6	46,6	52,6	46,6	47,2	86,8	41,9	57,9
	- цинк (ГДК=1,50)	0,29	0,69	0,48	0,48	0,36	0,47	0,43	0,76	0,94	0,78	1,13	0,61	0,52
	- мідь (ГДК=3,0)	4,7	8,3	5,9	5,0	7,4	8,1	9,1	-	-	9,8	-	6,4	6,0
	- кобальт (ГДК=5,0)	6,1	6,6	6,7	5,8	6,1	6,2	4,7	-	-	5,9	-	8,1	6,2
	- ртуть (ГДК=2,1)	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,12	0,09	0,04	0,13	0,05	0,04
10	Сума активних температур вище 5 °С, град	3353	3746	3353	3374	3746	3758	3842	3639	3374	3896	3896	3353	3374
11	Температура повітря при появі сходів, град	13,6	13,1	13,6	12,7	13,1	13,9	13,6	12,6	12,7	13,9	13,9	13,6	12,7
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	17,9	17,3	17,9	17,1	17,3	16,9	17,5	18,5	17,1	17,5	17,5	17,9	17,1
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	21	22	21	23	22	13	19	29	23	17	17	21	23
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	70	64	70	91	64	68	60	78	91	76	76	70	91
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря > 10 °С	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0

Примітки: * 1 – легка глина; 2 – суглинок важкий; 3 – середній; 4 – легкий; 5 – супісок; 6 – пісок зв'язний

Продовження таблиці 2.4

№ п/п		Котовський	Красноокнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Потужність гумусового шару, см	70-80	75-90	90-95	80-90	75-85	70-90	70-85	85-90	80-90	75-80	80-85	75-90	75-90
2	Гранулометричний склад*	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
3	Щільність складання, см ³	1,1-1,2	1,1-1,2	1,1-1,2	1,1-1,2	1,0-1,3	1,0-1,3	1,1-1,5	1,1-1,2	1,2-1,4	1,2-1,4	1,0-1,3	1,1-1,2	1,1-1,2
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	7,2	7,4	7,4	7,5	6,8	7,6	6,7	7,1	6,9	7,0	7,3	7,3	7,4
5	Вміст гумусу, %	3,64	4,40	4,03	4,00	2,82	2,42	3,37	3,38	3,12	3,24	2,83	3,11	3,48
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	78	91	93	82	109	108	71	83	93	73	97	74	74
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	115	95	136	152	147	54	84	128	126	92	95	124	150
8	Вміст азоту, мг/кг	22,1	16,3	21,3	15,6	17,2	10,1	23,3	13,5	15,6	13,0	25,1	12,4	22,3
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	9,9	8,8	11,8	9,7	12,2	12,1	9,3	11,7	11,2	11,1	10,0	10,7	9,0
	- кадмій (ГДК=3,0)	0,11	0,10	0,33	0,11	0,60	0,57	0,11	0,60	0,38	0,67	0,11	0,32	0,11
	- манган (ГДК=50,0)	32,4	42,7	65,1	31,4	71,7	75,8	47,7	60,2	66,6	49,0	56,8	39,6	42,1
	- цинк (ГДК=1,50)	0,45	0,33	0,60	0,39	0,83	1,01	0,49	0,66	0,74	0,67	0,69	0,65	0,40
	- мідь (ГДК=3,0)	5,4	5,1	-	5,1	-	-	7,8	-	-	-	7,8	-	4,6
	- кобальт (ГДК=5,0)	6,3	6,3	-	6,6	-	-	6,1	-	-	-	6,8	-	5,6
	- ртуть (ГДК=2,1)	0,05	0,03	0,08	0,05	0,18	0,17	0,05	0,18	0,06	0,13	0,05	0,03	0,05
10	Сума активних температур вище 5 °С, град	3353	3474	3353	3353	3758	3896	3639	3353	3746	3746	3746	3474	3474
11	Температура повітря при появі сходів, град	13,6	14,1	13,6	13,6	13,9	13,9	12,6	13,6	13,1	13,1	13,1	14,1	14,1
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	17,9	16,6	17,9	17,9	16,9	17,5	18,5	17,9	17,3	17,3	17,3	16,6	16,6
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	21	24	21	21	13	17	29	21	22	22	22	24	24
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	70	79	70	70	68	76	78	70	64	64	64	79	79
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Примітки: * 1 – легка глина; 2 – суглинок важкий; 3 – середній; 4 – легкий; 5 – супісок; 6 - пісок зв'язний

Озиму пшеницю можна віднести до інтенсивних сільськогосподарських культур, тобто до групи культур, для яких характерні високі вимоги до потужності гумусового горизонту [12, 19].

Отже, аналізуючи дані, наведені в табл. 2.4 та порівнюючи їх з нормуванням параметрів агроекологічних умов проростання сільськогосподарських культур (див. табл. 2.3), в цілому можна констатувати, що за потужністю кореневого шару ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я є сприятливим для обробітку озимої пшениці (табл. 2.5).

За гранулометричним складом ґрунти Одеської області майже однорідні, це переважно важко-, середньо- та легкосуглинкові ґрунти [53, 85]. Проте така однорідність порушується вклиненням супісі в таких районах як Ізмаїльський, Кілійський, частково Білгород-Дністровський, Котовський та Савранський.

Отже, прирівнюючи дані з нормуванням параметрів (див. табл. 2.3), можна сказати, що ґрунти Північно-Західного Причорномор'я мають оптимальні умови для вирощування озимої пшениці (див. табл. 2.5).

На Одещині загальну площу складають ґрунти, з щільністю складання 1,1–1,2 та 1,2–1,4 г/м³.

Якщо оцінювати відповідність екологічним умовам урожайності, порівнюючи дані з параметрами табл. 2.3, можна сказати, що для ґрунтів Одеської області характерні також оптимальні умови для вирощування озимої пшениці (див. табл. 2.5), хоча в Саратському та Тарутинському районах такі умови допустимі.

Майже на всій території Одеської області реакція ґрунтового розчину знаходиться в діапазоні 6,8-7,2 (див. табл. 2.4), що характеризується оптимальними умовами вирощування культури (див. табл. 2.5). Лише в Арцизькому, Великомихайлівському, Кілійському та Ренійському районах цей показник складає 7,6-7,7, що відповідає допустимим умовам.

Вплив гумусу на урожай сильніше виявляється на бідних на органічну речовину ґрунтах, наприклад на дерново-підзолистих, дерново-піщаних. Результати наукових досліджень вказують на те, що кількісний вміст гумусу в

Таблиця 2.5

Оцінка агроекологічних умов вирощування озимої пшениці в Північно-Західному Причорномор'ї

№ п/п		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Потужність гумусового шару, см	о	о	о	о	о	о	о	о	о	д	д	о	о
2	Гранулометричний склад	о	о	о	о	д	о	о	о	о	н	н	о	о
3	Щільність складання, см ³	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	о	д	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	о
5	Вміст гумусу, %	о	д	о	о	д	д	д	о	д	д	д	д	д
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	д	о	о	о	о	о	д	д	о	д	о	о	о
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	о	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	о	о
8	Вміст азоту, мг/кг	о	о	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг): - свинець (ГДК=30,0)	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
	- кадмій (ГДК=3,0)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
	- манган (ГДК=50,0)	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
	- цинк (ГДК=1,50)	о	о	о	о	о	о	о	д	д	д	д	о	о
	- мідь (ГДК=3,0)	д	н	д	д	н	н	н	-	-	н	-	н	д
	- кобальт (ГДК=5,0)	д	д	д	д	д	д	д	-	-	д	-	д	д
	- ртуть (ГДК=2,1)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
10	Сума активних температур вище 5 °С, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
11	Температура повітря при появі сходів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о

Продовження таблиці 2.5

№ п/п		Котовський	Красноокнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Потужність гумусового шару, см	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
2	Гранулометричний склад	д	о	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о
3	Щільність складання, см ³	о	о	о	о	о	о	о	о	д	д	о	о	о
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о	о	о
5	Вміст гумусу, %	о	о	о	о	д	д	д	д	д	д	д	д	д
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	о	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	д	д
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	о	о	о	о	о	д	д	о	о	о	о	о	о
8	Вміст азоту, мг/кг	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о	о	о
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
	- кадмій (ГДК=3,0)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
	- манган (ГДК=50,0)	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
	- цинк (ГДК=1,50)	о	о	о	о	д	д	о	о	о	о	о	о	о
	- мідь (ГДК=3,0)	д	д	-	д	-	-	н	-	-	-	н	-	д
	- кобальт (ГДК=5,0)	д	д	-	д	-	-	д	-	-	-	д	-	д
	- ртуть (ГДК=2,1)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
10	Сума активних температур вище 5 °С, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
11	Температура повітря при появі сходів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о

значній мірі підпорядкований певній зональності і зумовлений особливостями генезису ґрунтів (тип ґрунтоутворення, гранулометричний склад, вид рослинності тощо) [12, 53, 94].

Така закономірність простежується і в ґрунтах Одеської області, та підтверджується результатами агрохімічного обстеження ґрунтів. Згідно проведених досліджень найменшою гумусованістю характеризуються ґрунти Болградського, Ізмаїльського, Кілійського, Комінтернівського, Овідіопольського, Ренійського, Татарбунарського районів (середньозважений вміст гумусу в межах від 2,42 до 2,83 %).

Найбільше забезпечені органічною речовиною ґрунти Красноокнянського, Любашівського, Миколаївського, Ананьївського, Балтського та Березівського районів з середньозваженим вмістом гумусу від 3,6 до 4,4 %.

Далі, за допомогою нормативних параметрів, відображених в табл. 2.3, оцінимо ступінь екологічного відповідності вимогам культур. Оптимальні умови вмісту гумусу спостерігаються в Ананьївському, Балтському, Березівському, Великомихайлівському, Котовському, Красноокнянському, Любашівському та Миколаївському районах. На іншій території Одещини відмічені допустимі умови вмісту гумусу в ґрунтах.

Зниження вмісту рухомого фосфору зафіксовані в ґрунтах Ширяєвського, Роздільнянського, Великомихайлівського, Комінтернівського, Тарутинського, Болградського та Котовського районів.

В цілому ж, середньозважені показники свідчать про загальне зниження рухомих фосфатів в ґрунтах області, що перед усім, є наслідком незбалансованого живлення озимої пшениці, порушення системи сівозмін, та значного зниженням об'ємів внесення органічних і мінеральних добрив.

Майже вся територія Одеської області характеризується оптимальними умовами вмісту фосфору (див. табл. 2.5). Лише в Ананьївському, Болградському, Ізмаїльському, Тарутинському, Роздільнянському,

Фрунзівському та Ширяєвському районах цей показник відповідає допустимим умовам [94].

За даними обстежень зниження вмісту в ґрунтах Одещини обмінного калію становить у середньому по області 16 мг/кг (див. табл. 2.3). Найбільше зниження значень спостерігається в ґрунтах Роздільнянського, Комінтернівського, Біляївського, Кілійського, Татарбунарського, Тарутинського, Болградського, Красноокнянського та Котовського районів.

Ґрунти Болградського, Ізмаїльського, Ренійського та Роздільнянського районів характеризуються допустимими умовами вирощування озимої пшениці. На всій іншій території області умови оптимальні.

Отже, як видно із табл. 2.5 майже вся територія області характеризується оптимальними умовами вмісту азоту для вирощування озимої пшениці. Винятком являються лише ґрунти Великомихайлівського та Ренійського районів, для яких характерні допустимі умови для вирощування культур.

Розглянемо більш детально динаміку температури повітря в критичні періоди озимої пшениці. У процесі свого розвитку рослини проходять два основні періоди, пов'язані з формуванням генеративних органів – коренів, стебла, листя та утворення генеративних органів – суцвіття, квітів, плодів, насіння. Ріст та розвиток генеративних органів відбувається в період, коли вегетативні органи практично уже сформовані. Високі температури повітря в цей період призводять до порушення формування пилкового насіння.

За В.Н. Степановим (1976), оптимальною температурою повітря для формування генеративних органів озимої пшениці являється 16–20 °С, а мінімальною 10–12 °С. Відповідно до цього на всій території Одеської області відмічається оптимальна температура для періоду розвитку озимої пшениці. Цей показник коливається від мінімального 16,6 °С (Красноокнянський, Фрунзівський та Ширяєвський райони) до максимального 18,5°С (Великомихайлівський та Роздільнянський райони).

Отже, в цілому для Одещини температурний режим сприятливий для вирощування озимої пшениці.

Дивлячись на дані табл. 2.4, на більшості території Одеської області багаторічні запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–20 см під озимою пшеницею коливаються у межах 17–24 мм і оцінюються як допустимі (див. табл. 2.5).

У період формування генеративних органів під озиму пшеницю для всієї території області також характерні допустимі умови.

Охарактеризуємо умови зволоження території Одещини за гідротермічним коефіцієнтом ГТК за період з температурами повітря вище 10 °С. Значення ГТК по області знаходиться у діапазоні від 1,0 до 1,2 – це недостатньо зволожені умови [53], проте такі умови оптимальні для вирощування озимої пшениці.

Вміст важких металів в ґрунтах Одеської області описаний в розділі 6. Доцільно лише відмітити, що оптимальні умови для розвитку зернових культур складаються при вмісті у ґрунтах важких металів на рівні 1–2 кларки ($<0,5$ ГДК); допустимі – 2-5 кларки ($0,5-2,0$ ГДК), недопустимі – >5 кларків ($>2,0$ ГДК) [53]. Отже, за результатами дослідження допустимі умови для вирощування озимої пшениці спостерігаються для мангану та кобальту, частково недопустимі для міді і взагалі недопустимі для свинцю. По вмісту всіх інших перерахованих ВМ умови оптимальні.

Ярий ячмінь. Відносно менш вибагливою культурою порівняно з озимою пшеницею являється ярий ячмінь. Аналізуючи дані, наведені в табл. А.2.6, та порівнюючи їх з нормуванням параметрів агроекологічних умов проростання сільськогосподарських культур (див. табл. 2.3), в цілому можна констатувати, що за потужністю гумусового шару, гранулометричному складу, щільності складання, реакцією ґрунтового розчину, вмісту гумусу, основних елементів живлення, вмісту важких металів ґрунти Одеської області характеризуються недопустимими умовами для вмісту свинцю; оптимальними, допустимими умовами для інших металів для вирощування ярого ячменю.

Розглянемо динаміку температури повітря ярого ячменю. У період формування генеративних органів температура повітря по області коливається від 17,5 °С до 19,1 °С, що повністю входить у межі оптимального діапазону.

Характеризуючи запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см під ячменем відмітимо, що рівень зволоження коливається в межах 25–32 мм. Такий період сходів можна охарактеризувати як оптимально-допустимий. В період вегетації запаси продуктивної вологи складають 68-99 мм, що характеризується допустимими умовами зволоження.

За гідротермічним коефіцієнтом ГТК умови вирощування ярого ячменю оптимальні (ГТК знаходиться в діапазоні 0,8-1,1), лише для Красноокнянського, Фрунзівського та Ширяєвського районів допустимі, оскільки для цих районів ГТК складає 1,2, що входить в межі недостатнього зволоження [53, 86] (табл. А.2.7).

Кукурудза являється однією з важливих зернових сільськогосподарських культур Одеського регіону. Характеризуючи дані табл. А.2.8, та порівнюючи їх з нормуванням параметрів агроєкологічних умов проростання сільськогосподарських культур (див. табл. 2.3), можна зробити висновок, що аналогічно озимій пшениці та ярому ячменю за потужністю гумусового шару, гранулометричному складу, щільністю складання, реакцією ґрунтового розчину, вмісту гумусу, основних елементів живлення та вмісту важких металів, окрім вмісту свинцю, ґрунти Одеської області характеризуються оптимальними та допустимими умовами для вирощування кукурудзи (табл. А.2.9).

Як видно із табл. А.2.8 температура повітря при появі сходів коливається від мінімальної 15,7 °С (Біляївський та Овідіопольський райони) до максимального 16,9 °С (Болградський район), та входить у межі оптимального діапазону. Температура повітря при формування генеративних органів коливається в діапазоні від 21,8 °С (Ананьївський, Балтський, Кодимський, Котовський, Любашівський, Миколаївський та Савранський

райони) до 23,2 °С (Болградський район) та входить в діапазон оптимальних умов вирощування кукурудзи.

Як видно з табл. А.2.8, найнижчі запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20см (31 мм) під кукурудзою бувають у Ізмаїльському, Ренійському та Кілійському районах. Такий рівень зволоження у період сходів можна охарактеризувати як недопустимий (табл. А.2.9). оптимальний. На решті території Одеської області вони коливаються в межах 20–31 мм, що свідчить про допустимі умови вирощування кукурудзи.

Характеризуючи показник ГТК за період з температурами повітря вище 10 °С і прирівнюючи його до нормування параметрів умов вирощування культур (див. табл. 2.3) можна відзначити, що у Арцизькому, Білгород-Дністровському, Біляївському, Ізмаїльському, Кілійському, Ренійському, Овідіопольському, Саратському, Тарутинському та Татарбунарському він складає 0,7-0,8 (засушливі умови) та входить в діапазон допустимих умов. На всій іншій території області ГТК варіює в діапазоні 0,9-1,1, що входить в діапазон оптимальних умов (див. табл. А.2.9).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Найбільш інтенсивні втрати гумусу в ґрунтах Одеської області відбулися в 1991 – 2000 роках, коли внесення органічних добрив зменшилося з 5,3 до 0,3 т/га. Середньорічні втрати гумусу становили 0,04%, а в 2000 році вони знизилися до 0,01%.

2. Вміст рухомого фосфору в ґрунтах області за період з 1982 по 1990 роки зріс майже вдвічі, чому сприяло підвищення внесення органічних добрив з 2,4 до 6,6 т/га і мінеральних з 24 до 116 кг/га. За період з 1990 по 2006 рр. внесення органічних добрив зменшилося в 17,7 рази, а мінеральних в 5,3-13,6 рази, що призвело до падіння вмісту рухомого фосфору на 12,2%.

3. Вміст обмінного калію в ґрунтах області зменшується весь час з 1982 по 2006 рр. В результаті кількість ґрунтів з високою забезпеченністю калієм

зменшилися з 90,3 до 56,8%. Це свідчить про потребу застосування калійних добрив і внесення змін у співвідношення між азотом, фосфором і калієм.

На даний час мінеральні добрива залишаються основним джерелом поліпшення агрохімічного стану ґрунтів області, але їх застосування потребує безперервного контролю за станом родючості ґрунтів і забезпеченістю рослин поживними речовинами шляхом використання ґрунтової і рослинної діагностики.

4. Виконана оцінка агроекологічних умов вирощування культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я. Під агроекологічною оцінкою в даному розділі мається на увазі виділення території, яка в тій чи іншій мірі відповідає вимогам даних сільськогосподарських культур.

Отримані результати відображають наступну картину ґрунтових показників сільськогосподарської території Одеської області. Найхарактернішими ґрунтами для Північно-Західного Причорномор'я являються ґрунти з потужністю гумусового шару від 50 в південній частині області до 95 см – у північній, з легким, середнім та важкосуглинистим гранулометричним складом, із щільністю складання близько 1,1-1,3 г/см³. Реакція ґрунтового розчину рН варіює в межах 6,7-7,7; вміст загального гумусу – 2,4-4,4 %, із середньою забезпеченістю рухомими формами фосфору і калію. Гідротермічний коефіцієнт знаходиться в інтервалі 1,0-1,2. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-20 см для озимої пшениці становлять 17-29 мм, для ярого ячменю – 25-32 мм, для кукурудзи – 18-31 мм. Середній вміст вологи в метровому шарі ґрунту в період формування генеративних органів знаходиться у межах 65-94 мм для розглянутих культур.

5. В результаті нормування критеріїв з виділенням трьох основних ступенів відповідності вимогам культур (оптимальна, допустима, недопустима), можна стверджувати, що ґрунти Одеської області характеризуються оптимальними умовами за агрофізичними, фізико-хімічними та метеорологічними показниками, які можуть забезпечити отримання високих урожаїв. Серед ризиків, які можуть призвести до

зниження урожайності та погіршення якості продукції і сировини є недостатнє зволоження області, та забруднення ґрунтів важкими металами, рівень якого перевищує рівень ГДК, а саме: свинцем, кадмієм, цинком та міддю.

В цілому, агроекологічні показники ґрунтів області (чорноземів південних, звичайних, темно-каштанових) відповідно до нормативів агроекологічних умов вирощування сільськогосподарських культур, відповідають оптимальним та допустимим умовам.

РОЗДІЛ 3

МОДИФІКОВАНА БАЗОВА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР А.М. ПОЛЬОВОГО

Програмування урожаїв є складним процесом, який повинен враховувати велику кількість факторів та умов життя рослин, та дозволить на науковій основі побудувати раціонально інтенсивні системи технології вирощування сільськогосподарських культур.

Теоретичною базою для розвитку програмування урожайності як самостійного наукового напрямку стали: поглиблення теорії фотосинтетичної продуктивності посівів [23, 58, 67, 79]; створення теорії, що дозволяє описати процеси енерго – та масообміну в екологічній системі [12, 19, 25, 43, 80, 85, 120]; прогресивне накопичення агрометеорологічної інформації, що дозволяє встановити кількісні зв'язки між рівнем урожайності сільськогосподарських культур і метеорологічними показниками [18, 51, 68, 73, 83, 101, 102, 115].

3.1. Концепція моделювання

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга [79, 80], результатах моделювання формування урожаю рослин А.М. Польового [67, 68, 70, 73]. Базова модель була нами модифікована і адаптована в розрізі адміністративних районів Одеської області стосовно озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи.

Базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів має блокову структуру і містить вісім блоків (рис. 3.1):

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму;

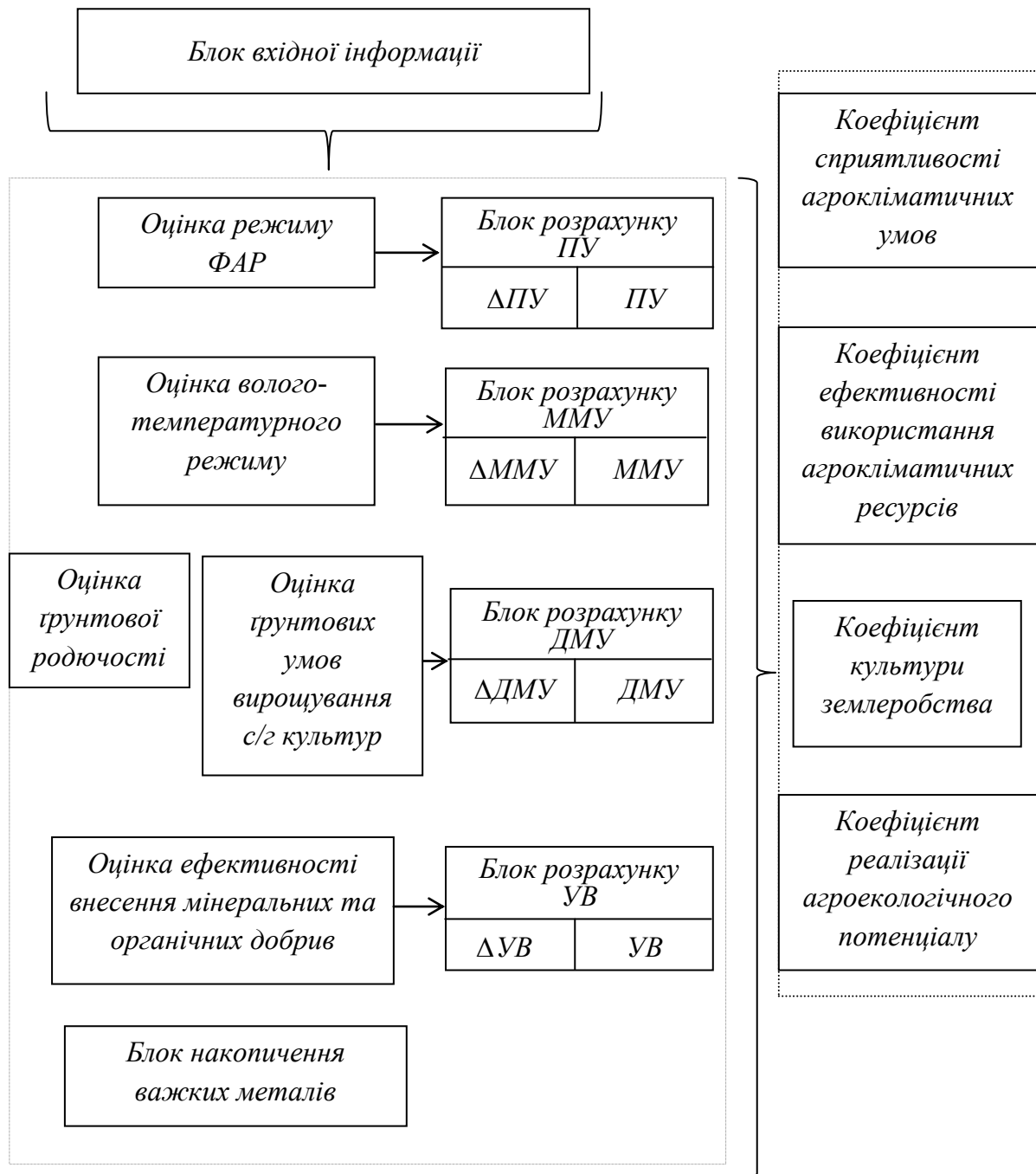


Рис. 3.1 Блок–схема агрокліматичної моделі формування урожаю зернових культур

- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок оцінки ґрунтових умов вирощування культур;
- блок агроекологічних категорій урожайності;

- блок накопичення важких металів;
- блок узагальнюючих оцінюючих характеристик.

Розглянемо більш докладно ці блоки.

3.2. Блок вхідної інформації

Цей блок складається із даних стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень і містить у собі всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони поділяються на три 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 їхній оптимальній дозі, рік внесення органічних добрив, бал ґрунтового бонітету.

3.3. Блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму

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

$$Q_o^j = 12,66 \cdot (SS^j)^{1,31} + 315 \cdot (A^j + B^j)^{2,1}, \quad (3.1)$$

де Q_o – сумарна сонячна радіація, що приходить на горизонтальну поверхню, кДж/(см²·декаду);

SS – середня за декаду кількість годин сонячного сяйва;

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. Алпатьєва:

$$E_O^j = 0,65 \cdot DWW^j \cdot dv^j \cdot 0,75, \quad (3.2)$$

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

dv – кількість днів у розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко

$$E^j = \frac{2W^j + O_S^j}{1 + \frac{2W_{HB}}{\beta E_O^j}}, \quad (3.3)$$

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 води у метровому шарі ґрунту, мм;

β - параметр, який залежить від фази розвитку рослин. Його середнє значення для озимих та ярих колосових культур складає 2,0.

За допомогою наступного співвідношення розраховується інфільтрація у нижні шари ґрунту

$$F_{ilt}^j = W^j + O_S^j - E^j - W_{HB}, \quad (3.4)$$

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

Для розрахунку запасів продуктивної вологи використовується рівняння водного балансу

$$W^{j+1} = W^j + O_S^j - E^j - F_{ilt}^j. \quad (3.5)$$

3.4. 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 [68, 70, 73]. Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу використовується формула

$$\alpha_{\Phi}^j = \exp \cdot \left[-a_{\Phi} \left(\frac{TS_2 - \Sigma t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (3.6)$$

де величина α_{Φ} знаходиться за виразом

$$\alpha_{\Phi} = \frac{-100 \cdot \ln \alpha_{\Phi}^o}{(\Sigma t_1)^2}, \quad (3.7)$$

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

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

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

TS_2 – сума ефективних температур, °С.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається як

$$\psi_{\Phi} = \begin{cases} 13,7 \cdot \sin(0,077 \cdot x_1^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) < T_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } T_{opt1}^j \leq (T^j - T_{\Phi}) \leq T_{opt2}^j, \\ 1,13 \cdot \cos(1,570 \cdot x_2^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) > T_{opt2}^j, \end{cases} \quad (3.8)$$

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

T – середньодакна температура повітря, °C;

T_{Φ} – середньодакна 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 (3.8) проміжні величини знаходяться за формулами:

$$x_1^j = (T_s^j - T_{\Phi}) / (T_{opt1}^j - T_{\Phi}), \quad (3.9)$$

$$x_2^j = (T_s^j - T_{opt2}^j) / (T_{max} - T_{opt2}^j), \quad (3.10)$$

де T_{max} – середньодакна 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

$$\gamma_{\phi} = \begin{cases} -1,163 \cdot (x_3^j)^2 + 2,187 \cdot x_3^j & \text{при } W^j < W_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j, \\ -0,654 + 3,824 \cdot x_4^j - 2,633 \cdot (x_4^j)^2 + 0,467 \cdot (x_4^j)^3, & \\ & \text{при } W^j > W_{opt2}^j, \end{cases} \quad (3.11)$$

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.

$$x_3^j = W^j / W_{opt1}^j, \quad (3.12)$$

$$x_4^j = W^j / W_{opt2}^j. \quad (3.13)$$

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

$$FW = \left(\gamma_{\phi}^j \cdot \frac{E^j}{E_0^j} \right)^{0,5}, \quad (3.14)$$

де FW – відносна вологозабезпеченість посівів, відн. од.

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

$$FTW_1 = (\psi_{\phi} FW)^{0,5}. \quad (3.15)$$

До цієї функції вводиться корекція на рівень температури в сполученні з

вологозабезпеченістю:

$$FTW_2 = \begin{cases} FTW_1[1 + (1 - \Psi_\Phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n < t_{opt1} \\ FTW_1 & \text{при } t_{opt1} \leq t_n \leq t_{opt2} \\ FTW_1[1 - (1 - \Psi_\Phi)(1 - FW)] & \text{при } t_n > t_{opt2} \end{cases}, \quad (3.16)$$

3.5. Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням

Охоплює врахування бала ґрунтової родючості B_{rod} , яка виражається у відсотках від максимально можливого урожаю ведучої сільськогосподарської культури в Україні (озима пшениця). В моделі при розрахунку використовувалась відносна величина B_{rod} .

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

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}}, \quad (3.17)$$

$$FW_N^j = \left\{ (F_N)^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_N)] \right\} \cdot k_{ef}^j, \quad (3.18)$$

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:

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1 & \text{при } \frac{W^j}{W_{opt}^j} \geq 0,85, \\ 0,8 & \text{при } 0,70 < \frac{W^j}{W_{opt}^j} < 0,85, \\ 0,6 & \text{при } \frac{W^j}{W_{opt}^j} \leq 0,70, \end{cases} \quad (3.19)$$

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

$$F_{Org} = \frac{O_{rg}}{O_{rg\,opt}}, \quad (3.20)$$

$$FW_{Org}^j = \left\{ (F_{Org})^{1,35} \cdot \exp[1,1 \cdot (1 - F_{Org})] \right\} \cdot k_{Org}^g \cdot k_{ef}^j, \quad (3.21)$$

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

$$FWM_{ef}^j = \min \{FW_{Org}^j, FW_N^j, FW_P^j, FW_K^j\}, \quad (3.22)$$

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

3.6. Блок оцінки ґрунтових умов вирощування культур

Блок оцінки ґрунтових умов вирощування культур охоплює оцінку за такими фізико-хімічними та агрохімічними показниками:

- потужність гумусового шару (S_1);
- гранулометричний склад (S_2);
- щільність складання (S_3);
- реакція ґрунтового розчину (S_4);
- вміст гумусу (S_5);
- вміст рухомого фосфору (S_6);
- вміст обмінного калію (S_7);
- вміст азоту (S_8);
- вміст валових форм важких металів (S_9).

Кожна кількісна характеристика оцінювалася стосовно кожної культури, а саме озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи, за трьома екологічними рівнями: оптимальний, допустимий та недопустимий.

Перший рівень означає такі умови, при яких виявляється максимальний урожай; другий рівень – зниження урожаю на 20-30%; третій рівень – зниження урожаю на 30-50%.

Відповідно до цього нами були визначені бали: для оптимального рівня – 1,0; для допустимого – 0,75; для недопустимого – 0,5.

Узагальнююча оцінка ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур проводиться за принципом Лібіха:

$$C_{\text{ґрунт.умови}} = \lim \{S_1, \dots, S_9\}, \quad (3.23)$$

3.7. Блок агроекологічних категорій урожайності

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

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

$$\frac{\Delta PY^j}{\Delta t} = \alpha_\phi^j \frac{\eta \cdot Q_{\phi ap}^j \cdot dv^j}{q}, \quad (3.24)$$

де $\frac{\Delta PY}{\Delta t}$ – 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·доба);

q – калорійність, кал/г;

dv – кількість днів в розрахунковій декаді.

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

$$\frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW, \quad (3.25)$$

де $\frac{\Delta MMU}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²;

FTW – 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 та ґрунтовими умовами вирощування

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMU^j}{\Delta t} B_{род} C_{ґрунт.умови}, \quad (3.26)$$

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

$B_{род}$ – бал ґрунтової родючості, відн. од.;

$C_{ґрунт.умови}$ – оцінка ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур.

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

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (3.27)$$

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

$$ПУ^i_{зерна} = k^i_{дозр} ПУ \cdot K^{ПУ}_{зосп} 1,14 \cdot 0,1, \quad (3.28)$$

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

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

Аналогічно визначаються відповідно метеорологічно-можливий (ММУ) зерна, дійсно можливий (ДМУ) зерна і урожай у виробництві (УВ) зерна.

3.8. Блок накопичення важких металів

Оскільки ризиком, який може призвести до зниження урожайності та погіршення якості продукції являється забруднення ґрунтів важкими металами, то в модель введено новий блок – блок накопичення важких металів, який включає в себе накопичення в зерні свинцю, кадмію, цинку, міді.

За допомогою коефіцієнта біологічного поглинання визначено вміст важких металів у зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи для адміністративних районів Одеської області.

$$G_{BM} = C_{BM_{грунт}} \cdot KBП, \quad (3.29)$$

де G_{BM} – вміст важких металів в зерні (мг/кг);

$C_{BM_{грунт}}$ – вміст важких металів в ґрунті (мг/кг);

$KBП$ – коефіцієнт біологічного поглинання, який характеризує накопичення важких металів в зерні.

3.9. 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 п'ять узагальнених характеристик:

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

$$K_m = ММУ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (3.30)$$

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

2. Сприятливість ґрунтових умов показує відношення дійсно можливої урожайності до метеорологічно-можливої урожайності

$$K_z = ДМУ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (3.31)$$

де K_z – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

3. Співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно-можливої урожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів. Якщо це співвідношення розраховується за

середніми багаторічними даними, то воно відображає ефективність використання агрокліматичних ресурсів

$$K_{акл} = UB_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (3.32)$$

де $K_{акл}$ – коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.

4. При реальних ґрунтових умовах співвідношення урожайності у виробництві і дійсно можливої урожайності можна розглядати як показник досконалої агротехнології

$$K_{земл} = UB_{зерна} / ДМУ_{зерна}, \quad (3.33)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання існуючих агрометеорологічних і ґрунтових умов (характеризує рівень культури землеробства з погляду ефективності господарського використання існуючого комплексу агрометеорологічних і ґрунтових умов), відн. од.

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

$$K_{аек.пот} = UB_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (3.34)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного 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 (3.1)–(3.34) дозволяють визначити основні агроекологічні 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.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

В четвертому розділі описаний варіант моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур. Описані основні блоки моделі, а саме:

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму;
- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням;
- блок оцінки ґрунтових умов вирощування культур;
- блок агроекологічних категорій урожайності;
- блок накопичення важких металів;
- блок узагальнюючих оцінюючих характеристик,

а також результати визначення параметрів моделі та перевірки її адекватності.

Параметри моделі були визначені на основі спостережень гідрометеорологічних станцій Одещини та літературних даних для кожної зернової культури в межах 26 адміністративних районів області.

Проведена ідентифікація параметрів моделі стосовно даних культур та перевірка її адекватності. Перевірка адекватності моделі велась шляхом співставлення розрахованої величини господарської урожайності з урожайністю, отриманою на рівні господарств.

За базовий період середні помилки розрахунку урожаю зерна складають: для озимої пшениці – 12 % , ярого ячменю – 14 %, кукурудзи – 17 %, які є допустимими. Це свідчить про можливість використання моделі у прикладних розрахунках.

Модифіковано та адаптовано в розрізі адміністративних районів базову модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового стосовно озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи.

Модифікація відбувалася за рахунок включення двох нових блоків: блоку оцінки ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур та блоку накопичення важких металів. Базова модель адаптована (шляхом визначення параметрів моделі) з врахуванням біологічних особливостей культур для умов Північно-Західного Причорномор'я.

РОЗДІЛ 4

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВНІЧНО- ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Продуктивність сільськогосподарських культур визначається ступенем відповідності кліматичних умов, біологічними особливостями цих культур і агротехніки їх обробітку. Найбільш висока урожайність досягається за умов максимально повного використання рослиною кліматичних ресурсів [67, 91].

Наше завдання оцінити агрокліматичні умови формування урожаю таких сільськогосподарських культур як озима пшениця, ярий ячмінь та кукуруза по фізико-географічних зонах Одеської області.

Ключовими в кожній із трьох фізико-географічних зон вибрано адміністративні райони, типові для цих зон. На рис. 4.1 наведена карто-схема фізико-географічного районування Одеської області [75]. Відповідно до неї нами обрані такі адміністративні райони:

- У I Лісостеповій зоні – Ананьївський район,
- У II Степовій зоні:
 - ~ У Північній підзоні – Ширяєвський (північна частина) та Арцизький райони (південна частина),
 - ~ У Південній підзоні – Ізмаїльський район.

4. 1. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів урожайності озимої пшениці

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплотою і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний урожай фітомаси посівів озимої пшениці визначається приходом у вегетацію ФАР і коефіцієнтом її використання.

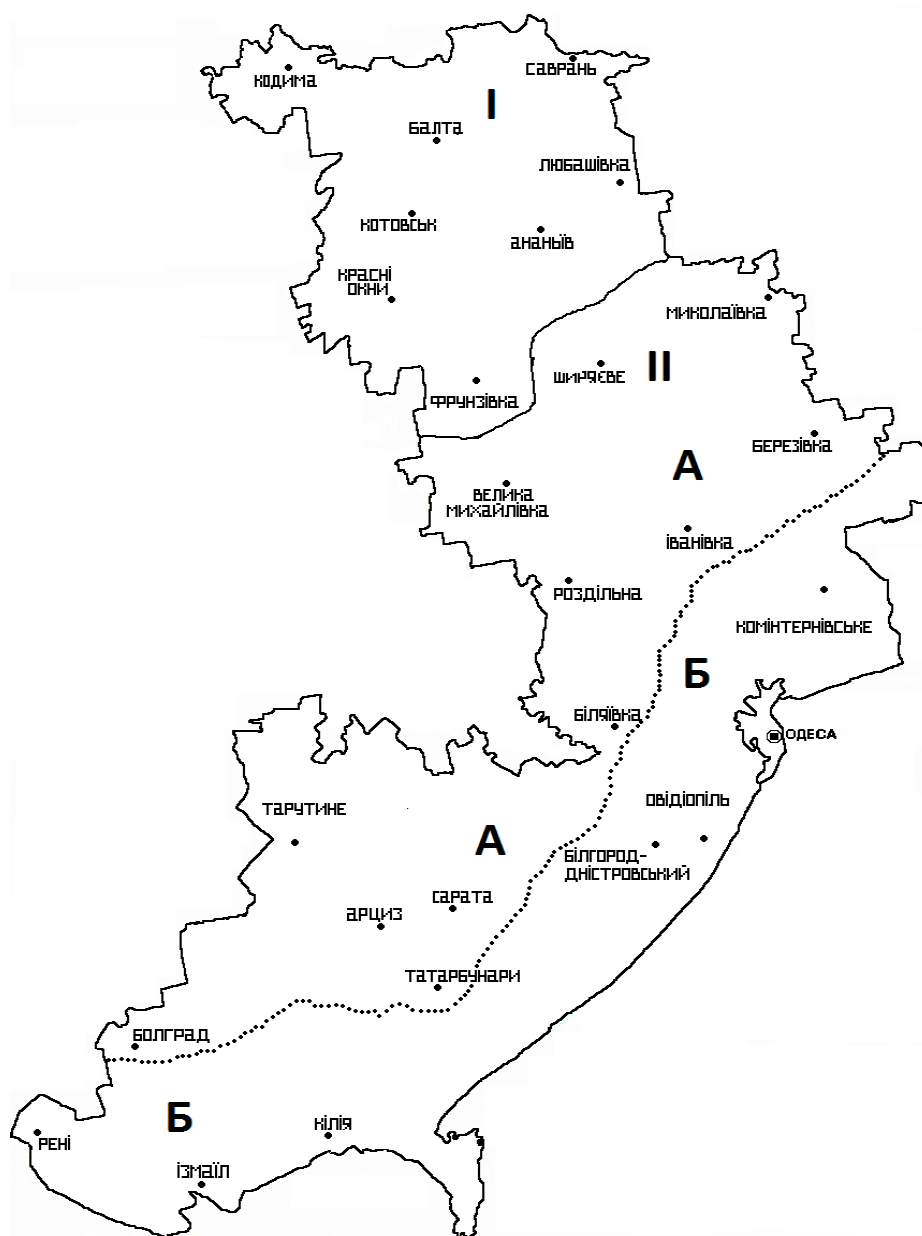


Рис. 4.1 Карто-схема фізико-географічного районування Одеської області [75]:

I – Лісостепова зона;

II – Степова зона;

A – північна частина Північної степової підзони;

B – південна частина Північної степової підзони.

Хід декадних сум ФАР озимої пшениці за період відновлення вегетації – воскова стиглість представлений на рис 4.2.

Лісостепова зона. Описуючи загальний хід сум ФАР в Лісостеповій зоні, а саме в Ананьївському районі, можна відмітити наступне: у початковий період вегетаційного циклу рівень ФАР складає 134,1 кал/(см²·доба). Період нижній вузол соломини – колосіння характеризується зростанням кривої до 237,1 кал/(см²·доба); колосіння–цвітіння – збільшення до 247,5 кал/(см²·доба), цвітіння–молочна–воскова стиглість до 275,9 кал/(см²·доба).

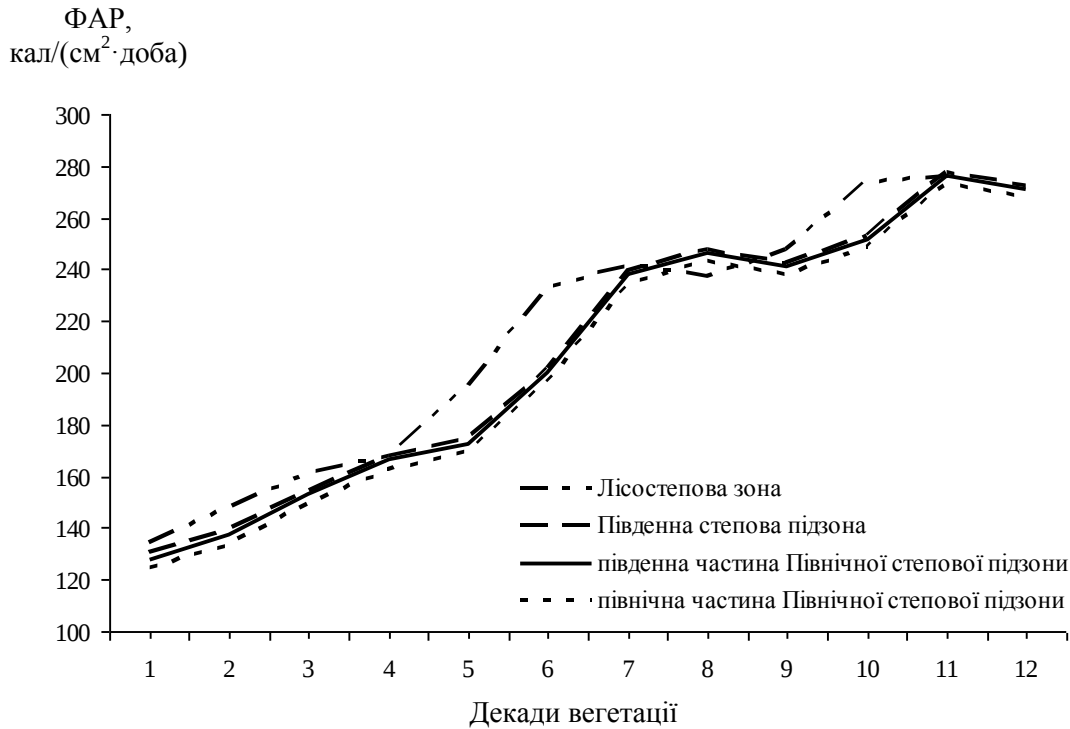


Рис. 4.2 Хід добових сум ФАР середніх за декаду за вегетаційний період озимої пшениці по фізико-географічних зонах Одеської області

Такий хід ФАР обумовив добові прирости потенційної урожайності ПУ озимої пшениці, які представлені на рис. 4.3. В першій декаді вегетації ДПУ становить 9,7 г/(м²·доба). У міжфазний період нижній вузол соломини–колосіння–молочна стиглість крива зростає до максимального значення 24,1 г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця вегетації зменшується до 21,3 г/(м²·доба).

Рівень приросту ДПУ лімітується фактором тепла і вологи. Температура,

при якій досягається плато насичення, відповідає максимальній продуктивності і називається оптимальною T_{opt} [93]. Як видно з рис. 4.4, нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} починається з 5,6 °С, плавно піднімаючись, досягає максимуму 18,1 °С наприкінці періоду молочна – воскова стиглість. Верхня межа оптимальних температур T_{opt2} починається з позначки 7,6 °С, досягає максимуму 19,3 °С в той же період, що й T_{opt1} .

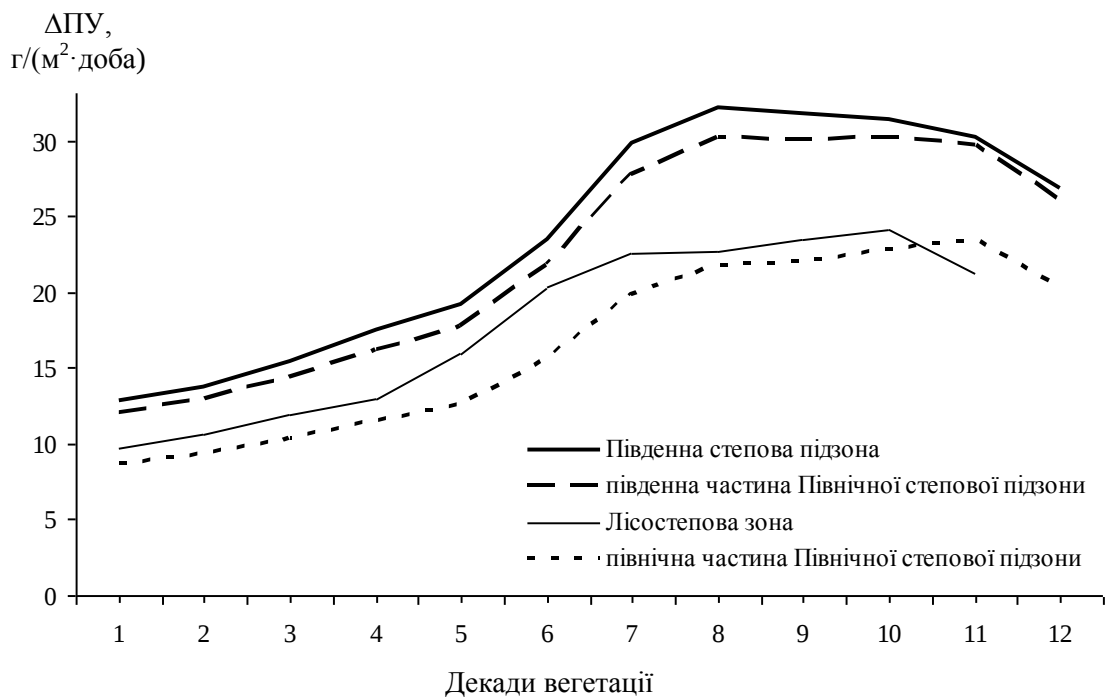


Рис. 4.3 Динаміка середньодобових за декаду приростів потенційної урожайності (ДПУ) озимої пшениці по фізико-географічних зонах Одеської області

Крива ходу середньодекадної температури повітря починається з позначки 1,7°С, плавно піднімається, входить в інтервал температурного оптимуму, та виходить за межі T_{opt2} до кінця періоду відновлення вегетації – нижній вузол соломини, де проходить впродовж міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння. Далі в міжфазний період колосіння-цвітіння-молочна стиглість крива середньодекадної температури повітря входить в

інтервал температурного оптимуму, і поступово зростаючи, досягає максимуму 19,3°C.

Потреба озимої пшениці у волозі змінюється в онтогенезі. Від міжфазного періоду відновлення вегетації до колосіння, коли у озимої пшениці йде наростання вегетативної маси, а також закладка і формування генеративних органів, споживання води сильно зростає [71].

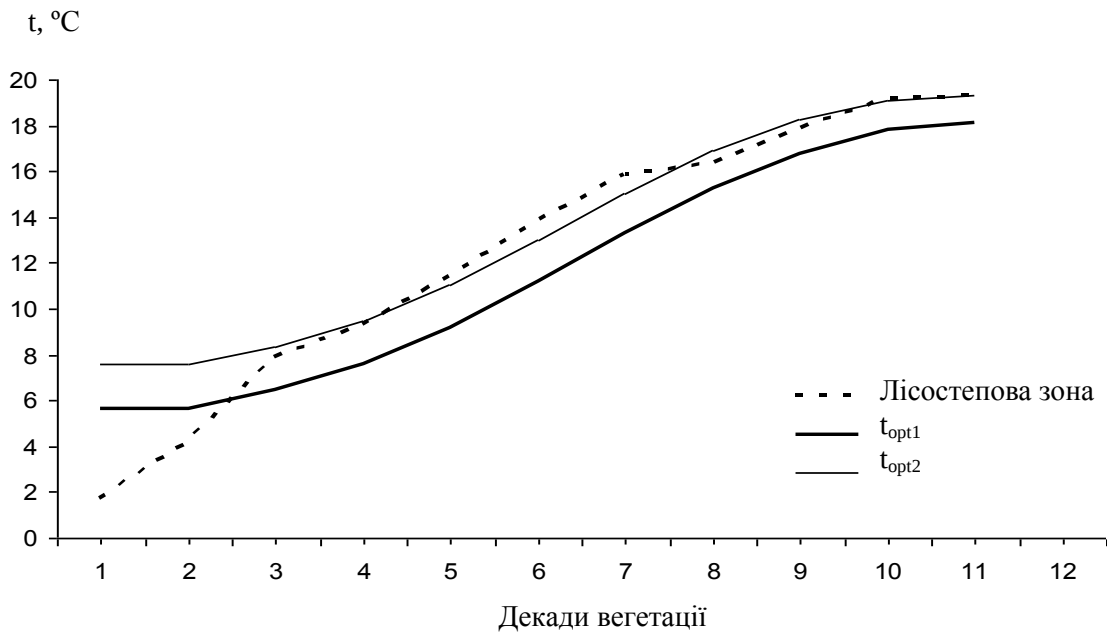


Рис. 4.4 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації озимої пшениці у Лісостеповій зоні Одеської області

Сумарне випаровування в перші декади від сходів становить 1,9 мм за добу (рис. 4.5), потім дуже повільно знижується до 1,7 мм і в міжфазний період нижній вузол соломини-колосіння тримається майже на одному рівні, близько 2 мм. На початку міжфазного періоду колосіння-цвітіння випаровування зменшується до 1,5 мм, а потім зростає до 1,8 мм за добу та тримається так до кінця вегетації.

Відношення сумарного випаровування до випаровуваності (E/E_0) характеризує вологозабезпеченість посівів [68].

На початку міжфазного періоду відновлення вегетації озимої пшениці

крива відношення E/E_0 знаходиться на позначці 1,0 відн.од. Далі значення поступово зменшуються, досягаючи найнижчого 0,4 відн.од в міжфазний період нижній вузол соломини – колосіння та залишається незмінним до кінця вегетації.

Комплексний вплив основних метеорологічних чинників відображає метеорологічно-можлива урожайність, яка є інтегральною характеристикою агрометеорологічних ресурсів [73, 80].

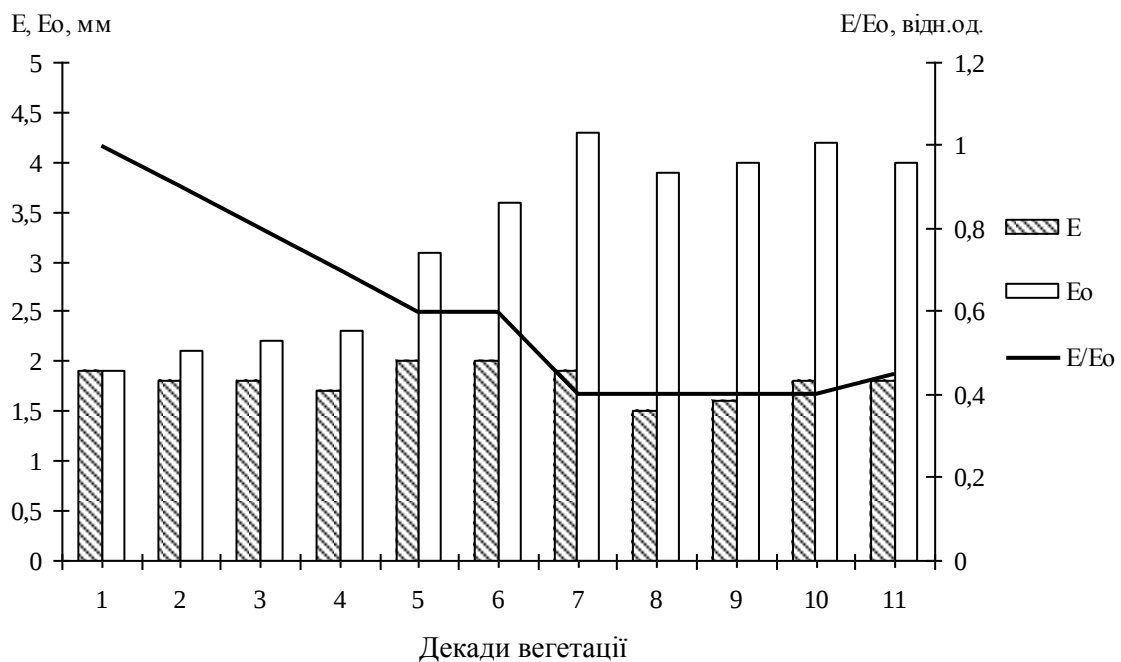


Рис. 4.5 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетації озимої пшениці в Лісостеповій зоні Одеської області

Приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси являє собою приріст потенційної урожайності, який буде обмежений впливом волого-температурного режиму [96].

Описуючи $\Delta\text{ММУ}$ в Лісостеповій зоні, відзначимо, що в початковий період відновлення вегетації озимої пшениці він становить $1,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ (рис. 4.6). Протягом всього міжфазного періоду відновлення вегетації-нижній вузол соломини спостерігається плавне її зростання, до максимального

14,2 г/(м²·доба) в середині міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння. Далі спостерігається східчаподібне зниження приросту ММУ до 9,2 г/(м²·доба) в кінці вегетаційного циклу.

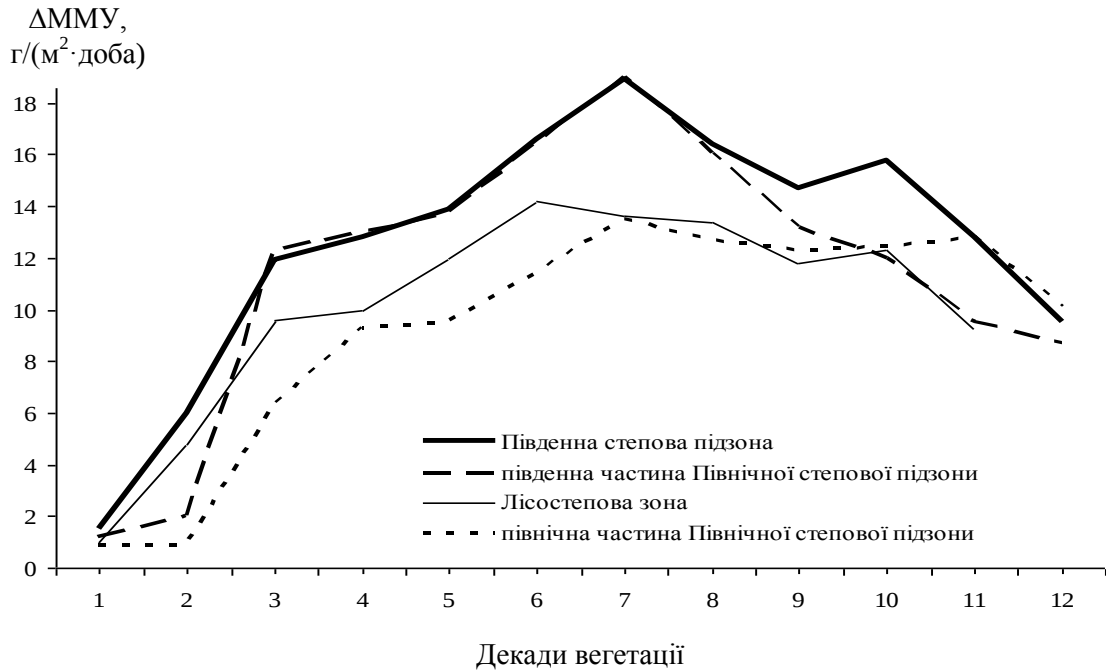


Рис. 4.6 Динаміка середньодобових за декаду приростів метеорологічно-можливої урожайності (ΔММУ) озимої пшениці по фізико-географічних зонах Одеської області

Хід динаміки приростів дійсно можливої урожайності представлений на рис. 4.7. Величина ΔДМУ у Лісостеповій зоні починається з позначки 0,7 г/(м²·доба) і, зростаючи, досягає максимуму 10,9 г/(м²·доба) в першій половині періоду нижній вузол соломини-колосіння. З цього моменту, до кінця вегетаційного циклу спостерігається плавне зниження значень до 7,9 г/(м²·доба).

Динаміка приростів урожаю у виробництві відзначається такими особливостями: крива приросту УВ починається з позначки 0,5 г/(м²·доба) (рис. 4.8), зростаючи, досягає максимуму 6,2 г/(м²·доба) в міжфазний період нижній вузол соломини — колосіння. Після цього до кінця вегетаційного періоду значення ΔУВ зменшується до 4,5 г/(м²·доба).

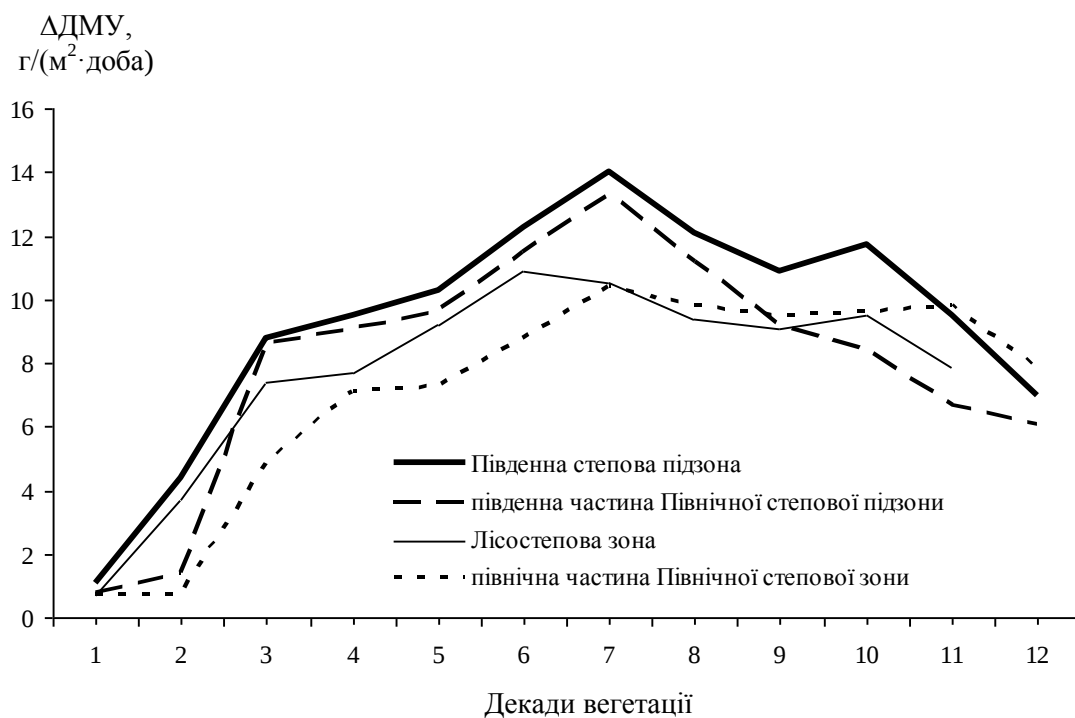


Рис 4.7 Динаміка середньодобових за декаду приростів дійсно можливої урожайності (ΔДМУ) озимої пшениці по фізико-географічних зонах Одеської області

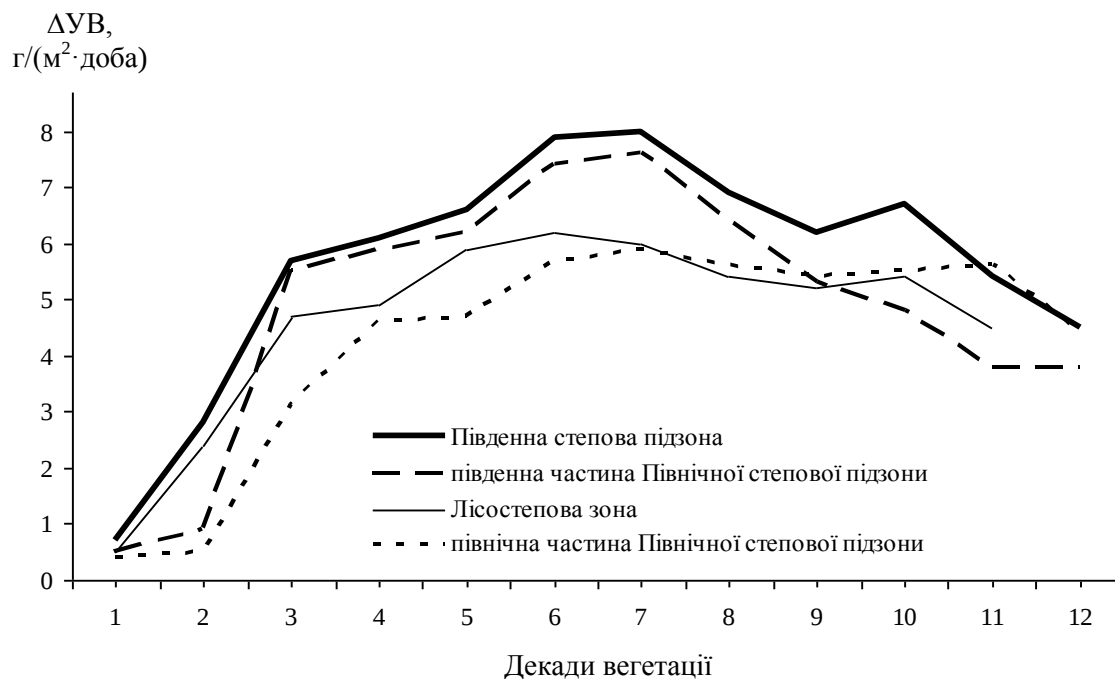


Рис 4.8 Динаміка середньодобових за декаду приростів ΔУВ озимої пшениці по фізико-географічних зонах Одеської області

Північна частина Північної степової підзони. Як видно із рис. 4.2, загальна сума ФАР у початковий період відновлення вегетації становить 124,8 кал/(см²·доба). У міжфазний період відновлення вегетації-нижній вузол соломини-колосіння спостерігається зростання значень до 243,0 кал/(см²·доба), що залишається незмінним протягом міжфазного періоду колосіння-цвітіння. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається східчастоподібне зниження значень до 268,1 кал/(см²·доба).

Для динаміки приростів ДПУ (див. рис. 4.3) характерно, що прирости починаються з позначки 8,7 г/(м²·доба). Поступово зростаючи, досягають максимуму 23,4 г/(м²·доба) кінці міжфазного періоду молочна-воскова стиглість. Після настання міжфазного періоду воскової стиглості для ДПУ спостерігається падіння рівня приростів до 20,2 г/(м²·доба).

Волого-температурний режим є фактором, який коригує урожайність [71]. Як видно із рис. Б.4.9 нижня межа оптимальної температури повітря T_{opt1} починається із 5,6 °С та до кінця вегетаційного періоду досягає максимуму 18,1 °С. Верхня межа оптимальної температури повітря T_{opt2} починається із 7,6 °С та в кінці вегетаційного циклу збільшується до 19,3 °С. У першу декаду вегетації середньодекадна температура повітря становить 1,1 °С. З початку вегетації і до середини міжфазного періоду відновлення вегетації-нижній вузол соломини крива температури знаходиться нижче оптимального значення T_{opt1} . Потім температура збільшується до 8,4 °С і крива входить в інтервал оптимальних значень та знаходиться в ньому до кінця вищезгаданого міжфазного періоду. Після цього виходить за межу T_{opt2} , і протягом фаз нижній вузол соломини – колосіння, колосіння – цвітіння та першої половини цвітіння – молочна стиглість проходить майже паралельно T_{opt2} . В міжфазний період молочна – воскова стиглість та до кінця вегетації крива знаходиться поза інтервалом оптимальних значень.

Сумарне випаровування посівів озимої пшениці має добре виражену динаміку. Як видно із рис. Б.4.10, на початку вегетації сумарне випаровування становить 0,6 мм за добу. До кінця міжфазного періоду

відновлення вегетації-нижній вузол соломини його рівень східчастоподібно зростає до максимального 2,0 мм за добу. В період колосіння-цвітіння-молочна стиглість значення сумарного випаровування зменшується до 1,5 мм, а потім до кінця вегетації зростає до 1,9 мм.

Величина відношення сумарного випаровування до випаровуваності (E/E_0) найвища в першу декаду вегетації (1,2 відн.од.). Плавню знижуючись, вона досягає найменших значень 0,4 відн.од. у міжфазний період колосіння-цвітіння. До кінця вегетаційного циклу рівень вологозабезпеченості підвищується до 0,5 відн.од.

Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів метеорологічно-можливої урожайності (див. рис. 4.6), який починається з відмітки 0,9 та зростає до максимального 13,5 г/(м²·доба) в міжфазний період нижній вузол соломини-колосіння. З цього моменту і до кінця вегетації спостерігається східчастоподібний плавний спад до 10,1 г/(м²·доба).

Із рис. 4.7 видно, що хід кривої приростів ДМУ дублює хід кривої приростів ММУ. Починається з позначки 0,7 г/(м²·доба), досягає максимуму 10,4 г/(м²·доба) в період нижній вузол соломини-колосіння та знижується до кінця вегетації до 7,8 г/(м²·доба).

Хід кривої приростів УВ частково схожий з ходом кривої приростів ДМУ (див. рис. 4.8). Впродовж фаз відновлення вегетації-нижній вузол соломини-колосіння спостерігається зростання приростів УВ від початкового 0,4 до максимального 5,9 г/(м²·доба). Протягом періодів колосіння-воскова стиглість рівень залишається майже незмінним із середнім значенням 5,5 г/(м²·доба). В кінці вегетаційного періоду рівень ΔUV знижується до 4,4 г/(м²·доба).

Південна частина Північної степової підзони. Як видно із рис. 4.2, загальний хід суми ФАР у початковий період вегетаційного циклу складає 127,9 кал/(см²·доба). Хід кривої повторює хід кривої суми ФАР у північній

частині Північної степової підзони. Протягом усього вегетаційного циклу спостерігається збільшення суми ФАР озимої пшениці до максимального 276,0 кал/(см²·доба). Кінець вегетації характеризується зниженням рівня ФАР до 271,1 кал/(см²·доба).

Рівень приростів ПУ в період відновлення вегетації складає 12,0 г/(м²·доба) (див. рис. 4.3). Максимальне значення 30,3 г/(м²·доба) досягається в міжфазний період цвітіння-молочна стиглість. Кінець вегетаційного циклу характеризується зниженням рівня приростів ПУ до 26,0 г/(м²·доба).

Нижня межа температурного оптимуму (T_{opt1}), починається з температури 5,6 °С, до кінця вегетаційного циклу досягає максимального значення 18,1 °С. Верхня межа температурного оптимуму (T_{opt2}), починається з температури 17,6 °С. Повільно зростаючи, досягає максимуму 19,3 °С у той же період, що і T_{opt1} . Різниця між T_{opt1} і T_{opt2} складає 1,9°С.

Протягом міжфазного періоду відновлення вегетації-нижній вузол соломини (рис. Б.4.11) значення середньодакдної температури повітря досягає значення 5,8 °С і пересікає нижню межу температурного оптимуму. З цього моменту і до середини міжфазного періоду нижній вузол соломини – колосіння крива температур проходить в інтервалі оптимальних значень T_{opt1} і T_{opt2} . Впродовж міжфазного періоду колосіння-цвітіння крива середньодакдної температури виходить за межі температурного оптимуму. В міжфазний період цвітіння-молочна стиглість середньодакдна температура становить 17,3°С і входить в T_{opt1} і T_{opt2} . З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу значення середньодакдної температури збільшується до 21,1°С і крива виходить за межі температурних оптимумів.

Впродовж всього вегетаційного циклу величина сумарного випаровування озимої пшениці залишається майже незмінною і становить в середньому 1,5 мм за добу (рис. Б.4.12).

Аналізуючи криву відношення E/E_0 можна відзначити, що протягом міжфазного періоду відновлення вегетації-нижній вузол соломини значення

становить 0,9 відн.од. Далі її рівень поступово знижується до мінімального 0,4 відн.од. в міжфазний період колосіння – цвітіння та залишається незмінним до кінця вегетаційного циклу.

Умови термічного режиму і вологозабезпеченості визначають рівень приростів ММУ (див. рис. 4.6). У південній частині Північної степової підзони приріст ММУ починається з 1,2 г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння відбувається різке східчастоподібне зростання приростів до максимального 19,0 г/(м²·доба). Після цього до кінця вегетації прирости знижуються до 8,7 г/(м²·доба).

Хід кривої приростів ДМУ аналогічний з ходом кривої приростів ММУ (див. рис. 4.7). Від початку вегетації та до колосіння спостерігається різке східчастоподібне зростання до максимального 13,3 г/(м²·доба). Далі, до кінця вегетації, відбувається плавне зниження приростів до 6,1 г/(м²·доба).

Крива приростів УВ майже повторює хід кривих приростів ММУ і ДМУ (див. рис. 4.8). Прирости УВ починаються з відмітки 0,5 г/(м²·доба), різко східчастоподібно зростають до максимального 7,6 г/(м²·доба) в період нижній вузол соломини-колосіння. Потім крива приростів УВ плавно знижується і в кінці вегетаційного циклу складає 3,8 г/(м²·доба).

Південна степова підзона. Аналізуючи хід кривої суми ФАР, можна зробити висновок, що вона повністю повторює хід кривих сум ФАР Північної степової підзони (див. рис. 4.2). В початковий період вегетації рівень суми ФАР становить 130,3 кал/(см²·доба) і, поступово зростаючи, набуває максимального значення 277,4 кал/(см²·доба) в кінці вегетації.

Описуючи криву приростів ПУ видно, що вона також майже повністю дублює хід кривої приростів ПУ південної частини Північної степової підзони. Із рис. 4.3 видно, що крива бере початок у точці 12,8 г/(м²·доба). Далі спостерігається зростання приростів ПУ до максимального 32,2 г/(м²·доба) в міжфазний період колосіння – цвітіння. Кінець

вегетаційного циклу відмічений зниженням рівня приростів ПУ до $26,8 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

Нижня межа оптимальної температури повітря T_{opt1} починається із значення $5,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. Б.4.13). Поступово зростаючи, досягає максимуму $18,1 \text{ }^\circ\text{C}$ в кінці вегетаційного періоду. Верхня межа оптимальної температури повітря T_{opt2} починається із $7,6 \text{ }^\circ\text{C}$, поступово зростає, і в кінці життєвого циклу становить $19,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Різниця між верхньою і нижньою межею температурних оптимумів $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Середньодакда температура починається з відмітки $3,3^\circ\text{C}$ та знаходиться нижче нижньої межі температурного оптимуму T_{opt1} . Потім температура різко зростає, і в період останньої декади вищезгаданого міжфазного періоду крива входить в інтервал T_{opt1} і T_{opt2} , а потім пересікає верхню межу T_{opt2} і виходить за його межі. Протягом всього міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння середньодакда температурна крива проходить по кривій температурного оптимуму T_{opt2} . З цього моменту, і до кінця вегетаційного періоду крива середньодакдної температури проходить за межами інтервалу оптимальних температур. Таким чином, за весь життєвий цикл середньодакда температура майже не входить в інтервал температурних оптимумів.

Як видно з рис. Б.4.14, на початку вегетаційного періоду сумарне випаровування складає $0,6 \text{ мм}$, та поступово зростає до $1,6 \text{ мм}$. В період фаз колосіння-цвітіння-молочна стиглість випаровування зменшується до $1,2 \text{ мм}$. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду сумарне випаровування зростає до максимального $2,0 \text{ мм}$.

Впродовж міжфазного періоду відновлення вегетації-нижній вузол соломини спостерігається максимальне значення відношення сумарного випаровування до випаровуваності $E/E_0 - 0,8$ відн.од. Далі відбувається східчастоподібне зменшення значень вологозабезпеченості до мінімального $0,3$ відн.од. в період цвітіння – молочна стиглість В першій декаді міжфазного періоду молочна – воскова стиглість рівень вологозабезпеченості

збільшується до 0,4 відн.од, який зберігається до кінця вегетації.

Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів метеорологічно-можливої урожайності (див. рис. 4.6). Хід кривої приростів ММУ починається з відмітки $1,5 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$, зростаючи, досягає максимуму $18,9 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в період нижній вузол соломини – колосіння. З цього моменту до кінця вегетаційного періоду відбувається поступове зниження приростів до $9,5 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

Прирости дійсно можливих урожаїв (див. рис. 4.7) починаються з відмітки $1,1 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$. Поступово зростаючи, досягають максимуму $14,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в міжфазний період нижній вузол соломини-колосіння. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду значення приростів ДМУ плавно знижуються до $7,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

Динаміка приростів на рівні УВ відзначається наступними особливостями (див. рис. 4.8). Хід кривої УВ починається з відмітки $0,7 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$, зростає до максимального $8,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в міжфазний період нижній вузол соломини-колосіння, а потім плавно знижується і в кінці вегетаційного періоду складає $4,5 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

4.2. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів урожайності ярого ячменю

Лісостепова зона. На початку вегетаційного циклу величина суми ФАР ярого ячменю в Лісостеповій зоні склала $171,9 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$ (рис. Б.4.15). Далі крива ходу ФАР зростає до максимального $271,4 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$ в міжфазний період колосіння – молочна стиглість. В кінці вегетаційного періоду значення суми ФАР знижується до $266,5 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$.

Приріст потенційної урожайності ПУ на початку вегетації ярого ячменю, як це видно з рис. Б.4.16, становить $8,4 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$. Плавно піднімаючись на протязі всіх фаз розвитку, набуває максимального значення

16,2 г/(м²·доба) в кінці міжфазного періоду колосіння-молочна стиглість. До кінця вегетаційного циклу рівень ПУ знижується до 13,9 г/(м²·доба).

Описуючи температурні параметри, із рис. Б.4.17 видно, що T_{opt1} починається з 7,97 °С, плавно піднімаючись, досягає максимуму 18,9 °С в кінці вегетаційного циклу. T_{opt2} починається з 9,95 °С, досягає максимуму 20,4 °С в кінці вегетаційного періоду аналогічно T_{opt1} . Різниця між T_{opt1} і T_{opt2} складає близько 1,7 °С.

Крива ходу середньодакдної температури починається із 9,3 °С, що знаходиться в інтервалі температурних оптимумів T_{opt1} і T_{opt2} . В міжфазний період третій листок-кущіння значення середньодакдної температури збільшується до 11,5 °С і крива пересікає верхню межу температурного оптимуму T_{opt2} . Впродовж фаз третій листок-кущіння-нижній вузол соломини крива проходить вище меж температурних оптимумів. На початку міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння значення температури становить 16,4 °С, і крива входить в інтервал температурних оптимумів, де проходить до кінця вегетаційного періоду.

Величина сумарного випаровування в період вегетації сходи-третій листок складає 2,3 мм за добу (рис. Б.4.18). Стрімко зростаючи в міжфазний період третій листок-кущіння, досягає максимуму 2,8 мм. З цього моменту, спостерігається плавний східчастоподібний спад випаровування до 1,8 мм в кінці вегетаційного циклу.

Вологозабезпеченість на початок вегетації достатньо висока. Відношення E/E_0 на початку вегетації ярого ячменю складає 1,0 відн.од. Протягом всього вегетаційного циклу спостерігається плавне зниження кривої відношення E/E_0 до мінімального 0,4 відн.од.

Умови термічного режиму і вологозабезпеченості визначають рівень приростів ММУ. Із рис. Б.4.19 видно, що на початку вегетації ярого ячменю $\Delta\text{ММУ}$ становить 8,0 г/(м²·доба). До кінця міжфазного періоду третій листок-кущіння спостерігається плавне зростання кривої, досягаючи максимуму

10,7 г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу відбувається зниження рівня приростів до 6,1 г/(м²·доба).

Як видно із рис. Б.4.20 хід кривої приросту ДМУ повторює хід кривої приросту ММУ Лісостепової зони. Величина приросту ДМУ починається з позначки 5,6 г/(м²·доба), і плавно зростаючи, досягає максимуму 7,7 г/(м²·доба) в міжфазний період третій листок-кущіння. Далі спостерігається поступове зниження приростів до 4,3 г/(м²·доба) в кінці вегетації.

Як видно із рис. Б.4.21 крива приросту УВ починається з позначки 3,6 г/(м²·доба), зростаючи досягає максимуму 5,0 г/(м²·доба), в міжфазний період третій листок-кущіння. З цього моменту хід кривої приросту урожаю у виробництві зменшується до 2,5 г/(м²·доба) в кінці вегетаційного періоду.

Північна частина Північної степової підзони. Із рис. Б.4.15 видно, що на початку вегетації сума ФАР становить 169,9 кал/(см²·доба). Далі значення поступово зростають і в міжфазний період молочна-воскова стиглість складають 275,8 кал/(см²·доба).

Описуючи криву приростів ПУ із рис. Б.4.16 видно, що від початку вегетаційного періоду і до кінця міжфазного періоду колосіння-молочна стиглість спостерігається плавне збільшення приростів ПУ ярого ячменю до максимального 13,4 г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу значення приростів ПУ плавно зменшуються до 11,0 г/(м²·доба).

Нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} починається з позначки 7,5 °С (рис. Б.4.22), плавно зростаючи, досягає максимуму 18,9 °С в кінці вегетаційного циклу. Верхня межа T_{opt2} починається з 9,5 °С, поступово зростаючи, аналогічно T_{opt1} досягає максимуму 20,4 °С в кінці вегетаційного періоду. Різниця між T_{opt1} і T_{opt2} складає близько 1,7 °С.

Крива ходу середньодекадних температур починається з позначки 8,1 °С, що знаходиться в інтервалі температурних оптимумів. Протягом фаз сходи-третій листок-кущіння крива проходить в температурному інтервалі.

Поступово зростаючи, вона перетинає верхню межу температурного оптимуму і до кінця міжфазного періоду кушіння-нижній вузол соломини та впродовж першої половини нижній вузол соломини-колосіння крива проходить за межами температурного інтервалу T_{opt2} . В другій половині вищезгаданого міжфазного періоду крива ходу середньодакдної температури пересікає криву температурного оптимуму T_{opt2} і входить в інтервал оптимумів, де залишається до кінця першої половини періоду молочна-воскова стиглість. В період другої половини даного міжфазного періоду крива ходу середньодакдної температури пересікає верхню межу температурного оптимуму і виходить за його межі, досягаючи максимального значення за весь вегетаційний період $21,8^{\circ}\text{C}$.

Сумарне випаровування в перші декади від сходів становить $2,4$ мм за добу (рис. Б.4.23). Від початку вегетації і до воскової стиглості значення сумарного випаровування в середньому становить $2,1$ мм. В кінці вегетації сумарне випаровування зростає до $2,6$ мм за добу.

Для динаміки відношення E/E_0 характерно, що на початку вегетації ярого ячменю воно знаходиться на позначці $1,1$ відн.од. З цього моменту і до кінця міжфазного періоду кушіння-нижній вузол соломини спостерігається плавне зменшення ходу кривої відношення до мінімального значення $0,5$ мм, яке залишається незмінним до кінця вегетаційного циклу.

Аналізуючи прирости ММУ можна відзначити, що в початковий період вегетації ярого ячменю він становить $6,6$ г/(м²·доба), але протягом міжфазного періоду сходи-третій листок прирости зменшуються до $6,3$ г/(м²·доба). Далі відбувається збільшення значень $\Delta\text{ММУ}$ до максимального $8,6$ г/(м²·доба) в середині міжфазного періоду кушіння-нижній вузол соломини. Потім приріст ММУ плавно знижується до $7,6$, а в міжфазний період колосіння-молочна стиглість зростає до $7,9$ г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу відбувається різкий спад приростів ММУ до $4,9$ г/(м²·доба).

Динаміка приростів дійсно можливої урожайності ДМУ представлена на

рис. Б.4.20. Хід кривої приростів ДМУ повторює хід кривої приростів ММУ. Величина приросту ДМУ починаються з позначки $4,6 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ та знижується до кінця міжфазного періоду сходи-третій листок до $4,4 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$. Потім спостерігається зростання приростів до максимального значення $6,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в середині міжфазного періоду кушіння-нижній вузол соломини, а далі відбувається спад приростів до $3,4 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в кінці вегетаційного періоду.

Прирости урожайності на рівні УВ починаються з позначки $2,9 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ та до кінця міжфазного періоду сходи-третій листок зменшуються до $2,8 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$. Потім, крива різко піднімаючись, досягає максимуму $3,9 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в середині періоду кушіння-нижній вузол соломини та до кінця вегетації східчастоподібно знижується до $2,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

Південна частина Північної степової підзони. Хід кривої суми ФАР повторює хід кривої суми ФАР у Лісостеповій зоні. Із рис. Б.4.15 видно, що загальна сума ФАР у початковий період вегетації складає $171,95 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$, і, зростаючи, досягає максимуму $246,5 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$ в міжфазний період кушіння-нижній вузол соломини. Потім, відбувається незначне зниження суми ФАР до $241,1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$. Фаза колосіння-молочна стиглість відзначена різким зростанням значень до $275,4 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$. В кінці вегетаційного періоду крива ходу суми ФАР знижується до $270,5 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$.

Хід кривої приростів потенційної урожайності південної частини Північної степової підзони повторює хід кривої Лісостепової зони. Приріст ПУ на початку вегетації складає $10,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ (див. рис. Б.4.16). З цього моменту до кінця міжфазного періоду третій листок-кушіння спостерігається стрімке зростання кривої приростів ПУ, досягаючи значення $15,7 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$, та більш плавний ріст до кінця міжфазного періоду колосіння-молочна стиглість. Після настання молочної стиглості спостерігається падіння рівня

приростів до $16,0 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{доба)}$.

Нижня межа оптимальної температури повітря T_{opt1} починається із позначки $8,5^\circ\text{C}$ (див. рис. Б.4.24). Потім плавно зростає до максимального значення $18,9^\circ\text{C}$ в кінці вегетаційного періоду. Верхня межа оптимальної температури повітря T_{opt2} , починається з $10,4^\circ\text{C}$, поступово зростає, і в кінці вегетації складає $20,4^\circ\text{C}$.

На початку вегетації ярого ячменю крива ходу середньодакдної температури повітря починається із позначки $9,9^\circ\text{C}$, що знаходиться в інтервалі температурних оптимумів, де, поступово зростаючи, залишається до кінця міжфазного періоду сходи-третій листок. Протягом міжфазних періодів третій листок-кущіння-нижній вузол соломини крива проходить над верхньою межею T_{opt2} . На початку періоду нижній вузол соломини-колосіння крива ходу входить в інтервал температурних оптимумів. Далі середньодакдна температура різко зростає і крива пересікає верхню межу T_{opt2} та до кінця вегетаційного циклу знаходиться за межами інтервалу оптимальних значень температур.

На початку вегетаційного періоду та до кінця міжфазного періоду третій листок-кущіння сумарне випаровування складає $1,8 \text{ мм}$ за добу (див. рис. Б.4.25). Потім зростає до $2,2 \text{ мм}$ в середині міжфазного періоду кущіння-нижній вузол соломини та плавно зменшується до $1,6 \text{ мм}$ в період колосіння-молочна стиглість. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається зростання значення сумарного випаровування до $1,9 \text{ мм}$.

Величина відношення сумарного випаровування до випаровуваності E/E_0 на початку вегетації складає $0,9$ відн.од. З цього моменту і до кінця міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння спостерігається плавне зменшення відношення E/E_0 до $0,4$ відн.од., яке залишається без змін до кінця вегетаційного періоду.

Такі умови волого-температурного режиму забезпечили і відповідний рівень ходу приростів метеорологічних можливої урожайності (див. рис. Б. 4.19). Хід кривої приростів ММУ починається з позначки

6,6 г/(м²·доба), та до кінця міжфазного періоду сходи-третій листок знижується до 6,3 г/(м²·доба). Міжфазний період третій листок-кущіння-нижній вузол соломини характеризуються ростом кривої ходу приростів до максимального значення 8,6 г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу відбувається поступове зниження приростів ММУ до 4,9 г/(м²·доба).

Хід кривої приростів дійсно можливих урожаїв ДМУ, як видно із рис. Б.4.20, повторює хід кривої приростів ММУ, і починається з позначки 4,6 г/(м²·доба). До кінця міжфазного періоду сходи-третій листок значення приростів зменшується до 4,4 г/(м²·доба), а потім стрімко зростає, досягаючи максимального 6,0 г/(м²·доба) в період кущіння-нижній вузол соломини. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається східчастоподібний спад приростів до мінімального 3,4 г/(м²·доба).

Хід кривої приростів УВ дублює хід кривих приростів ММУ і ДМУ (див. рис. Б.4.21). До кінця міжфазного періоду сходи-третій листок спостерігається плавне зменшення приростів УВ з початкового 2,95 до 2,8 г/(м²·доба). Міжфазні періоди третій листок-кущіння-нижній вузол соломини відзначені зростанням приростів до максимального 3,9 г/(м²·доба). Далі відбувається східчастоподібне зниження значень до 2,2 г/(м²·доба) в кінці вегетаційного періоду.

Південна степова зона. Аналіз ходу декадних сум ФАР показує, що хід кривої в Південній степовій підзоні дублює хід кривої суми ФАР північної частини Північної степової підзони (див. рис. Б.4.15). На початку вегетаційного періоду рівень суми ФАР становить 171,8 кал/(см²·доба) і, поступово зростаючи, досягає максимуму 276,8 кал/(см²·доба) в період колосіння – молочна стиглість. Міжфазний період молочна-воскова стиглість характеризується зниженням рівня суми ФАР до 273,7 кал/(см²·доба).

Рівень приростів потенційної урожайності ПУ, як видно із рис. Б.4.16, на момент сходів складає 11,3 г/(м²·доба). З цього моменту спостерігається

стрімкий ріст кривої ходу приростів ПУ, досягаючи максимального 23,0 г/(м²·доба) на початку міжфазного періоду колосіння-молочна стиглість. Далі до кінця вегетаційного циклу спостерігається зниження рівня приростів до 18,1 г/(м²·доба).

Нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} , як видно із рис. Б.4.26, починається із значення 7,8 °С. Впродовж вегетаційного циклу поступово зростає, досягаючи максимального 18,9 °С в період воскової стиглості. Верхня межа температурного оптимуму T_{opt2} починається із значення 9,8 °С, поступово зростає і в кінці вегетаційного періоду складає 20,4 °С.

Крива ходу середньодакдної температури починається з відмітки 9,4°С, що знаходиться в інтервалі температурних оптимумів T_{opt1} і T_{opt2} та проходить там до кінця міжфазного періоду кушіння-нижній вузол соломини. Далі, середньодакдна температура зростає і, впродовж міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння крива проходить по лінії температурного оптимуму T_{opt2} . В період колосіння-молочна стиглість крива ходу середньодакдної температури входить в інтервал температурних оптимумів, а на початку міжфазного періоду молочна-воскова стиглість і до кінця вегетаційного періоду виходить за межі T_{opt2} .

Сумарне випаровування посівів ярого ячменю у Південній степовій підзоні має чітко виражену динаміку. Як видно із рис. Б.4.27, на початку вегетації та до кінця міжфазного періоду третій листок-кушіння сумарне випаровування складає 1,8 мм за добу. Далі, впродовж періоду кушіння-нижній вузол соломини спостерігається зростання випаровування до максимального 2,0 мм, та впродовж міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння зменшення до мінімального 1,4 мм. Протягом міжфазного періоду колосіння-молочна стиглість значення випаровування зростає до 1,9 мм та залишається незмінним до кінця вегетаційного періоду.

На початку вегетаційного періоду ярого ячменю та протягом міжфазного періоду сходи-третій листок відношення E/E_0 знаходиться на позначці 0,8 відн.од. Міжфазні періоди третій листок-кушіння-нижній вузол соломини

характеризуються зниженням ходу кривої відношення до 0,4 відн.од., що залишається незмінним впродовж міжфазного періоду нижній вузол соломини-колосіння. Потім значення відношення E/E_0 зростає до 0,5 відн.од., а в кінці вегетаційного циклу зменшується до 0,4 відн.од.

Описуючи приріст ММУ ярого ячменю, можна відзначити, що в початковий період відновлення вегетації він становить $9,7 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ (див. рис. Б.4.19), зростаючи, досягає максимуму $14,1 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ в міжфазний період кушіння-нижній вузол соломини. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду зафіксовано поступове зменшення приростів ММУ до $9,1 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

Величина приросту ДМУ у починається з позначки $6,3 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ (рис. Б.4.20), поступово зростає до $6,6 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ до кінця міжфазного періоду сходи-третій листок. В міжфазний період зафіксовано стрімкий ріст кривої ходу приростів до максимального $9,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$, та далі до кінця вегетаційного циклу спостерігається плавне зменшення приростів ДМУ до $5,9 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

Хід кривої ходу приростів УВ дублює хід кривих ходу приростів ММУ і ДМУ. Як видно із рис. Б.4.21, значення приростів УВ у початковий період складає $4,0 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$. Далі до кінця періоду кушіння-нижній вузол соломини зростає до максимального $5,9 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$ та спадає в кінці вегетаційного циклу до $3,4 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{доба})$.

4.3. Вплив агрокліматичних умов на динаміку приростів урожайності кукурудзи

Лісостепова зона. Із рис. Б.4.26 видно, що на початку вегетаційного періоду величина суми ФАР складає $243,1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$ та зменшується до $236,8 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{доба})$ до кінця міжфазного періоду сходи-п'ятий листок. Далі спостерігається поступове зростання суми ФАР до максимального

274,3 кал/(см²·доба) в міжфазний період п'ятнадцятий листок – викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається зниження значень сум ФАР до мінімального 229,7 кал/(см²·доба).

Приріст потенційної урожайності кукурудзи, як видно із рис. Б.4.27, починається з відмітки 17,4 г/(м²·доба). Максимальне значення зафіксоване в період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. Міжфазний період викидання волоті-цвітіння качана-молочна-воскова стиглість відмічені зниженням рівня ПУ до мінімального 16,0 г/(м²·доба).

Як видно із рис. Б.4.28, нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} починається з відмітки 15,8°C, поступово зростає до максимального 20,3°C в період викидання волоті. Далі до кінця вегетаційного періоду відмічене плавне зниження значень T_{opt1} до 15,4°C. Верхня межа – T_{opt2} починається із значення 19,3°C. Поступово зростаючи, досягає максимуму 23,4°C в період викидання волоті, і зменшується до 19,2°C в кінці вегетаційного циклу.

Крива ходу середньодекадної температури починається з відмітки 15,8°C, що знаходиться нижче нижньої межі температурного оптимума T_{opt1} , та проходить там до кінця міжфазного періоду п'ятнадцятий листок-викидання волоті. Далі середньодекадна температура зростає, і крива пересікає нижню межу T_{opt1} та входить в інтервал температурних оптимумів, де проходить впродовж міжфазного періоду викидання волоті-цвітіння качана-молочна стиглість. В міжфазний період молочна-воскова стиглість крива ходу середньодекадної температури повітря виходить за межі температурного оптимума T_{opt2} .

Сумарне випаровування на початку вегетаційного циклу складає 4,3 мм за добу (рис. Б.4.29). До кінця періоду дев'ятий-п'ятнадцятий листок відбувається зменшення випаровування до 2,7 мм. Міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті відмічений зростанням значення до 3,2 мм. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається поступове зменшення сумарного випаровування до 2,0 мм за добу.

Для динаміки відношення E/E_0 характерно, що на початку вегетаційного періоду кукурудзи воно знаходиться на позначці 1,0 відн.од. З цього моменту і до кінця міжфазного періоду цвітіння качана-молочна стиглість спостерігається плавне зменшення ходу кривої відношення до мінімального значення 0,4 мм, яке залишається незмінним до кінця вегетації.

Описуючи приріст метеорологічно-можливої урожайності ММУ, можна відзначити, що в початковий період вегетації він становить 17,4 г/(м²·доба) (див. рис. Б.4.30), плавно зростаючи, досягає максимуму 25,4 г/(м²·доба) в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається поступове зменшення приростів ММУ до 15,5 г/(м²·доба).

Величина приросту ДМУ кукурудзи, як видно із рис. Б.4.31, починається з позначки 12,2 г/(м²·доба), і плавно зростаючи, досягає максимуму 17,8 г/(м²·доба) в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається плавне зниження значень приростів ДМУ до мінімального 10,8 г/(м²·доба).

Динаміка приростів урожаю у виробництві УВ кукурудзи відзначається такими особливостями (рис. Б.4.32): крива приросту УВ у Лісостеповій зоні починається з позначки 7,9 г/(м²·доба), зростаючи, досягає максимуму 11,5 г/(м²·доба) в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. Далі спостерігається різке зменшення значення до 6,2 г/(м²·доба).

Північна частина Північної степової підзони. Описуючи хід декадних сум ФАР кукурудзи, із рис. Б.4.26 видно, що хід кривої повторює хід кривої суми ФАР у Лісостеповій зоні. У початковий період вегетаційного циклу рівень ФАР становить 244,4 кал/(см²·доба), потім зменшується до 238,1 кал/(см²·доба). Далі, впродовж міжфазного періоду п'ятий-дев'ятий листок-п'ятнадцятий листок спостерігається стрімкий ріст сум ФАР до 272,5 кал/(см²·доба), та спад до 267,6 кал/(см²·доба). В міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті спостерігається збільшення значення

суми ФАР до максимального 275,5 кал/(см²·доба). З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається зменшення значення ФАР кукурудзи до мінімального 232,1 кал/(см²·доба).

Приріст потенційної урожайності (ПУ) кукурудзи на початку вегетації, як це видно з рис. Б.4.27, становить 18,1 г/(м²·доба). Далі спостерігається плавне зростання приростів ПУ до максимального 26,4 г/(м²·доба) в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається плавне зниження приростів ПУ до мінімального значення 15,9 г/(м²·доба).

Описуючи температурні характеристики, із рис. Б.4.33 видно, що нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} , починається з позначки 15,7 °С, плавно піднімаючись, досягає максимуму 20,3°С в міжфазний період викидання волоті-цвітіння качана. Далі спостерігається плавне зниження температур до 15,7 °С в кінці вегетаційного періоду. Верхня межа температурного оптимуму T_{opt2} починається з позначки 19,2 °С, плавно зростаючи, досягає максимуму 23,4°С в період викидання волоті-цвітіння качана, аналогічно T_{opt1} . З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається зниження температури до 19,5°С. Різниця між T_{opt1} і T_{opt2} складає 3,5 °С.

Крива ходу середньодекадної температури починається із значення 16,2 °С, що знаходиться в інтервалі температурних оптимумів T_{opt1} і T_{opt2} . В міжфазний період сходи-п'ятий листок крива виходить за межі T_{opt1} , де проходить до кінця періоду п'ятий-дев'ятий листок. На початку міжфазного періоду дев'ятий-п'ятнадцятий листок значення середньодекадної температури зростає до 19,6 °С; крива пересікає нижню межу температурного оптимуму T_{opt1} і входить в інтервал температурних оптимумів, де проходить впродовж міжфазних періодів п'ятнадцятий листок-викидання волоті-цвітіння качана-молочна стиглість. На початку міжфазного періоду молочна-воскова стиглість крива ходу середньодекадної температури пересікає верхню межу температурного оптимуму і виходить за межі T_{opt2} , де

проходить до кінця вегетаційного періоду.

Із рис. Б.4.34 видно, що на початку вегетації сумарне випаровування складає 4,1 мм за добу. Протягом міжфазних періодів сходи-п'ятий-дев'ятий-п'ятнадцятий листок спостерігається плавне його зниження до 2,9 мм. В міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті рівень випаровування зростає до 3,5 мм. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається зменшення рівня сумарного випаровування до 1,6 мм за добу.

Величина відношення сумарного випаровування до випаровуваності E/E_0 починається з відмітки 1,0 відн.од. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається плавне східчастоподібне зменшення відношення E/E_0 до 0,3 відн.од.

Як видно із рис. Б.4.30 хід кривої приростів ММУ кукурудзи у північній частині Північної степової підзони дублює хід кривої приростів ММУ у Лісостеповій зоні і починається з позначки 18,1 г/(м²·доба). Далі спостерігається збільшення приростів до максимального 26,4 г/(м²·доба) в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетації спостерігається зменшення рівня приростів ММУ до 16,3 г/(м²·доба).

Хід кривої приростів ДМУ кукурудзи у північній частині Північної степової підзони повторює хід кривої приростів ДМУ у Лісостеповій зоні і починається з відмітки 12,7 г/(м²·доба) (див. рис. Б.4.31). До кінця міжфазного періоду п'ятнадцятий листок-викидання волоті рівень приростів ДМУ збільшується до максимального 18,5 г/(м²·доба), а потім поступово зменшується до мінімального 11,4 г/(м²·доба) в кінці вегетаційного періоду.

Прирости урожайності кукурудзи на рівні УВ починаються з позначки 8,2 г/(м²·доба) (див. рис. Б.4.32). До кінця міжфазного періоду п'ятнадцятий листок-викидання волоті спостерігається зростання значення приростів УВ до максимального 11,9 г/(м²·доба). З цього моменту і до кінця вегетації

значення приростів УВ плавно зменшується до 6,5 г/(м²·доба).

Південна частина Північної степової підзони. Як видно із рис. Б 4.26, загальний хід суми ФАР у початковий період вегетаційного циклу складає 247,0 кал/(см²·доба). Міжфазний період сходи-п'ятий листок характеризується зниженням рівня ФАР до 241,1 кал/(см²·доба). Протягом міжфазного періоду п'ятий-дев'ятий листок і першої половини міжфазного періоду дев'ятий-п'ятнадцятий листок спостерігається різке зростання суми ФАР до 275,4 кал/(см²·доба) та зменшення до 270,5 кал/(см²·доба) до кінця цієї міжфазного періоду. Міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті характеризується різким збільшенням рівня ФАР до 278,4 кал/(см²·доба). Далі спостерігається плавне зменшення суми ФАР до 271,6 кал/(см²·доба) та більш стрімке в міжфазний період молочна-воскова стиглість до 251,6 кал/(см²·доба).

Приріст потенційної урожайності ПУ кукурудзи, як це видно з рис. Б 4.27, починається з 20,3 г/(м²·доба). Максимальне значення 29,4 г/(м²·доба) спостерігається в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається поступове зниження приросту ПУ до 20,1 г/(м²·доба).

Температура являється головним фактором нормального росту і розвитку кукурудзи протягом всього вегетаційного періоду. Нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} починається з позначки 16,1°C, плавно зростаючи, досягає максимуму 20,3°C в міжфазний період п'ятнадцятий листок – викидання волоті та зменшується до кінця вегетаційного періоду, до 15,7 °C (див. рис. Б.4.35). Верхня межа температурного оптимуму T_{opt2} бере початок у точці 19,5 °C. Аналогічно T_{opt1} плавно зростає до максимального значення 23,4 °C в міжфазний період п'ятнадцятий листок – викидання волоті та зменшується до 19,5 °C в кінці вегетаційного циклу.

Крива ходу середньодекадної температури починається із позначки 16,2 °C, що знаходиться в інтервалі температурних оптимумів T_{opt1} і T_{opt2} .

Протягом міжфазних періодів сходи-п'ятий-дев'ятий листок крива проходить нище межі температурного оптимуму T_{opt1} . Далі значення середньодакдної температури зростає до $18,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, і крива входить в інтервал температурних оптимумів, де проходить до кінця міжфазного періоду викидання волоті-цвітіння качана. На початку міжфазного періоду цвітіння качана-молочна стиглість значення середньодакдної температури зростає і крива виходить за межі температурного оптимуму T_{opt2} , де проходить до кінця вегетаційного періоду.

За величиною сумарного випаровування кукурудза відноситься до групи з високим сумарним випаровуванням. Із рис. Б.4.36 видно, що величина випаровування в початковий період життєвого циклу складає $2,9\text{ мм}$ за добу. До кінця міжфазного періоду сходи-п'ятий листок значення випаровування зменшується до $2,7\text{ мм}$ та залишається незмінним протягом міжфазного періоду п'ятий-дев'ятий листок. В першій половині міжфазного періоду дев'ятий-п'ятнадцятий листок відмічене збільшення значення до $2,9\text{ мм}$ та зменшенням до кінця періоду до $2,7\text{ мм}$. В міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті рівень випаровування зростає до максимального $3,0\text{ мм}$. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається плавне зниження рівня сумарного випаровування до $1,9\text{ мм}$ за добу.

Крива відношення сумарного випаровування до випаровуваності E/E_0 в першу декаду життєвого циклу починається із значення $0,8$ відн.од. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається плавне східчатопоподібне зменшення відношення E/E_0 до $0,3$ відн.од.

Із рис. Б.4.30 видно, що на початку вегетаційного періоду кукурудзи приріст ММУ становить $20,3\text{ г}/(\text{м}^2\cdot\text{доба})$. З цього моменту і до кінця міжфазного періоду дев'ятий-п'ятнадцятий листок спостерігається плавне зростання кривої $\Delta\text{ММУ}$ до $27,7\text{ г}/(\text{м}^2\cdot\text{доба})$. З цього моменту і до кінця міжфазного періоду викидання волоті-цвітіння качана рівень приростів ММУ проходить майже на одному рівні із середнім значенням $28,0\text{ г}/(\text{м}^2\cdot\text{доба})$. Міжфазні періоди цвітіння качана-молочна-воскова стиглість

характеризуються зниженням приростів ММУ до мінімального 16,2 г/(м²·доба).

Хід кривої приростів ДМУ повторює хід кривої приростів ММУ кукурудзи і починається з позначки 14,8 г/(м²·доба) (див. рис. Б 4.31). Плавне зростання приростів ДМУ до 20,2 г/(м²·доба) відбувається до кінця періоду дев'ятого-п'ятнадцятого листка. Майже на одному рівні із середнім значенням 20,6 г/(м²·доба) проходить крива приростів до кінця міжфазного періоду п'ятнадцятого листка-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду зафіксоване зниження рівня приростів ДМУ до 11,8 г/(м²·доба).

Описуючи прирости УВ кукурудзи можна відзначити, що в початковий період вегетації він становить 9,5 г/(м²·доба) (див. рис. Б.4.32). З цього моменту і до кінця міжфазного періоду дев'ятого-п'ятнадцятого листка зафіксовано плавний ріст приростів УВ до максимального 13,2 г/(м²·доба). Далі рівень приросту УВ поступово зменшується і в кінці вегетаційного періоду складає 6,7 г/(м²·доба).

Південна степова підзона. Із рис. Б.4.26 видно, що загальна сума ФАР у початковий період вегетації складає 249,6 кал/(см²·доба), але до кінця міжфазного періоду сходи-п'ятий листок зменшується до 242,6 кал/(см²·доба). Далі відбувається зростання рівня ФАР до максимального 279,2 кал/(см²·доба), яке зафіксоване в міжфазний період викидання волоті-цвітіння. З цього моменту і до кінця вегетаційного циклу спостерігається зниження рівня сум ФАР до 252,3 кал/(см²·доба).

Рівень приростів потенційної урожайності ПУ, як видно із рис. Б 4.27, на момент сходів складає 25,1 г/(м²·доба). До кінця міжфазного періоду п'ятнадцятого листка-викидання волоті значення приросту потенційної урожайності зростає до максимального 36,5 г/(м²·доба). Далі спостерігається падіння рівня приростів до 26,0 г/(м²·доба) в кінці вегетації.

Як видно із рис. Б.4.37, нижня межа температурного оптимуму T_{opt1} ,

починається з позначки 15,5 °С, плавно піднімаючись, досягає максимуму 20,3 °С в міжфазний період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається плавне зниження температур до 15,7 °С. Верхня межа температурного оптимуму T_{opt2} починається з позначки 19,0 °С, плавно зростаючи, досягає максимуму 23,4 °С, аналогічно T_{opt1} , в період п'ятнадцятий листок-викидання волоті. Далі спостерігається зниження температури до 19,5 °С в кінці вегетаційного циклу. Різниця між T_{opt1} і T_{opt2} складає 3,5 °С.

Крива ходу середньодекадної температури починається із значення 16,7 °С. З цього моменту і до кінця міжфазного періоду викидання волоті-цвітіння качана значення середньодекадної температури зростає до 23,1 °С. Крива ходу проходить в інтервалі температурних оптимумів T_{opt1} і T_{opt2} . На початку міжфазного періоду цвітіння качана-молочна стиглість крива пересікає верхню межу температурного оптимуму T_{opt2} і виходить за її межі, де проходить до кінця вегетаційного періоду.

На початку вегетаційного періоду кукурудзи сумарне випаровування складає 2,8 мм за добу (див. рис. Б.4.38). Далі протягом міжфазного періоду сходи-п'ятий листок спостерігається незначне зменшення значення до 2,5 мм, та зростання до максимального 3,0 мм в кінці міжфазного періоду дев'ятий-п'ятнадцятий листок. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається поступове східчастоподібне зниження значення сумарного випаровування до 1,6 мм за добу.

Величина відношення сумарного випаровування до випаровуваності E/E_0 на початку вегетації складає 0,7 відн.од. та залишається незмінним до кінця міжфазного періоду п'ятий-дев'ятий листок. Далі спостерігається різке зменшення значення відношення E/E_0 до 0,4 відн.од. в період викидання волоті-цвітіння качана. Потім рівень величини поступово зменшується до мінімального 0,3 відн.од. в кінці вегетаційного періоду.

Описуючи приріст ММУ кукурудзи, можна відзначити, що в початковий

період відновлення вегетації він становить 25,1 г/(м²·доба) (див. рис. Б.4.30), далі зростає до максимального 34,4 г/(м²·доба) в міжфазний період викидання волоті-цвітіння качана. З цього моменту і до кінця вегетації відбувається різке зниження приростів ММУ до 18,5 г/(м²·доба).

Із рис. Б.4.31 видно, що хід кривої приростів ДМУ повторює хід кривої приростів ММУ. Величина приросту ДМУ починається з позначки 16,3 г/(м²·доба), плавно зростаючи, досягає максимуму 22,3 г/(м²·доба) протягом міжфазного періоду викидання волоті – цвітіння качана. Період фаз цвітіння качана-молочна-воскова стиглість характеризується різким зниженням приростів ДМУ до 12,0 г/(м²·доба).

Величина приросту УВ у починається з позначки 10,5 г/(м²·доба) (рис. Б 4.32), поступово зростаючи, досягає максимуму 14,1 г/(м²·доба) в період дев'ятий – п'ятнадцятий листок. Далі протягом міжфазного періоду п'ятнадцятий листок-викидання волоті відмічений спад приростів УВ до 12,9 г/(м²·доба), який залишається незмінним до кінця міжфазного періоду викидання волоті-цвітіння качана. З цього моменту і до кінця вегетаційного періоду спостерігається стрімке зниження приростів УВ до 6,9 г/(м²·доба).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

У четвертому розділі виконана оцінка агрокліматичних умов формування урожаю таких сільськогосподарських культур як озима пшениця, ярий ячмінь та кукурудза по фізико-географічних зонах Північно-Західного Причорномор'я.

1. Найвищі показники агроєкологічних категорій урожайності озимої пшениці спостерігаються в кінці міжфазного періоду нижній вузол соломини – колосіння. Так, прирости потенційного урожаю змінюються для Лісостепової зони від 9,7 до 24,1 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 12,0 до 30,2 г/(м²·доба); для північної частини Північної

степової підзони від 8,7 до 23,4 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 12,8 до 32,2 г/(м²·доба). Прирости метеорологічно-можливого урожаю варіюють в межах для Лісостепової зони від 1,0 до 14,2 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 1,2 до 19,0 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 0,9 до 13,5 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 1,5 до 18,9 г/(м²·доба). Прирости дійсно можливого урожаю коливаються в межах для Лісостепової зони від 0,7 до 10,9 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 0,8 до 13,3 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 0,7 до 10,4 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 1,1 до 14,0 г/(м²·доба). Прирости урожаю у виробництві змінюються в межах для Лісостепової зони від 0,5 до 6,2 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 0,5 до 7,6 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 0,4 до 5,9 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 0,7 до 8,0 г/(м²·доба). При цьому добові суми ФАР складають в середньому 207,24 кал/(см²·доба); середньодобова температура повітря за декаду складає близько 12,5 °С, а випаровування – 1,6 мм за добу.

2. Прирости потенційного урожаю змінюються для Лісостепової зони від 8,4 до 16,2 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 10,0 до 18,6 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 6,6 до 13,4 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 11,3 до 23,0 г/(м²·доба). Прирости метеорологічно-можливого урожаю варіюють в межах для Лісостепової зони від 6,1 до 11,0 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 6,3 до 12,1 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 4,9 до 8,6 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 9,1 до 14,1 г/(м²·доба). Прирости дійсно можливого урожаю коливаються в межах для Лісостепової зони від 4,3 до 7,7 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 4,6 до 8,8 г/(м²·доба);

для північної частини Північної степової підзони від 3,4 до 6,0 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 5,9 до 9,2 г/(м²·доба). Прирости урожаю у виробництві змінюються в межах для Лісостепової зони від 2,5 до 5,0 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 2,6 до 5,7 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 2,2 до 3,9 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 3,4 до 5,9 г/(м²·доба). При цьому добові суми ФАР складають в середньому 233,61 кал/(см²·доба); середньодобова температура повітря за декаду складає близько 15,8 °С, а випаровування – 2,0 мм за добу.

3. Прирости потенційного урожаю кукурудзи змінюються для Лісостепової зони від 16,0 до 25,4 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 20,3 до 29,4 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 15,9 до 26,4 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 25,1 до 36,5 г/(м²·доба). Прирости метеорологічно-можливого урожаю варіюють в межах для Лісостепової зони від 15,5 до 25,4 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 16,2 до 28,8 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 16,3 до 26,4 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 18,5 до 34,8 г/(м²·доба). Прирости дійсно можливого урожаю коливаються в межах для Лісостепової зони від 10,8 до 17,8 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 11,8 до 21,0 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 11,4 до 18,5 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 12,0 до 22,6 г/(м²·доба). Прирости УВ змінюються для Лісостепової зони в межах від 6,2 до 11,5 г/(м²·доба); для південної частини Північної степової підзони від 6,7 до 13,2 г/(м²·доба); для північної частини Північної степової підзони від 6,5 до 11,9 г/(м²·доба); для Південної степової підзони від 6,9 до 14,1 г/(м²·доба). При цьому добові суми ФАР складають в середньому 259,62 кал/(см²·доба); середньодобова температура повітря за декаду складає близько 20,2 °С, а випаровування – 2,7 мм за добу.

РОЗДІЛ 5

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Рациональне використання природних умов можливе у тих випадках, коли сільськогосподарські культури розміщуються з урахуванням їх потенційної продуктивності, екологічної стійкості, варіабельності мікроклімату і родючості ґрунтів [21].

Клімат являється важливою частиною навколишнього природного середовища, в якій відбувається діяльність людини. За останні роки стало очевидним потепління клімату [3, 71].

У зв'язку з цим, стало важливим передбачити зміни агрокліматичних умов у сільськогосподарських районах, яким являється Північно-Західне Причорномор'я. Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з проблемою оцінки агрокліматичних ресурсів території та раціональним розміщенням посівів [1, 2]. Тільки максимальний збіг біологічних вимог сільськогосподарських культур і агрокліматичних умов може призвести до отримання високих і сталих урожаїв [22].

5.1. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для озимої пшениці

Оцінка узагальнюючих характеристик ґрунтових та агрокліматичних умов формування озимої пшениці та її продуктивності зроблена на основі виконаних нами розрахунків та представлена у табл. 5.1.

Рівень родючості ґрунтів Одеської області має певну диференціацію. Бал родючості, як видно із табл. 5.1, коливається від 0,70 відн.од. у південній частині області до 0,93 відн.од. у центральних районах. Дози внесення мінеральних та органічних добрив однакові для всіх районів. Азотні добрива

вносяться у дозах 90 кг(д.р.)/га, фосфатні та калійні – 40 кг(д.р.)/га. Норма внесення органічних добрив складає 30 т/га. Розглянута територія має середній та достатньо високий рівень родючості ґрунту.

Сума ефективних температур за вегетаційний період озимої пшениці області коливається в межах від 848 у південних районах до 918 °С у Болградському районі. Тривалість вегетаційного періоду озимої пшениці 104-113 діб (див. табл. 5.1).

Важливим фактором для життєдіяльності рослин являється не лише тепло, а й волога [26, 71]. Кількість опадів на території Північно-Західного Причорномор'я за вегетаційний період коливається від 141 до 186 мм. Найменша сума опадів спостерігається у Березівському, Біляївському, Іванівському, Комінтернівському, Овідіопольському районах, найбільша – у Красноокнянському, Фрунзівському та Ширяєвському районах.

Проте, зволоження території залежить не тільки від кількості опадів, а й від того, скільки їх витрачається на випаровування та стік, тобто від ГТК [2, 70]. Гідротермічний коефіцієнт по районах Одеської області змінюється від 1,0 відн.од. у Березівському, Біляївському, Іванівському, Ізмаїльському, Кілійському, Комінтернівському, Овідіопольському та Ренійському районах до 1,2 відн.од. на значній території області. Потреба озимої пшениці у воді за період вегетації змінюється від 414 до 451 мм, сумарне випаровування – від 196 до 244 мм, дефіцит води – від 165 до 207 мм (див. табл. 5.1).

Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності та агроекологічних умов вирощування озимої пшениці Північно-Західного Причорномор'я представлений у табл. 5.2. Максимальне значення приростів врожаю на рівні ПУ 391 г/(м²·д) зафіксоване у Кілійському районі, мінімальне – 226 г/(м²·д) – у Фрунзівському районі. Максимальні прирости на рівні ММУ коливаються в межах від 121 г/(м²·д) у Великомихайлівському до 220 у Білгород-Дністровському районі.

Таблиця 5.1

Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування озимої пшениці в Північно-Західному Причорномор'ї

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород-Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико-михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,77	0,70	0,77	0,86	0,70	0,82	0,87	0,93	0,86	0,74	0,74	0,77	0,86
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.р.)/га	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5	Внесення органічного добрива (перегній), т/га	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Сума ефективних температур вище 5 °С	858	848	858	883	848	874	918	896	883	859	859	858	883
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	5428	5318	5428	5449	5318	5553	5485	5525	5449	5200	5200	5428	5449
8	Тривалість вегетаційного періоду, доба	108	107	108	109	107	110	109	110	109	104	104	108	109
9	Сума опадів, мм	164	168	164	141	168	141	180	147	141	163	163	164	141
10	Потреба рослин у воді, мм	422	422	420	414	422	423	436	421	414	415	415	420	414
11	Сумарне випаровування, мм	219	222	218	196	222	198	217	199	196	200	200	218	196
12	Дефіцит вологи, мм	189	165	187	207	165	178	177	200	207	204	204	187	207
13	ГТК, відн.од.	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0

Продовження таблиці 5.1

№ п/п	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Котовський	Красно-окнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,77	0,77	0,77	0,77	0,82	0,74	0,93	0,77	0,70	0,70	0,70	0,77	0,77
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.р.)/га	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5	Внесення органічного добрива (перегній), т/га	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Сума ефективних температур вище 5 °С	858	897	858	858	874	859	896	858	848	848	848	897	897
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	5428	5650	5413	5428	5553	5200	5525	5428	5318	5318	5318	5650	5650
8	Тривалість вегетаційного періоду, доба	108	113	108	108	110	104	110	108	107	107	107	113	113
9	Сума опадів, мм	164	186	164	164	141	163	147	164	168	168	168	186	186
10	Потреба рослин у воді, мм	420	451	418	420	423	415	421	420	422	422	422	451	451
11	Сумарне випаровування, мм	218	244	218	218	198	200	199	218	222	222	222	244	244
12	Дефіцит вологи, мм	187	198	185	187	178	204	200	187	165	165	165	198	198
13	ГТК, відн.од.	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Таблиця 5.2

Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності та агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці Північно-Західного Причорномор'я

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород-Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико-михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/(м ² ·д)	250	331	300	261	251	346	298	244	252	349	391	325	286
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/(м ² ·д)	142	190	170	140	220	179	144	122	127	189	212	184	154
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/(м ² ·д)	109	133	131	113	154	147	125	113	116	140	157	142	132
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УВ, г/(м ² ·д)	62	76	75	69	88	84	75	65	67	80	90	81	75
5	Кгосп. для ПУ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
6	Кгосп. для ММУ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
7	Кгосп. для ДМУ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
8	Кгосп. для УВ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1936	2454	2314	1997	2832	2687	2278	1895	1933	2534	2843	2507	2190
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1119	1325	1339	1093	1529	1288	1098	939	1058	1435	1610	1450	1199
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	862	927	1031	940	1071	1056	955	873	910	1062	1191	1117	1031
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	513	561	614	562	647	635	577	523	544	640	718	665	617
13	ПУ зерна, ц/га	88	112	106	91	129	123	104	86	88	116	130	114	100
14	ММУ зерна, ц/га	51	60	61	50	70	59	50	43	48	65	73	66	55
15	ДМУ зерна, ц/га	39	42	47	43	49	48	44	40	41	48	54	51	47
16	УВ зерна, ц/га	23	26	28	26	30	29	26	24	25	29	33	30	28
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,578	0,540	0,579	0,548	0,540	0,479	0,482	0,495	0,548	0,566	0,566	0,579	0,548
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,458	0,423	0,458	0,514	0,423	0,493	0,525	0,557	0,514	0,446	0,446	0,458	0,514
19	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,385	0,348	0,417	0,428	0,333	0,359	0,404	0,405	0,477	0,398	0,355	0,437	0,441
20	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,595	0,605	0,595	0,598	0,605	0,601	0,604	0,559	0,598	0,603	0,603	0,595	0,598

Продовження таблиці 5.2

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Котовський	Красно-окнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/(м ² ·д)	292	268	283	250	363	323	244	308	373	331	339	226	243
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/(м ² ·д)	166	149	154	142	188	175	121	175	215	190	145	126	135
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/(м ² ·д)	127	115	124	109	154	130	113	135	150	133	137	97	104
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УВ, г/(м ² ·д)	73	66	71	62	88	74	65	77	86	64	78	55	60
5	Кгосп. для ПУ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
6	Кгосп. для ММУ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
7	Кгосп. для ДМУ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
8	Кгосп. для УВ, відн.од.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2250	2136	2180	1929	2818	2348	1895	2379	2769	2454	2517	1802	1935
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1301	1249	1262	1116	1350	1330	939	1376	1495	1325	1359	1054	1132
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1002	962	972	859	1107	984	873	1060	1047	928	952	811	871
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	597	573	579	512	666	593	523	631	633	561	575	483	519
13	ПУ зерна, ц/га	103	97	99	88	128	107	86	108	126	112	115	82	88
14	ММУ зерна, ц/га	59	57	56	51	62	60	43	63	68	60	62	48	52
15	ДМУ зерна, ц/га	45	44	44	39	50	45	40	48	48	42	43	37	40
16	УВ зерна, ц/га	27	26	26	23	30	27	24	29	29	26	26	22	24
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,579	0,585	0,579	0,579	0,479	0,566	0,495	0,579	0,540	0,540	0,540	0,585	0,585
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,458	0,459	0,458	0,458	0,493	0,446	0,557	0,458	0,423	0,423	0,423	0,459	0,459
19	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,400	0,421	0,433	0,387	0,366	0,411	0,428	0,433	0,348	0,348	0,331	0,389	0,397
20	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,595	0,596	0,595	0,595	0,601	0,603	0,599	0,595	0,605	0,605	0,605	0,596	0,596

Лімітуючий вплив родючості ґрунту призводить до зниження максимальних приростів біомаси на рівні ДМУ, а внесені дози мінеральних та органічних добрив корегують прирости на рівні ПУ [38]. Таким чином, на рівні ДМУ величина приростів коливається в межах від 97 до 157 г/(м²·д); на рівні УВ – від 55 до 90 г/(м²·д) (див. табл. 5.2).

Важливим показником продуктивності фітоценозів являється коефіцієнт господарської ефективності урожаю $K_{\text{госп}}$, який показує відношення кількості сухої фітомаси господарської частини урожаю до маси загальної сухої маси. Для усіх агрокліматичних районів та для усіх рівнів урожайності $K_{\text{госп}}$ складає – 0,4 відн.од.

Максимальне значення ПУ всієї сухої маси 2843 г/м² (див. табл. 5.2) відмічене у Кілійському, мінімальне – 1802 г/м² у Фрунзівському районі. Метеорологічно-можливий урожай всієї сухої біомаси коливається в межах від 939 до 1610 г/м², ДМУ всієї сухої маси – від 811 до 1191 г/м², УВ всієї сухої маси – від 483 до 718 г/м².

Потенційний урожай ПУ озимої пшениці по території Північно-Західного Причорномор'я коливається в межах від 82 до 130 ц/га. Як видно з рис. 5.1 та табл. 5.2, максимальні значення ПУ озимої пшениці спостерігаються у південній частині області.

Із рис. 5.2 та табл. 5.2 видно, що розподіл ММУ по території Одеської області майже не відрізняється від розподілу ПУ. Максимальні значення ММУ 64–73 ц/га відмічені на півдні області; мінімальні – 43-53 ц/га – у центральних районах.

Як видно з рис. 5.3 та табл. 5.2 максимальні значення ДМУ 51-60 ц/га спостерігаються у Кодимському та Кілійському районах, мінімальні – 30-40 ц/га у центральній частині області.

На території Північно-Західного Причорномор'я розподіл УВ майже аналогічний розподілу ДМУ (рис. 5.4). Максимальне значення урожаю у виробництві озимої пшениці 31-35 ц/га спостерігається у Кілійському районі;

мінімальне – 20-25 ц/га – у центральних районах області. На іншій території рівень УВ озимої пшениці коливається в межах 26-30 ц/га.

Оцінка ступеню сприятливості кліматичних умов для озимої пшениці розподілена не рівномірно. З табл. 5.2 видно, що найбільше значення 0,585 відн.од. спостерігається на півночі області, а найменше 0,479 відн.од. у центральній частині області.

Описуючи оцінку рівня використання агроекологічних ресурсів для озимої пшениці, з табл. 5.2 видно, що найвище значення 0,557 відн. од. у центральних районах області – Великомихайлівський та Роздільнянський, а найнижче – 0,423 відн.од. – у південній частині області.

Як видно із табл. 5.2, рівень реалізації агроекологічного потенціалу для озимої пшениці коливається в межах від 0,331 до 0,477 відн.од. Рівень господарського використання ресурсів варіює в діапазоні 0,559 до 0,605 відн.од.

5.2. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для ярого ячменю

На основі розрахунків нами була виконана оцінка узагальнюючих характеристик ґрунтових та агрокліматичних умов формування для ярого ячменю.

Рівень родючості ґрунтів області має певну диференціацію. Бал родючості коливається від 0,65 до максимального 0,92 відн.од (табл. Б.5.3). Азотні добрива вносяться у дозах 90 кг(д.р.)/га, фосфатні та калійні – 40 кг(д.р.)/га. Норма внесення органічних добрив складає 30 т/га.

Сума ефективних температур більше 10 °С за вегетаційний період по районах Одеської області коливається в межах від 822 °С до 1023 °С. Тривалість вегетаційного періоду складає 73-88 доби. Гідротермічний коефіцієнт змінюється від 0,8 до 1,2 відн.од. Відносна потреба ярого ячменю у воді за період вегетації коливається від 309 до 400 мм, в залежності від

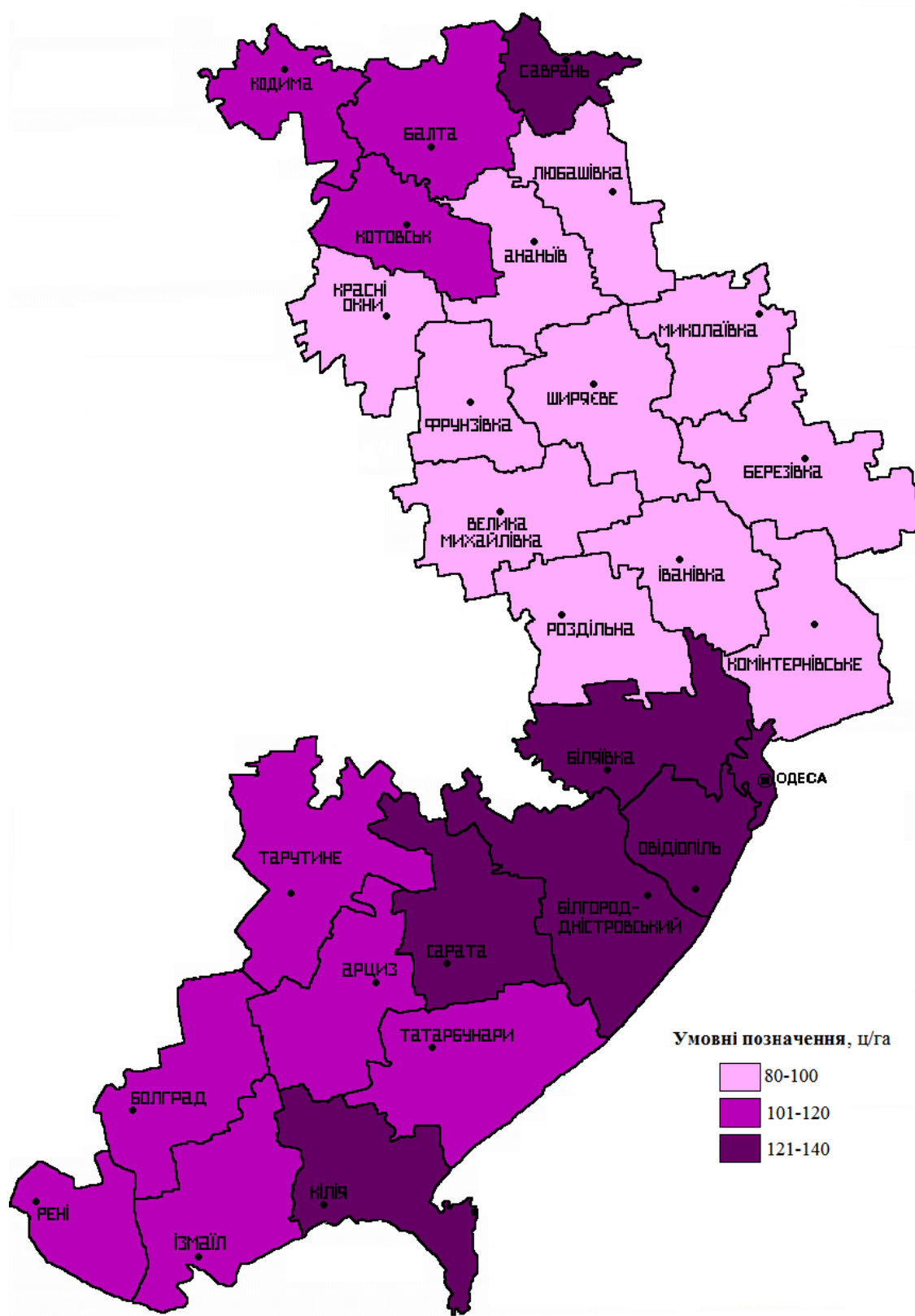


Рис. 5.1 Карто-схема розподілу ПУ озимої пшениці в Одеській області, ц/га

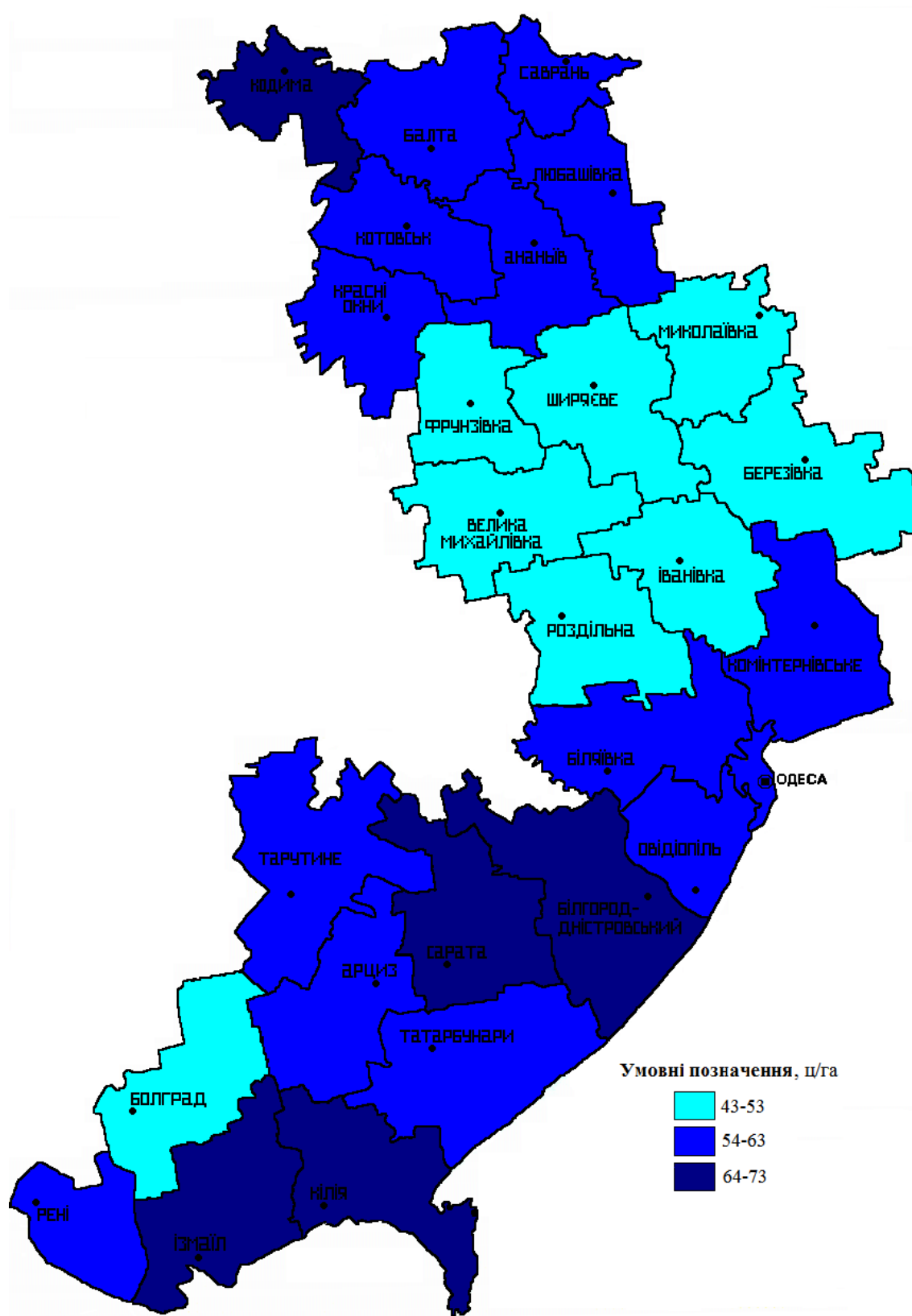


Рис. 5.2 Карто-схема розподілу ММУ озимої пшениці в Одеській області,
ц/га

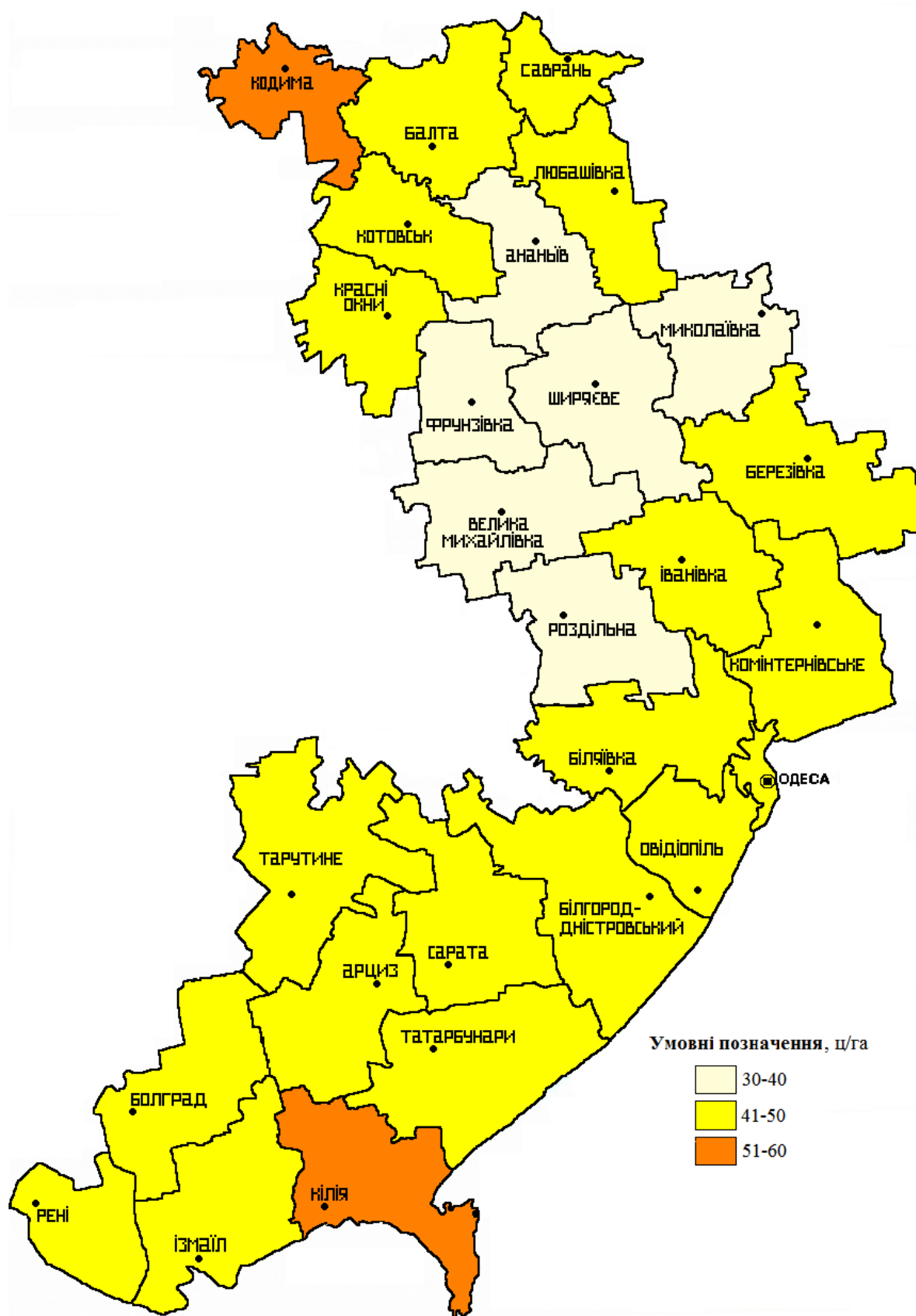


Рис. 5.3 Карто-схема розподілу ДМУ озимої пшениці в Одеській області, ц/га

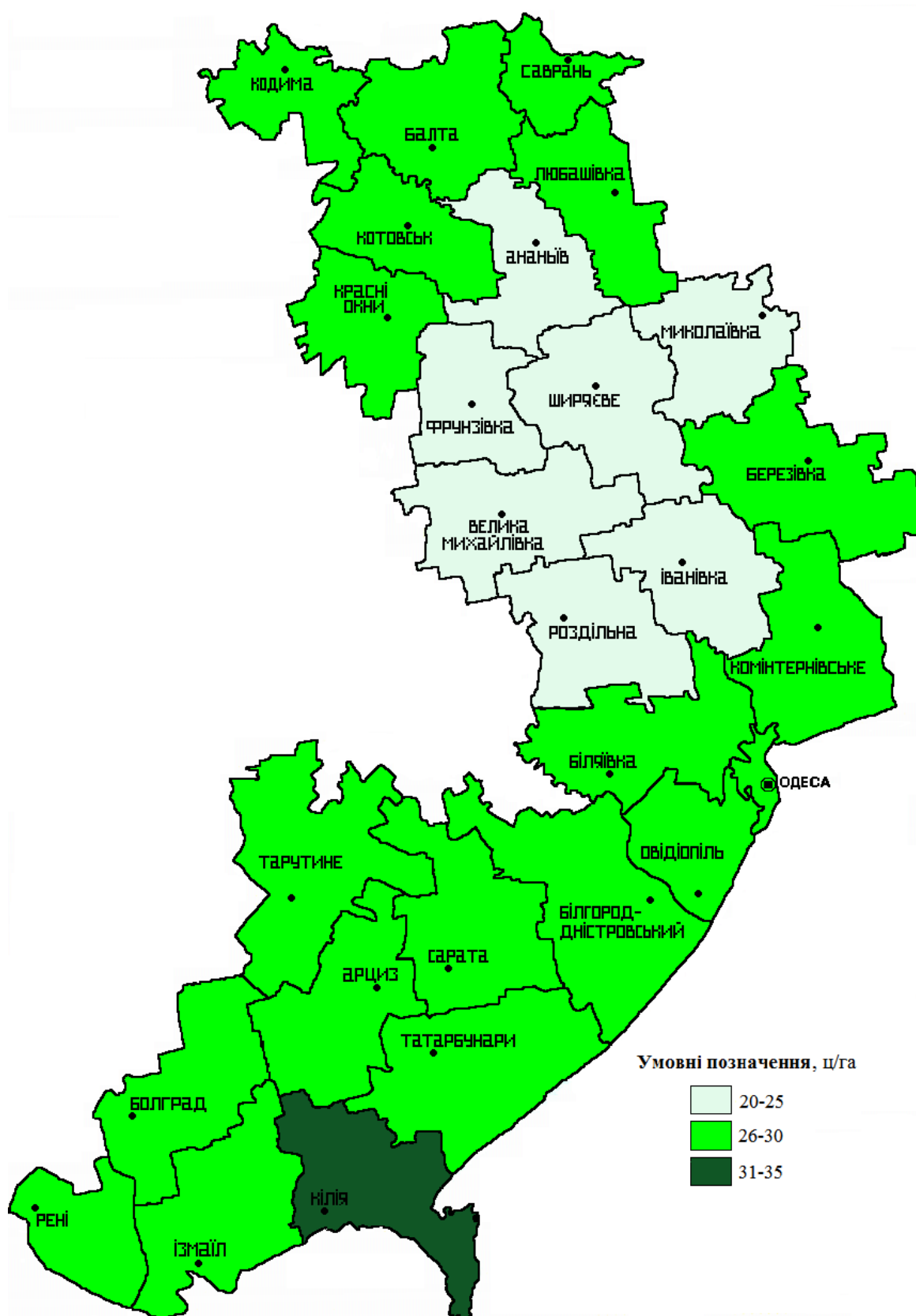


Рис. 5.4 Карто-схема розподілу УВ озимої пшениці в Одеській області, ц/га

розташування території. Сумарне випаровування варіює в діапазоні від 154 до 232 мм.

Аналіз максимальних приростів урожаю ярого ячменю на рівні ПУ (див. табл. Б.5.4) показує, що найвищі значення 211-252 г/(м²·д) спостерігаються в південних районах області. Найнижчі показники 119-134 г/(м²·д) відмічені у центральній частині області.

Величина приростів на рівні ММУ коливається в межах від 72 до 149 г/(м²·д), на рівні ДМУ – від 56 до 111 г/(м²·д), на рівні УВ від 36 до 71 г/(м²·д) (див. табл. Б.5.4).

Аналізуючи коефіцієнт господарської ефективності урожаю, (див. табл. Б.5.4) видно, що $K_{\text{госп}}$ змінюється від 0,4 до 0,6 відн. од.

Величини ПУ всієї сухої біомаси (див. табл. Б.5.4) характеризується наступними показниками: найбільше значення складає 1632 г/м², а найменше – 841 г/м². Максимальний урожай всієї сухої біомаси на рівні ММУ відмічений у Кілійському районі і складає 937 г/м². Мінімальний – 477 г/м² зафіксований у Роздільнянському районі.

Максимальне значення дійсно можливого урожаю всієї сухої біомаси 656 г/м² спостерігається у Овідіопольському районі; мінімальне – 410 г/м² – у Миколаївському. На решті території області величина коливається в межах 450 – 651 г/м².

Описуючи урожай у виробництві УВ всієї сухої біомаси, можна відмітити, що найбільше значення 395 г/м² характерне для Кодимського району. У Савранському, Овідіопольському, Кодимському, Саратському, Білгород-Дністровському, Ізмаїльському та Кілійському районах ця величина знижується до 394 – 352 г/м². Для решти районів значення всієї сухої біомаси на рівні УВ коливається від 249 до 342 г/м² (див. табл. Б.5.4).

Характер розподілу потенційного урожаю ПУ, метеорологічно-можливого урожаю ММУ, дійсно можливого урожаю ДМУ, та урожаю у виробництві УВ ярого ячменю по території Одеської області неоднорідний.

ПУ коливається в межах 50 – 74 ц/га (див. рис. Б.5.5 та табл. Б.5.4); ММУ – 30-52 ц/га (див. рис. Б.5.6 та табл. Б.5.4); ДМУ – 26-37 ц/га (див. рис. Б.5.7 та табл. Б.5.4); УВ – 16-25 ц/га (див. рис. Б.5.8, табл. Б.5.4).

Оцінка ступеню сприятливості кліматичних умов для ярого ячменю по території області розподілена не рівномірно. З табл. Б.5.4 видно, що найбільші значення – 0,757 – 0,752 відн.од. спостерігається у північній частині області, а найменші – 0,575 – 0,596 відн.од. у південній частині Північно-Західного Причорномор'я.

З табл. Б.5.4 видно, що найвищий рівень оцінки рівня використання агроєкологічних ресурсів (C_0) 0,547 відн.од. у центральних районах – Іванівський та Березівський. Діапазон найменших значень 0,431 – 0,439 відн.од. зафіксований у Ренійському та Ізмаїльському районах. На всій іншій території області C_0 для ярого ячменю коливається в межах 0,441 – 0,529 відн.од.

Найменший рівень реалізації агрокліматичного потенціалу для ярого ячменю 0,446 відн.од. характерний для Арцизького району (див. табл. Б.5.4). Максимальне значення 1,466 відн.од. зафіксоване у Ренійському районі. На іншій території області рівень реалізації агрокліматичного потенціалу коливається в межах 0,479 – 0,663 відн.од.

Описуючи рівень господарського використання ресурсів для ярого ячменю, з табл. Б.5.4 видно, що максимальне значення 0,683 відн.од. характерне для Кодимського району, мінімальне – 0,595 відн.од. для Березівського, Іванівського та Комінтернівського районів.

5.3. Оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для кукурудзи

Оцінка узагальнюючих характеристик ґрунтових та агрокліматичних умов формування кукурудзи та її продуктивності представлена у табл. Б.5.5.

Як видно із табл. Б.5.5, бал родючості коливається від мінімального 0,65 відн.од. у Ізмаїльському та Кілійському районах до максимального

0,92 відн.од. у Березівському, Іванівському та Комінтернівському районах. Азотні добрива вносяться у дозах 90 кг(д.р.)/га, фосфатні та калійні – 40 кг(д.р.)/га. Органічні добрива вносяться в розмірі 30 т/га.

Сума ефективних температур за вегетаційний період кукурудзи в Одеській області варіює в діапазоні від 1465 на території північних районів; до 1614 °С у Болградському районі. Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи для усіх районів складає 93-107 діб, в залежності від місця розташування району (див. табл. Б.5.5).

Кількість опадів на території Північно-Західного Причорномор'я за вегетаційний період кукурудзи коливається в межах від 158 на півдні області до 232 мм в північній частині області.

Гідротермічний коефіцієнт по районах Одеської області змінюється від 0,7 відн.од. у Біляївському, Ізмаїльському, Кілійському, Овідіопольському та Ренійському районах до 1,1 відн.од. у районах північної частини області.

Потреба кукурудзи у воді за період вегетації знаходиться в межах від 212 до 310 мм. Сумарне випаровування коливається від 295, що характерне для північної частини Одеської області, до 516 мм – у Болградському районі (див. табл. Б.5.5). Мінімальний дефіцит вологи складає 178 мм, максимальний – 473 мм.

У табл. Б.5.6 представлений аналіз максимальних приростів урожаю кукурудзи в умовах Північно-Західного Причорномор'я. На рівні ПУ та ММУ спостерігається наступна картина: мінімальні значення максимальних приростів урожаю зафіксовані в Іванівському районі – для ПУ 199 та для ММУ 191 г/(м²·д), а максимальні – у Кілійському – 493 і 458 г/(м²·д) відповідно.

Величина максимальних приростів на рівні ДМУ кукурудзи майже аналогічна величині максимальних приростів на рівні УВ. Так, мінімальні значення максимальних приростів зафіксовані у Фрунзівському районі і складають для ДМУ 151, а для УВ – 95 г/(м²·д); максимальні – для ДМУ –

298 г/(м²·д) у Кілійському та 178 г/(м²·д) у Кодимському районі (див. табл. Б.5.6).

Аналізуючи коефіцієнт господарської ефективності урожаю $K_{\text{госп}}$, видно, що на рівні ПУ та ММУ він коливається в межах 0,2-0,4 від.од., а на рівні ДМУ і УВ дорівнює 0,2 відн.од.

Величини ПУ та ММУ всієї сухої маси кукурудзи (див. табл. Б.5.6) характеризується наступними показниками: максимальні значення 3932 та 3615 г/м² спостерігаються у Кілійському районі відповідно. Мінімальні значення 1635 та 1569 г/м² зафіксовані в Іванівському районі.

Максимальний урожай всієї сухої біомаси на рівні ДМУ та УВ 2349 та 1445 г/м² відповідно спостерігається у Кодимському районі, мінімальний 1318 та 815 г/м² у Фрунзівському районі відповідно.

Потенційний урожай, як видно із табл. Б.5.6 та рис. Б.5.9, коливається в межах 40-157 ц/га. Максимальне значення 157 ц/га зафіксоване у Кілійському районі; мінімальне – 40 ц/га – у Роздільнянському та Іванівському районах.

Розподіл ММУ представлений на рис. Б.5.10 та табл. Б.5.6. Найбільші значення урожаїв кукурудзи на рівні ММУ – 68–144 ц/га спостерігається у південних (Ізмаїльському, Кілійському, Ренійському та Саратському) та північних (Кодимському, Савранському та Красноокнянському) районах області. Найменші значення ММУ кукурудзи 37-52 ц/га відмічені у центральних районах.

На рис. Б.5.11 представлений розподіл ДМУ кукурудзи по території Одеської області. Максимальні значення урожаїв 52-74 ц/га спостерігаються у Кодимському, Савранському та Кілійському районах. В південній та північній частині області рівень урожайності коливається в межах від 40 до 50 ц/га; в центральних районах він дещо менший і знаходиться в межах від 30 до 40 ц/га.

Розподіл УВ майже аналогічний розподілу ДМУ кукурудзи. Відмітимо, що максимальні значення урожаю 37 ц/га спостерігаються у Кілійському, 33 ц/га у Кодимському, 32 ц/га у Савранському районах. Доцільно відмітити

такі райони як Балтський, Котовський, Красноокнянський, Овідіопольський та Ізмаїльський, де рівень УВ кукурудзи варіює в межах від 26 до 30 ц/га. На всій іншій території Одеської області рівень УВ коливається в межах від 20 до 25 ц/га.

Охарактеризуємо оцінку ступеню сприятливості кліматичних умов для кукурудзи. Із табл. Б.5.6 видно, що максимальне значення 0,982 відн.од. спостерігаються у північних районах; мінімальне – 0,811 відн.од у Ренійському районі.

Виконуючи оцінку рівня використання агрокліматичних ресурсів та рівня реалізації агроекологічного потенціалу для кукурудзи, з табл. Б.5.6 видно, що мінімальні значення 0,246 та 0,395 відн.од. спостерігаються у Ізмаїльському районі. Максимальні значення відмічені у центральних районах області: рівень використання агрокліматичних ресурсів становить 0,524 відн.од. у Іванівському та 0,519 відн.од. у Роздільнянському та Березівському районах; рівень реалізації агроекологічного потенціалу складає 1,62 – у Березівському та 1,325 відн.од. у Комінтернівському районах.

Описуючи рівень господарського використання ресурсів для кукурудзи, з табл. Б.5.6 видно, що найнижчі значення спостерігаються у Кілійському районі – 0,504 відн.од., у Ренійському – 0,545 відн.од. Максимальне значення 0,621 відн.од. зафіксоване у північній частині області.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

У п'ятому розділі виконана оцінка продуктивності агрокліматичних ресурсів для озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи в умовах Північно-Західного Причорномор'я:

1. Бал родючості ґрунту коливається в межах від 0,70 – 0,93 відн.од. Сума ефективних температур вище 5 °С для озимої пшениці коливається в межах 848-918 °С за вегетаційний період 104-113 діб. Дефіцит вологи в середньому складає 185 мм, сумарне випаровування – 220 мм, а сума опадів

складає 160 мм. Потенційний урожай озимої пшениці коливається в межах від 82 до 130 ц/га, метеорологічно-можливий – від 43 до 73 ц/га, дійсно можливий – від 30 до 60 ц/га, урожай у виробництві – від 20 до 35 ц/га. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов в середньому складає 0,550 відн.од., оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів – 0,470 відн.од., оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу – 0,400 відн.од., оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів – 0,600 відн.од.

2. Для ярого ячменю сума ефективних температур вище 10 °С варіює від 822 до 1023 °С за вегетаційний період 73-88 діб. Сумарне випаровування в середньому складає 190 мм, а сума опадів при цьому – 140 мм, дефіцит вологи складає 160 мм. Потенційний урожай ярого ячменю коливається в межах від 50 до 74 ц/га, метеорологічно-можливий – від 30 до 52 ц/га, дійсно можливий – від 26 до 37 ц/га, урожай у виробництві – від 16 до 25 ц/га. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов в середньому складає 0,700 відн.од., оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів – 0,480 відн.од., оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу – 0,600 відн.од., оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів – 0,625 відн.од.

3. Для кукурудзи сума ефективних температур вище 10 °С коливається від 1465 до 1614 °С за вегетаційний період 93-107 діб. Сумарне випаровування в середньому складає 450 мм, а сума опадів – 200 мм. Потенційний урожай кукурудзи коливається в межах від 40 до 157 ц/га, метеорологічно-можливий – від 37 до 144 ц/га, дійсно можливий – від 30 до 74 ц/га, урожай у виробництві – від 20 до 37 ц/га. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов в середньому складає 0,900 відн.од., оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів – 0,400 відн.од., оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу – 0,800 відн.од., оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів – 0,600 відн.од.

РОЗДІЛ 6

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ТА
СТУПЕНЯ ЇХ НАКОПИЧЕННЯ У ЗЕРНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
КУЛЬТУР В УМОВАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я6.1. Оцінка ступеня забруднення ґрунтів важкими металами Північно-
Західного Причорномор'я6.1.1. Свинець та кадмій. Їх вміст в ґрунтах Північно-Західного
Причорномор'я.

Свинець характеризується складною і багатофакторною схемою розподілу за площею. Розподіл свинцю близький до нормального закону, що проявляється в рівномірному його накопиченні. Забруднення свинцем проявляється у зміні фонових концентрацій, пов'язаних з імовірним перерозподілом елемента між компонентами ґрунтів [20, 31].

Вміст свинцю в ґрунтах сільськогосподарських угідь в Одеській області сягає 1,4 ГДК [5, 34]. За модельними даними вміст свинцю в озимій пшениці, залежно від забезпеченості опадами і зрошенням, коливається в діапазоні 0,295-0,582 мг/кг [11, 28, 61].

Вважається, що іони свинцю швидко втрачають рухливість в ґрунті в результаті хімічних реакцій з утворенням важкорозчинних фосфатів, сульфатів, карбонатів, хроматів, гідрооксидів, а також за рахунок поглинання органічними та мінеральними колоїдами. Вони міцніше, ніж інші катіони, зв'язуються гумусом [44, 66, 98]. Відносно низька фітотоксичність свинцю пояснюється його малою рухливістю і наявністю в рослинах механізму інактивації елемента, що потрапляє в кореневу систему. У багатьох випадках збільшення вмісту свинцю в рослинах пов'язано не з поглинанням з ґрунту, а з абсорбцією з повітря [52, 82].

Надлишок свинцю в рослинах, пов'язаний з високою його концентрацією в ґрунті, інгібує дихання і пригнічує процес фотосинтезу, іноді призводить до збільшення вмісту кадмію і зниження надходження цинку, кальцію, фосфору, сірки. Внаслідок цього знижується урожайність рослин і різко погіршується якість виробленої продукції [37, 130].

Кадмій дуже токсичний, внаслідок забруднення ґрунтів він проникає в рослинний організм. У певних умовах іони кадмію, володіючи великою рухливістю в ґрунтах, легко переходять у рослини, накопичуються в них. Основним джерелом кадмієвого забруднення ґрунтів є внесення добрив (суперфосфат містить 720,2 мкг Cd в 100 г, фосфат калію 471 мкг, селітри до 66 мкг) [39, 119].

Забруднення ґрунту Cd зберігається тривалий час і після того, як цей метал перестає надходити знову. До 70% кадмію, який потрапляє в ґрунт, зв'язується з ґрунтовими хімічними комплексами, доступними для засвоєння рослинами.

Кадмій, який надійшов в ґрунт, в основному присутній в ньому в рухливій формі, що має негативний екологічне значення. Рухлива форма обумовлює порівняно високу міграційну здатність елемента в ландшафті і призводить до підвищеного забруднення потоку речовин із ґрунту в рослини [40, 125].

За вмістом свинцю в ґрунтах Одеської області (табл. 6.1, рис. 6.1) не встановлено ніякого закономірного зв'язку з географічним розміщенням районів, близькістю доріг чи рівнем засолення (осолонцювання) [35, 36, 129]. Те ж саме можна сказати і про рівень кадмію (див. табл. 6.1, рис. 6.2). Також можна відмітити, що підвищеному рівні Cd в ґрунті відповідає і підвищений рівень Pb. При вмісті Cd від 0,20 в Кодимському районі до 0,67 мг/кг в Великомихайлівському і Тарутинському районах вміст Pb, як правило, вищий 11 мг/кг. В інших районах він не більший. Максимальний вміст Pb в ґрунтах Кодимського району – 12,7, мінімальний – в Березівському та Красноокнянському – по 8,8 мг/кг, які розміщені в північній частині Одеської

Таблиця 6.1

**Результати агроекологічного обстеження ґрунтів Одеської області,
2000-2007рр [45]**

Райони	Роки обстеження	Pb	Cd	Mn	Zn	Cu	Co	Hg
		мг/кг						
Ананьівський	2003	8,9	0,11	26,4	0,29	4,7	6,1	0,0358
Арцизький	2007	9,5	0,11	45,2	0,69	8,3	6,6	0,0382
Балтський	2006	9,7	0,11	35,7	0,48	5,9	6,7	0,0631
Березівський	2003	8,8	0,12	31,8	0,48	5,0	5,8	0,0410
Б.-Дністровський	2007	9,7	0,11	37,3	0,36	7,4	6,1	0,0465
Біляївський	2004	8,6	0,12	31,6	0,47	8,1	6,2	0,0385
Болградський	2004	9,4	0,12	46,6	0,43	9,1	4,7	0,0356
Великомихайлівський	2002	10,7	0,67	52,6	0,76	-	-	0,1173
Іванівський	2002	12,1	0,50	46,6	0,94	-	-	0,0935
Ізмаїльський	2006	10,5	0,12	47,2	0,78	9,8	5,9	0,0411
Кілійський	2000	13,3	0,46	86,8	1,13	-	-	0,1264
Кодимський	2003	12,7	0,20	41,9	0,61	6,4	8,1	0,0457
Комінтернівський	2005	10,1	0,11	57,9	0,52	6,0	6,2	0,0421
Котовський	2005	9,9	0,11	32,4	0,45	5,4	6,3	0,0514
Красноокнянський	2007	8,8	0,10	42,7	0,33	5,1	6,3	0,0339
Любашівський	2000	11,8	0,33	65,1	0,60	-	-	0,0814
Миколаївський	2006	9,7	0,11	31,4	0,39	5,1	6,6	0,0480
Овідіопольський	2000	12,2	0,60	71,7	0,83	-	-	0,1760
Ренійський	2001	12,1	0,57	75,8	1,01	-	-	0,1717
Роздільнянський	2005	9,3	0,11	47,7	0,49	7,8	6,1	0,0528
Савранський	2001	11,7	0,60	60,2	0,66	-	-	0,1844
Саратський	2002	11,2	0,38	66,6	0,74	-	-	0,0628
Тарутинський	2001	11,1	0,67	49,0	0,67	-	-	0,1289
Татарбунарський	2006	10,0	0,11	56,8	0,69	7,8	6,8	0,0515
Фрунзівський	2002	10,7	0,32	39,6	0,65	-	-	0,0332
Ширяєвський	2004	9,0	0,11	42,1	0,40	4,6	5,6	0,0470
По області		10,4	0,27	48,7	0,61	6,6	6,2	0,0726
ГДК		30,0	3,00	50,0	1,50	3,0	5,0	2,1

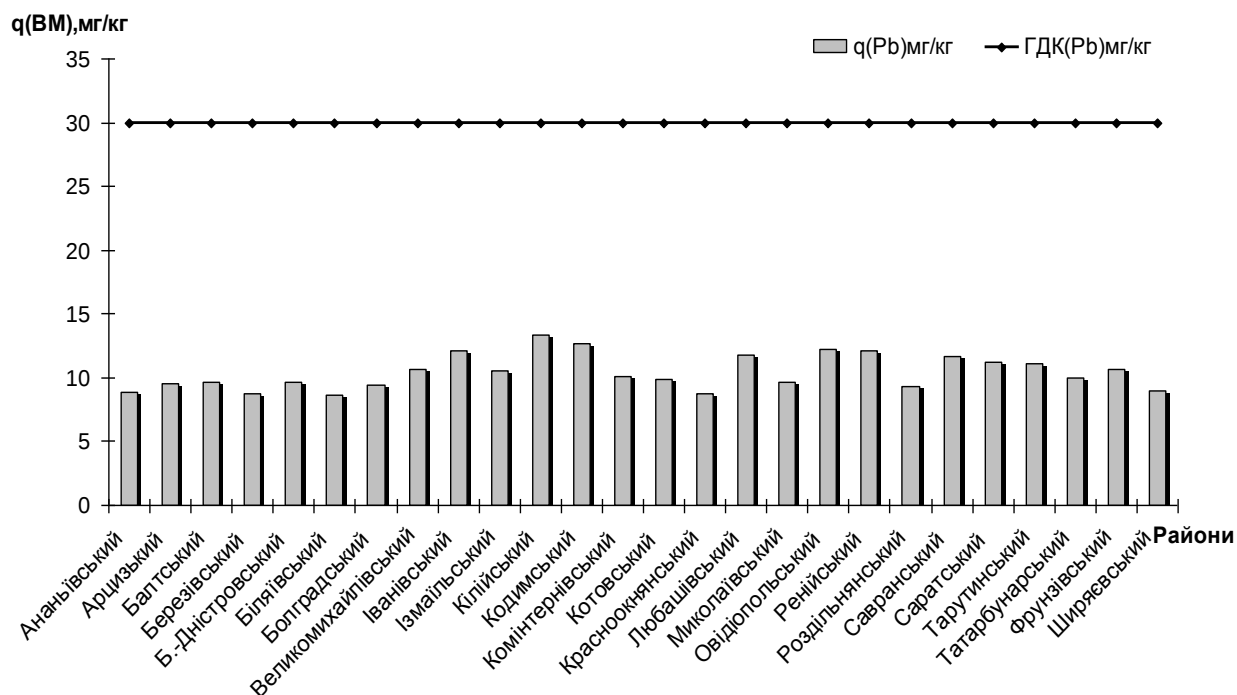


Рис. 6.1 Динаміка вмісту свинцю в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я в розрізі районів

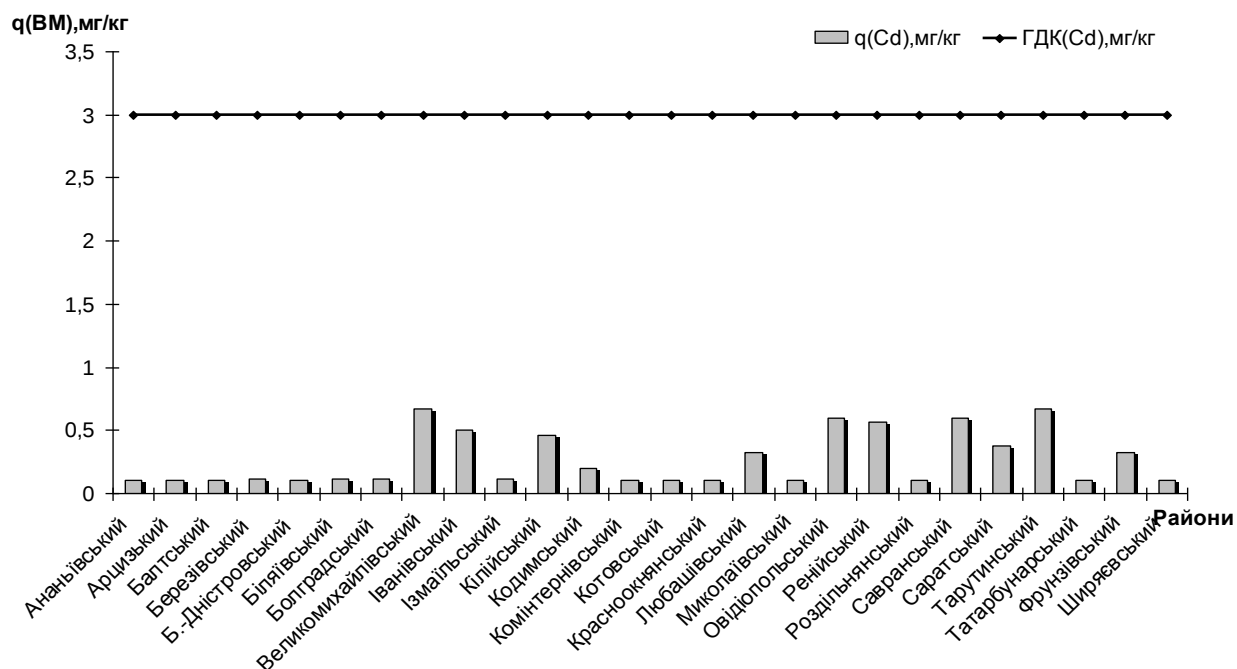


Рис. 6.2 Динаміка вмісту кадмію в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я в розрізі районів

області. В середньому по області вміст свинцю складає 10,4 мг/кг, а кадмію – 0,27 мг/кг. Якщо варіювання змісту Pb по області складає близько 23 %, то для Cd цей показник наближається до 180 % від середнього по області.

6.1.2. Вміст ртуті в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.

Ртуть потрапляє у ґрунт з пестицидами та промисловими відходами. Сумарні неконтрольовані викиди ртуті складають 4-5 тис. тонн щороку [46].

Ртуть присутня у ґрунті з двох причин. По-перше, існують природні джерела надходження ртуті в ґрунт. Наприклад, ртуть надходить у ґрунт в результаті процесів вивітрювання при руйнуванні кристалічної решітки мінералів гірських порід. По-друге, за рахунок надходження ртуті з атмосфери [104].

В Одеській області вміст ртуті в ґрунтах варіює по районах приблизно так само, як і вміст Pb. Найбільше значення спостерігається в Овідіопольському і Ренійському районах (див. табл. 6.1, рис. 6.3) – 0,176 і 0,177 мг/кг відповідно, при середньому рівні по області – 0,0634 мг/кг, таким чином перевершуючи середній показник майже у 3 рази.

6.1.3. Вміст цинку та міді в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я.

Надлишок *цинку* в рослинах виникає в зонах промислового забруднення ґрунтів, а також при неправильному застосуванні добрив, які містять цинк. Більшість видів рослин мають високу толерантність до його надлишку в ґрунтах [17, 107]. Однак при дуже високому вмісті цього металу в ґрунтах звичайним симптомом цинкового токсикозу є хлороз молодого листя. При надмірному його надходженні в рослини і виникаючому при цьому антагонізмі з іншими елементами знижується засвоєння міді та заліза і проявляються симптоми їх недостатності [116].

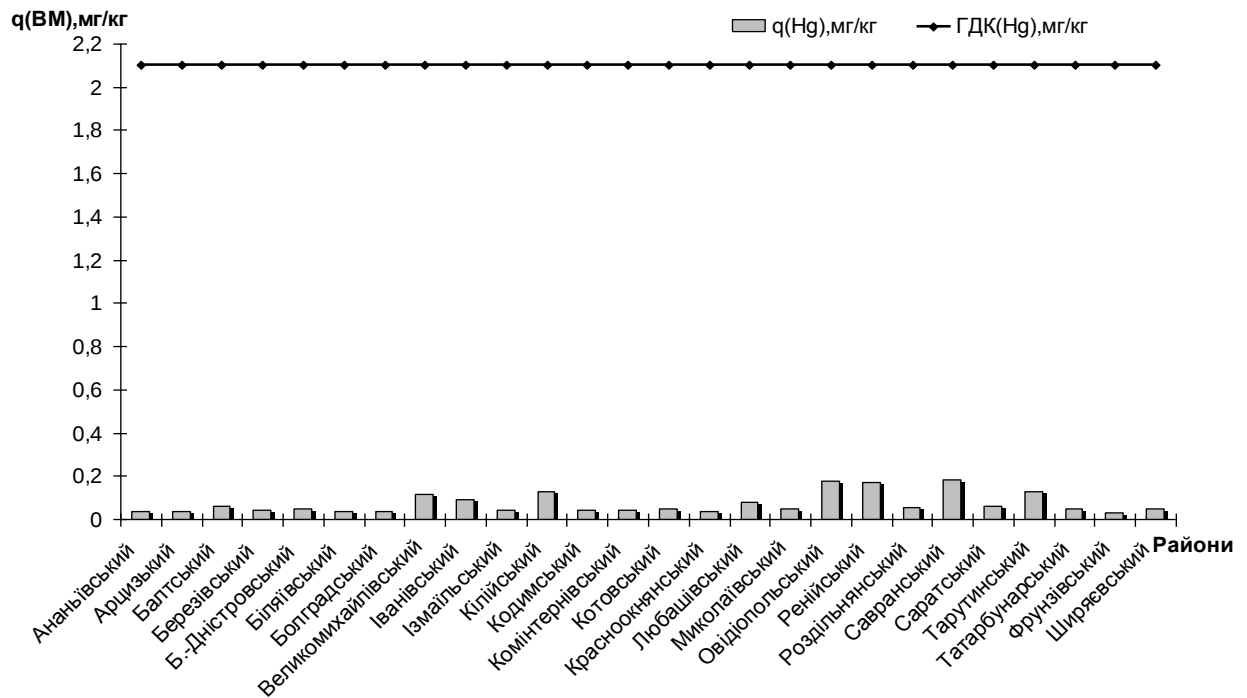


Рис. 6.3 Динаміка вмісту ртуті в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я в розрізі районів

Мідь – один із найважливіших незамінних елементів, необхідних для живих організмів. У рослинах вона бере активну участь у процесах фотосинтезу, дихання, відновлення і фіксації азоту. Дані щодо токсичності елемента для рослин нечисленні. В даний час основною проблемою вважається нестача міді в ґрунтах або її дисбаланс з кобальтом [16, 138]. Основні ознаки дефіциту міді для рослин – уповільнення, а потім і зупинка у формуванні репродуктивних органів, поява пустих зерен в колосках, зниження стійкості до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Найбільш чутливі до її нестачі пшениця, овес, ячмінь, люцерна, столовий буряк, цибуля та соняшник (Ільїн, Сисоєв 2001; Adriano, 1986).

Техногенне надходження в довкілля міді і цинку щорічно складає 35 та 27 кг/км² відповідно. Підвищений вміст цих металів у ґрунтах веде до уповільненого росту рослин та зниження урожайності [33, 65]. Відношення Cu і Zn на території Одеської області не має чітко закономірного характеру (див. табл. 6.1, рис. 6.4, рис. 6.5). Дані елементи розподілені по області

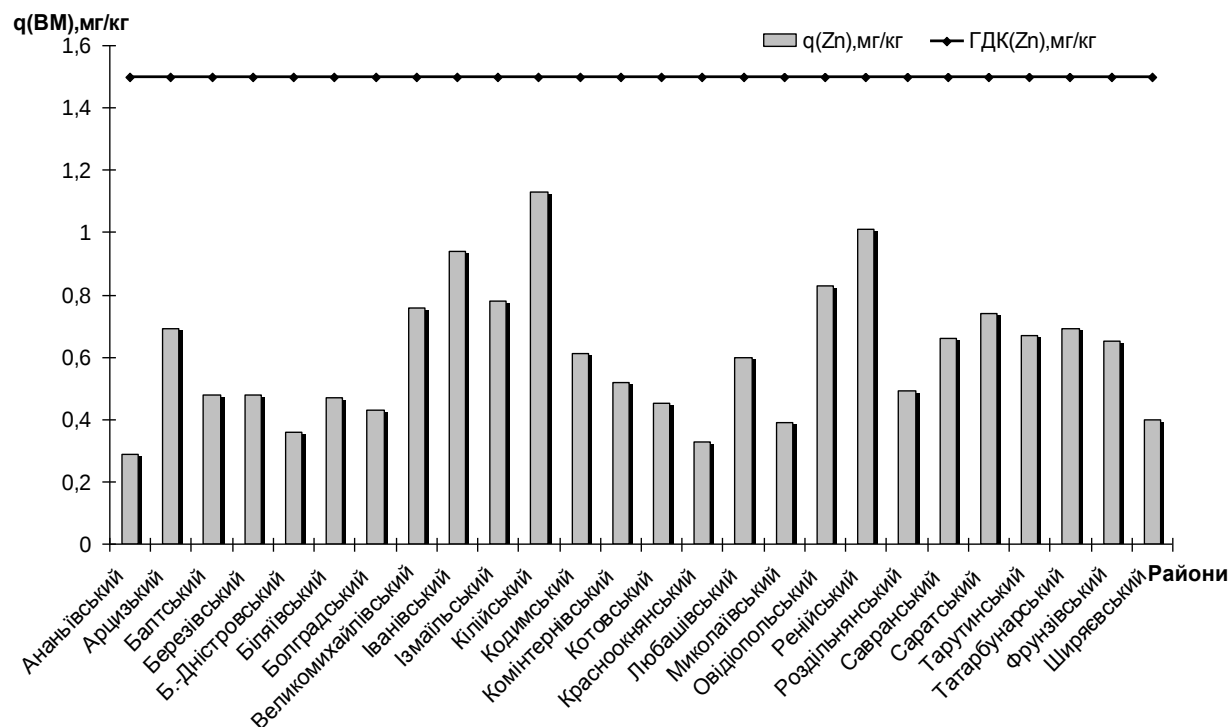


Рис. 6.4 Динаміка вмісту цинку в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я в розрізі районів

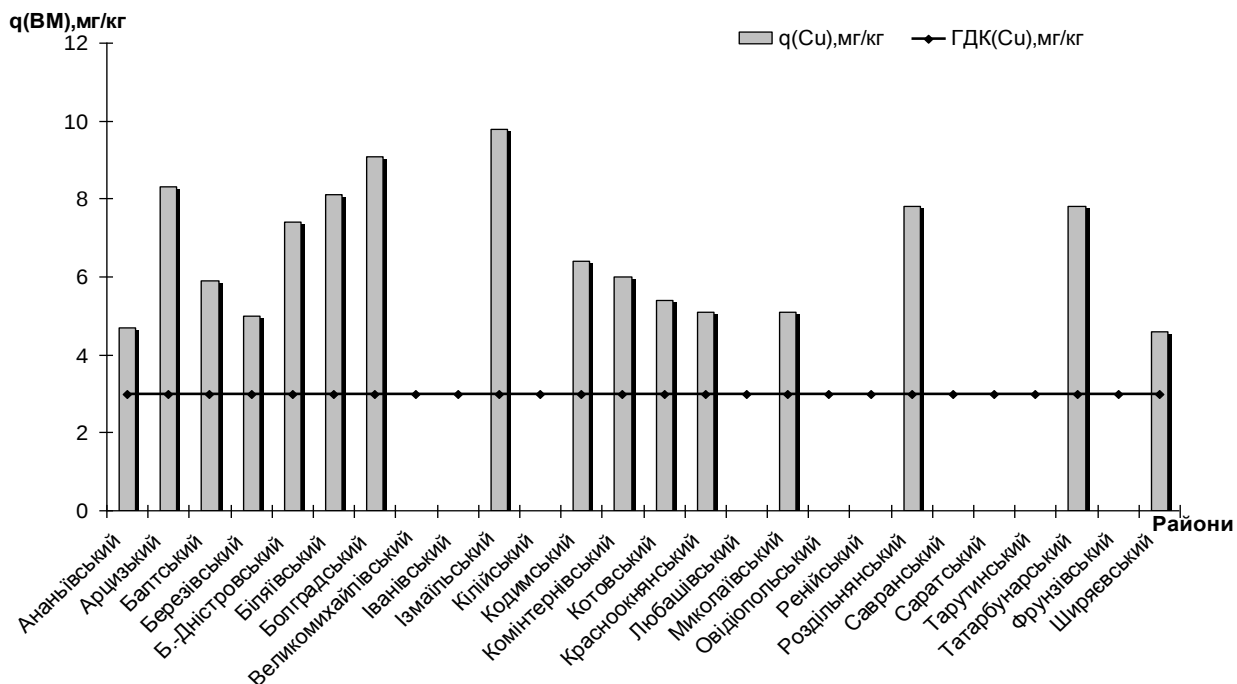


Рис. 6.5 Динаміка вмісту міді в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я в розрізі районів

незалежно один від одного. Можна відзначити, що варіювання вмісту у ґрунті Zn частково повторює Pb, а Cu значно перевищує значення ГДК в районах. По області має місце більший вміст Zn, ніж Cd – 96% проти 45% відповідно.

6.2. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи

Відомо, що забруднення ґрунтів важкими металами негативно впливає на оброблювані культури, знижуючи кількість і якість одержаної продукції, що є основним критерієм її використання. Враховуючи, що Одеська область являється сільськогосподарською, тобто виробляє велику кількість продуктів рослинництва, виникає запитання про вивчення механізмів транслокації важких металів в сільськогосподарські рослини при різних рівнях техногенного навантаження [4, 7].

Найбільшу небезпеку забруднення представляють ті важкі метали, які при нормальних умовах необхідні рослинам як мікроелементи. До них, в першу чергу, відносяться Zn, Cu, Mn, Co і ін [84, 97].

Забруднення ґрунтів важкими металами призводить до накопичення їх у рослинах. Як відомо, рослини здатні вибірково поглинати і накопичувати елементи, необхідні для свого росту та розвитку. В зв'язку з цим у рослинах дещо інше співвідношення важких металів порівняно з ґрунтами. Для оцінки інтенсивності надходження важких металів в культури (озима пшениця, ярий ячмінь та кукурудза) були розраховані *коефіцієнти біологічного поглинання (КБП)* для умов Північно-Західного Причорномор'я [87]. *КБП* – це відношення вмісту елемента в золі рослин до валового вмісту його в ґрунті. КБП дозволяє зробити висновок про ступінь доступності елемента для рослин та його поведження в системі ґрунт – рослина [59, 61].

6.2.1. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні озимої пшениці.

На основі аналізу та узагальнення матеріалів 28, 46, 61, 65, 98, 104, 105, які характеризують накопичення важких металів в ґрунті, нами для розрахунку вмісту важких металів у зерні озимої пшениці були взяті наступні КБП (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Коефіцієнт біологічного поглинання важких металів сільськогосподарських культур [61]

	Pb	Cd	Zn	Cu
Озима пшениця	0,022	0,122	0,59	0,49
Ярий ячмінь	0,01	0,4	0,35	0,19
Кукурудза	0,027	0,63	0,73	1,12

Валовий вміст свинцю у ґрунтах Одеської області складає 8,6-13,3 мг/кг, кадмію 0,11-0,67 мг/кг, цинку 0,29-1,13 мг/кг, міді 4,6-9,8 мг/кг (табл. 6.3).

На підставі визначених нами значень КБП та приведених даних про вміст важких металів у ґрунтах, нами визначено вміст важких металів у зерні озимої пшениці (див. табл. 6.3). Як видно з даних табл. 6.3, рис. 6.6 та рис. 6.7 вміст свинцю у зерні озимої пшениці коливається в межах 0,19 – 0,29 мг/кг [15]. Відповідно приведеним даним видно, що максимальний вміст даного важкого металу спостерігається у Кілійському районі і складає 0,29 мг/кг. Високі показники відмічені в Кодимському, Савранському, Любашівському, Іванівському, Овідіопольському та Ренійському районах. Вміст свинцю в межах від 0,21 до 0,25 мг/кг спостерігається на півдні області та деяких центральних районах – Комінтернівський, Великомихайлівський, Фрунзівський, Котовський та Балтський. Для решти районів характерний

Таблиця 6.3

Вміст важких металів у ґрунтах [45] та в зерні озимої пшениці (мг/кг)

№ п/п	Райони	Pb		Cd		Zn		Cu	
		Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг
1	Ананьївський	8,9	0,20	0,11	0,01	0,29	0,17	4,7	2,30
2	Арцизький	9,5	0,21	0,11	0,01	0,69	0,41	8,3	4,07
3	Балтський	9,7	0,21	0,11	0,01	0,48	0,28	5,9	2,89
4	Березівський	8,8	0,19	0,12	0,01	0,48	0,28	5,0	2,45
5	Білгород-Дністровський	9,7	0,21	0,11	0,01	0,36	0,21	7,4	3,63
6	Біляївський	8,6	0,19	0,12	0,01	0,47	0,28	8,1	3,97
7	Болградський	9,4	0,21	0,12	0,01	0,43	0,25	9,1	4,46
8	Велико-Михайлівський	10,7	0,24	0,67	0,08	0,76	0,45		
9	Іванівський	12,1	0,27	0,50	0,06	0,94	0,55		
10	Ізмаїльський	10,5	0,23	0,12	0,01	0,78	0,46	9,8	4,80
11	Кілійський	13,3	0,29	0,46	0,06	1,13	0,67		
12	Кодимський	12,7	0,28	0,20	0,02	0,61	0,36	6,4	3,14
13	Комінтернівський	10,1	0,22	0,11	0,01	0,52	0,31	6,0	2,94
14	Котовський	9,9	0,22	0,11	0,01	0,45	0,27	5,4	2,65
15	Красноокнянський	8,8	0,19	0,10	0,01	0,33	0,19	5,1	2,50
16	Любашівський	11,8	0,26	0,33	0,04	0,60	0,35		
17	Миколаївський	9,7	0,21	0,11	0,01	0,39	0,23	5,1	2,50
18	Овідіопольський	12,2	0,27	0,60	0,07	0,83	0,49		
19	Ренійський	12,1	0,27	0,57	0,07	1,01	0,60		
20	Роздільнянський	9,3	0,20	0,11	0,01	0,49	0,29	7,8	3,82
21	Савранський	11,7	0,26	0,60	0,07	0,66	0,39		
22	Саратський	11,2	0,25	0,38	0,05	0,74	0,44		
23	Тарутинський	11,1	0,24	0,67	0,08	0,67	0,40		
24	Татарбунарський	10,0	0,22	0,11	0,01	0,69	0,41	7,8	3,82
25	Фрунзівський	10,7	0,24	0,32	0,04	0,65	0,38		
26	Ширяєвський	9,0	0,20	0,11	0,01	0,40	0,24	4,6	2,25

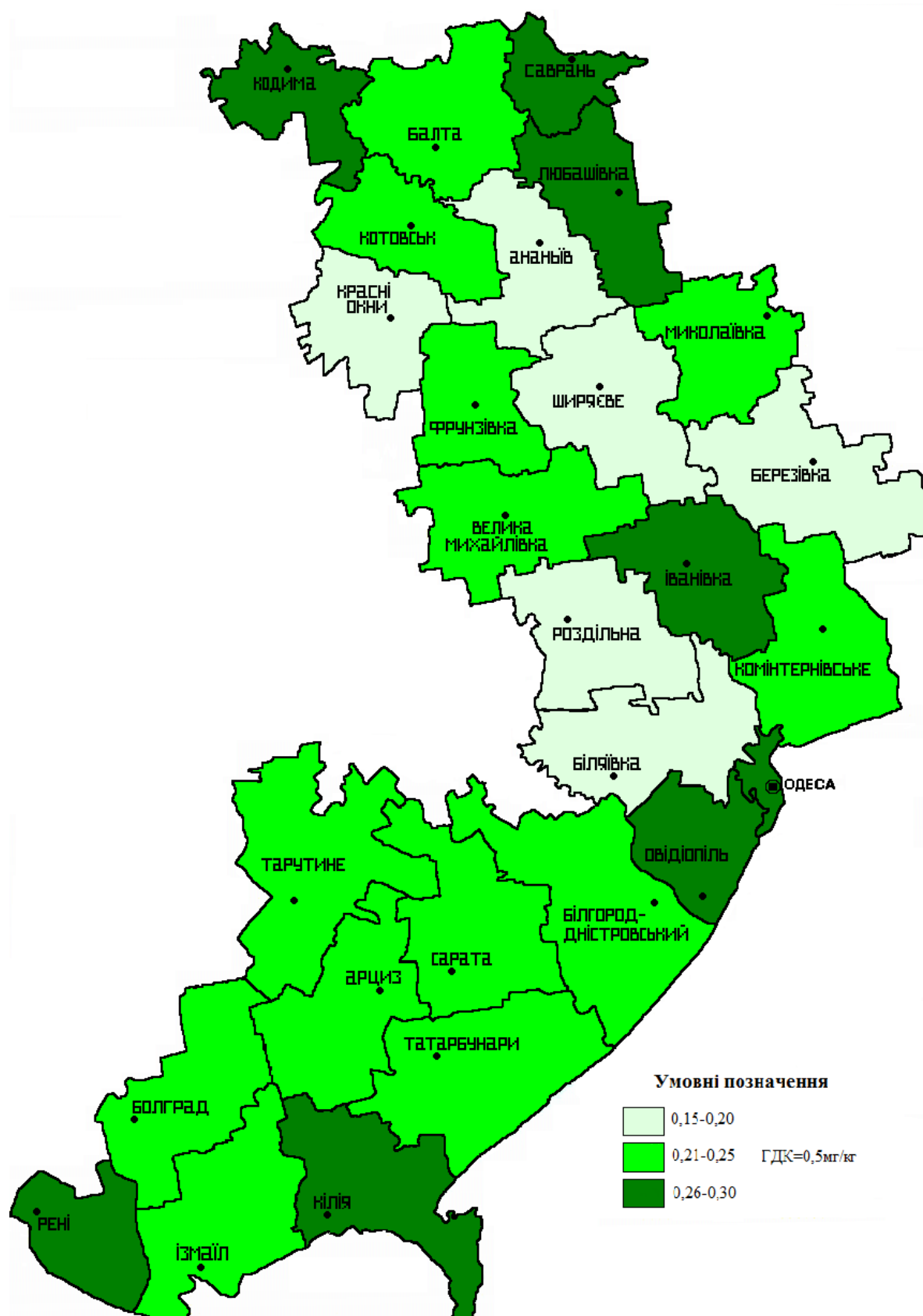


Рис. 6.6 Карто-схема вмісту свинцю у зерні озимої пшениці, мг/кг.

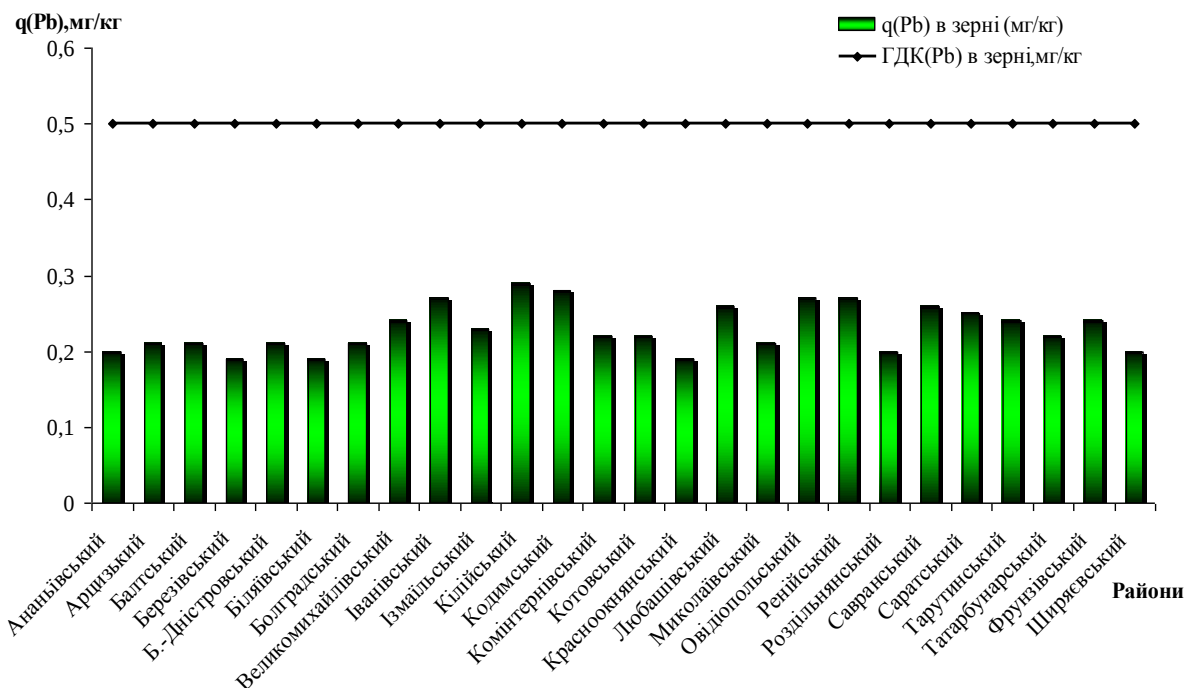


Рис. 6.7 Динаміка вмісту свинцю в зерні озимої пшениці в розрізі районів Одеської області

вміст свинцю в межах від 0,15 до 0,20 мг/кг. У жодному районі області вміст металу у зерні не перевищує ГДК (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

ГДК важких металів у зерні сільськогосподарських культур (мг/кг) [61]

С/г культури	Pb	Cd	Zn	Cu
Озима пшениця	0,5	0,1	50	10
Ярий ячмінь	0,5	0,1	50	10
Кукурудза	0,5	0,1	50	10

В межах від 0,01 до 0,08 мг/кг коливається вміст кадмію у зерні озимої пшениці (див. табл. 6.3, рис. 6.8 і рис. 6.9). Максимальні значення 0,07-0,08 мг/кг відмічені у Савранському, Великомихайлівському, Овідіопольському, Тарутинському та Ренійському районах. Якщо ГДК для кадмію у зерні складає 0,1 мг/кг (див. табл. 6.4), то з рис. 6.8 видно, що у

даних районах вміст кадмію наближений до граничної межі, але не перевищує її значення. Накопичення кадмію в межах від 0,04 до 0,06 мг/кг спостерігається у Любашівському, Фрунзівському, Іванівському, Саратському та Кілійському районах. На іншій території Одеської області вміст важкого металу знаходиться в межах від 0,01 до 0,03 мг/кг.

Цинк у зерні озимої пшениці коливається в межах від 0,17 до 0,67 мг/кг (див. табл. 6.3, рис. 6.10 і рис. 6.12), що входить в межі ГДК, яка для цинку у зерні складає 50 мг/кг (див. табл. 6.4) [61, 87]. Найбільший вміст металу у зерні 0,61-0,75 мг/кг характерний для Ренійського та Кілійського районів та 0,46-0,60 мг/кг для Іванівського, Овідіопольського та Ізмайльського районів. Для Кодимського, Савранського, Любашівського, Фрунзівського, Великомихайлівського, Комінтернівського, Тарутинського, Арцизького, Саратського та Татарбунарського районів області цей показник коливається в межах від 0,31 до 0,45 мг/кг. Для інших районів вміст цинку складає 0,15-0,30 мг/кг.

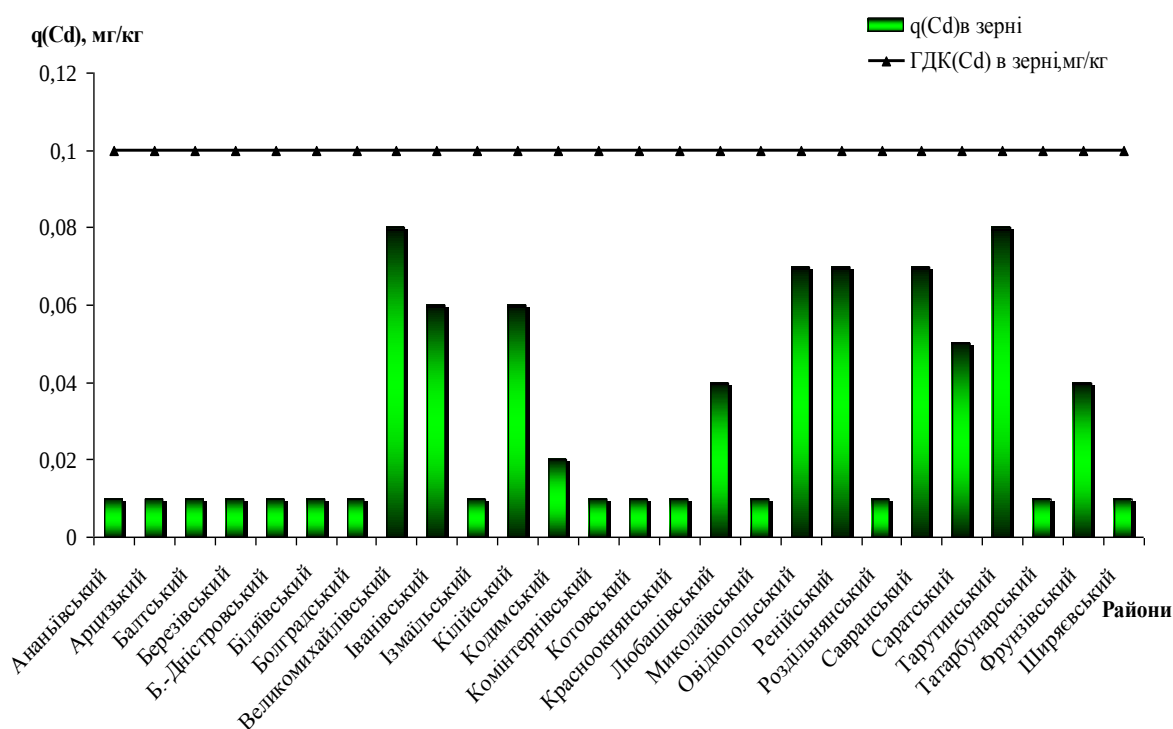


Рис. 6.8 Динаміка вмісту кадмію в зерні озимої пшениці в розрізі районів Одеської області

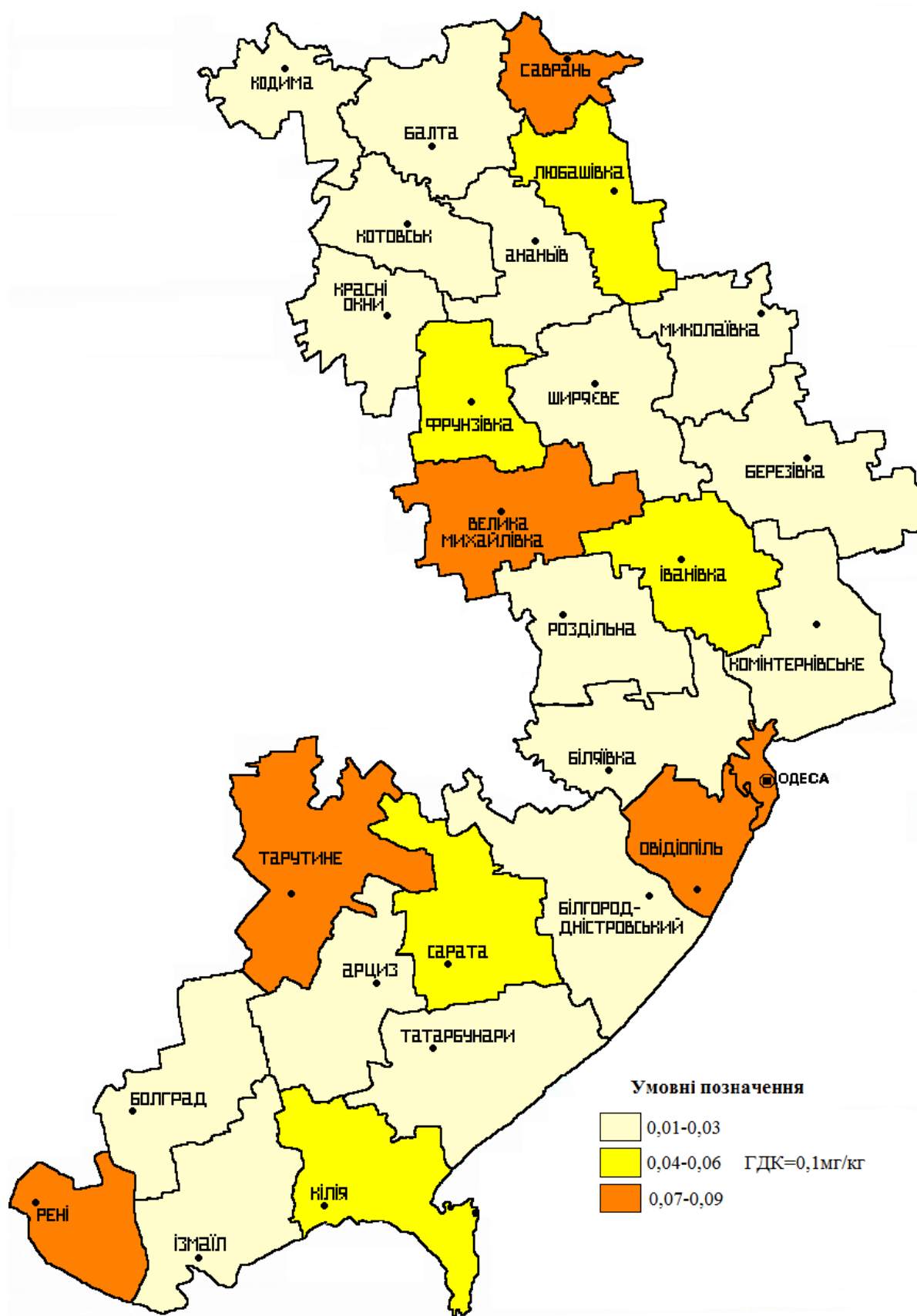


Рис. 6.9 Карто-схема вмісту кадмію у зерні озимої пшениці, мг/кг

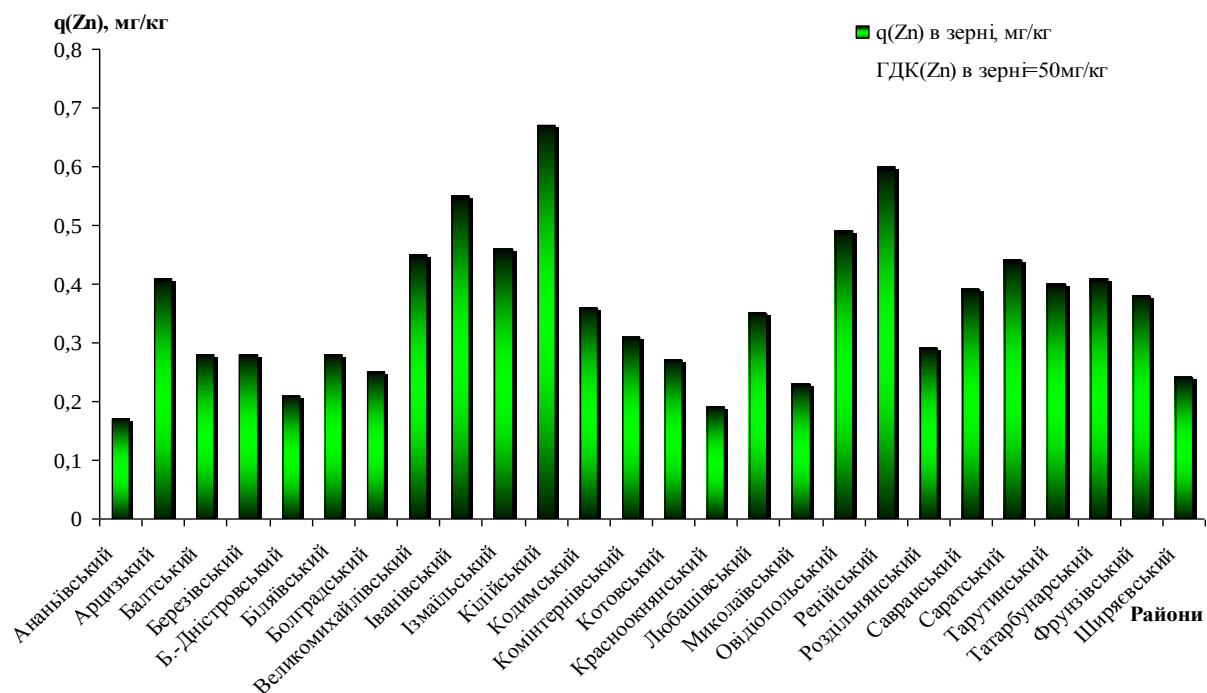


Рис. 6.10 Динаміка вмісту цинку в зерні озимої пшениці в розрізі районів
Одеської області

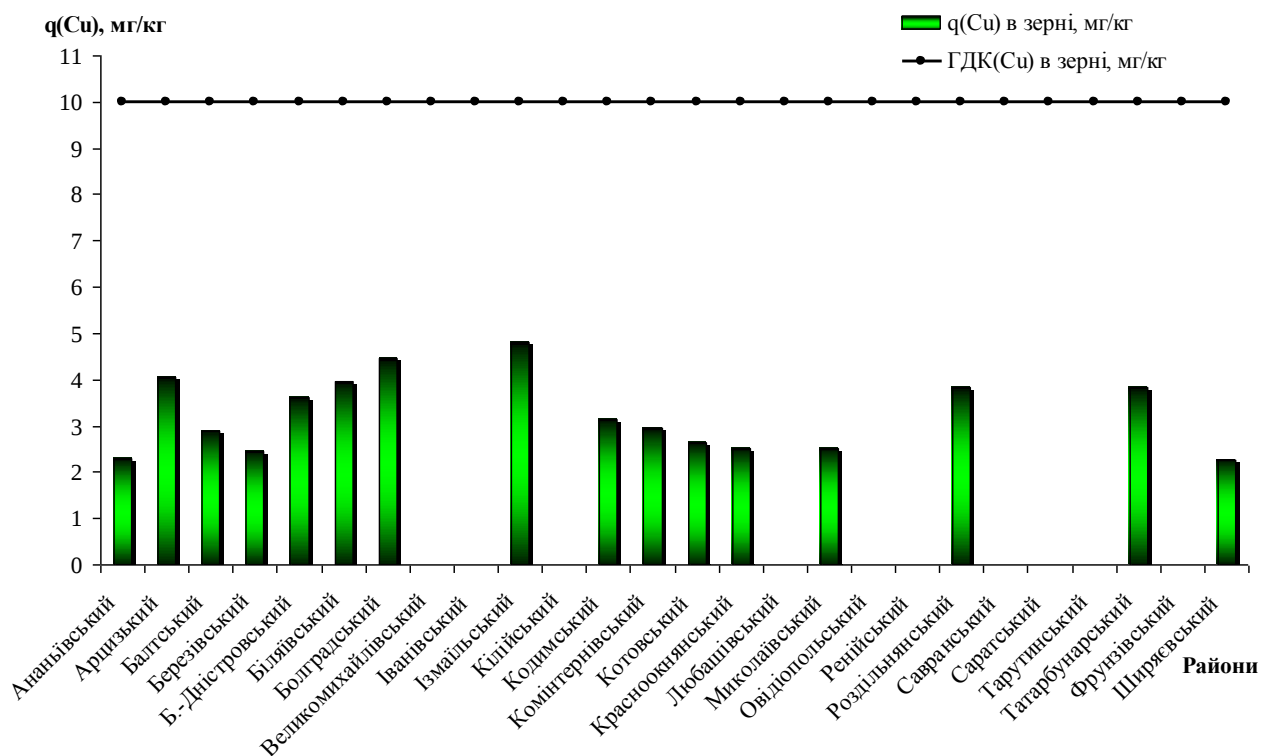


Рис. 6.11 Динаміка вмісту міді в зерні озимої пшениці в розрізі районів
Одеської області

Як видно з даних табл. 6.3 та рис. 6.11 і рис. 6.13 вміст міді у зерні озимої пшениці коливається від 2,25 до 4,80 мг/кг.

Максимальні значення вмісту міді 4,8 мг/кг, 4,46 мг/кг та 4,07 мг/кг у зерні озимої пшениці спостерігаються у Ізмаїльському, Болградському та Арцизькому районах відповідно. В межах від 3,1 до 4,0 мг/кг коливається вміст важкого металу в південній частині Одеської області. В північній та центральній частинах області спостерігається значення в діапазоні від 2,0 до 3,0 мг/кг. Райони Одеської області білого кольору не були нами досліджені в зв'язку з відсутністю даних.

Враховуючи, що ГДК для вмісту міді у зерні складає 10 мг/кг [61, 87] (див. табл. 6.4), можна зробити висновок, що вміст даного важкого металу у зерні озимої пшениці знаходиться в межах допустимої норми.

6.2.2. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні ярого ячменю.

Характеризуючи накопичення важких металів у зерні ярого ячменю, з табл. В.6.5, рис. В.6.14 та рис. В.6.16 видно, що вміст свинцю у зерні ярого ячменю коливається в межах від 0,09 до 0,13 мг/кг. Максимальний вміст металу в зерні 0,13 мг/кг характерний для Кодимського та Кілійського районів. Дещо нижчі показники 0,11-0,12 мг/кг спостерігаються у Савранському, Любашівському, Фрунзівському, Великомихайлівському, Іванівському, Овідіопольському, Тарутинському, Саратському, Ізмаїльському та Ренійському районах області. На іншій території Одеської області вміст свинцю в зерні ярого ячменю коливається в діапазоні від 0,08 до 0,10 мг/кг. Отже, перевищення значення ГДК (див. табл. 6.4, рис. В.6.14) не відмічене в жодному районі Одеської області.

Вміст кадмію у зерні ярого ячменю коливається у діапазоні, від 0,04 до 0,27 мг/кг (див. табл. 6.4, рис. 6.10 та рис. 6.12). В зв'язку з тим, що вміст важкого металу в ґрунті в деяких районах області сягає великих значень від 0,32 до 0,67 мг/кг (табл. В.6.5), а коефіцієнт біологічного поглинання складає

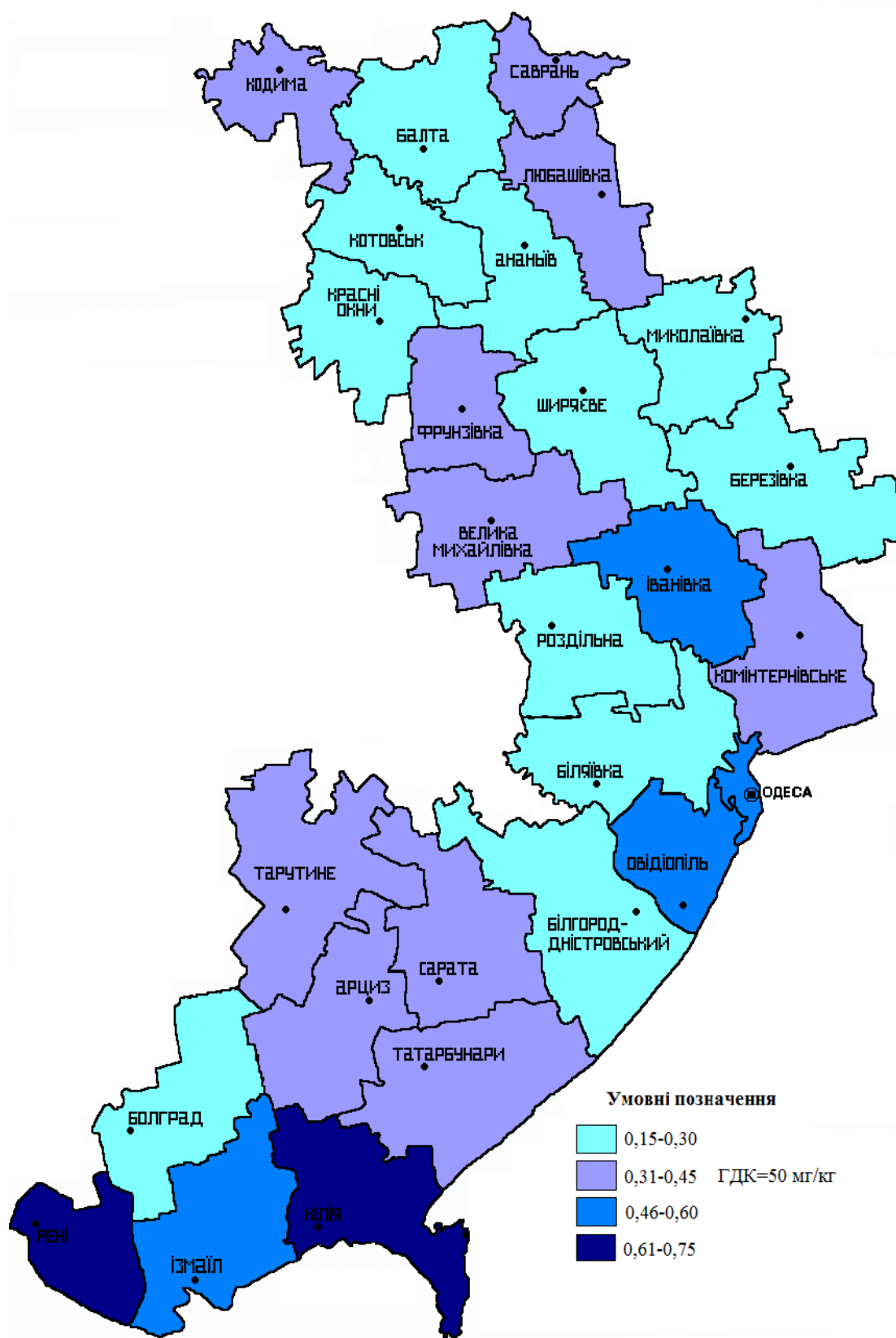


Рис. 6.12 Карто-схема вмісту цинку в зерні озимої пшениці, мг/кг

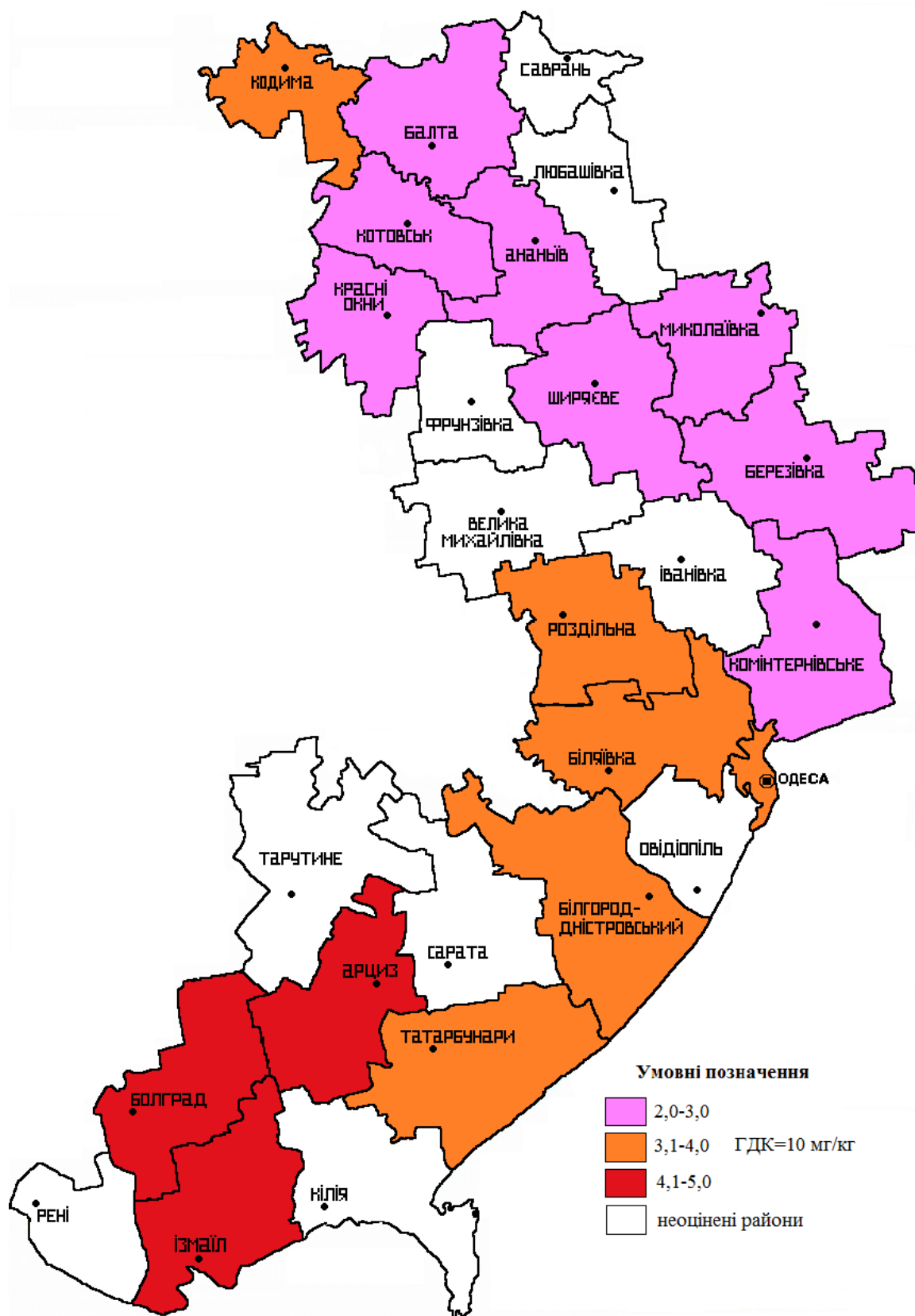


Рис. 6.13 Карто-схема вмісту міді в зерні озимої пшениці, мг/кг

0,4 (див. табл. 6.2), то у Савранському, Любашівському, Фрунзівському, Великомихайлівському, Іванівському, Овідіопольському, Тарутинському, Саратському, Ізмаїльському та Ренійському районах спостерігається перевищення значень гранично допустимої концентрації (див. табл. 6.4). На іншій території Одеської області вміст кадмію в зерні ярого ячменю спостерігається в межах від 0 до 0,1 мг/кг.

Інша ситуація склалася із вмістом цинку у зерні ярого ячменю (табл. В.6.5, рис. В.6.18 та рис. В.6.20). Вміст металу коливається у межах від 0,1 до 0,40 мг/кг. Ананьївський район характеризується мінімальним значенням цього показника – 0,1 мг/кг. Високі значення вмісту цинку відмічені у Кілійському – 0,40 мг/кг, Ренійському – 0,35 мг/кг та Іванівському районах – 0,33 мг/кг. В межах від 0,21 до 0,30 мг/кг коливається вміст важкого металу у Кодимському, Савранському, Любашівському, Фрунзівському, Великомихайлівському, Овідіопольському, Тарутинському, Саратському, Арцизькому, Татарбунарському та Ізмаїльському районах. На іншій території області вміст цинку спостерігається в діапазоні від 0,10 до 0,20 мг/кг. Перевищення значень ГДК (див. табл. 6.4) не зафіксоване в жодному із районів.

Характеризуючи накопичення міді у зерні ярого ячменю, з табл. В.6.5 та рис. В.6.19, рис. В.6.21 видно, що вміст важкого металу в жодному районі Одеської області не перевищує гранично допустимої концентрації (див. табл. 6.4). Мінімальне значення 0,87 мг/кг спостерігається у Ширяєвському районі, максимальне – 1,86 мг/кг – у Ізмаїльському районі. Вміст важкого металу у зерні ярого ячменю в межах від 1,13 до 1,36 мг/кг спостерігається у південній частині області, а саме у Біляївському, Арцизькому, Болградському та Ізмаїльському районах; від 0,89 до 1,12 мг/кг – у Кодимському, Роздільнянському, Білгород-Дністровському та Роздільнянському районах; від 0,64 до 0,88 мг/кг – у Балтському, Котовському, Красноокнянському, Ананьївському, Ширяєвському, Миколаївському, Березівському та Комінтернівському районах. На іншій

території Одеської області дослідження нами не проводились в зв'язку з відсутністю даних.

6.2.3. Оцінка ступеня накопичення важких металів у зерні кукурудзи.

Вміст свинцю у зерні кукурудзи, як видно із табл. В.6.6, коливається в межах від 0,23 до 0,36 мг/кг. Максимальне значення 0,36 мг/кг спостерігається у Кілійському районі, мінімальне 0,23 мг/кг – у Біляївському районі. В діапазоні від 0,33 до 0,36 мг/кг важкого металу знаходяться такі райони як Кодимський, Іванівський, Овідіопольський, Кілійський та Ренійський (рис. В. 6.22 та рис. В. 6.24). Дещо нижчі показники – 0,29-0,32 мг/кг спостерігаються у Савранському, Любашівському, Фрунзівському, Великомихайлівському, Іванівському, Тарутинському, та Саратському районах. На іншій території вміст свинцю в зерні кукурудзи коливається в межах від 0,24 до 0,28 мг/кг. Перевищення значення ГДК (див. табл. 6.4, рис. В. 6.22) не відмічене в жодному районі.

Вміст кадмію у зерні кукурудзи коливається у діапазоні, від 0,07 до 0,42 мг/кг (див. табл. В. 6.6, рис. В. 6.23 та рис. В. 6.25). Оскільки вміст важкого металу в ґрунті Кодимського, Савранського, Любашівського, Фрунзівського, Великомихайлівського, Іванівського, Овідіопольського, Тарутинського, Саратського, Кілійського та Ренійського районів Одеської області сягає високих значень – від 0,21 до 0,42 мг/кг (див. табл. В.6.6), а КБП складає 0,63 (див. табл. 6.2), то в цих районах спостерігається перевищення значень гранично допустимої концентрації (див. табл. 6.4). На іншій території області вміст кадмію в зерні кукурудзи спостерігається в межах від 0,05 до 0,1 мг/кг.

Інша ситуація склалася із вмістом цинку у зерні кукурудзи (див. табл. В. 6.6, рис. В. 6.26 та рис. В. 6.28). Вміст важкого металу варіює в межах від 0,11 до 0,44 мг/кг. Максимальне значення 0,44 мг/кг спостерігається в Кілійському районі. Дещо нижчі показники – 0,31-

0,40 мг/кг зафіксовані у Іванівському, Овідіопольському та Ренійському районах. В діапазоні від 0,21 до 0,30 мг/кг коливається вміст цинку у зерні кукурудзи у Кодимському, Савранському, Любашівському, Фрунзівському, Великомихайлівському, Тарутинському, Арцизькому, Саратовському, Татарбунарському та Ізмаїльському районах. На іншій території області вміст важкого металу в зерні сільськогосподарської культури знаходиться в межах від 0,10 до 0,20 мг/кг. Перевищення значень ГДК (див. табл. 6.4) не відмічене.

Характеризуючи накопичення міді у зерні кукурудзи, із табл. В.6.6 та рис. В. 6.27, рис. В. 6.29 видно, що вміст важкого металу в жодному районі Одеської області не перевищує гранично допустимої концентрації (див. табл. 6.4). Мінімальне значення – 0,64 мг/кг спостерігається у Ширяєвському районі, максимальне – 1,36 мг/кг – у Ізмаїльському. Вміст важкого металу у зерні кукурудзи в межах від 0,50 до 0,80 мг/кг спостерігається у Котовському, Красноокнянському, Ананьївському, Ширяєвському, Миколаївському, Березівському районах; від 0,81 до 1,2 мг/кг – у Кодимському, Балтському, Роздільнянському, Комінтернівському, Біляївському, Білгород-Дністровському, Арцизькому та Татарбунарському; від 1,21 до 1,50 мг/кг – у Болградському та Ізмаїльському районах. На іншій території Одеської області дослідження нами не проводились в зв'язку з відсутністю даних.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

У шостому розділі виконана оцінка рівня забруднення ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я важкими металами та ступеня накопичення їх у зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи:

1. Вміст важких металів в ґрунтах, таких як свинець, кадмій, ртуть, цинк не перевищують рівень ГДК. Перевищення гранично допустимої концентрації спостерігається для міді;

2. За допомогою коефіцієнта біологічного поглинання визначено вміст важких металів у зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи для адміністративних районів Одеської області. Приведені гранично допустимі концентрації важких металів у зерні цих культур. Виконана оцінка вмісту важких металів (свинцю, кадмію, цинку та міді) в зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи.

Одержані результати свідчать, що у зерні озимої пшениці не виявлено перевищень гранично допустимої концентрації за вмістом важких металів; у зерні ярого ячменю та кукурудзи спостерігається перевищення ГДК для кадмію у деяких районах області. Побудовані та проаналізовані графіки динаміки вмісту та карто-схеми вмісту важких металів в зерні сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 7

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОСІВНИХ ПЛОЩ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР СТОСОВНО ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Аграрні реформи в Україні стимулювали формування та становлення ринкових відносин, багатоукладність аграрного сектора економіки. У фермерських господарствах зростає виробництво сільськогосподарської продукції та їх внесок в продовольчу безпеку держави.

Однією з основних умов високої ефективності фермерських господарств є визначення оптимальної для конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства структури посівних площ, пошук оптимальної площі сільськогосподарських угідь фермерського господарства, яке забезпечувало б успішність обраної спеціалізації фермерського господарства. Цілком природньо, що при цьому запорукою високої культури землеробства є оцінка ґрунтово-кліматичних умов, в яких функціонує конкретне фермерське господарство з цілком визначеною структурою землекористування, та найбільш повне використання агрокліматичних умов при вирощуванні певного набору сільськогосподарських культур [29, 81]. Оскільки зернові культури являються головними культурами, то розміщення їх посівних площ в розрізі ґрунтово-кліматичних зон та адміністративних областей склалося уже досить давно. Незважаючи на це, в зв'язку з можливими змінами агрокліматичних умов вирощування та коливаннями урожайності виникає необхідність оптимізації структури посівних площ зернових культур з врахуванням нових можливих умов клімату [81].

7.1. Модель розрахунку оптимальної структури посівних площ

В основу нашого дослідження покладено апарат математичного моделювання продукційного процесу рослин для оцінки агрокліматичних

умов формування урожайності сільськогосподарських культур та апарат лінійного програмування [29] для визначення оптимальних посівних площ для конкретних ґрунтово-кліматичних умов господарства і оптимальної площі сільськогосподарських угідь фермерського господарства.

Поставлене завдання вирішується в два етапи – шляхом синтезу двох підходів. На першому етапі розробляється методика оцінки рівнів урожайності сільськогосподарських культур в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах господарства на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур [67], на другому – виконується розробка сімплекс–моделі розрахунку оптимальної структури посівних площ сільськогосподарських культур фермерського господарства з певною структурою землекористування на заданому за агрокліматичними умовами рівні урожайності і агротехніки.

Нашим основним завданням, яке повинне вирішуватись за допомогою моделі є визначення оптимальної структури посівних площ під озимую пшеницею, ярим ячменем та кукурудзою в розрізі адміністративних районів Одеської області.

Запишемо математичну модель оптимізації структури посівних площ озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи. Цільовою функцією оптимізації є отримання максимального валового збору зерна даних культур при можливій реалізації різноманітних сценаріїв [81]:

$$\sum_{i=1}^N P_i x_i \rightarrow \max \quad (7.1)$$

при таких граничних умовах:

$$x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max} \quad (7.2)$$

та

$$\sum_{i=1}^N x_i \leq S_{\text{баз}} , \quad (7.3)$$

де N – номери районів;

x_i – посівна площа зернових культур в i -му районі (тис.га);

P_i – можлива урожайність культур при реалізації кліматичного сценарію (т/га);

$x_i^{\min}, x_i^{\max}$ – мінімально або максимально можлива площа під зерновими культурами в i -му районі (тис.га);

$S_{\text{баз}}$ – загальна посівна площа під зерновими культурами в Одеській області, яка прийнята за базову (тис.га).

Розглянемо складові цієї моделі. За базову посівну площу ($S_{\text{баз}}$) (табл. 7.1) прийнята загальна посівна площа зернових культур в Північно-Західному Причорномор'ї на рівні 2009 року.

При прийнятті граничних умов – обмежень – ми виходили із наступних міркувань: на підставі аналізу динаміки посівних площ зернових культур по адміністративних районах Одеської області за 1997-2009 роки для кожної культури, в кожному з районів були вибрані мінімальні та максимальні посівні площі, які приймалися відповідно як нижня та верхня ($x_i^{\min}, x_i^{\max}$) граничні умови (див. табл. 7.1). Вони приймаються як мінімально або максимально можливі площі в i -му районі.

7.2. Рекомендації щодо зміни структури посівних площ зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я

Нами були оптимізовані посівні площі в кожному районі для трьох культур. Вони дозволяють отримати максимальний валовий збір зерна, який

Таблиця 7.1

Оцінка структури посівних площ сільськогосподарських зернових культур в умовах Одеської області

Адміністративні райони	Посівні площі сільськогосподарських культур на рівні 2009 року, тис.га			Мінімальні посівні площі сільськогосподарських культур за 1997-2009, тис.га			Максимальні посівні площі зернових культур за 1997-2009, тис.га
	озима пшениця	ярий ячмінь	кукурудза	озима пшениця	ярий ячмінь	кукурудза	
Ананівський	13,4	4,0	1,1	0,6	0,3	1,1	35,5
Арцизьський	23,9	9,2	2,4	7,3	1,2	2,4	54,3
Балтський	15,2	7,1	1,0	0,5	0,5	1,0	39,4
Березовський	26,2	11,5	0,7	3,2	0,6	0,7	65,4
Білгород-Дністровський	28,4	14,1	1,0	9,2	1,3	1,0	70,6
Біляївський	17,5	14,4	0,1	3,8	1,1	0,1	58,6
Болградський	21,1	7,8	4,6	13,4	3,2	1,5	60,2
Великомихайлівський	18,1	4,5	0,5	3,3	1,0	0,5	45,9
Іванівський	16,5	5,6	0,1	1,9	0,2	0,1	39,6
Ізмаїльський	18,0	12,1	2,3	10,5	2,1	2,0	50,8
Кілійський	13,8	6,3	0,8	6,5	1,4	0,8	35,4
Кодимський	10,2	2,7	1,7	0,7	0,7	1,7	26,7
Комінтернівський	20,6	11,9	0,3	5,6	0,8	0,3	54,5
Котовський	12,0	5,5	1,1	0,8	1,2	1,1	28,9
Красноокнянський	13,3	5,8	1,0	1,5	0,3	1,0	35,0
Любашівський	12,8	6,6	1,0	0,3	0,6	1,0	40,3
Миколаївський	16,3	7,4	0,06	2,5	0,6	0,1	45,0
Овідіопольський	9,0	6,7	0,2	2,8	0,2	0,2	31,4
Роздільнянський	20,0	6,5	0,07	2,2	0,5	0,1	43,8
Ренійський	7,9	4,1	0,3	3,8	0,5	0,3	21,3
Савранський	9,0	3,6	0,7	0,8	0,4	0,7	30,7
Саратський	26,4	8,0	0,6	7,1	1,1	0,6	72,6
Тарутинський	24,0	9,1	1,4	4,0	1,5	1,4	67,9
Татарбунарський	22,6	12,5	0,2	7,6	0,1	0,2	65,1
Фрунзівський	9,5	3,9	0,07	3,8	0,2	0,1	24,5
Ширяєвський	24,0	8,6	0,5	1,6	0,8	0,5	58,7

буде більшим від отриманого при реальних посівних площах. Розглянемо результати оптимізації структури посівних площ культур, яка спрямована на отримання максимального валового збору зерна даних культур.

При існуючій системі посівних площ на рівні 2009 року мінімальний валовий збір зернових культур 40-50 тис.т/га спостерігається в північній частині області, а саме у Ананьївському, Котовському, Кодимському та Фрунзівському районах і складає, а при оптимізації посівних площ він збільшується до 80-90 тис.т/га. Максимальний валовий збір зерна при існуючій системі посівних площ на рівні 2009 року складає 118 тис.т/га і спостерігається у Білгород-Дністровському та Овідіопольському районах (див. табл. 7.2); при оптимізації посівних площ він збільшується до 208 тис.т/га.

Відношення валового збору зерна при оптимізації посівних площ до валового збору зерна при існуючій структурі площ в умовах Північно-Західного Причорномор'я коливається в межах від 1,6 до 2,4 відн.од. Варто відмітити такі райони, в яких відношення збору зерна при оптимізації посівних площ до існуючої структури площ більше двох, що свідчить про одержання валого збору зерна в 2 рази більше, ніж при існуючій системі посівних площ. До цих районів відносяться Ананьївський, Біляївський, Великомихайлівський, Любашівський, Миколаївський, Овідіопольський, Савранський, Саратський, Тарутинський, Татарбунарський, Фрунзівський (див. табл. 7.2), тобто значна частина Північно-Західного Причорномор'я.

По відношенню до сучасної посівної площі, абсолютні розміри якої приведені в табл. 7.1, з урахуванням отриманого урожаю у виробництві УВ, для одержання максимального валового збору зерна (див. табл. 7.2) нами рекомендується збільшити у три рази посівні площі під озимою пшеницею в Любашівському, Біляївському, Овідіопольському, Савранському та Татарбунарському районах. На всій іншій території Північно-Західного Причорномор'я – у два рази.

Таблиця 7.2

Оцінка валового збору зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я

Адміністративні райони	Оптимізовані посівні площі зернових культур, тис.га			Валовий збір зерна, тис.т		Відношення валового збору зерна при оптимізації посівних площ до валового збору зерна при існуючій структурі площ
	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Кукурудза	При оптимізації посівних площ	При існуючій системі посівних площ на рівні 2009 року	
Ананьївський	32,7	0,6	2,2	81	40	2,0
Арцизьський	47,1	2,4	4,8	138	86	1,6
Балтський	36,4	1	2	109	60	1,8
Березовський	62,8	1,2	1,4	169	90	1,9
Білгород-Дністровський	66	2,6	2	208	118	1,8
Біляївський	56,2	2,2	0,2	168	81	2,1
Болградський	50,8	6,4	3	150	79	1,9
Великомихайлівський	42,9	2	1	109	53	2,1
Іванівський	39	0,4	0,2	99	52	1,9
Ізмаїльський	42,6	4,2	4	144	85	1,7
Кілійський	31	2,8	1,6	115	63	1,8
Кодимський	21,9	1,4	3,4	80	43	1,9
Комінтернівський	52,3	1,6	0,6	151	82	1,8
Котовський	24,3	2,4	2,2	81	40	1,6
Красноокнянський	32,4	0,6	2	138	86	1,9
Любашівський	37,1	1,2	2	109	60	2,1
Миколаївський	43,6	1,2	0,2	169	90	2,1
Овідіопольський	30,6	0,4	0,4	208	118	2,1
Роздільнянський	42,6	1	0,2	168	81	1,8
Ренійський	19,7	1	0,6	150	79	1,8
Савранський	28,5	0,8	1,4	109	53	2,4
Саратський	69,2	2,2	1,2	99	52	2,2
Тарутинський	62,1	3	2,8	144	85	2,1
Татарбунарський	64,5	0,2	0,4	115	63	2,0
Фрунзівський	23,9	0,4	0,2	80	43	2,0
Ширяєвський	56,1	1,6	1	151	82	1,9
По області	1116,3	44,8	41	81	40	1,9

По відношенню до сучасної площі (абсолютні розміри якої приведені в табл. 7.1), необхідно зменшити посівні площі ярого ячменю на всій території Північно-Західного Причорномор'я.

Необхідне розширення посівних площ і для кукурудзи по відношенню до сучасної площі, абсолютні розміри якої приведені в табл.7.1. Посівні площі повинні збільшитись в Миколаївському, Роздільнянському та Фрунзівському районах у три рази по відношенню до сучасної посівної площі. У Болградському районі посівні площі повинні трохи зменшитись (у 0,7 разів), на всій іншій території Північно-Західного Причорномор'я рекомендується збільшення посівних площ у два рази.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 7

У цьому розділі виконана оптимізація посівних площ в рамках таких сільськогосподарських культур, як озима пшениця, ярий ячмінь та кукурудза:

1. Оптимальне вирішення задачі дозволяє на заданому за агрокліматичними умовами рівні урожайності визначити розмір і структуру посівних площ основних зернових культур;

2. На основі синтезу апарату математичного моделювання продукційного процесу рослин та апарату лінійного програмування розроблено метод оцінки оптимальних посівних площ в Одеській області під зерновими культурами. Збільшення посівних площ для озимої пшениці рекомендується у 2-3 рази; для кукурудзи також у 2-3 рази, за винятком Болградського району, у якому необхідне зменшення посівних площ під кукурудзою; для ярого ячменю – зменшення посівних площ на всій території Північно-Західного Причорномор'я.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дисертаційного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Проведений аналіз сучасного стану проблеми оцінки агроекологічних умов формування урожаю сільськогосподарських культур (озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи). За його допомогою визначені основні параметри та методика дослідження, що полягає в використанні методу «еталонних урожаїв», заснованих на використанні концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга.

Найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів здійснено в агроекологічних категоріях урожайності, що ґрунтуються на принципах максимальної продуктивності та відповідності умовам зовнішнього середовища потребам рослин. В рамках методу «еталонних урожаїв» агроекологічні категорії урожайності (потенційна урожайність, метеорологічно-можлива урожайність, дійсно можлива урожайність, урожай у виробництві) є не тільки невід'ємною частиною методу програмування урожаю, а й становлять раціональну систему оцінки агрокліматичних ресурсів. З іншого боку, оцінка агрокліматичних ресурсів представляє перший етап програмування урожаїв – оцінку природного потенціалу, на реалізацію якого слід орієнтувати різні агротехнічні та економічні заходи.

2. Запропонована комплексна оцінка ґрунтово-кліматичних ресурсів Північно-Західного Причорномор'я стосовно вирощування озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи. Охарактеризовано динаміку показників родючості ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я.

В результаті аналізу встановлено, що найінтенсивніші втрати гумусу в ґрунтах Одеської області відбулися в 1991 – 2000 роках. Саме в цей період значно зменшилося внесення органічних та мінеральних добрив, що призвело до падіння вмісту рухомого фосфору та обмінного калію.

На даний час мінеральні добрива залишаються основним джерелом поліпшення агрохімічного стану ґрунтів області, але їх застосування потребує безперервного контролю за станом родючості ґрунтів і забезпеченістю рослин поживними речовинами шляхом використання ґрунтової і рослинної діагностики.

3. Встановлені закономірності просторової мінливості ґрунтових ресурсів стосовно вирощування зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я. Виявлено, що найхарактернішими ґрунтами для Одеської області являються ґрунти з потужністю гумусового шару від 50 см до 95 см, з легким, середнім та важкосуглинистим гранулометричним складом, із щільністю складання близько 1,1-1,3 г/см³. Реакція ґрунтового розчину (рН) варіює в межах 6,7-7,7, вміст загального гумусу – 2,4-4,4 %, із середньою забезпеченістю рухомими формами фосфору і калію. Гідротермічний коефіцієнт знаходиться в інтервалі 1,0-1,2. Запаси продуктивної вологи в шарі 0-20см для озимої пшениці становлять 17-29 мм, для ярого ячменю – 25-32 мм, для кукурудзи – 18-31 мм. Середній вміст вологи в метровому шарі ґрунту в період формування генеративних органів знаходиться у межах 65-94 мм для розглянутих культур.

4. Виконано нормування параметрів агроєкологічних умов вирощування зернових культур. При нормуванні агрокліматичних факторів ми керувалися принципом виділення трьох рівнів відповідності екологічних умов вимогам основних сільськогосподарських культур: оптимальні умови – такі умови, при яких виявляється можливим максимальна реалізація адаптаційного потенціалу культури; допустимі (задовільні) – зниження урожаю на 20-30 %; недопустимі (погані) – зниження урожаю в межах 30-50 %. При нормуванні кожного з показників враховували загальні вимоги культур, уникаючи деталізації та обліку комплексності дії факторів.

В результаті встановлено, що ґрунти Одеської області характеризуються оптимальними умовами за агрофізичними, фізико-хімічними та метеорологічними показниками, які можуть забезпечити отримання високих

урожаїв та відповідають оптимальним та допустимим умовам. Ризиком, який може призвести до зниження урожайності та погіршення якості продукції, є недостатнє зволоження області та забруднення ґрунтів важкими металами, рівень якого перевищує рівень ГДК, а саме: свинцем, кадмієм, цинком та міддю.

5. Модифіковано та адаптовано в розрізі адміністративних районів базову модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового стосовно озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи.

Модифікація відбувалася за рахунок включення двох нових блоків:

- блок накопичення важких металів;
- блок оцінки ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур.

Базова модель адаптована (шляхом визначення параметрів моделі) з врахуванням біологічних особливостей зернових культур для умов Північно-Західного Причорномор'я.

На основі спостережень гідрометеорологічних станцій Північно-Західного Причорномор'я та літературних даних для кожної зернової культури в межах 26 адміністративних районів області визначено параметри моделі та проведено перевірку її адекватності, яка велась шляхом співставлення розрахованої величини господарської урожайності з фактичною урожайністю, отриманою на рівні господарств.

6. Встановлені закономірності впливу кліматичних ресурсів і впливу агроекологічних умов на продуктивність озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи. Результати показали, що для озимої пшениці прирости потенційного урожаю варіюють в межах від 8,7 до 32,2 г/(м²·доба); прирости метеорологічно-можливого урожаю – від 0,9 до 19,0 г/(м²·доба); прирости дійсно можливого урожаю – від 0,7 до 14,0 г/(м²·доба); прирости урожаю у виробництві – від 0,4 до 8,0 г/(м²·доба).

Для ярого ячменю прирости потенційного урожаю в середньому змінюються від 6,6 до 23,0 г/(м²·доба); прирости метеорологічно-можливого

урожаю – від 4,9 до 14,1 г/(м²·доба); прирости дійсно можливого урожаю – від 3,4 до 9,2 г/(м²·доба); прирости урожаю у виробництві – від 2,2 до 5,9 г/(м²·доба).

Для кукурудзи прирости потенційного урожаю в середньому змінюються від 15,9 до 36,5 г/(м²·доба); прирости метеорологічно-можливого урожаю – від 15,5 до 34,8 г/(м²·доба); прирости дійсно можливого урожаю – від 10,8 до 22,6 г/(м²·доба); прирости урожаю у виробництві – від 6,2 до 14,1 г/(м²·доба).

7. Виконана оцінка просторової мінливості рівнів агроєкологічних категорій урожайності сільськогосподарських культур. Потенційний урожай озимої пшениці коливається в межах від 82 до 130 ц/га, метеорологічно-можливий – від 43 до 73 ц/га, дійсно можливий – від 37 до 54 ц/га, урожай у виробництві – від 22 до 33 ц/га. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов в середньому складає 0,550 відн.од., оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів – 0,470 відн.од., оцінка рівня реалізації агроєкологічного потенціалу – 0,400 відн.од., оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів – 0,600 відн.од.

Потенційний урожай ярого ячменю коливається в межах від 50 до 74 ц/га, метеорологічно-можливий – від 30 до 51 ц/га, дійсно можливий – від 26 до 37 ц/га, урожай у виробництві – від 16 до 25 ц/га. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов в середньому складає 0,700 відн.од., оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів – 0,480 відн.од., оцінка рівня реалізації агроєкологічного потенціалу – 0,600 відн.од., оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів – 0,625 відн.од.

Потенційний урожай кукурудзи коливається в межах від 40 до 157 ц/га, метеорологічно-можливий – від 40 до 144 ц/га, дійсно можливий – від 30 до 74 ц/га, урожай у виробництві – від 20 до 37 ц/га. Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов в середньому складає 0,900 відн.од., оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів – 0,400 відн.од., оцінка рівня

реалізації агроекологічного потенціалу – 0,800 відн.од., оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів – 0,600 відн.од.

8. Встановлені закономірності просторової мінливості накопичення важких металів в зерні озимої пшениці, ярого ячменю та кукурудзи та в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я. В результатах дослідження виявлено, що вміст важких металів, таких як свинець, кадмій, цинк, не перевищує рівень ГДК в ґрунтах. Перевищення гранично допустимої концентрації спостерігається для міді.

За допомогою коефіцієнта біологічного поглинання визначено вміст важких металів у зерні сільськогосподарських культур. Одержані результати свідчать, що у зерні озимої пшениці не виявлено перевищень ГДК за вмістом важких металів; у зерні ярого ячменю та кукурудзи спостерігається перевищення ГДК для кадмію у деяких районах області.

Доцільно відмітити, що оптимальні умови для розвитку зернових культур складаються при вмісті у ґрунтах важких металів на рівні 1–2 кларки ($<0,5$ ГДК); допустимі – 2-5 кларки ($0,5-2,0$ ГДК), недопустимі – >5 кларків ($>2,0$ ГДК). За результатами дослідження допустимі умови для вирощування зернових культур спостерігаються для мангану та кобальту, майже недопустимі для міді і взагалі недопустимі для свинцю. За вмістом кадмію, цинку, ртуті в ґрунтах – умови оптимальні.

Побудовані та проаналізовані графіки динаміки вмісту та карто-схеми вмісту важких металів в зерні сільськогосподарських культур.

9. Виконана оптимізація використання агрокліматичних ресурсів для розміщення посівних площ зернових культур в умовах Північно-Західного Причорномор'я. На основі синтезу апарату математичного моделювання продукційного процесу рослин та апарату лінійного програмування виконано оцінку оптимальних посівних площ в Одеській області під зерновими культурами. Збільшення посівних площ рекомендується для озимої пшениці та кукурудзи, а зменшення – для ярого ячменю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроєкологія : навч. посібник / [О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін.]. – К. : Вища освіта, 2006. – 671 с.
2. Агроєкологіческая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур : под ред. В.В. Медведева. – К. : Аграрная наука, 1997. – 162 с.
3. Агрокліматичний довідник по території України : за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. – Кам'янець-Подільський : ПП Галагодза, 2011. – 108 с.
4. Агрохімічний стан ґрунтів Одеської області і шляхи його поліпшення / [В.П. Онищук, В.Ф. Голубченко, Г.А. Капустіна, М.О. Цандур] // Довідкове видання. – Одеса : СМІЛ, 2007. – 52 с.
5. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.
6. Атлас Одеської області : До 70-річчя заснування. / О.Е. Орлова, Б.Г. Олександров, О.Г. Цокур та ін. – Одеса : Хорс, 2002. – 80 с.
7. Барабой В.А. Металлотионеины : структура и механизмы действия. / В.А. Барабой, Л.Г. Петрина // Украинский биохимический журнал. – 2003. – Т. 75. – С. 28-36.
8. Барсукова Е.А. Агроклиматическая оценка территории Украины относительно произрастания ярового ячменя : матеріали семінару «Обмін досвідом гідрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва України у сучасних умовах». – Київ : УкрДГМЦ, 2001. – 158 с.
9. Бондарева Л.Г. Ландшафты, металлы и человек / Л.Г. Бондарева. – М. : Мысль, 1976. – 75 с.
10. Борисоник З.Б. Яровой ячмень / З.Б. Борисоник – М. : Колос, 1974. – 255 с.

11. Буцяк В.І. Міграція рухомих форм важких металів у вегетативну масу рослин на фоні дії цеоліту / В.І. Буцяк // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2002. – № 3. – С. 29–30.
12. Вальков В.Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений / В.Ф. Вальков – М. : Агропромиздат, 1986. – 207 с.
13. Веретельников В.П. Влияние погодных условий, обработки почвы, удобрений на урожайность озимой пшеницы / В.П. Веретельников, В.А. Рядовой, Н.С. Радченко. – М. : Агрохимия. – 1994. – № 12. – С. 24-30.
14. Вміст азоту в рослині та ґрунті. Азотні добрива / [І.У. Марчук, В.М. Макаренко, В.Е. Розстальний, А.В. Савчук]. – Київ : Настоящий хозяин, 2004. – 306 с.
15. Волошин І.М. Польові екологічні дослідження і принципи складання екологічних карт. / І.М. Волошин. – Львів : ЛДУ. – 1991. – 309 с.
16. Гаврилова И.П. Опыты площадной оценки степени загрязнения почв России тяжелыми металлами / И.П. Гаврилова, М.Д. Богданова, О.А. Соменова // Почвоведение. – 1995. – №1. – С. 48–53.
17. Гассо Е.В. Содержание тяжелых металлов в системе почва–растение в условиях химического загрязнения культур фитоценозов (на примере кукурузы *Zea mays* L. как тест-объекта) / Е.В. Гассо // Вісник Дніпропетровського університету. – 2000. – № 2. – С. 55–60.
18. Голубченко В.Ф. Изменение физико-химических свойств южных черноземов под влиянием орошения, удобрений и обработки почвы : Биологические и агротехнические аспекты повышения урожаяев полевых культур в Степи Украины / В.Ф. Голубченко. – Одесса : СХИ. – 1995. – С. 106–110.
19. Голубченко В.Ф. Оцінка родючості ґрунтів за еколого-агрохімічними показниками / В.Ф. Голубченко, Н.А. Ямкова // Агроекологічний журнал. – 2010. – № 4. – С. 53–56.

20. Гомонова Н.Ф. Источники поступления тяжелых металлов и их трансформация в системе почва – растения в зависимости от особенностей агрофона / Н.Ф. Гомонова, М.Ф. Овчинникова, Г.М. Зенова : сборник тезисов «Современные проблемы загрязнения почв». – Москва : Издательство Московского университета, 2004. – 167 с.
21. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології / М.Д. Гродзинський. – К. : Либідь, 1993. – 306 с.
22. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посібник / [О.Ф. Гнатенко, М.В. Капштик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвицький]. – К. : Оранта, 2005. – 648 с.
23. Губанов Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.И. Иванов. – М. : Колос, 1983. – 359 с.
24. Дерев'янюк Р.Г. Механічний склад та питома поверхня ґрунтів Української РСР / Р.Г. Дерев'янюк, В.П. Кузьмичов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1975. – № 29. – С. 43–52.
25. Дмитренко В.П. О физических признаках плодородия почвы и их связи с урожайностью сельскохозяйственных культур / В.П. Дмитренко, А. Я. Короткова // Труды УкрНИГМИ «Погода и урожай». – 1968. – № 72. – С. 3–16.
26. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / [Б.С. Носко, Б.С. Прістер, М.В. Лобода та ін.]. – Київ : Урожай. – 1994. – 336 с.
27. Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв : учебное пособие / Н.А. Драган. – Симферополь : ТНУ, 2008. – 172 с.
28. Евсеева Т. Механизмы поступления, распределения и детоксикации тяжелых металлов у растений / Т. Евсеева, И. Юранева, Е. Храмова // Физиология растений. – 2003. – Т. 133. – С. 218–229.

29. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума – М. : Финансы и статистика, 2002. – 365 с.
30. Желтая Н.Н. О связи областной урожайности ярового ячменя с основными метеорологическими элементами в различных зонах ЕТС / Н.Н. Желтая // Труды ГМУ. – 1973. – № 3. – С. 53–61.
31. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева – Киев : Наукова думка, 2002. – 214 с.
32. Земельні ресурси України : за ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової – Київ : Аграрна наука, 1998. – 148 с.
33. Ильин В.Б. Влияние тяжелых металлов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур / В.Б. Ильин, Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш // Агрохимия. – 1985. – № 6. – С. 90–100.
34. Ильин В.Б. К вопросу о разработке ПДК тяжелых металлов в почвах / В.Б. Ильин // Агрохимия. – 1985. – № 6. – С. 71-80.
35. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами / В.Б. Ильин. – М. : Агрохимия, 1995. – № 1. – С. 21 – 26.
36. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, – 1991. – 148 с.
37. Использование мелиорантов для предотвращения загрязнения растений цинком и свинцом / [С.С. Манджиева, Т.М. Минкина, С.Н. Сушкова и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2011. – № 3 (03). – С. 53-57.
38. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас – М. : Мир, – 1989. – 439 с.
39. Казнина Н.М. Влияние кадмия на некоторые анатомо-морфологические показатели листа и содержание пигментов у ячменя / Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен, Ю.В. Венжик, А.Ф. Титов. – Казань : Наука, – 2006. – (Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы).

- Ч. 1. – 2006. – 301 с.
40. Карпова Е.А., Кадмий в почвах, растениях и удобрениях / Е.А. Карпова, Ю.А. Потатueva // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 2. – С. 44-47.
 41. Кисіль В.І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства / В.І. Кисіль – Харків : 13 типографія, 2005. – 167 с.
 42. Кисель В.И. Влияние минеральных удобрений на накопление тяжелых металлов в растениеводческой продукции / В.И. Кисель, Л.А. Жеребная // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 2. – С. 55-57.
 43. Кисіль В.І. Стратегічні завдання ґрунтово-агрохімічної науки з реалізації національної програми охорони і підвищення родючості ґрунтів / В.І. Кисіль // Охорона родючості ґрунтів. – Київ : Аграрна наука – 2004. – № 1. – С. 45-49.
 44. Кравчук Ю.И. Содержание тяжелых металлов в почве и продукции озимых культур при внесении фосфорных удобрений / Ю.И. Кравчук // Тезисы докладов II Республиканской научно-практической конференции, 1992. – Часть II. – С. 50-51.
 45. Кулиджанов Г.В. Экологическое состояние почвенного покрова Одесской области / Г.В. Кулиджанов // Агроекологічний журнал. – 2010. – № 4. – С. 60-64.
 46. Ладонин Д.В. Соединения тяжелых металлов в почвах – проблемы и методы изучения / Д.В. Ладонин // Почвоведение. – 2002. – № 6. – С. 682–692.
 47. Ласло О.О. Агроекологічне районування угідь за рівнем урожайності основних сільськогосподарських культур / О.О. Ласло, П.В. Писаренко // Вісник Полтавської державної академії. – 2009. – № 3. – С. 12 -14.
 48. Левенець П.П. Вміст калію в ґрунтах України, його форми і перерозподіл при внесенні добрив / П.П. Левенець, А.К. Воробйова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1974. – № 25. – С. 15-21.

49. Лихочвор В. Знищення злакових бур'янів (у т.ч. перію) в посівах озимої пшениці – базовий елемент інтенсивної технології / В. Лихочвор // Пропозиція. – 2003. – № 11. – С. 70 – 72.
50. Лобас М.Г. Розвиток зернового господарства України / М.Г. Лобас – К. : Аграрна наука, 1997. – 447 с.
51. Логинова И.В. Влияние систематического внесения удобрений в севообороте лесостепи Украины на трансформацию микроэлементов и тяжелых металлов в почве и поступление их в растения кукурузы / И.В. Логинова // Современные проблемы загрязнения почв. – М. : Мир, 2010. – С. 115-120.
52. Макаренко Н. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті / Н. Макаренко // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 4. – С. 55-57.
53. Медведев В.В. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / В.В. Медведев – Киев : Аграрная наука, 1997. – С 82-90.
54. Медведев В.В. Выявление и районирование неблагоприятных почвенных условий / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова // Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. – Киев : Урожай, 1991. – С. 120-128.
55. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В.В. Медведев – Харьков : Антикава, 2002. – 428 с.
56. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 158.
57. Медведев В.В. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / В.В. Медведев – Харьков : Антикава, 1991. – 160 с.
58. Медведев В.В. Теоретические аспекты и количественная оценка экологической устойчивости почв / В.В. Медведев, И.А. Хоролец // Весник аграрной науки. – 1999. – № 10. – С. 14-20.

59. Минкина Т.М. Качество зерна пивоваренного ячменя при техногенном загрязнении чернозема обыкновенного / Т.М. Минкина, В.С. Крыщенко, С.В. Федосеенко // Научная мысль Кавказа. – 2003. – № 2 – С. 119-123.
60. Михайлов А.П. Ефективність виробництва зерна кукурудзи / А.П. Михайлов // Економіка АПК. – 1997. – № 7. – С. 63 – 65.
61. Накопление тяжелых металлов в системе почва – растения в условиях загрязнения / [Т.М. Минкина, М.В. Бурачевская, В.А. Чаплыгин, С.Ю. Бокаев и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, 2011. – № 4 (04). – 115 с.
62. Науковообґрунтована система ведення сільського господарства в Лісостепу України. – К. : Урожай, 1974. – 115 с.
63. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 1997 р. – К. : Видавництво Раєвського, 1998. – 89 с.
64. Носко Б.С. Баланс фосфора в системе почва – удобрения – растения / Б.С. Носко // Агрохимия, 1990. – № 11. – С. 71-82.
65. Обухов А.И. Устойчивость черноземов к загрязнению тяжелыми металлами / А.И. Обухов // Проблемы охраны, рациональное использование и рекультивация черноземов. – М. : Гидрометиздат, 1989. – С. 33-42.
66. О возможности чернозема выщелоченного Кубани инактивировать особо опасные тяжелые металлы / [Н.Г. Гайдукова, Н.А. Кошеленко, И.И. Сидорова, И.В. Шабанова]. // Научный журнал КубГАУ. – 2010. – № 61 (07). – С. 28–32.
67. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. / А.Н. Полевой // Метеорология, климатология и гидрология. – 2004. – № 48. – С. 195-205.
68. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: навчальний посібник / А.М. Польовий. – К. : КНТ, 2007. – 348 с.

69. Полевой А.Н. О прогнозе случайной составляющей временных рядов урожайности ярового ячменя / А.Н. Полевой // Метеорология гидрология. – 1975. – № 4. – С. 84 – 90.
70. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов / А.Н. Полевой – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 320 с.
71. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология / А.Н. Полевой – СПб. : Гидрометеиздат, 1992. – 424 с.
72. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур / А.Н. Полевой – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
73. Полевой А.Н., Моделирование влияния агрометеорологических условий на формирование количества, качества и экологической чистоты урожая орошаемых сельскохозяйственных культур / А.Н. Полевой, Т.Н. Хохленко // Метеорология и гидрология. – 1993. – № 12. – С. 72-81.
74. Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур : под ред. В.В. Медведева. – К. : Урожай, 1991. – 172 с.
75. Природа Одесской области: ресурсы, их рациональное использование и охрана : под ред. Ю.А. Амброза, Г.И. Швевса. – Одесса : Вища школа, 1979. – 143 с.
76. Просяникова О.И. Качество и безопасность зерна ярого ячменю в Кемеровской области / О.И. Просяникова, Т.П. Клевлина, Т.В. Сладкова // Весник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 9 (71). – С. 34 – 37.
77. Роїк М.В. Сучасні науково-обґрунтовані підходи до використання землі / М.В. Роїк // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 1. – С. 6-13.
78. Сапожникова С.А. Опыт агроклиматического районирования территории СССР / С.А. Сапожникова // Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М. : МСХ СССР, 1958. – С. 14-37.
79. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х.Г. Тооминг – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.

80. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов / Х.Г. Тооминг – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – 264 с.
81. Тунеев М.М. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / М.М. Тунеев, В.Ф. Сухоруков – Москва : Колос, 1997. – 395 с.
82. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение : под ред. М.М. Овчаренко. – М. : Гидрометеиздат, 1997. – 290 с.
83. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е.С. Уланова – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 302 с.
84. Устойчивость растений к тяжелым металлам / [А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен]. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2007. – 72 с.
85. Флоря Л. В. Агроэкологическая оценка почв и условий формирования урожая озимой пшеницы в Северо-Западном Причерноморье / Л.В. Флоря, С.Е. Копыльцова // Научный журнал Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики. – 2014. – № 2. – С. 699-709.
86. Флоря Л.В. Агроэкологическая оценка условий формирования урожая ярого ячменя Северо-Западного Причерноморья : VIII міжнародна конференція «Сучасні міждисциплінарні дослідження, історія, сьогодення, майбутнє». – Київ : Аграр Медіа Груп, 2014. – С. 83-85.
87. Флоря Л.В. Агроекологічна оцінка вмісту важких металів в ґрунтах і зерні озимої пшениці Північно-Західного Причорномор'я : матеріали III міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». – Харків : ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2014. – С. 76-77.
88. Флоря Л.В. Агрокліматична оцінка особливостей формування урожаю сільськогосподарських культур в умовах Одеської області : матеріали

ХІІ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса : ТЕС, 2012. – с. 26.

89. Флоря Л.В. Аналіз агрокліматичних ресурсів, що впливають на формування урожаю ярого ячменю в Північно-Західному Причорномор'ї / Л.В. Флоря // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2014. – № 18. – С 65-73.
90. Флоря Л.В. Динаміка показників родючості ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я / Л.В. Флоря // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2011. – № 12. – С 92-103.
91. Флоря Л.В. Моделирование агроклиматических ресурсов производительности урожая и формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / Л.В. Флоря, А.Н. Полевой // Гидрометеорология и экология. – Алматы : Ежеквартальный научно-технический журнал. – 2015. – № 1 (76). – С. 36-49.
92. Флоря Л.В. Оцінка агроекологічних умов вирощування озимої пшениці в Північно-Західному Причорномор'ї : матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки». – Умань : УНУС, 2014. – С. 108-109.
93. Флоря Л.В. Оцінка агрокліматичних умов формування урожаю озимої пшениці в Північно-Західному Причорномор'ї / Л.В. Флоря // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2012. – № 14. – С. 122-131.
94. Флоря Л.В. Оцінка показників родючості ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я : матеріали ХІ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса : ТЕС, 2011. – с. 19-20.
95. Флоря Л.В. Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур у Північно-Західному Причорномор'ї / Л.В. Флоря // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2012. – № 13. – С 131-141.

96. Цупенко М.Ф. Клімат України і урожай / М.Ф. Цупенко – Київ : Урожай, 1975. – 49 с.
97. Чабан В.І. Вміст та розподіл мікроелементів в рослинах кукурудзи в зоні степу України / В.І. Чабан, С.П. Клявзо, О.Ю. Подобед // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – 2013. – № 5. – С. 8-16.
98. Черных Н.А. Нормирование загрязнения почв тяжелыми металлами / Н.А. Черных, В.Ф. Ладонин // Агрохимия. – 1995. – № 6. – С. 71-80.
99. Шабанова И.В. Наноматериалы в сельском хозяйстве: получение и применение / И.В. Шабанова, М.Н. Цокур, М.С. Долотова // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 27 (3). – 224 с.
100. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко – М. : Колос, 1967. – 335 с.
101. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко – Л. : Гидрометиздат, 1985. – 247 с.
102. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология / А.М. Шульгин – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 200 с.
103. Щур М.І. Розміщення виробництва зерна і шляхи його вдосконалення / М.І. Щур // Економіка АПК. – 1996. – №3. – С. 45 – 48.
104. Эколого-геохимические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / [И.А. Сучков, В.П. Пунько, А.О. Кравчук и др.] // Метеорология, климатология и гидрология. – 1999. – № 37. – С. 54-63.
105. Adsorption–desorption characteristics of lead in variable charge soils / [J.Y. Yang , X.E. Yang, Z.L. He, et all.] // Journal Environ. Sci. Health. – 2004. – 39 (8). – P. 1083–1087.
106. Ahad Madani. The impact of post-anthesis nitrogen and water availability on yield formation of winter wheat / Ahad Madani, Farshid Vazin : International Conference on Biology [«Environment and Chemistry IPCBEE»], (Iran, Gonabad, 2011 year). – Singapore Gonabad Branch, Islamic Azad University. – 2011. – vol. 24. – 167 p.

107. Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops / [X.X. Long, X.E. Yang, W.Z. Ni, et all] // Commun. Soil Sci. Plant Analy. – 2003. – № 34. – P. 1421–1434.
108. Capability of Brassica napus to Accumulate Cadmium, Zinc and Copper from Soil / [G. Rossi, A. Figliolia, S. Socciarelli, B. Pennelli] // Acta Biotechnologica. – 2003. – V. 22. – Is. 1-2. – P. 133 – 140.
109. Combining a finite mixture distribution model with indicator kriging to delineate and map the spatial patterns of soil heavy metal pollution in Chunghua County / [Lin Yu-Pina, Cheng Bai-Youa, Shyu Guey-Shinb, Chang Tsun-Kuo.] // Environmental Pollution. – 2010. – V. 158. – P. 235–244.
110. Dorota Gawęda. Yield and yield structure of spring barley (*Hodeum vulgare* L.) grown in monoculture after different stubble crops / Dorota Gawęda. – Режим доступа до журн. : <http://dx.doi.org/10.5586/aa.2011.011>.
111. Emission Scenarios. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press / [Naki'cenovi'c, N., R. Swart, eds.]. – Cambridge, UK, 2000. – 235 p.
112. Fageria N. K. Micronutrients in crop production / N.K. Fageria, V.C. Baligar, R.B. Clark – Adv Agron, 2002. – № 77. – P. 185–268.
113. FAO. FAOCLIM. User's Manual : A CD-ROM with World-wide Agroclimatic Database. Agrometeorology Series Working Paper // FAO, Rome, Italy. – 1995. – № 11. – P. 108-127.
114. FAO. World Agriculture : Towards 2010, An FAO Study : Edited by N. Alexandratos. FAO and J. Wiley & Sons. – UK, 1995.
115. Floria L.V. The modeling of the agro-climatic resources influenced on the formation of the crop productivity / L.V. Floria, A.N. Polevoy // International journal of research in earth and environmental sciences : Pakistan. – 2015. – V. 3. – № 1. – P. 16-20.
116. Jurinak J.J. Thermodynamics of zinc adsorption of calcite, dolomite and magnesite type minerals / J.J. Jurinak, N. Bower // Soil Sci. Soc. Am. Proc. – 1986. - V. 20. - № 4. - P. 446–471.

117. Hea Z.L. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment / Z.L. Hea, X.E. Yanga, P.J. Stoffellab // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2005. – № 19. – P. 125–140.
118. Heavy metal aspects of compost use / [R.L. Chaney, J.A. Ryan, U. Kukier, S.L. Brown et al] : in PJ Stoffella, B.A. Khan, editors // Compost utilization in horticultural cropping systems. – FL: CRC, Boca Raton, 2001. – P. 324–359.
119. Heavy Metal Pollution in Soil of Japan / [K. Kitagishi, I. Yamane, eds.]. – Tokyo : Japan Science Society Press, 1981. – 302 p.
120. Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21st Century: Methodology and Results / [G Fischer, van H.T. Velthuisen, M.M. Shah, F O. Nachtergaele]. Laxenburg, Austria : International Institute for Applied Systems Analysis, 2002. – 155 p.
121. Kabata–Pendias A. Soil–plant transfer of trace elements — an environmental / A. Kabata–Pendias – Geoderma, 2004. – issue 122. – P. 143–149.
122. Kováčik P. Výživa jačmeňa jarného dusíkom, fosforom a draslíkom. – Режим доступу до журн. : http://www.agroporadenstvo.sk/rv/obilniny/vyziva_jacjar.htm.
123. Křováček J. Sunagreen v regulaci růstu jarního ječmene / J. Křováček, L. Černý – Kompendium, 2007. – P. 29 – 30.
124. Kunzová E. Vliv dlouhodobého N, P, K hnojení na výnos ječmene jarního a odběr živin na stanovištích Ivanovice Čáslav a Lukavec v letech 2005 – 2008 / E. Kunzová, P. Šrek // In Pestovateľské technológie a ich význam pre prax : Piešťany. – 2010. - S. 7 - 13.
125. McLaren R.G. Studies on soil copper. The fractionation of copper in soils / R.G. McLaren, D.V. Crawford // Journal Soil Sci. – 1973. – V. 24. – № 2. – P. 172–181.
126. Molnárová Juliana. Yield and technological quality of spring barley grain depending on year and selected cultivation factors / Juliana Molnárová. –

- Slovakia : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2014. – Vol. 23. – P. 93-100.
127. Molnárová J. Sustainable, environment friendly field crops production in changing climate conditions / J. Molnárová, P. Pepó – Nitra, 2010. – 191 p.
 128. Molnárová J. The agroclimatical analysis of production process of spring barley / J. Molnárová, J. Čimo, F. Špánik – Universitații din Oradea. – 2010. – vol. 9. – p. 639 - 661.
 129. Muchová Z. Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu / Z. Muchová – Nitra : SPU, 2007. – s. 215.
 130. Peculiarities of heavy metals mobility investigation in calcareous chernozem / [T.M. Minkina, V.P. Kalinitchenko, O.G. Nazarenko, N.V. Nilityuk, A.P. Samokhin] // Abstracts book of 16th World Congress of Soil Science. Montpellier : France, 1998. – V. 1. – P. 120.
 131. pH Dependent release of cadmium, copper, and lead from natural and sludge-amended soils / [O. Sukreeyapongse, P.E. Holm, B.W. Strobel et all.]. // Journal Environ. Qual. – 2001. – № 31. – P. 1901–1909.
 132. Predicting heavy metal transfer from soil to plant: potential use of Freundlich-type functions / [M. Krauss, W. Wilfgang, J. Kobza, W. Zech] // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. – 2002. – № 165. – P. 3–8.
 133. Rout G.R. Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: Zinc / G.R. Rout, P. Das // Agronomie. – 2003. – V. 23. – P. 3-11.
 134. Sauvé S. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: Dependence of pH, total metal burden, and organic matter / S. Sauvé, W. Hendershot, H.E. Allen // Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. – 2000. – № 34. – P. 1125–1131.
 135. Smyth A.J. An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management / A.J. Smyth, J. Dumanski // World Soil Resources. – Rome, Italy. – 1993. – Report 73. – P. 98-112.

136. The Canadian Centre for Climate Modelling global coupled model and its climate / [G.M. Flato, G.J. Boer, W.G. Lee, N.A. McFarlane, D. Ramsden]. Reader and A.J. Weaver, 2000. – P. 43-55.
137. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China / [Y.L. Cui, Y.G. Zhu, R.H. Zhai, D.Y. Chen et all.]. – Environment International, 2004. – № 30. – P. 785–791.
138. Yruela I. Copper in plants / I. Yruela // Journal. Plant Physiol. – 2005. – V. 17. – P. 145-156.
139. Vaněk V. Výživa polních a zahradních plodin / V. Vaněk, J. Balík, D. Pavlíková – Praha : Profi Press, 2007. – 176 s.
140. Zubko V.M. Features formation of biological yield winter wheat / V.M. Zubko, 2013. – P. 303-309. – Режим доступа до журн. : <http://journals.nubip.edu.ua/>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

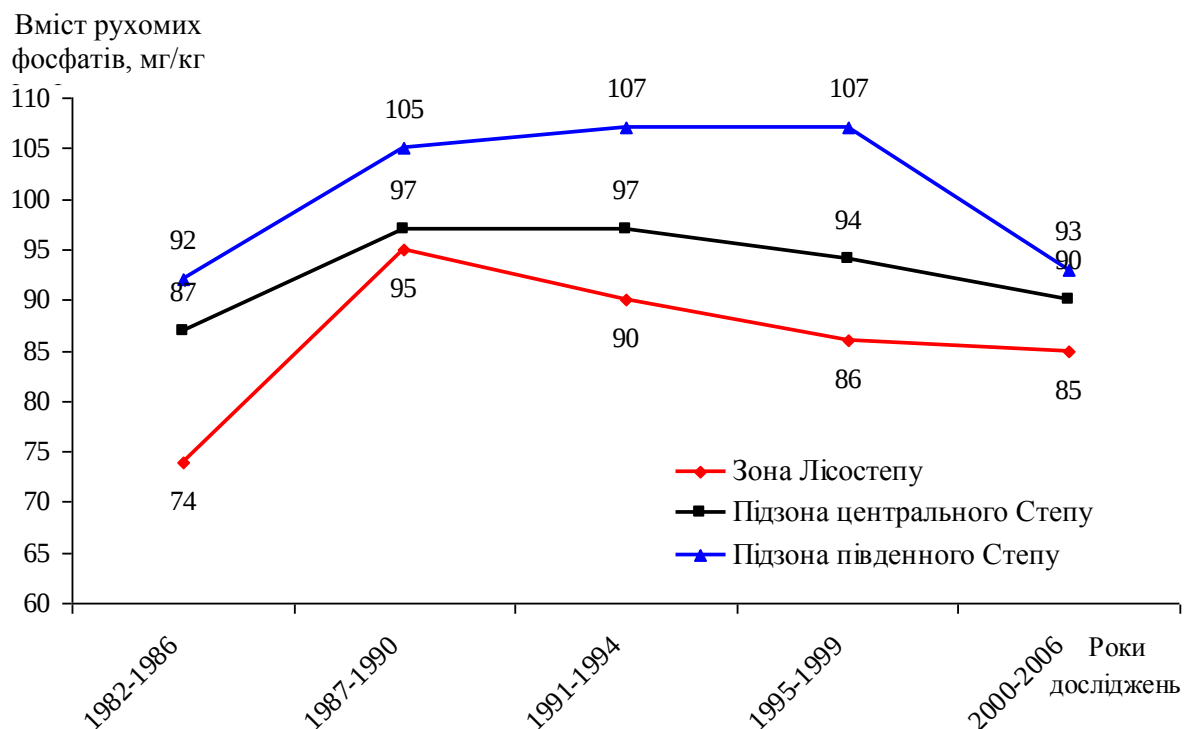


Рис. А.2.4 Зональна динаміка вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

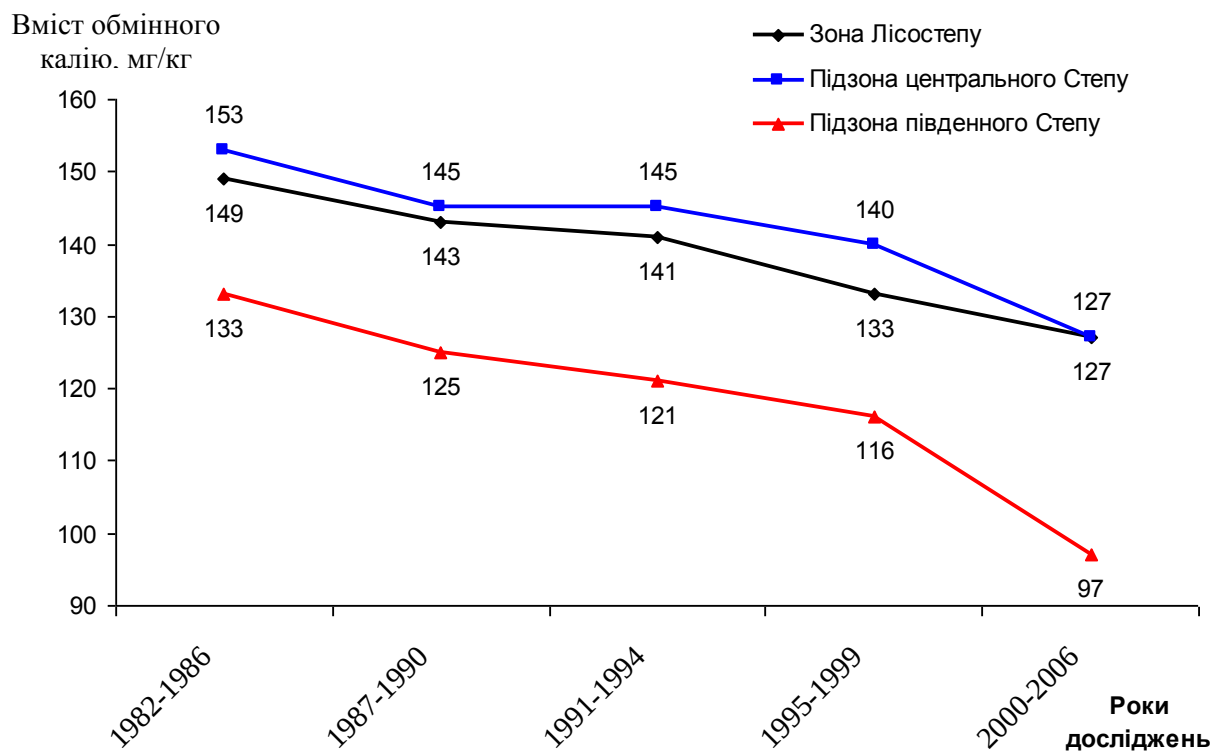


Рис. А.2.5 Зональна динаміка вмісту обмінного калію в ґрунтах Одеської області

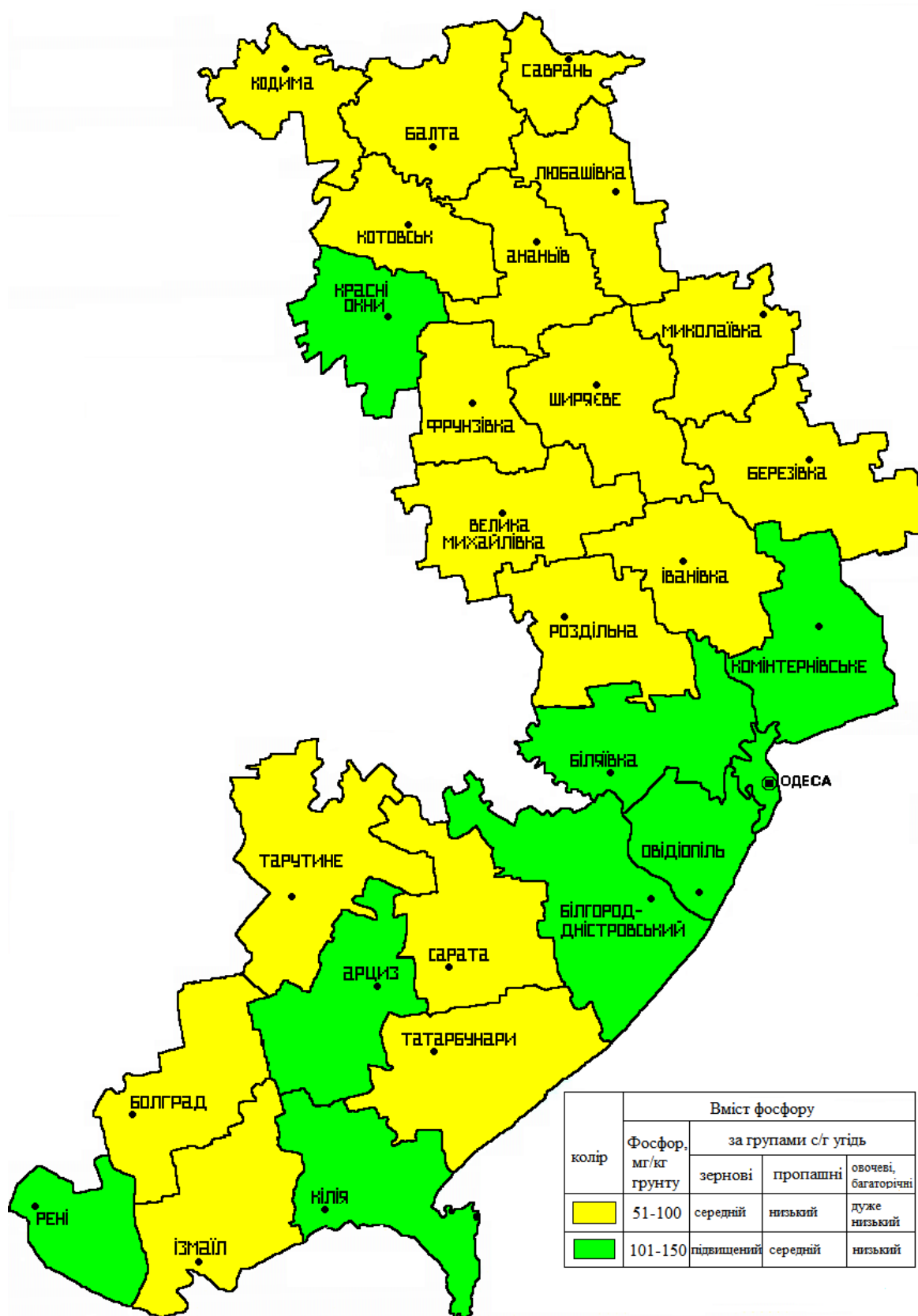


Рис. А.2.6 Карто-схема середньозважених показників вмісту фосфору в ґрунтах Одеської області, мг/кг [4]

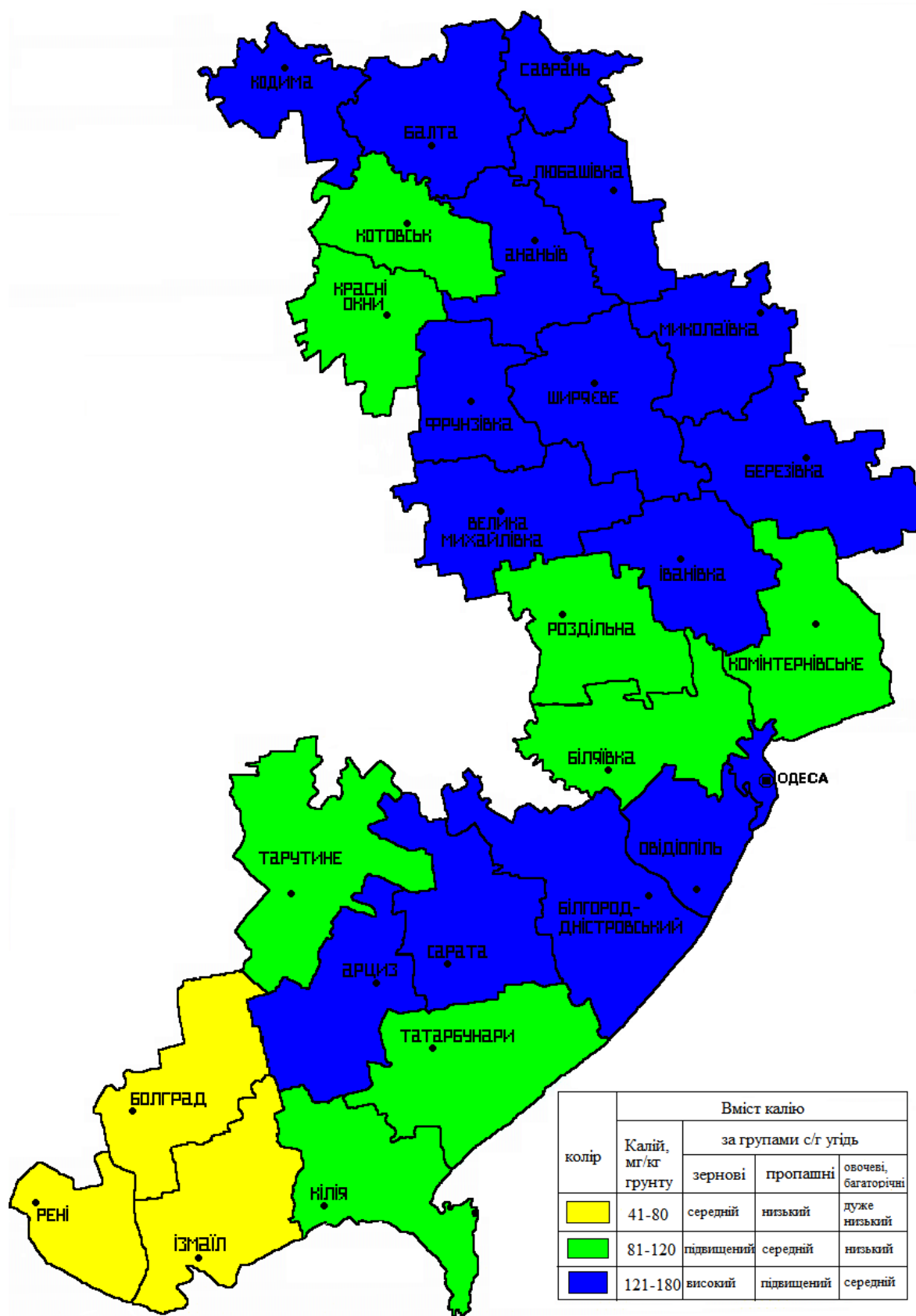


Рис. А.2.7 Карто-схема середньозважених показників вмісту калію в ґрунтах
Одеської області, мг/кг [4]

**Вміст азоту в ґрунтах Одеської області в розрізі районів, мг/кг
(2006 рік) [4]**

Райони	Вміст, мг/кг	Райони	Вміст, мг/кг
Зона Лісостепу		Овідіопольський	17,2
Ананьївський	23,8	Роздільнянський	23,3
Балтський	27,1	Ширяєвський	22,3
Кодимський	18,7	В середньому:	20,4
Котовський	22,1	Підзона Південного Степу	
Красноокнянський	16,3	Арцизький	15,3
Любашівський	21,3	Білгород-Дністровський	13,7
Савранський	13,5	Болградський	23,1
Фрунзівський	12,4	Ізмаїльський	17,0
В середньому:	19,4	Кілійський	15,7
Підзона Центрального Степу		Ренійський	10,1
Біляївський	21,1	Саратський	15,6
Березівський	20,8	Тарутинський	13,0
Великомихайлівський	10,7	Татарбунарський	25,1
Іванівський	13,0	В середньому:	16,5
Комінтернівський	33,8	В середньому по області:	18,8
Миколаївський	21,5		

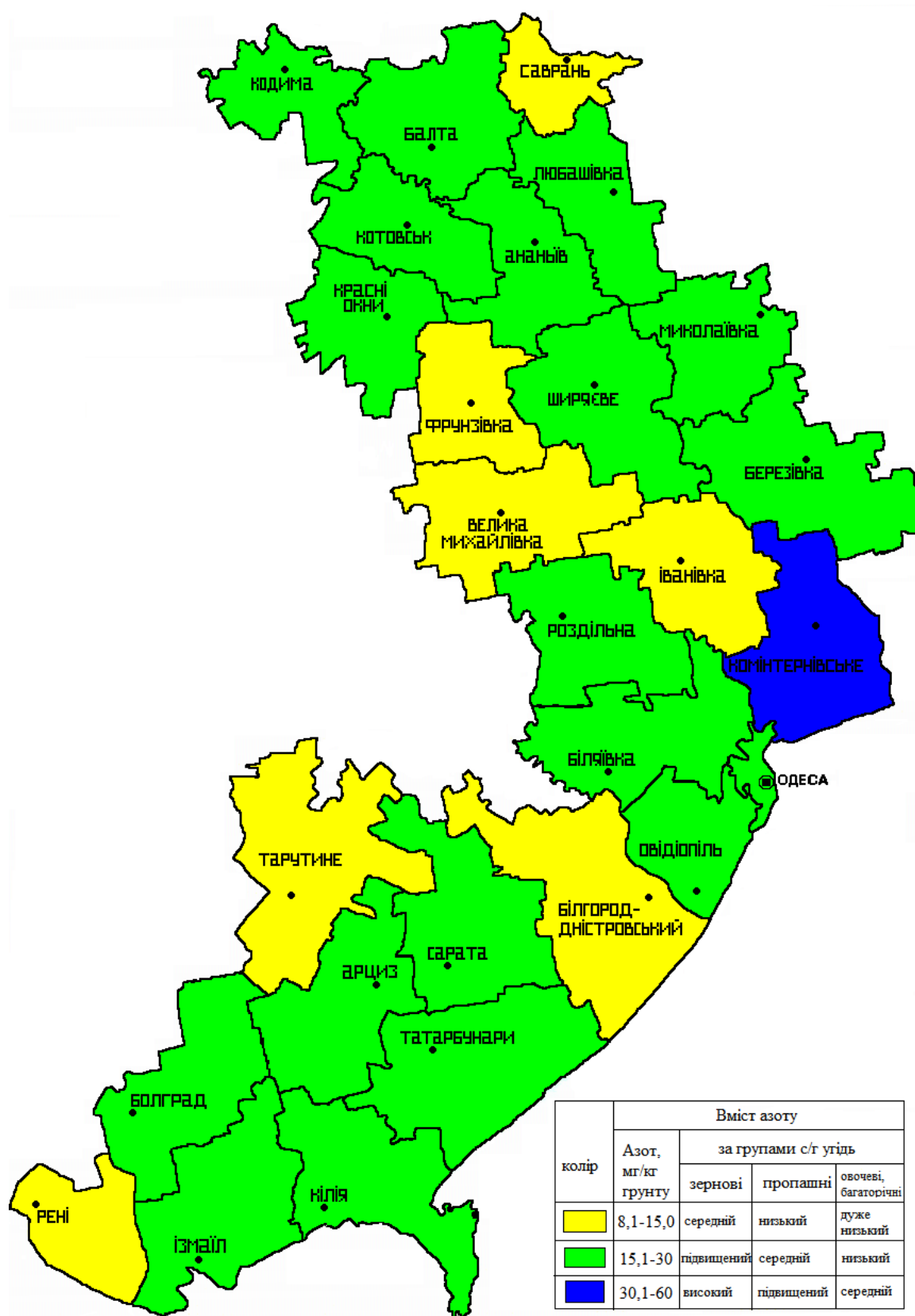


Рис. А.2.8 Карто-схема середньозважених показників вмісту азоту в ґрунтах
Одеської області, мг/кг [4]

Таблиця А.2.6

Агроекологічні умови вирощування ярого ячменю в Північно-Західному Причорномор'ї

№ п/п		Ананьївський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмальський	Кілійський	Кодимський	Комінтернів- ський
1	Потужність гумусового шару, см	85-90	80-85	80-90	70-85	75-85	85-90	75-85	80-90	85-90	50-72	50-72	80-90	75-85
2	Гранулометричний склад*	2-3	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	2-3	2-3
3	Щільність складання, см ³	1,1- 1,2	1,2- 1,4	1,1- 1,2	1,1- 1,3	1,2-1,4	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1-1,4	1,1- 1,4	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1- 1,2	1,1- 1,3
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	7,2	7,6	7,2	7,0	7,0	6,8	7,2	7,7	6,9	7,2	7,7	7,2	6,6
5	Вміст гумусу, %	3,59	3,20	3,62	3,57	3,30	3,01	2,56	3,55	3,26	2,70	2,73	3,44	2,82
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	74	101	88	87	110	131	65	68	79	72	124	90	101
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	141	141	144	138	145	111	70	131	120	68	88	140	103
8	Вміст азоту, мг/кг	24,4	15,3	12,9	20,8	13,7	21,1	23,1	10,7	13,0	17,0	15,7	18,6	33,8
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	8,9	9,5	9,7	8,8	9,7	8,6	9,4	10,7	12,1	10,5	13,3	12,7	10,1
	- кадмій (ГДК=3,0)	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,67	0,50	0,12	0,46	0,20	0,11
	- манган (ГДК=50,0)	26,4	45,2	35,7	31,8	37,3	31,6	46,6	52,6	46,6	47,2	86,8	41,9	57,9
	- цинк (ГДК=1,50)	0,29	0,69	0,48	0,48	0,36	0,47	0,43	0,76	0,94	0,78	1,13	0,61	0,52
	- мідь (ГДК=3,0)	4,7	8,3	5,9	5,0	7,4	8,1	9,1	-	-	9,8	-	6,4	6,0
	- кобальт (ГДК=5,0)	6,1	6,6	6,7	5,8	6,1	6,2	4,7	-	-	5,9	-	8,1	6,2
	- ртуть (ГДК=2,1)	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,12	0,09	0,04	0,13	0,05	0,04
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	3019	3330	3019	3272	3330	3436	3464	3215	3272	3576	3576	3019	3272
11	Температура повітря при появі сходів, град	9,3	9,9	9,3	9,8	9,9	9,3	10,2	8,1	9,8	9,4	9,4	9,3	9,8
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	17,9	18,8	17,9	18,6	18,8	18,5	19,1	18,2	18,6	17,5	17,5	17,9	18,6
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	28	30	28	31	30	32	31	30	31	25	25	28	31
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	68	75	68	99	75	71	58	84	99	96	96	68	99
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря > 10 °С	1,1	1,0	1,1	0,9	1,0	0,8	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1	0,9

Продовження таблиці А.2.6

№ п/п		Котовський	Красноокнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Потужність гумусового шару, см	70-80	75-90	90-95	80-90	75-85	70-90	70-85	85-90	80-90	75-80	80-85	75-90	75-90
2	Гранулометричний склад*	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
3	Щільність складання, см ³	1,1-1,2	1,1-1,2	1,1-1,2	1,1-1,2	1,0-1,3	1,0-1,3	1,1-1,5	1,1-1,2	1,2-1,4	1,2-1,4	1,0-1,3	1,1-1,2	1,1-1,2
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	7,2	7,4	7,4	7,5	6,8	7,6	6,7	7,1	6,9	7,0	7,3	7,3	7,4
5	Вміст гумусу, %	3,64	4,40	4,03	4,00	2,82	2,42	3,37	3,38	3,12	3,24	2,83	3,11	3,48
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	78	91	93	82	109	108	71	83	93	73	97	74	74
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	115	95	136	152	147	54	84	128	126	92	95	124	150
8	Вміст азоту, мг/кг	22,1	16,3	21,3	15,6	17,2	10,1	23,3	13,5	15,6	13,0	25,1	12,4	22,3
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	9,9	8,8	11,8	9,7	12,2	12,1	9,3	11,7	11,2	11,1	10,0	10,7	9,0
	- кадмій (ГДК=3,0)	0,11	0,10	0,33	0,11	0,60	0,57	0,11	0,60	0,38	0,67	0,11	0,32	0,11
	- манган (ГДК=50,0)	32,4	42,7	65,1	31,4	71,7	75,8	47,7	60,2	66,6	49,0	56,8	39,6	42,1
	- цинк (ГДК=1,50)	0,45	0,33	0,60	0,39	0,83	1,01	0,49	0,66	0,74	0,67	0,69	0,65	0,40
	- мідь (ГДК=3,0)	5,4	5,1	-	5,1	-	-	7,8	-	-	-	7,8	-	4,6
	- кобальт (ГДК=5,0)	6,3	6,3	-	6,6	-	-	6,1	-	-	-	6,8	-	5,6
	- ртуть (ГДК=2,1)	0,05	0,03	0,08	0,05	0,18	0,17	0,05	0,18	0,06	0,13	0,05	0,03	0,05
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	3019	3092	3019	3019	3436	3576	3215	3019	3330	3330	3330	3092	3092
11	Температура повітря при появі сходів, град	9,3	8,1	9,3	9,3	9,3	9,4	9,3	9,3	9,9	9,9	9,9	8,1	8,1
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	17,9	18,2	17,9	17,9	18,5	17,5	18,5	17,9	18,8	18,8	18,8	18,2	18,2
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	28	30	28	28	32	25	32	28	30	30	30	30	30
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	68	84	68	68	71	96	71	68	75	75	75	84	84
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	1,1	1,2	1,1	1,1	0,8	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2

Примітки: * 1 – легка глина; 2 – суглинок важкий; 3 – середній; 4 – легкий; 5 – супісок; 6 - пісок зв'язний

Таблиця А.2.7

Оцінка агроєкологічних умов вирощування ярого ячменю в Північно-Західному Причорномор'ї

№ п/п		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмальський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Потужність гумусового шару, см	о	о	о	о	о	о	о	о	о	д	д	о	о
2	Гранулометричний склад	о	о	о	о	д	о	о	о	о	н	н	о	о
3	Щільність складання, см ³	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	о	д	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	о
5	Вміст гумусу, %	о	д	о	о	д	д	д	о	д	д	д	д	д
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	д	о	о	о	о	о	д	д	о	д	о	о	о
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	о	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	о	о
8	Вміст азоту, мг/кг	о	о	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг): - свинець (ГДК=30,0)	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
	- кадмій (ГДК=3,0)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
	- манган (ГДК=50,0)	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
	- цинк (ГДК=1,50)	о	о	о	о	о	о	о	д	д	д	д	о	о
	- мідь (ГДК=3,0)	д	н	д	д	н	н	н	-	-	н	-	н	н
	- кобальт (ГДК=5,0)	д	д	д	д	д	д	д	-	-	д	-	д	д
	- ртуть (ГДК=2,1)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
11	Температура повітря при появі сходів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	д	о	д	о	о	о	о	о	о	д	д	д	о
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10°С	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о

Продовження таблиці А.2.7

№ п/п		Котовський	Красноокнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Потужність гумусового шару, см	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
2	Гранулометричний склад	д	о	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о
3	Щільність складання, см ³	о	о	о	о	о	о	о	о	д	д	о	о	о
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	о	д	д	д	о	д	о	о	о	о	д	д	д
5	Вміст гумусу, %	о	о	о	о	д	д	д	д	д	д	д	д	д
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	о	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	д	д
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	о	о	о	о	о	д	д	о	о	о	о	о	о
8	Вміст азоту, мг/кг	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о	о	о
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
	- кадмій (ГДК=3,0)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
	- манган (ГДК=50,0)	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
	- цинк (ГДК=1,50)	о	о	о	о	д	д	о	о	о	о	о	о	о
	- мідь (ГДК=3,0)	д	д	-	д	-	-	н	-	-	-	н	-	д
	- кобальт (ГДК=5,0)	д	д	-	д	-	-	д	-	-	-	д	-	д
	- ртуть (ГДК=2,1)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
11	Температура повітря при появі сходів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	д	о	д	д	о	д	о	д	о	о	о	о	о
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	о	д	о	о	о	о	о	о	о	о	о	д	д

Таблиця А.2.8

Агроекологічні умови вирощування кукурудзи в Північно-Західному Причорномор'ї

№ п/п		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмайльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Потужність гумусового шару, см	85-90	80-85	80-90	70-85	75-85	85-90	75-85	80-90	85-90	50-72	50-72	80-90	75-85
2	Гранулометричний склад*	2-3	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	5	5	2-3	2-3
3	Щільність складання, см ³	1,1- 1,2	1,2- 1,4	1,1- 1,2	1,1- 1,3	1,2- 1,4	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1- 1,4	1,1- 1,4	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1- 1,2	1,1- 1,3
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	7,2	7,6	7,2	7,0	7,0	6,8	7,2	7,7	6,9	7,2	7,7	7,2	6,6
5	Вміст гумусу, %	3,59	3,20	3,62	3,57	3,30	3,01	2,56	3,55	3,26	2,70	2,73	3,44	2,82
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	74	101	88	87	110	131	65	68	79	72	124	90	101
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	141	141	144	138	145	111	70	131	120	68	88	140	103
8	Вміст азоту, мг/кг	24,4	15,3	12,9	20,8	13,7	21,1	23,1	10,7	13,0	17,0	15,7	18,6	33,8
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	8,9	9,5	9,7	8,8	9,7	8,6	9,4	10,7	12,1	10,5	13,3	12,7	10,1
	- кадмій (ГДК=3,0)	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,67	0,50	0,12	0,46	0,20	0,11
	- манган (ГДК=50,0)	26,4	45,2	35,7	31,8	37,3	31,6	46,6	52,6	46,6	47,2	86,8	41,9	57,9
	- цинк (ГДК=1,50)	0,29	0,69	0,48	0,48	0,36	0,47	0,43	0,76	0,94	0,78	1,13	0,61	0,52
	- мідь (ГДК=3,0)	4,7	8,3	5,9	5,0	7,4	8,1	9,1	-	-	9,8	-	6,4	6,0
	- кобальт (ГДК=5,0)	6,1	6,6	6,7	5,8	6,1	6,2	4,7	-	-	5,9	-	8,1	6,2
	- ртуть (ГДК=2,1)	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,12	0,09	0,04	0,13	0,05	0,04
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	3075	3391	3075	3331	3391	3407	3520	3303	3331	3576	3576	3075	3331
11	Температура повітря при появі сходів, град	15,9	16,2	15,9	16,2	16,2	15,7	16,9	16,3	16,2	16,7	16,7	15,9	16,2
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	21,8	22,4	21,8	23,1	22,4	22,5	23,2	22,9	23,1	22,7	22,7	21,8	23,1
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	31	22	31	20	22	21	25	20	20	18	18	31	20
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	95	86	95	96	86	75	66	86	96	78	78	95	96
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря > 10 °С	1,1	0,8	1,1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	1,1	0,9

Продовження таблиці А.2.8

№ п/п		Котовський	Красноокнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Потужність гумусового шару, см	70-80	75-90	90-95	80-90	75-85	70-90	70-85	85-90	80-90	75-80	80-85	75-90	75-90
2	Гранулометричний склад*	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	4-5	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
3	Щільність складання, см ³	1,1- 1,2	1,1- 1,2	1,1- 1,2	1,1- 1,2	1,0- 1,3	1,0- 1,3	1,1- 1,5	1,1- 1,2	1,2- 1,4	1,2- 1,4	1,0- 1,3	1,1- 1,2	1,1- 1,2
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	7,2	7,4	7,4	7,5	6,8	7,6	6,7	7,1	6,9	7,0	7,3	7,3	7,4
5	Вміст гумусу, %	3,64	4,40	4,03	4,00	2,82	2,42	3,37	3,38	3,12	3,24	2,83	3,11	3,48
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	78	91	93	82	109	108	71	83	93	73	97	74	74
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	115	95	136	152	147	54	84	128	126	92	95	124	150
8	Вміст азоту, мг/кг	22,1	16,3	21,3	15,6	17,2	10,1	23,3	13,5	15,6	13,0	25,1	12,4	22,3
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	9,9	8,8	11,8	9,7	12,2	12,1	9,3	11,7	11,2	11,1	10,0	10,7	9,0
	- кадмій (ГДК=3,0)	0,11	0,10	0,33	0,11	0,60	0,57	0,11	0,60	0,38	0,67	0,11	0,32	0,11
	- манган (ГДК=50,0)	32,4	42,7	65,1	31,4	71,7	75,8	47,7	60,2	66,6	49,0	56,8	39,6	42,1
	- цинк (ГДК=1,50)	0,45	0,33	0,60	0,39	0,83	1,01	0,49	0,66	0,74	0,67	0,69	0,65	0,40
	- мідь (ГДК=3,0)	5,4	5,1		5,1			7,8				7,8		4,6
	- кобальт (ГДК=5,0)	6,3	6,3		6,6			6,1				6,8		5,6
	- ртуть (ГДК=2,1)	0,05	0,03	0,08	0,05	0,18	0,17	0,05	0,18	0,06	0,13	0,05	0,03	0,05
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	3075	3178	3075	3075	3407	3576	3303	3075	3391	3391	3391	3178	3178
11	Температура повітря при появі сходів, град	15,9	16,2	15,9	15,9	15,7	16,7	16,3	15,9	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	21,8	22,3	21,8	21,8	22,5	22,7	22,9	21,8	22,4	22,4	22,4	22,3	22,3
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	31	25	31	31	21	18	20	31	22	22	22	25	25
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	95	96	95	95	75	78	86	95	86	86	86	96	96
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	1,1	1,1	1,1	1,1	0,7	0,7	0,9	1,1	0,8	0,8	0,8	1,1	1,1

Примітки: * 1 – легка глина; 2 – суглинок важкий; 3 – середній; 4 – легкий; 5 – супісок; 6 - пісок зв'язний

Таблиця А.2.9

Оцінка агроекологічних умов вирощування кукурудзи в Північно-Західному Причорномор'ї

№ п/п		Ананьівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Потужність гумусового шару, см	о	о	о	о	о	о	о	о	о	д	д	о	о
2	Гранулометричний склад	о	о	о	о	д	о	о	о	о	н	н	о	о
3	Щільність складання, см ³	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	о	д	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	о
5	Вміст гумусу, %	о	д	о	о	д	д	д	о	д	д	д	д	д
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	д	о	о	о	о	о	д	д	о	д	о	о	о
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	о	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	о	о
8	Вміст азоту, мг/кг	о	о	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
	- кадмій (ГДК=3,0)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
	- манган (ГДК=50,0)	д	д	д	д	д	д	д	д	д	д	н	д	д
	- цинк (ГДК=1,50)	о	о	о	о	о	о	о	д	д	д	д	о	о
	- мідь (ГДК=3,0)	н	н	н	н	н	н	н	-	-	н	-	н	н
	- кобальт (ГДК=5,0)	д	д	д	д	д	д	д	-	-	д	-	н	д
	- ртуть (ГДК=2,1)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
11	Температура повітря при появі сходів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	д	д	д	д	д	д	д	д	д	н	н	д	д
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	д	д	д	д	д	н	н	д	д	н	н	д	д
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10°С	о	д	о	о	д	д	о	о	о	д	д	о	о

Продовження таблиці А.2.9

п/п		Котовський	Красноокнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Потужність гумусового шару, см	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
2	Гранулометричний склад	д	о	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о
3	Щільність складання, см ³	о	о	о	о	о	о	д	о	д	д	о	о	о
4	Реакція ґрунтового розчину, рН	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о	о	о
5	Вміст гумусу, %	о	о	о	о	д	д	д	д	д	д	д	д	д
6	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	о	о	о	о	о	о	д	о	о	д	о	д	д
7	Вміст обмінного калію, мг/кг	о	о	о	о	о	д	д	о	о	о	о	о	о
8	Вміст азоту, мг/кг	о	о	о	о	о	д	о	о	о	о	о	о	о
9	Вміст валових форм важких металів (мг/кг):													
	- свинець (ГДК=30,0)	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
	- кадмій (ГДК=3,0)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
	- манган (ГДК=50,0)	д	д	д	д	д	н	д	д	д	д	д	д	д
	- цинк (ГДК=1,50)	о	о	о	о	д	д	о	о	о	о	о	о	о
	- мідь (ГДК=3,0)	н	н	-	н	-	-	н	-	-	-	н	-	н
	- кобальт (ГДК=5,0)	д	д	-	д	-	-	д	-	-	-	д	-	д
	- ртуть (ГДК=2,1)	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
10	Сума активних температур вище 10 °С, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
11	Температура повітря при появі сходів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
12	Температура повітря при формуванні генеративних органів, град	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
13	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-20 см при появі сходів	д	д	д	д	д	н	д	д	д	д	д	д	д
14	Запаси продуктивної вологи (мм) в шарі 0-100 см при цвітінні або формуванні генеративних органів	д	д	д	д	н	н	д	д	д	д	д	д	д
15	Гідротермічний коефіцієнт за період з температурою повітря більше 10 °С	о	о	о	о	д	д	о	о	д	д	д	о	о

ДОДАТОК Б

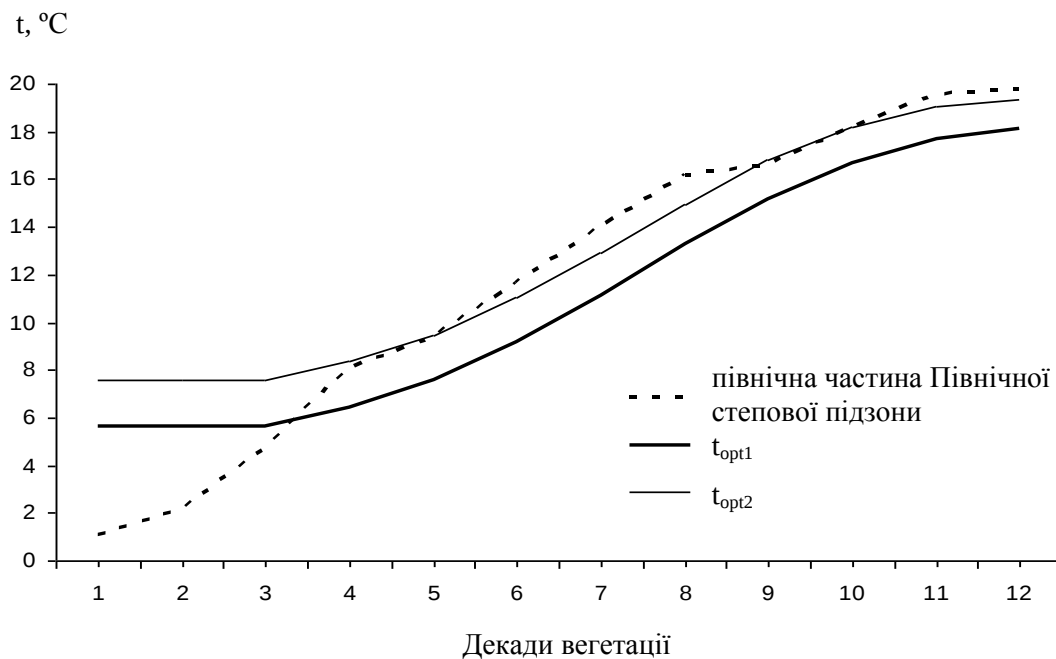


Рис. Б. 4.9 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації озимої пшениці у північній частині Північної степової підзони Одеської області

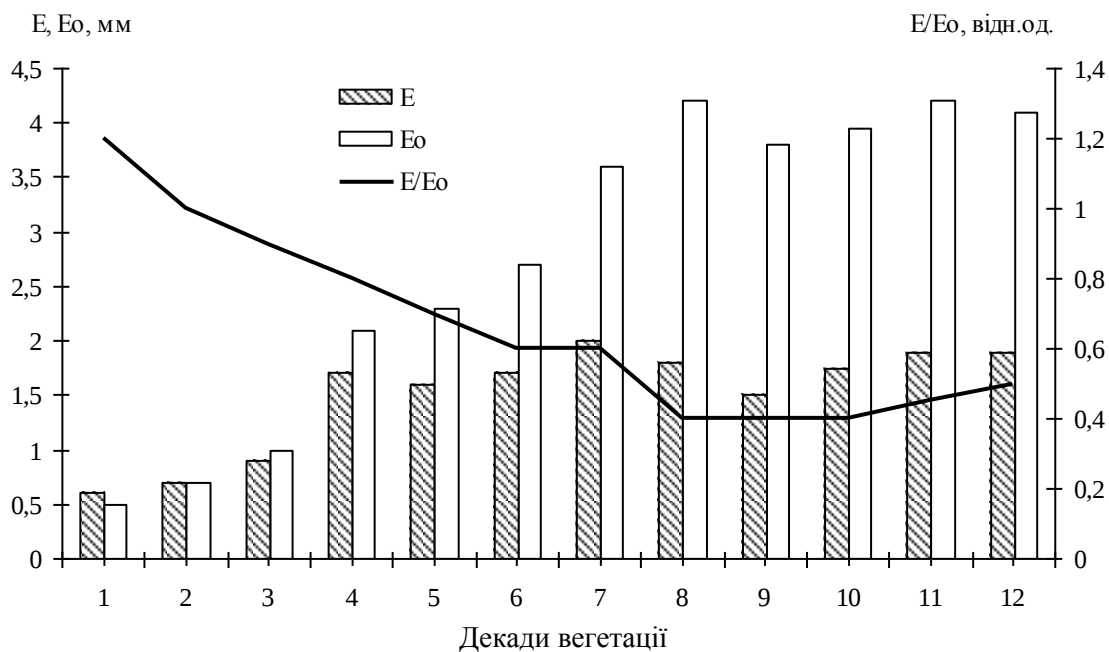


Рис. Б.4.10 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду озимої пшениці в північній частині Північної степової підзони Одеської області

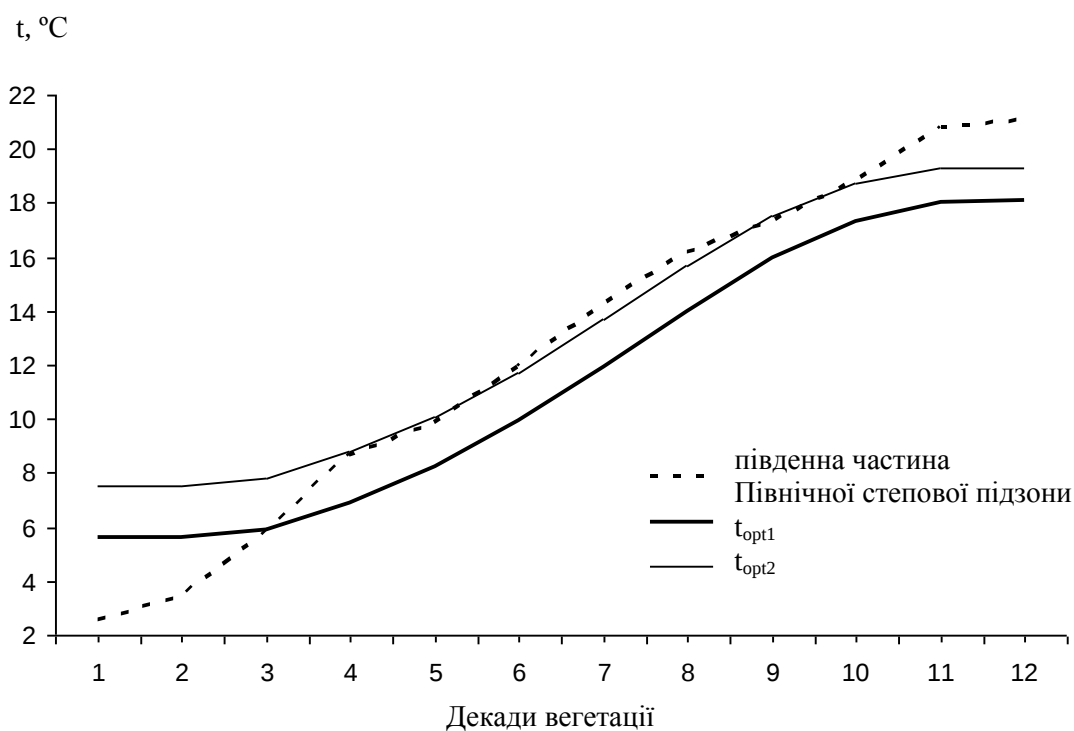


Рис. Б.4.11 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації озимої пшениці у південній частині Північної степової підзони Одеської області

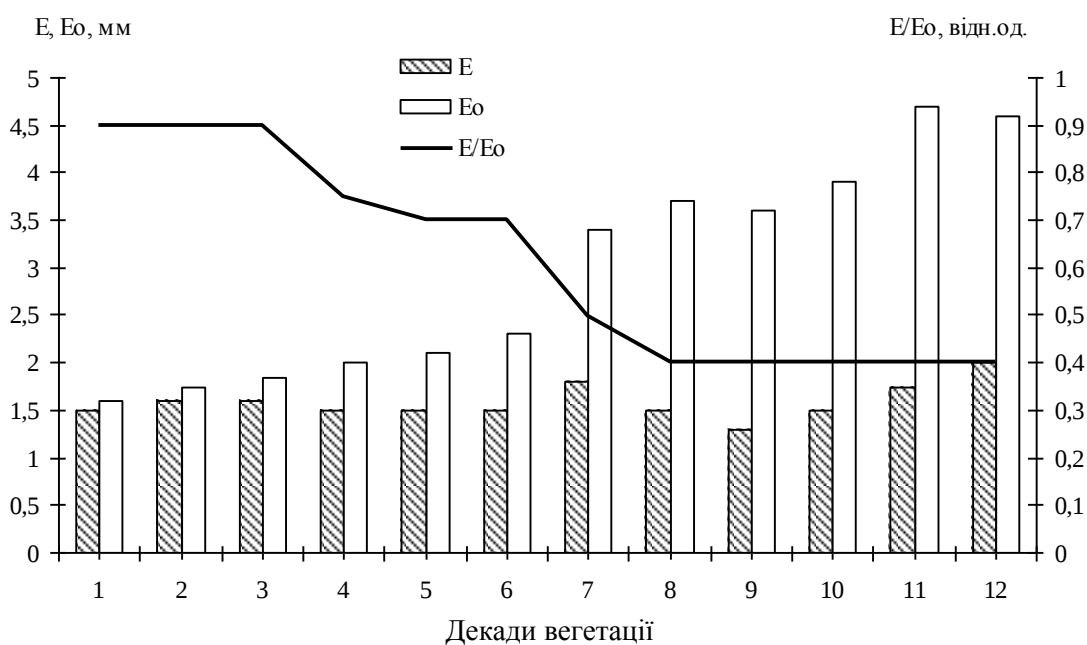


Рис. Б.4.12 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду озимої пшениці в південній частині Північної степової підзони Одеської області

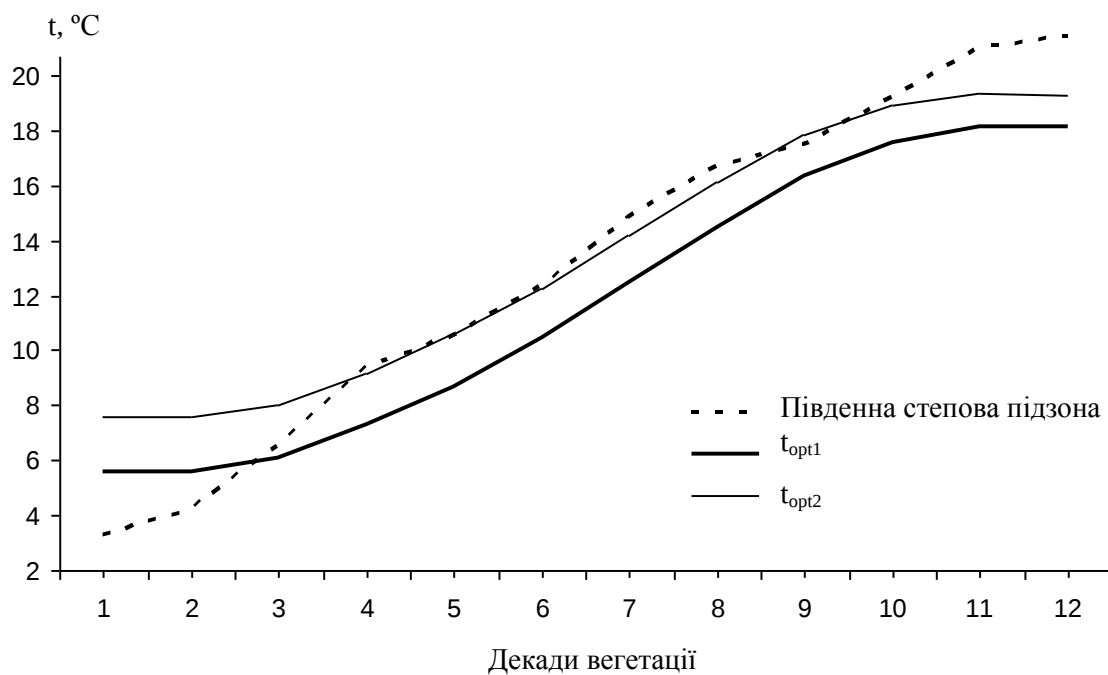


Рис. Б.4.13 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації озимої пшениці у Південній степовій підзоні Одеської області

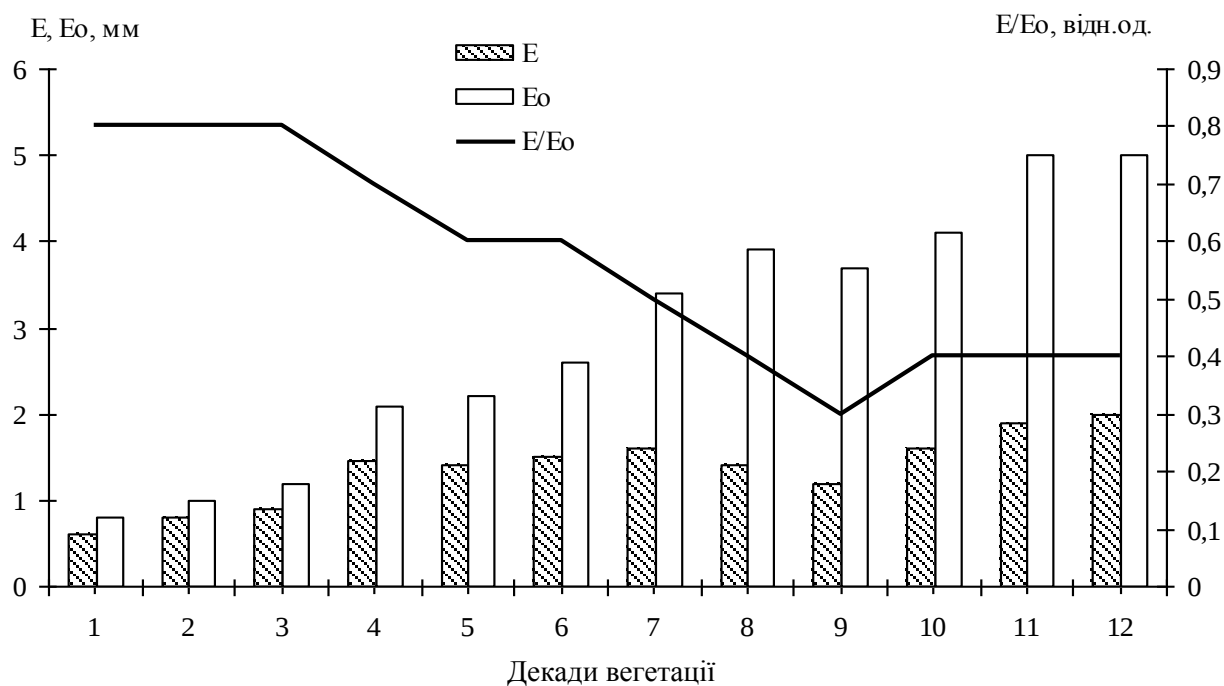


Рис. Б.4.14 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду озимої пшениці в Південній степовій підзоні Одеської області

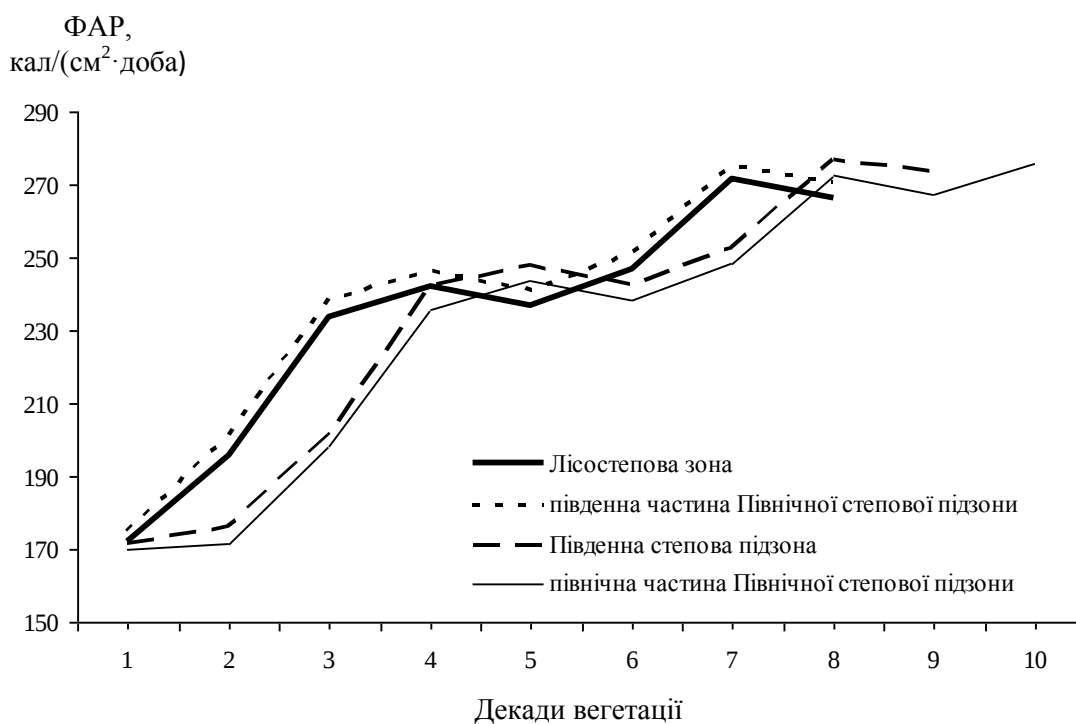


Рис. Б.4.15 Хід добових сум ФАР середніх за декаду за вегетаційний період ярого ячменю по фізико-географічних зонах Одеської області

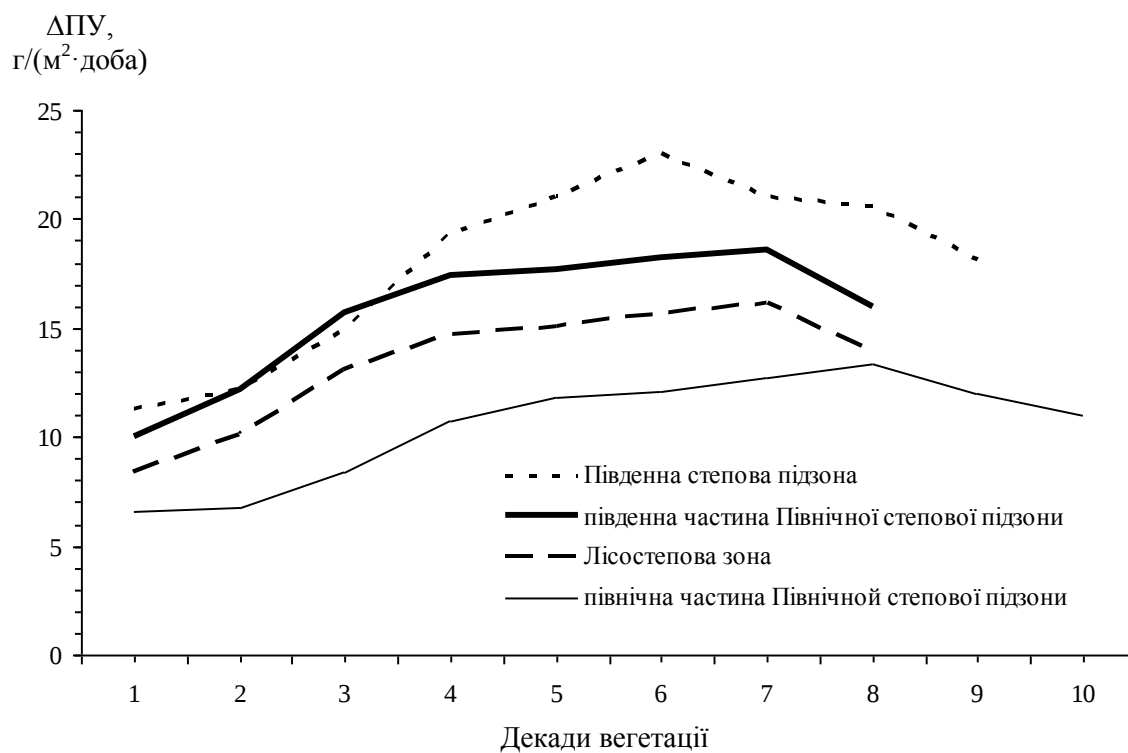


Рис. Б.4.16 Динаміка середньодобових за декаду приростів потенційної урожайності (ΔПУ) ярого ячменю по фізико-географічних зонах Одеської області

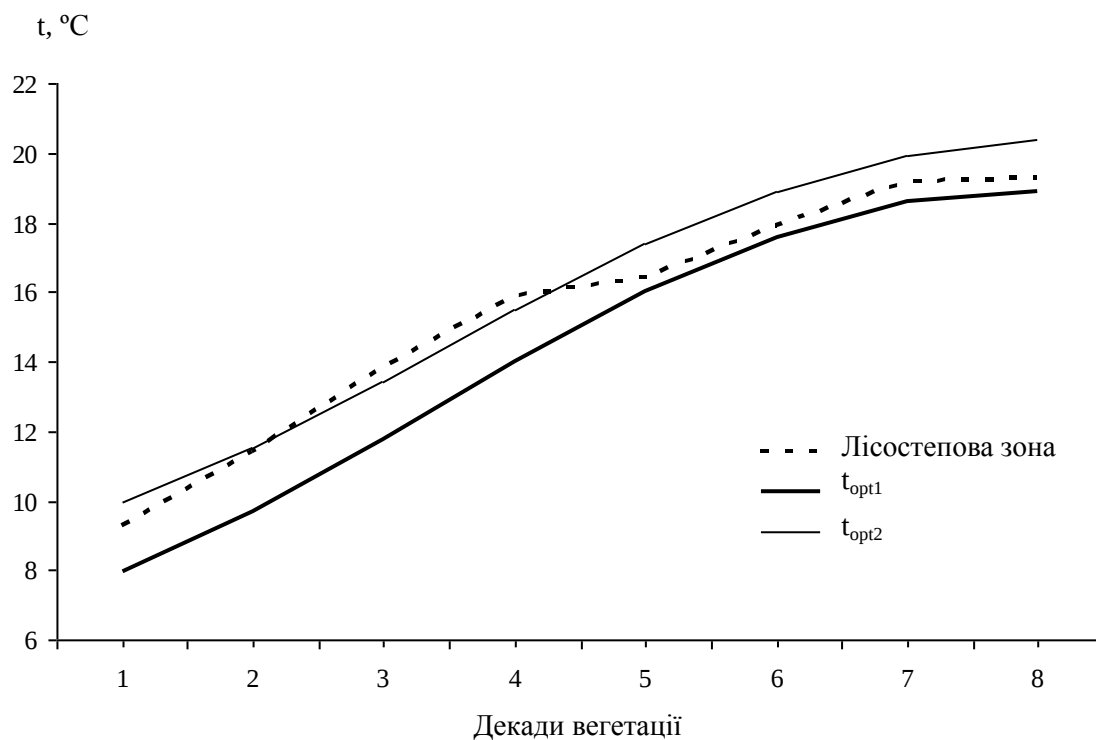


Рис. Б.4.17 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації ярого ячменю у Лісостеповій зоні Одеської області

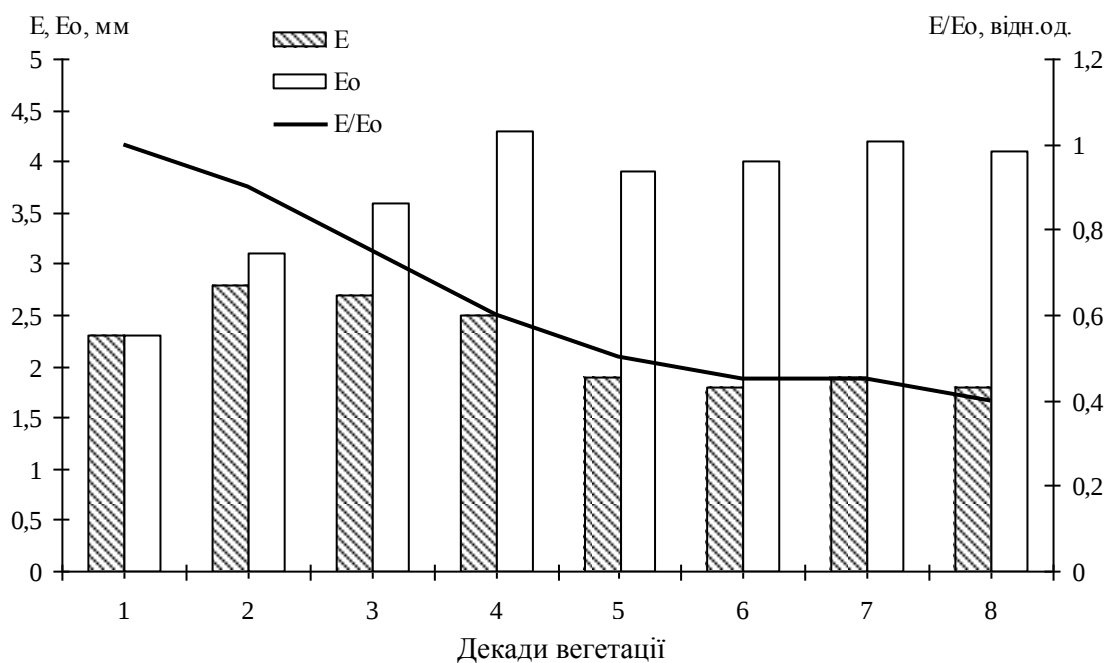


Рис. Б.4.18 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду ярого ячменю в Лісостеповій зоні Одеської області

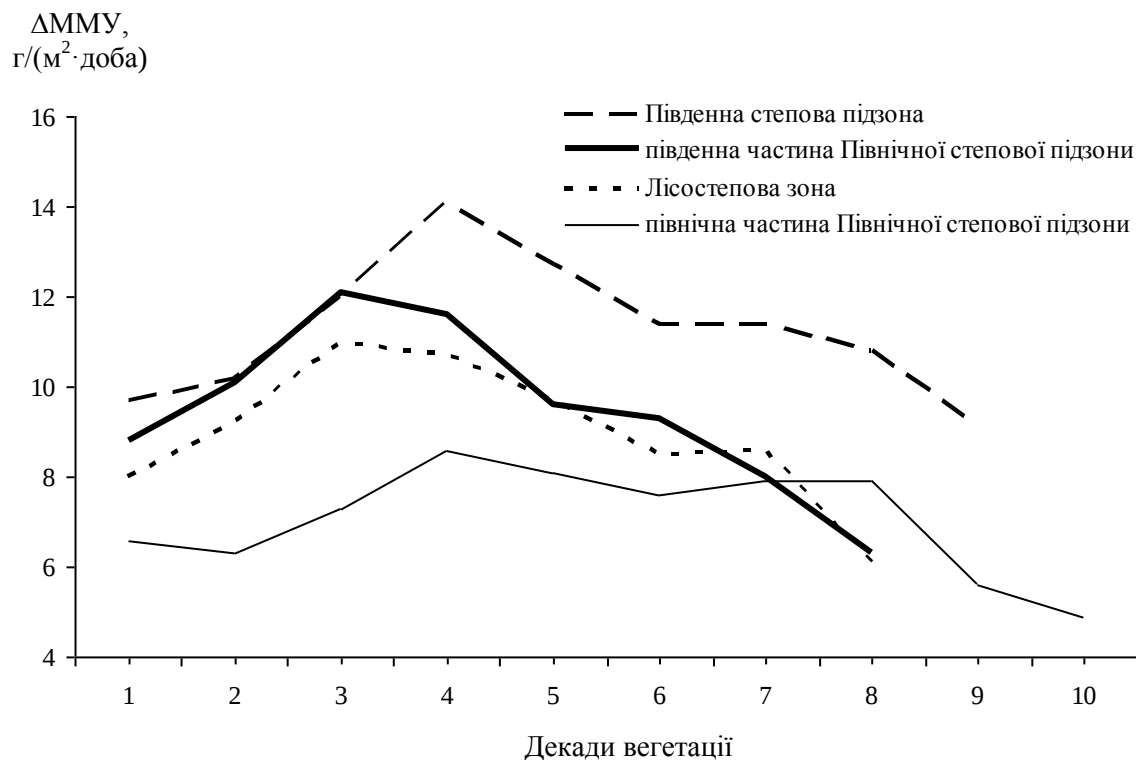


Рис. Б.4.19 Динаміка середньодобових за декаду приростів метеорологічно-можливої урожайності ($\Delta\text{ММУ}$) ярого ячменю по фізико-географічних зонах Одеської області



Рис. Б.4.20 Динаміка середньодобових за декаду приростів дійсно можливої урожайності ($\Delta\text{ДМУ}$) ярого ячменю по фізико-географічних зонах Одеської області

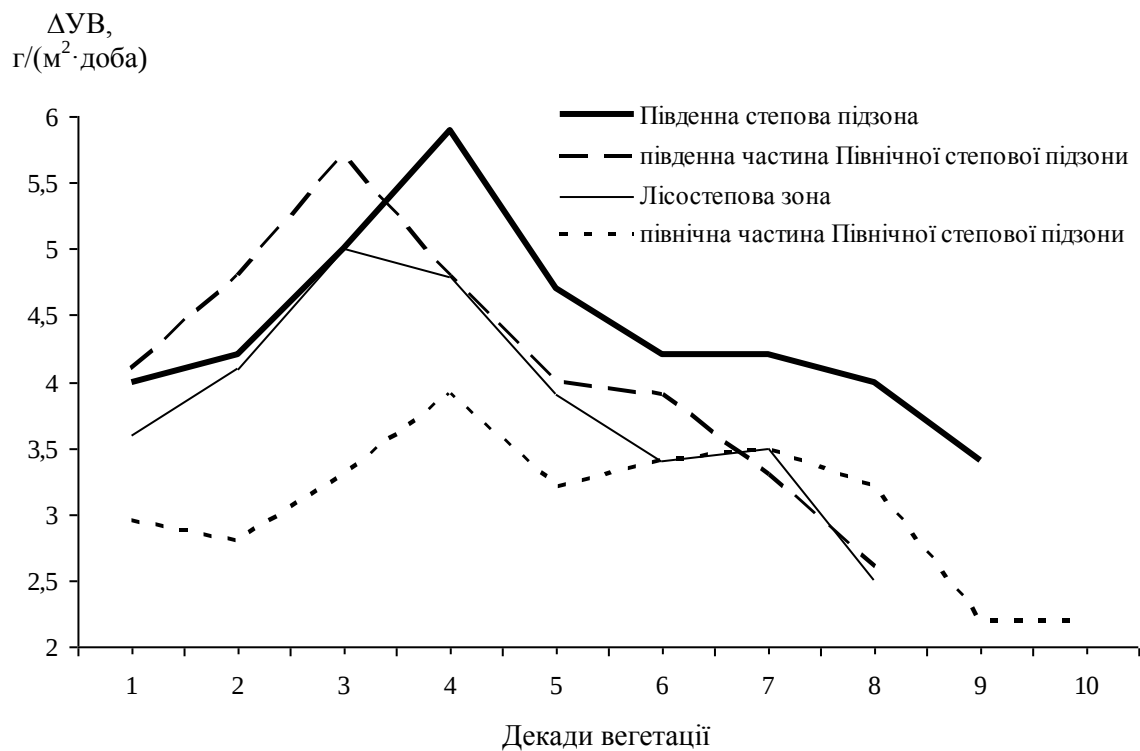


Рис Б.4.21 Динаміка середньодобових за декаду приростів ΔU_B ярого ячменю по фізико-географічних зонах Одеської області

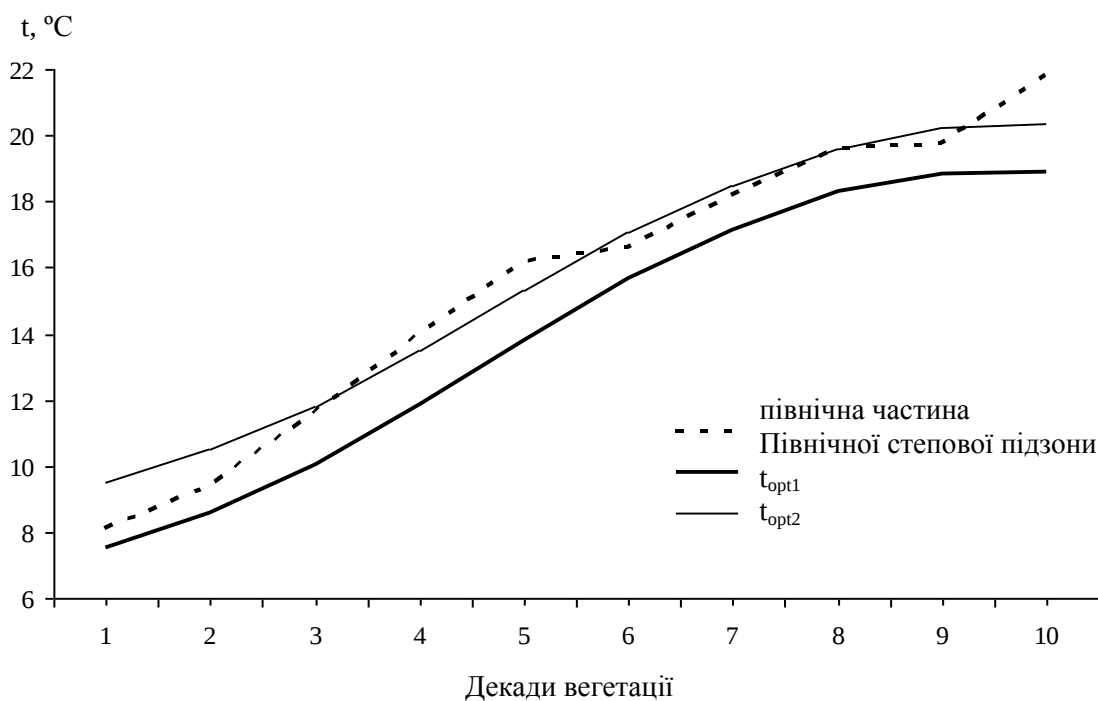


Рис. Б.4.22 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації ярого ячменю у північній частині Північної степової підзони Одеської області

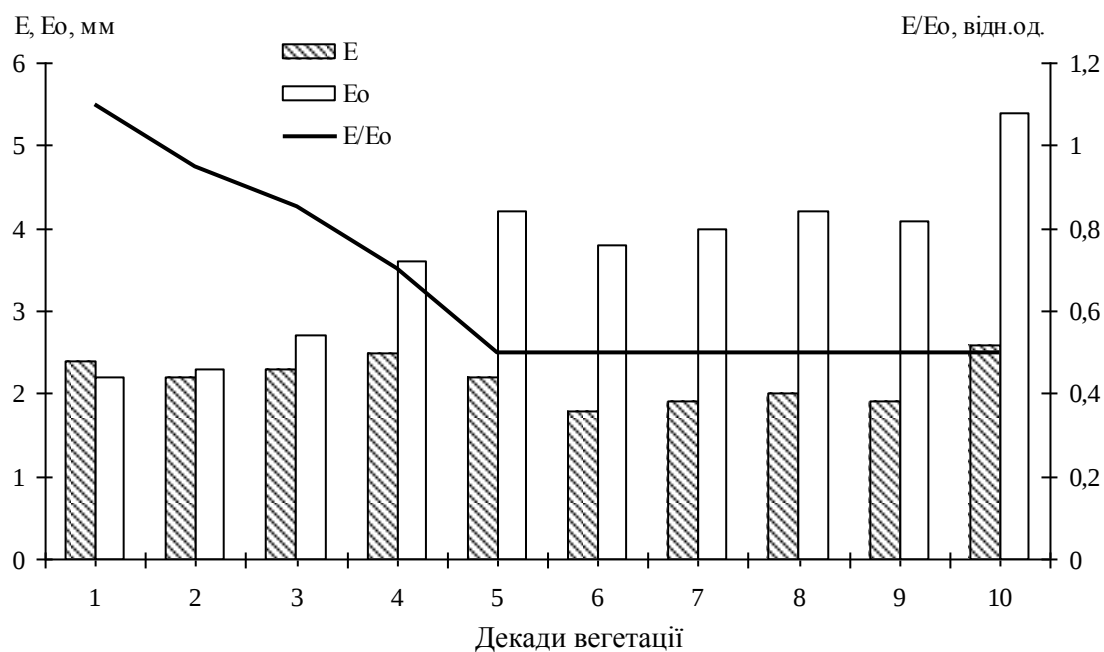


Рис. Б.4.23 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду ярого ячменю в північній частині Північної степової підзони Одеської області

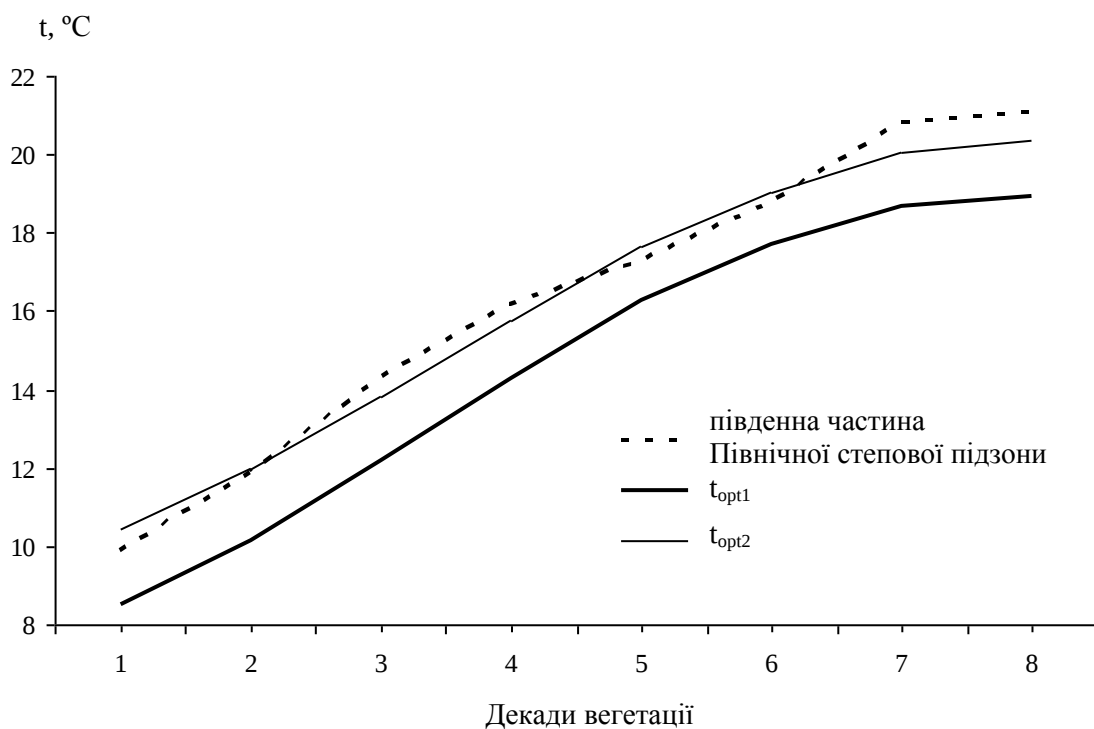


Рис. Б.4.24 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації ярого ячменю у південній частині Північної степової підзони Одеської області

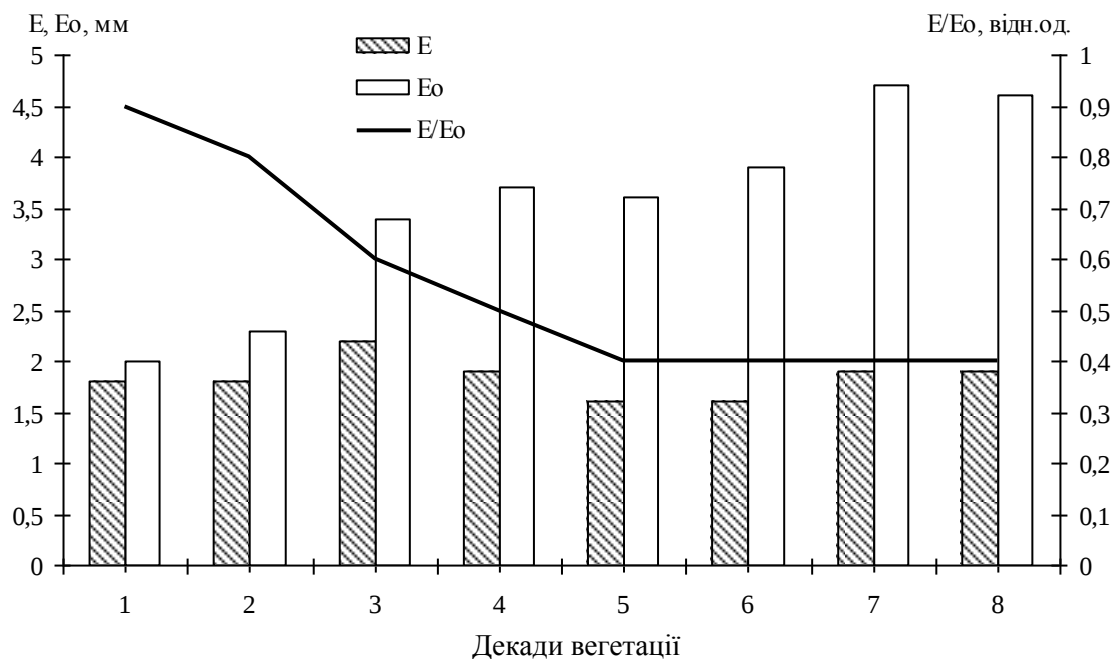


Рис. Б.4.25 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду ярого ячменю в південній частині Північної степової підзони Одеської області

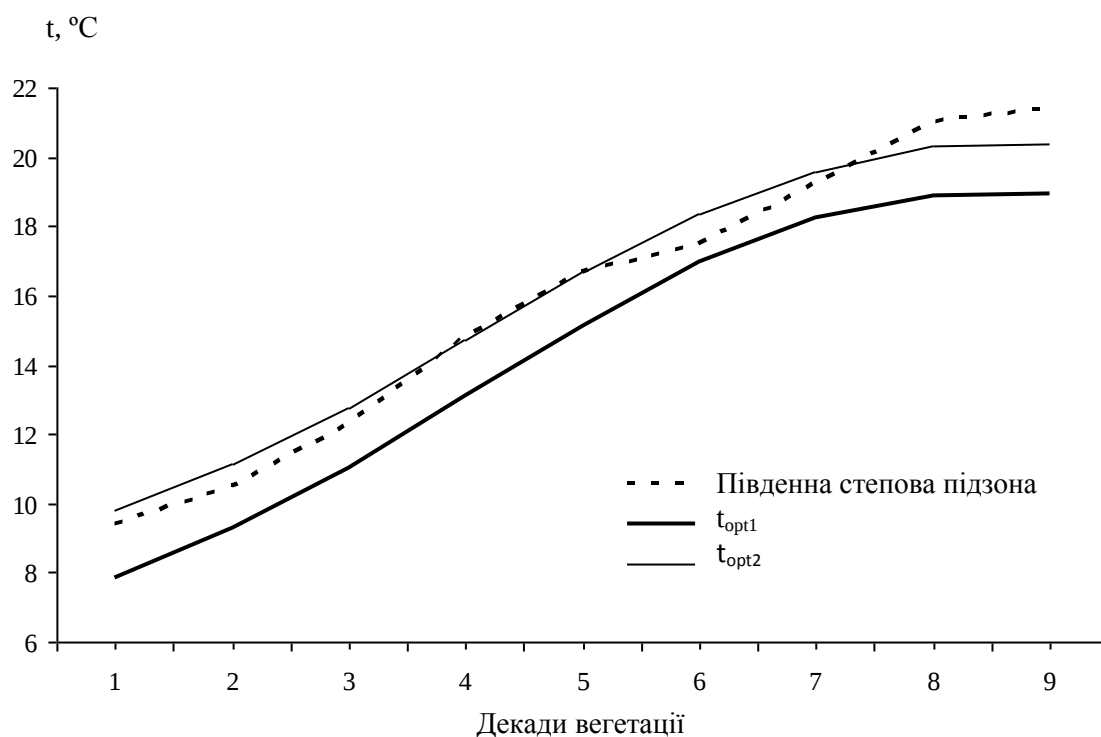


Рис. Б.4.26 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації ярого ячменю у Південній степовій підзоні Одеської області

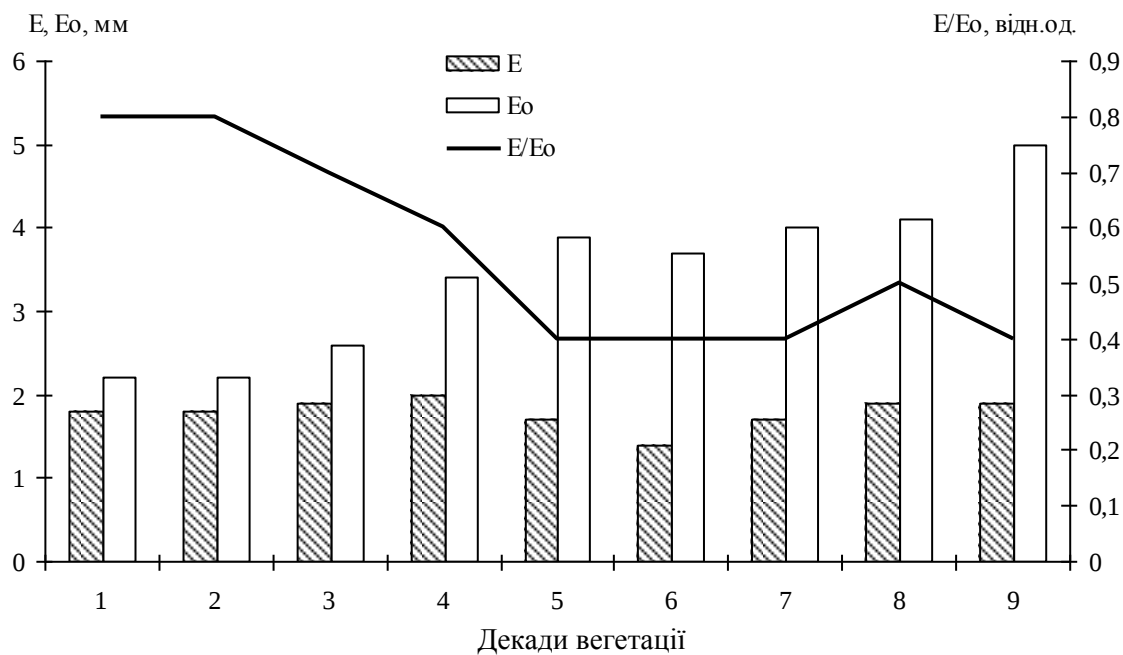


Рис. Б.4.25 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду ярого ячменю в Південній степовій підзоні Одеської області



Рис. Б.4.26 Хід добових сум ФАР середніх за декаду за вегетаційний період кукурудзи по фізико-географічних зонах Одеської області

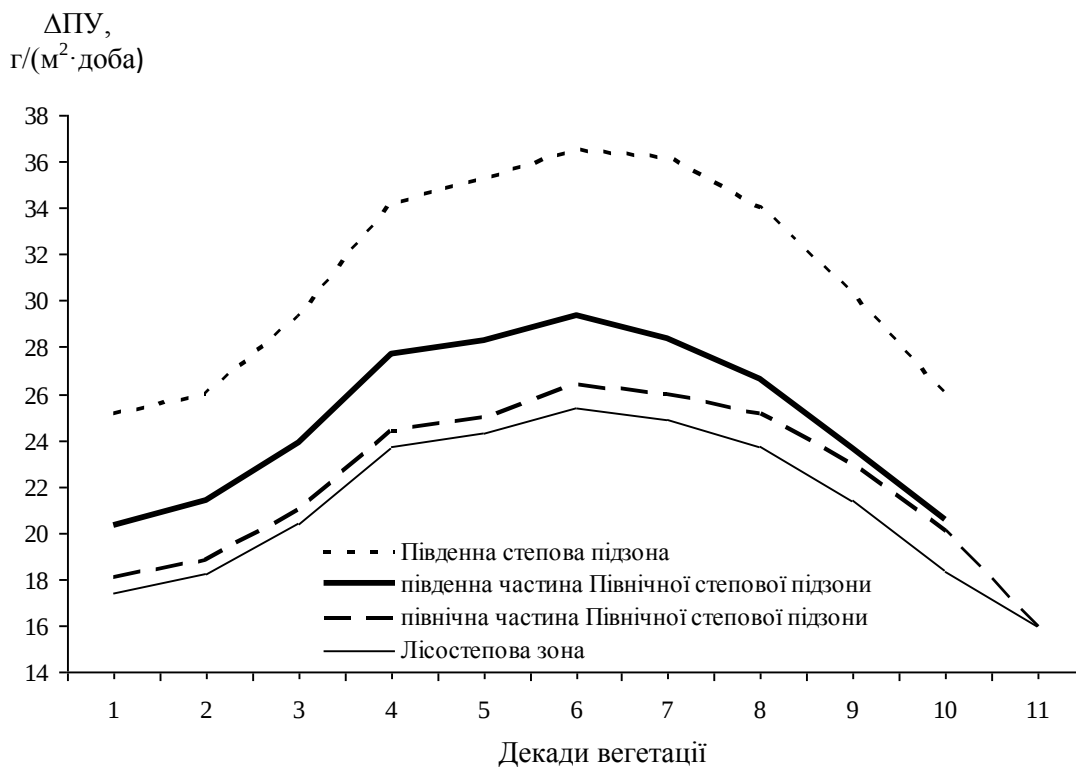


Рис. Б.4.27 Динаміка середньодобових за декаду приростів потенційної урожайності (ΔПУ) кукурудзи по фізико-географічних зонах Одеської області

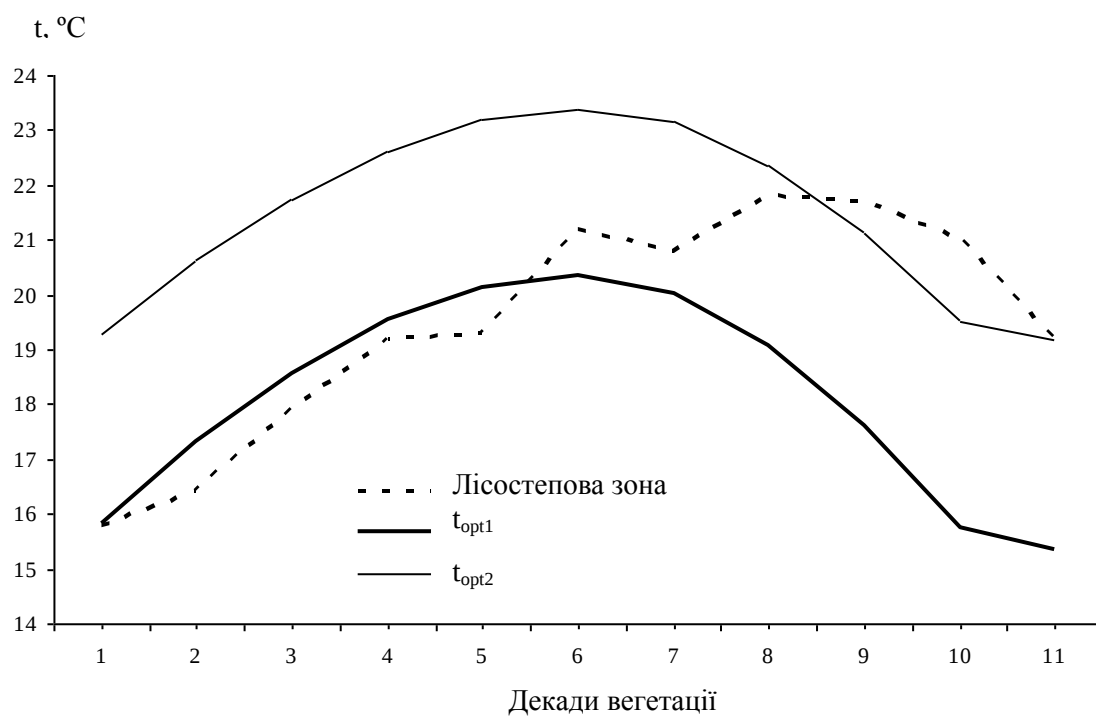


Рис. Б.4.28 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації кукурудзи у Лісостеповій зоні Одеської області

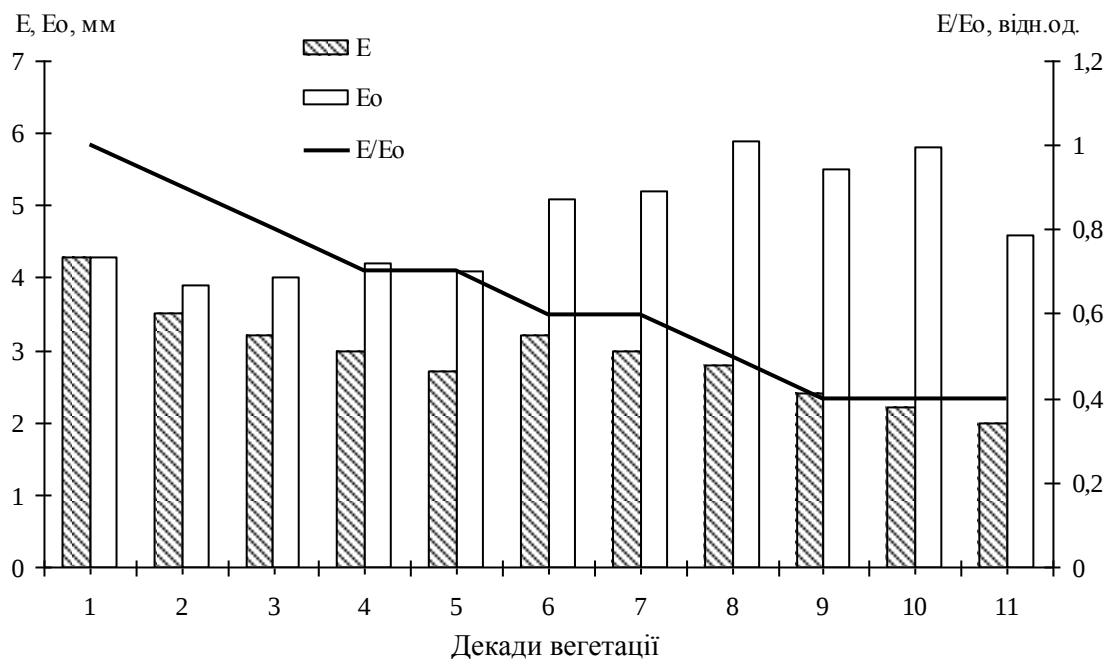


Рис. Б.4.29 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду кукурудзи в Лісостеповій зоні Одеської області

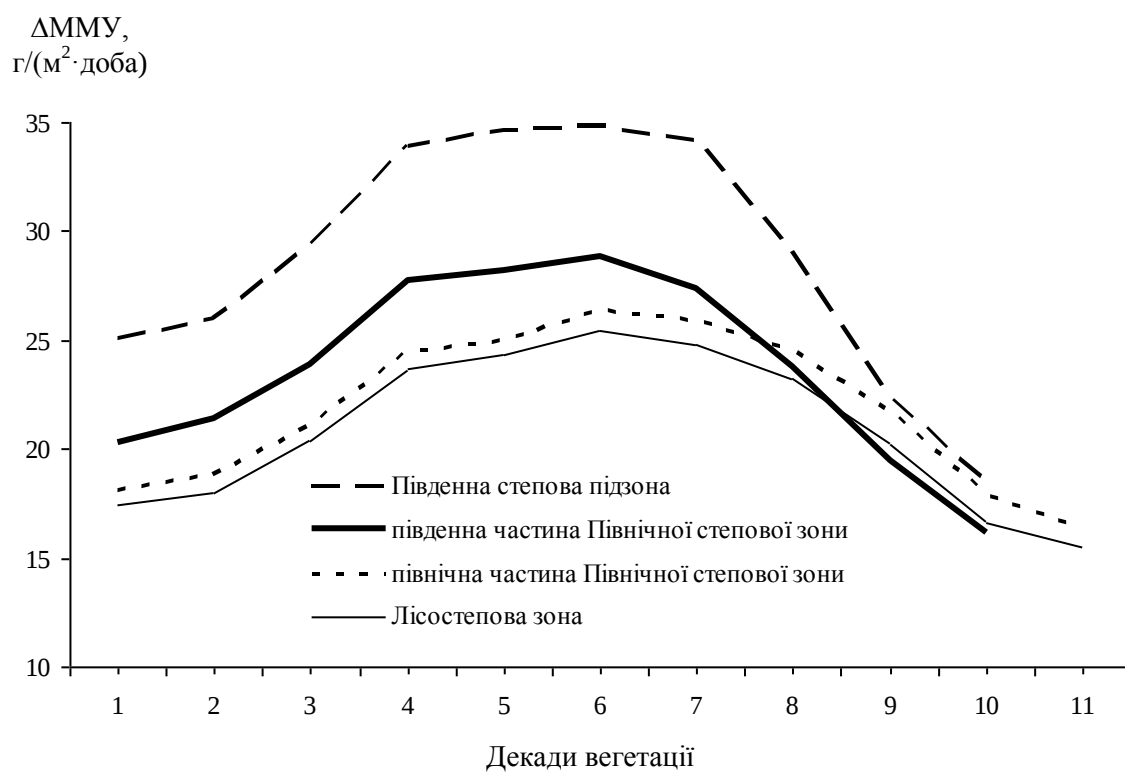


Рис. Б.4.30 Динаміка середньодобових за декаду приростів метеорологічно-можливої урожайності ($\Delta\text{ММУ}$) кукурудзи по фізико-географічних зонах Одеської області

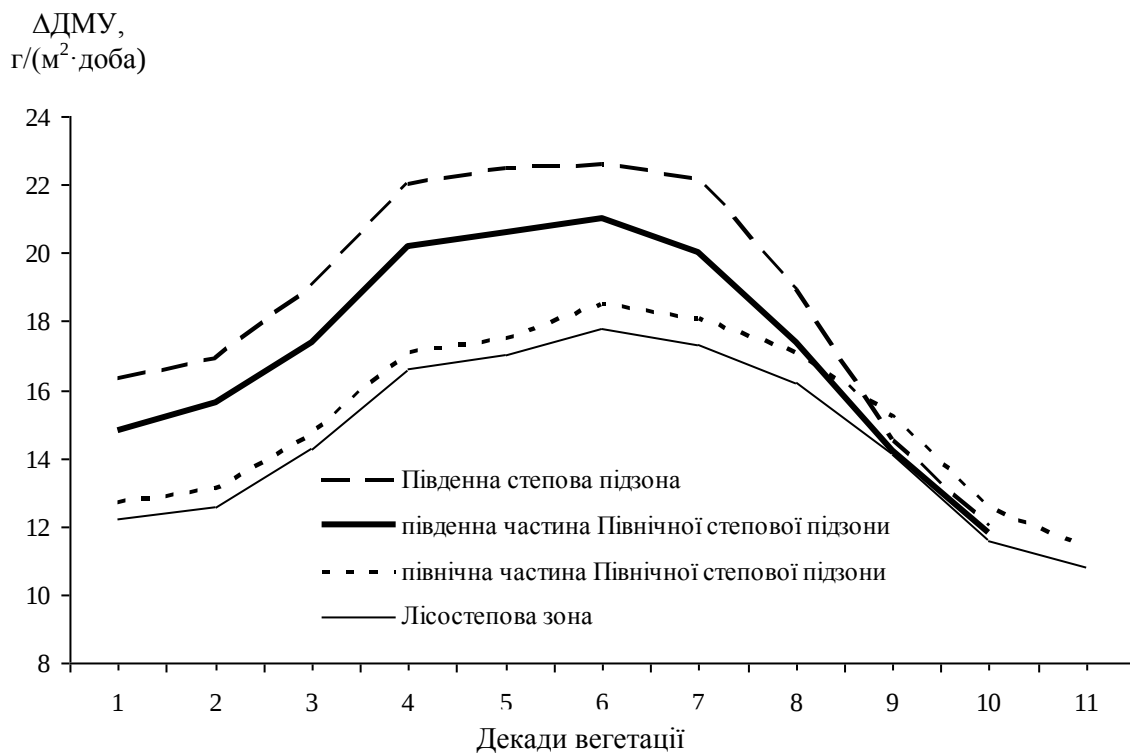


Рис. Б.4.31 Динаміка середньодобових за декаду приростів дійсно можливої урожайності ($\Delta\text{ДМУ}$) кукурудзи по фізико-географічних зонах Одеської області

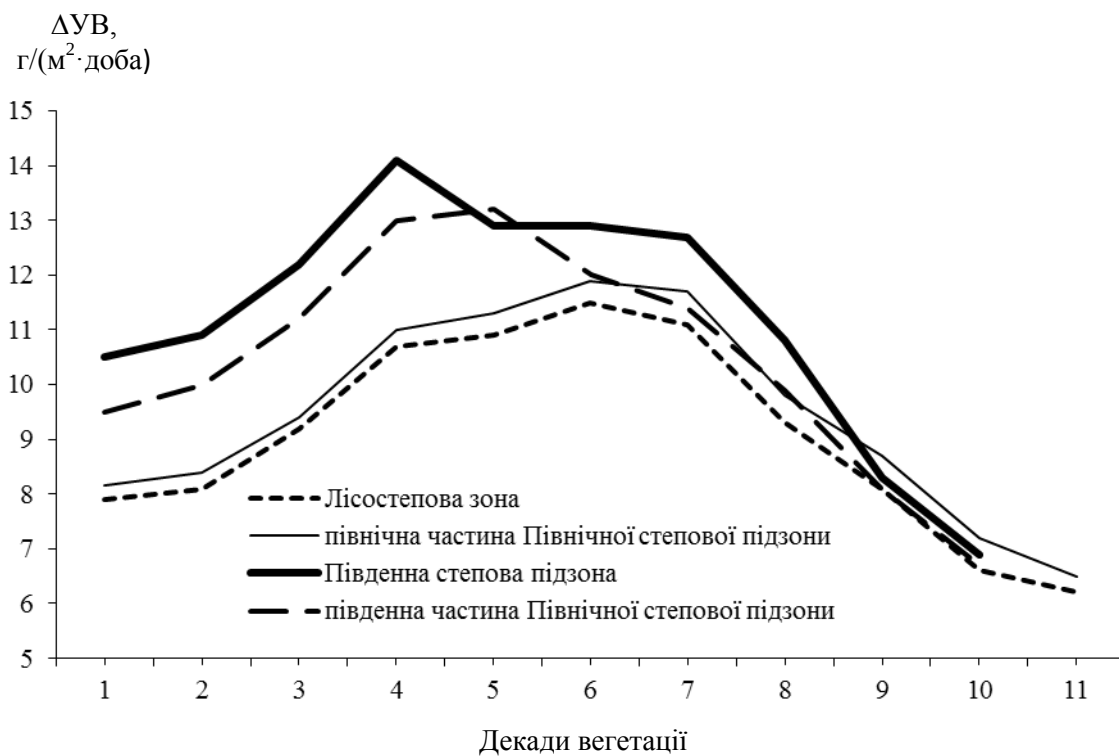


Рис. Б.4.32 Динаміка середньодобових за декаду приростів $\Delta\text{УВ}$ кукурудзи по фізико-географічних зонах Одеської області

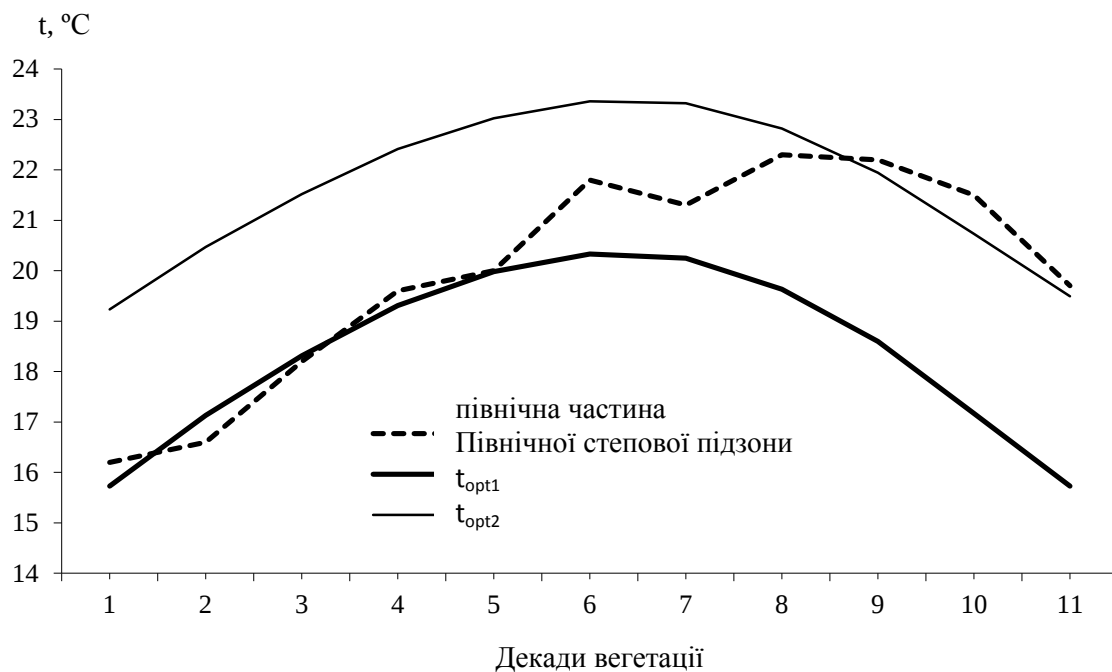


Рис. Б.4.33 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації кукурудзи у північній частині Північної степової підзони Одеської області

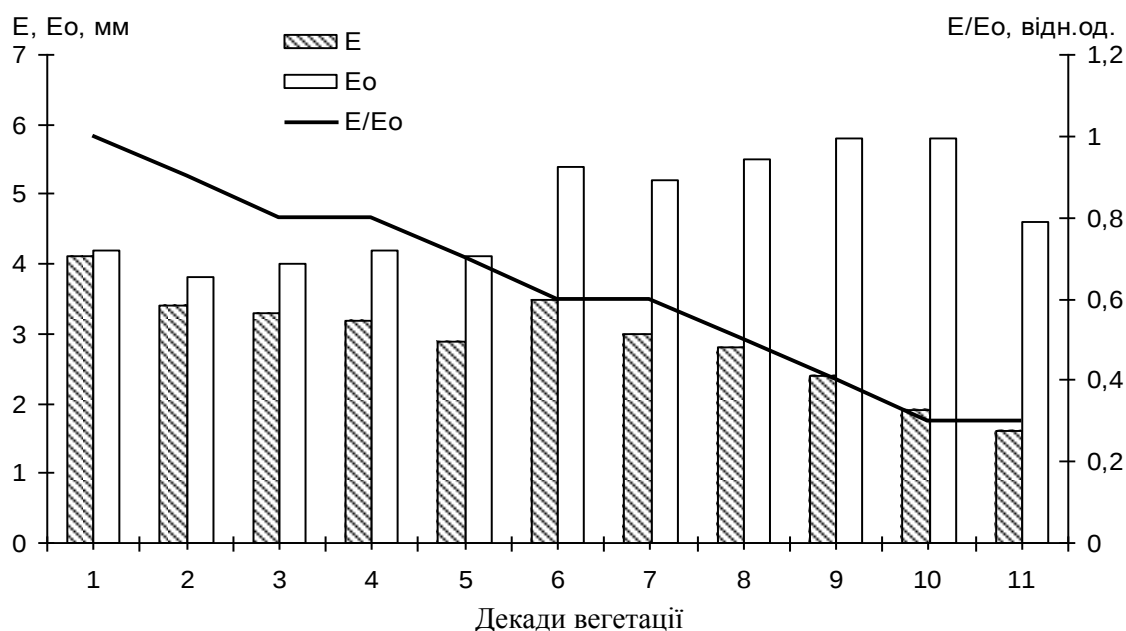


Рис. Б.4.34 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду кукурудзи в північній частині Північної степової підзони Одеської області

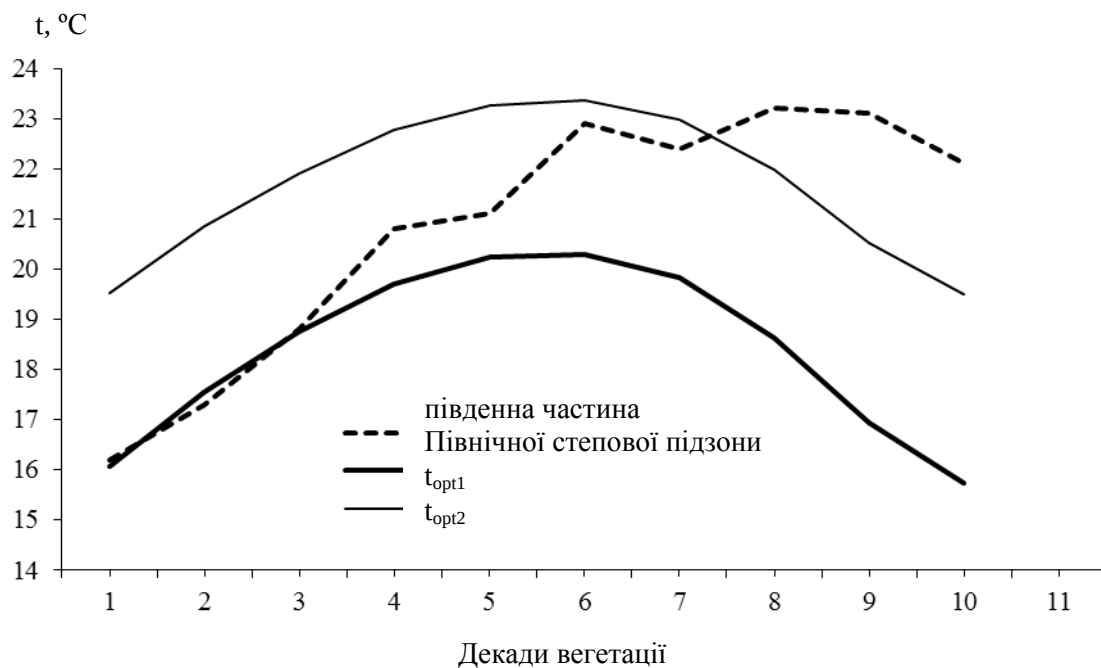


Рис. Б.4.35 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації кукурудзи у південній частині Північної степової підзони Одеської області

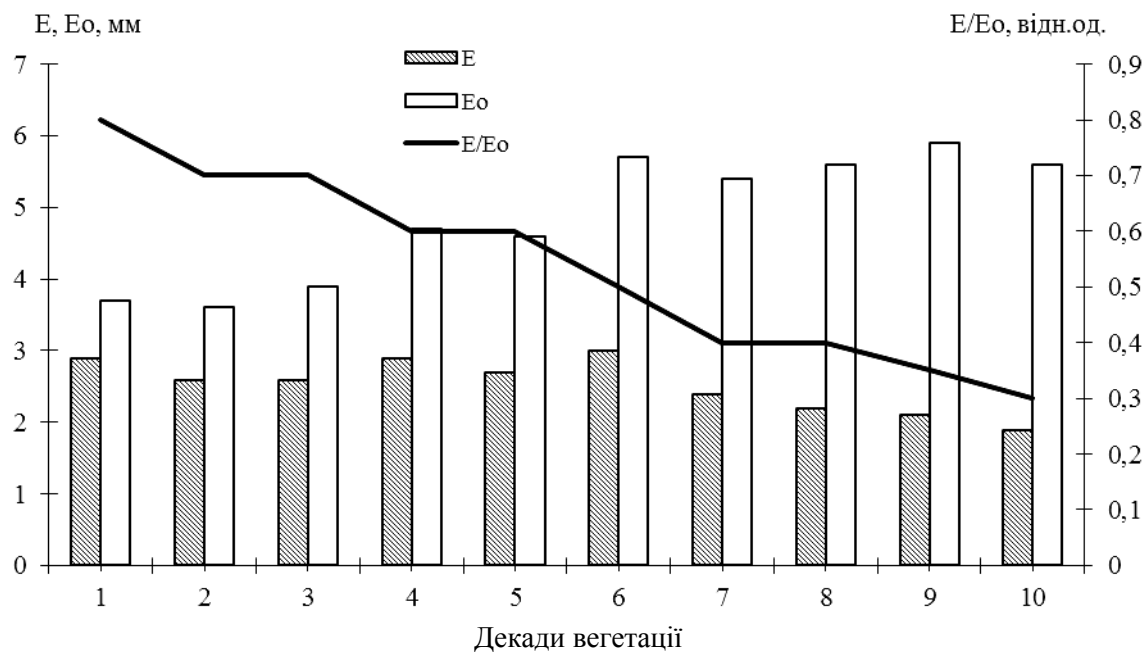


Рис. Б.4.36 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду кукурудзи в південній частині Північної степової підзони Одеської області

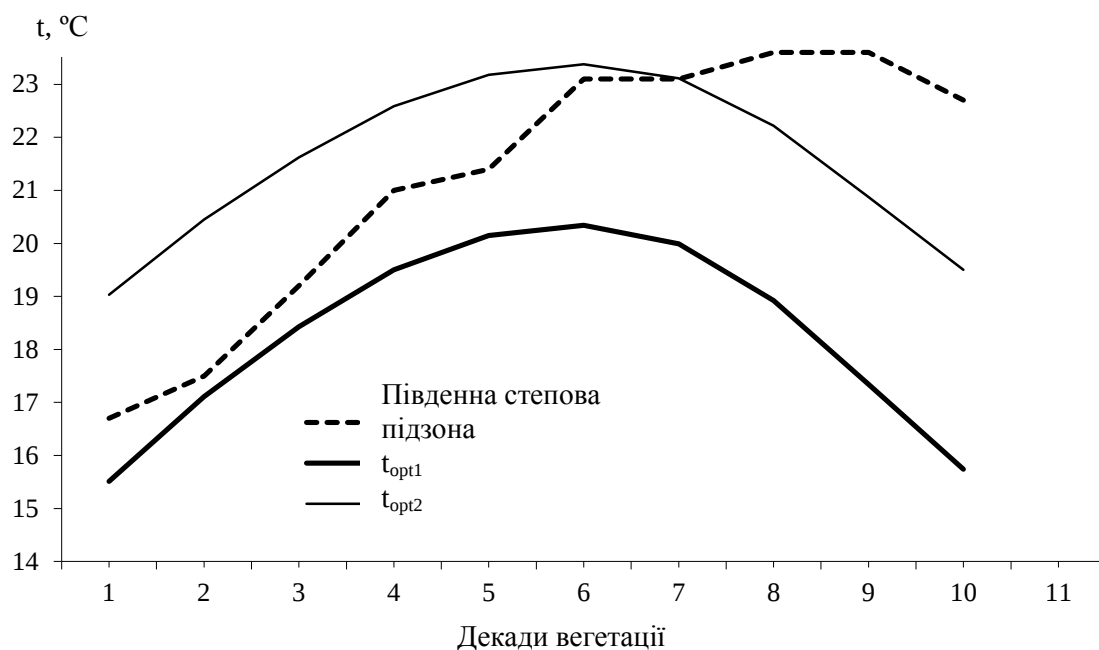


Рис. Б.4.37 Динаміка середньодобової за декаду температури повітря за період вегетації кукурудзи у Південній степовій підзоні Одеської області

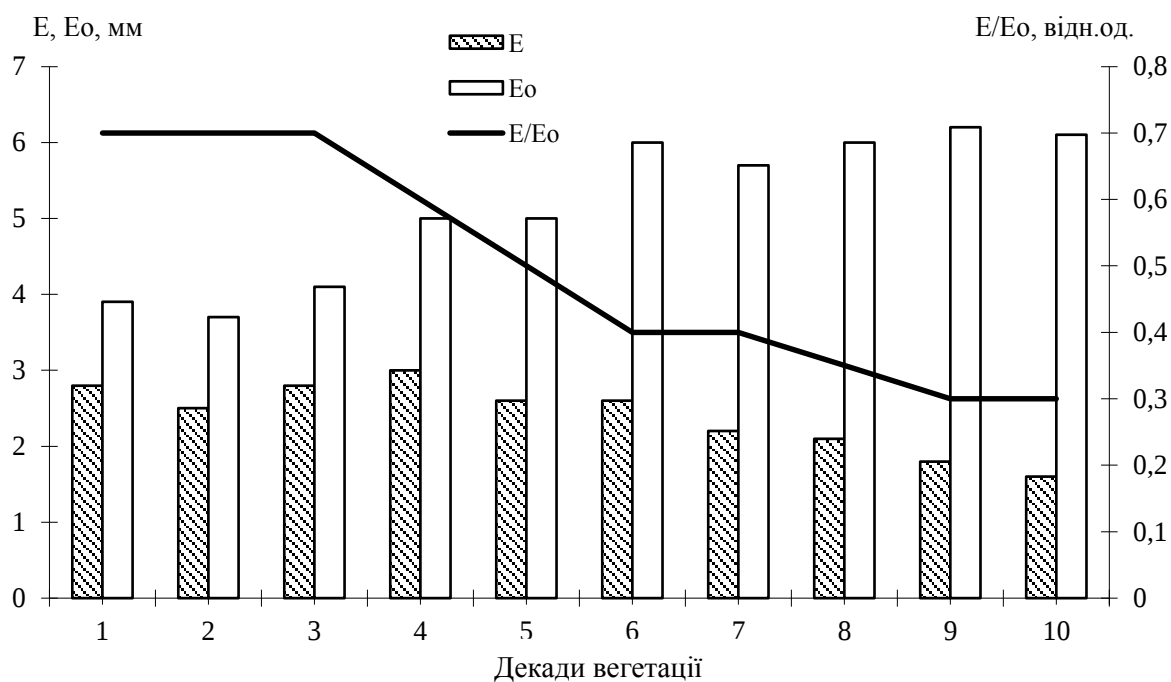


Рис. Б.4.38 Хід добових величин випаровування та випаровуваності протягом вегетаційного періоду кукурудзи у Південній степовій підзоні Одеської області

Таблиця Б.5.3

Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування ярого ячменю в Північно-Західному Причорномор'ї

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Ананіївський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород-Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико-михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,70	0,73	0,70	0,92	0,73	0,75	0,84	0,88	0,92	0,65	0,65	0,70	0,92
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.р.)/га	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5	Внесення органічного добрива (навоз), т/га	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Сума ефективних температур вище 10 ⁰ С	822	878	822	1023	878	868	824	882	1023	849	849	822	1023
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	4306	4423	4306	4953	4423	4492	4121	4473	4953	4333	4333	4306	4953
8	Тривалість вегетаційного періоду, доба	76	78	76	86	78	79	73	79	86	78	78	76	86
9	Сума опадів, мм	138	129	138	135	129	109	135	122	135	133	133	138	135
10	Потреба рослин у воді, мм	338	334	338	386	334	343	309	342	386	342	342	338	386
11	Сумарне випаровування, мм	193	170	193	194	170	165	154	167	194	175	175	193	194
12	Дефіцит вологи, мм	123	128	123	201	128	143	85	131	201	177	177	123	201
13	ГТК, відн.од.	1,1	1,0	1,1	0,9	1,0	0,8	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1	0,9

Продовження таблиці Б.5.3

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Котовський	Красно-окнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,65	0,88	0,70	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.р.)/га	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5	Внесення органічного добрива (перегній), т/га	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Сума ефективних температур вище 10 ⁰ C	822	956	822	822	868	849	882	822	878	878	878	956	956
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	4306	4423	4306	4306	4492	4333	4473	4306	4423	4423	4423	4423	4423
8	Тривалість вегетаційного періоду, доба	76	88	76	76	79	78	79	76	78	78	78	88	88
9	Сума опадів, мм	138	181	138	138	109	133	122	138	129	129	129	181	181
10	Потреба рослин у воді, мм	338	400	338	338	343	342	342	338	334	334	334	400	400
11	Сумарне випаровування, мм	193	232	193	193	165	175	167	193	170	170	170	232	232
12	Дефіцит вологи, мм	123	135	123	123	143	177	131	123	128	128	128	135	135
13	ГТК, відн.од.	1,1	1,2	1,1	1,1	0,8	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2

Таблиця Б.5.4

**Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності та агрокліматичних умов вирощування ярого
ячменю Північно-Західного Причорномор'я**

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Ананівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/(м ² ·д)	166	194	190	119	211	218	179	159	119	230	239	224	137
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/(м ² ·д)	110	121	127	72	131	128	98	92	72	141	146	149	82
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/(м ² ·д)	75	88	89	66	96	96	82	81	66	92	95	104	75
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УВ, г/(м ² ·д)	50	57	57	42	62	62	53	52	42	59	61	67	49
5	K _{госп.} для ПУ, відн.од.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
6	K _{госп.} для ММУ, відн.од	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
7	K _{госп.} для ДМУ, відн.од	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
8	K _{госп.} для УВ, відн.од	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1045	1234	1201	841	1341	1414	1050	1031	841	1420	1472	1410	962
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	689	746	792	523	810	758	536	567	523	904	937	930	597
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	482	544	554	481	592	569	450	499	481	587	609	651	549
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	293	327	337	286	355	342	273	299	286	354	367	395	327
13	ПУ зерна, ц/га	56	65	61	52	68	69	58	57	52	69	70	68	57
14	ММУ зерна, ц/га	40	45	45	33	48	45	34	35	33	51	51	51	39
15	ДМУ зерна, ц/га	30	34	35	30	35	33	28	31	30	34	35	36	34
16	УВ зерна, ц/га	18	20	21	18	22	21	17	18	18	22	23	25	20
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,724	0,691	0,738	0,634	0,701	0,645	0,575	0,620	0,634	0,738	0,744	0,757	0,682
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,454	0,456	0,466	0,547	0,464	0,481	0,509	0,529	0,547	0,439	0,443	0,483	0,525
19	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,662	0,446	0,569	0,639	0,497	0,522	0,479	0,508	0,561	0,540	0,515	0,590	0,630
20	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,608	0,600	0,608	0,595	0,639	0,650	0,606	0,599	0,595	0,662	0,666	0,683	0,595

Продовження таблиці Б.5.4

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Котовський	Красно- окнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/(м ² ·д)	199	151	174	141	252	213	134	215	211	161	203	126	134
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/(м ² ·д)	133	96	116	94	148	130	78	144	131	100	126	80	86
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/(м ² ·д)	93	68	81	66	111	85	68	100	96	73	92	56	60
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УВ, г/(м ² ·д)	60	43	52	42	71	54	44	65	62	47	59	36	39
5	К _{госп.} для ПУ, відн.од.	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	К _{госп.} для ММУ, відн.од.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
7	К _{госп.} для ДМУ, відн.од.	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6
8	К _{госп.} для УВ, відн.од.	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1254	1079	1097	888	1632	1314	868	1358	1341	1019	1287	899	959
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	826	719	723	585	675	837	477	895	810	616	778	599	639
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	579	503	506	410	656	544	420	627	592	450	568	419	447
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	352	311	308	249	394	328	251	381	355	270	341	259	276
13	ПУ зерна, ц/га	63	57	58	50	74	65	50	66	68	57	67	50	53
14	ММУ зерна, ц/га	47	42	42	35	50	48	30	50	48	38	46	36	38
15	ДМУ зерна, ц/га	33	32	32	26	37	34	26	35	35	28	34	26	28
16	УВ зерна, ц/га	22	20	19	16	25	21	16	24	22	17	21	16	17
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,742	0,733	0,729	0,712	0,671	0,728	0,596	0,752	0,701	0,672	0,696	0,719	0,724
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,470	0,463	0,458	0,442	0,496	0,431	0,527	0,479	0,464	0,441	0,460	0,450	0,454
19	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,617	0,522	0,553	0,646	0,485	1,466	0,597	0,663	0,526	0,525	0,479	0,617	0,550
20	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,670	0,619	0,608	0,608	0,665	0,603	0,599	0,679	0,639	0,600	0,635	0,619	0,619

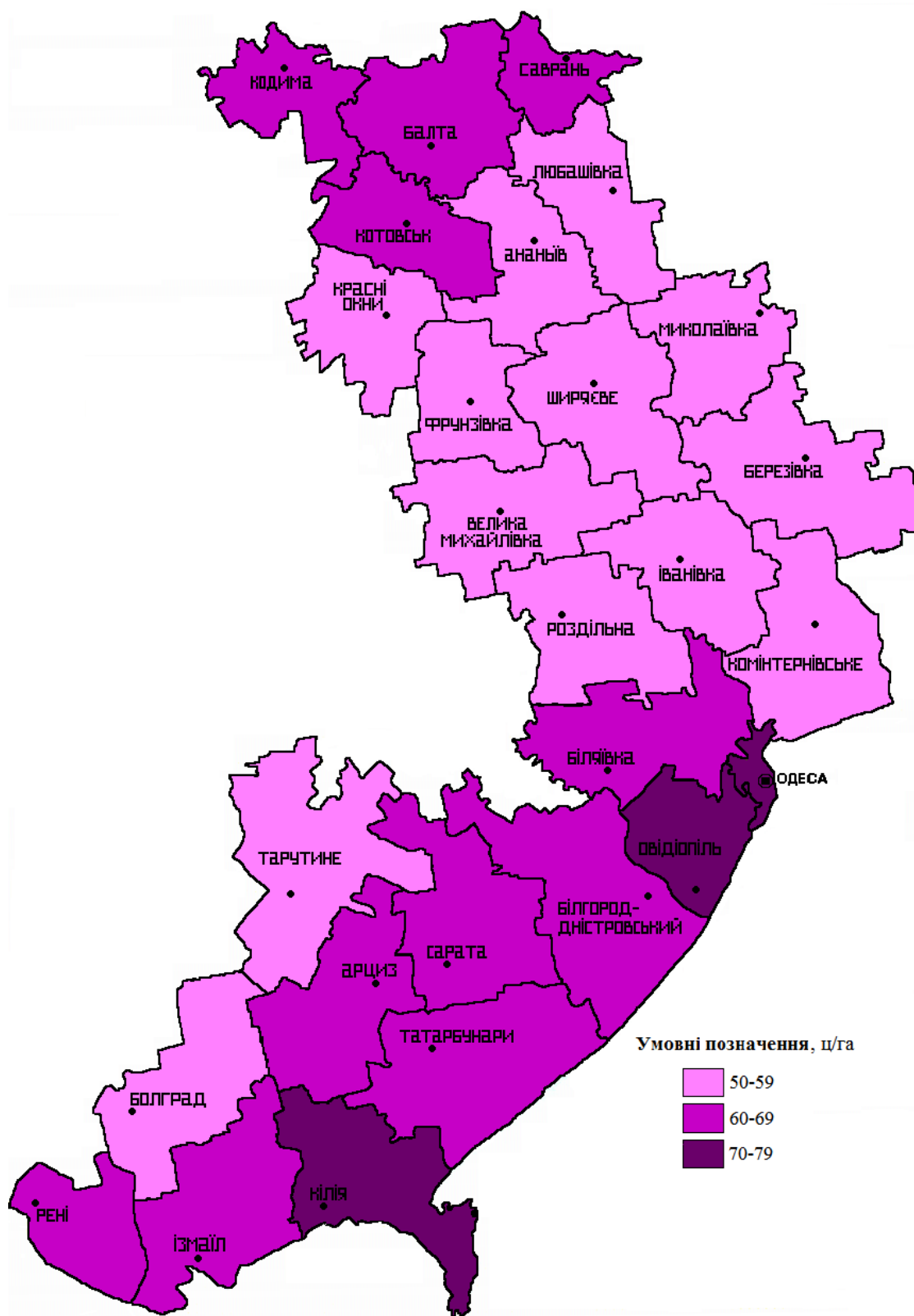


Рис. Б 5.5 Карто-схема розподілу ПУ ярого ячменю в Одеській області, ц/га

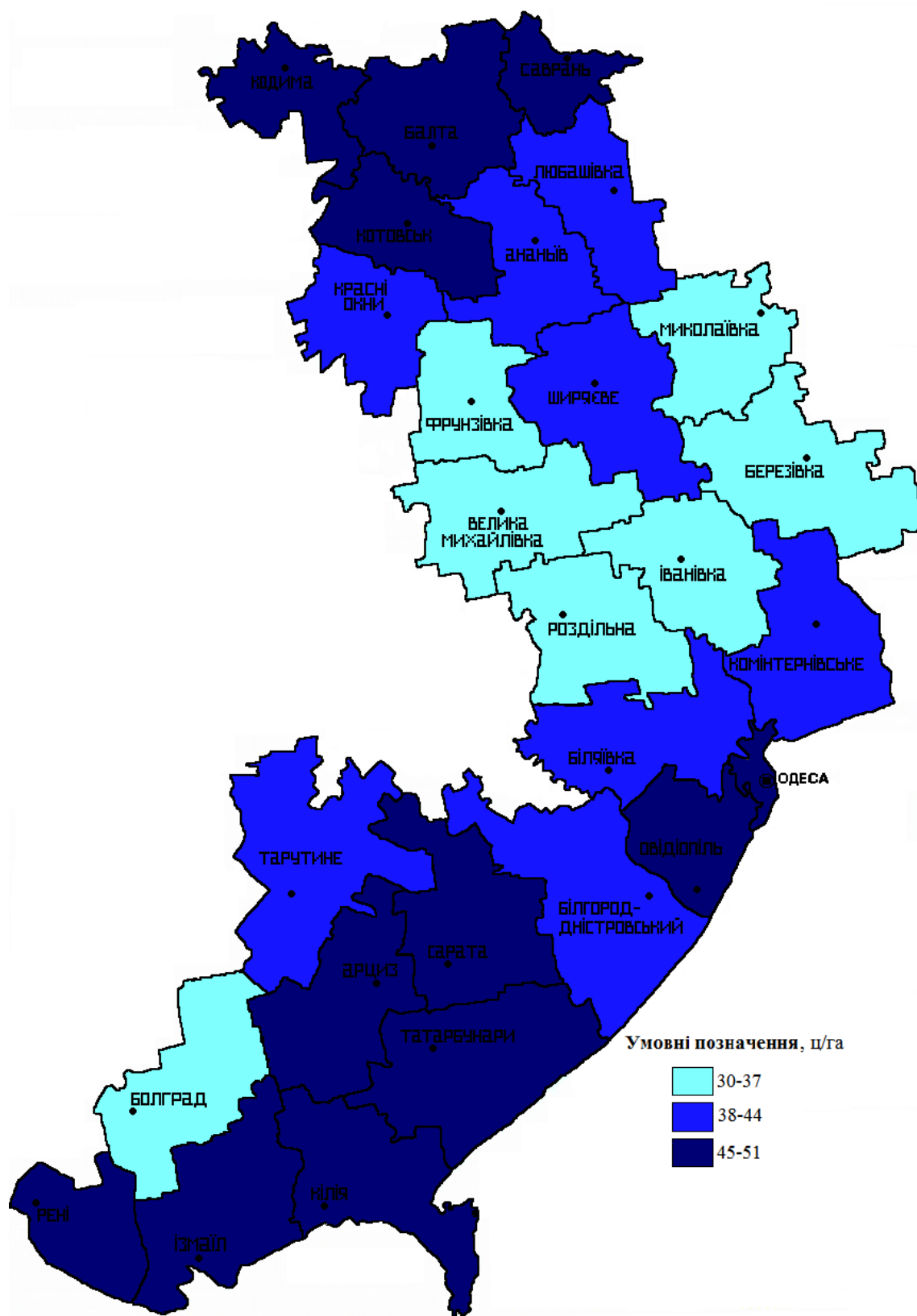


Рис. Б 5.6 Карто-схема розподілу ММУ ярого ячменю в Одеській області, ц/га

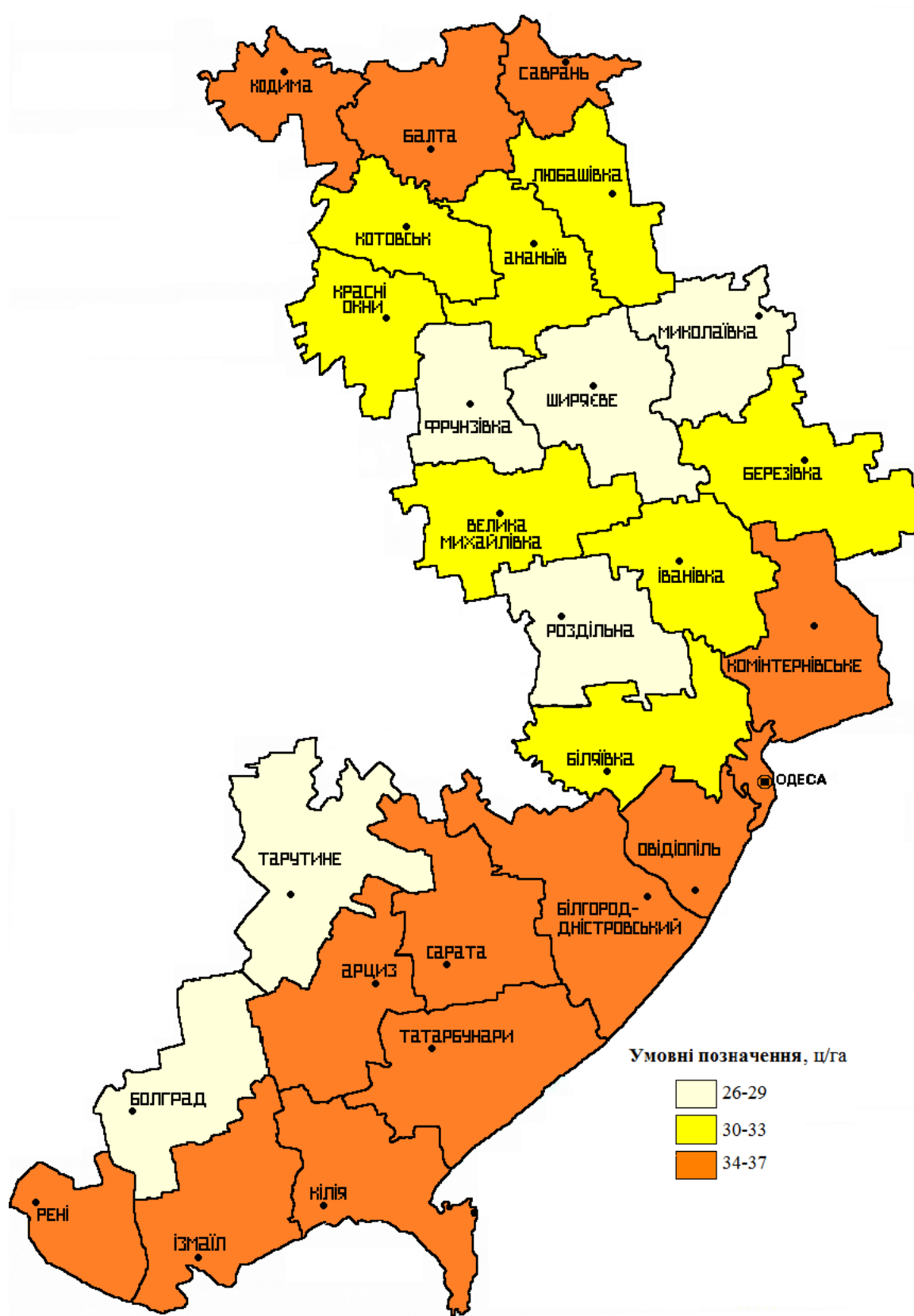


Рис. Б 5.7 Карто-схема розподілу ДМУ ярого ячменю в Одеській області, ц/га

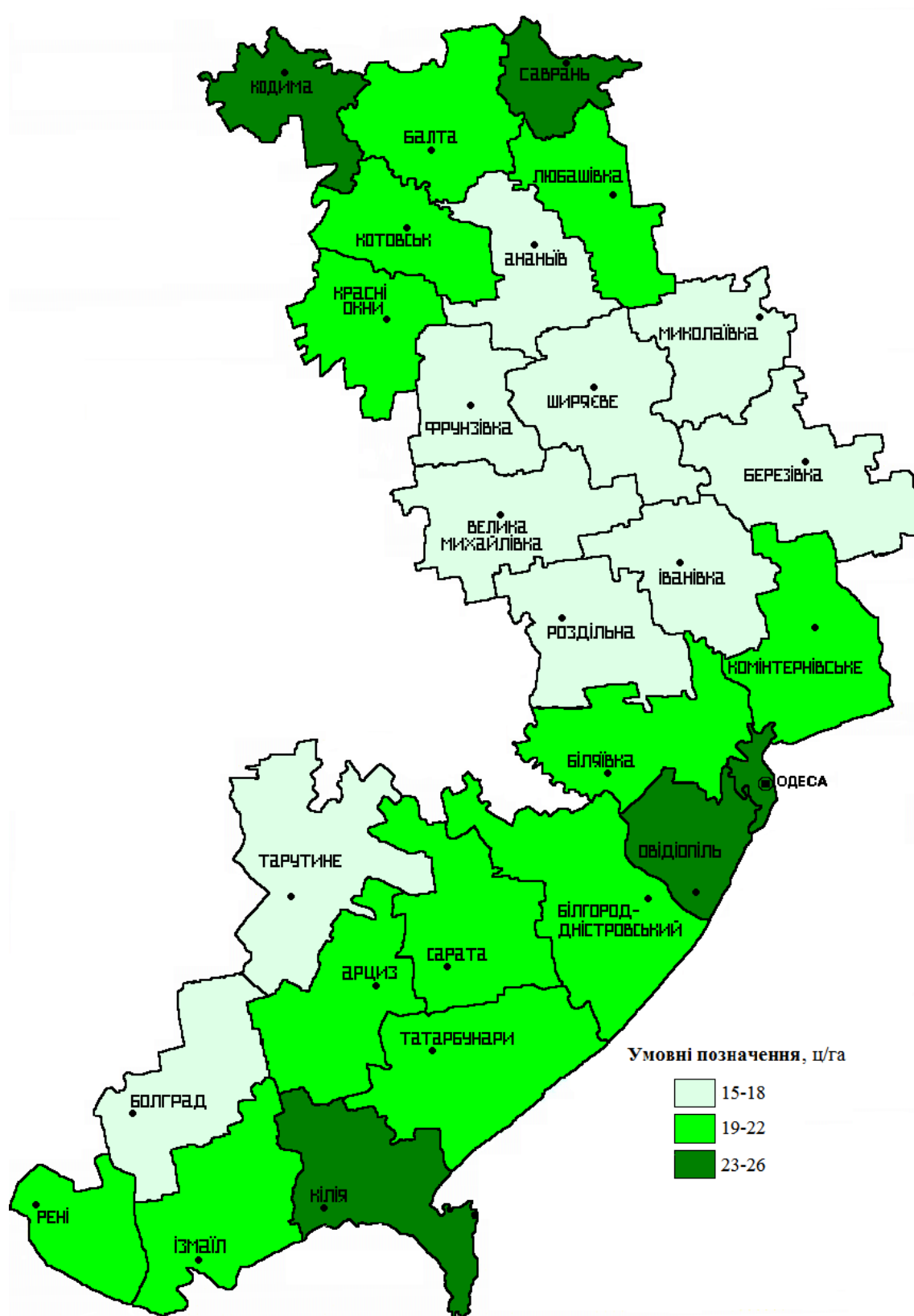


Рис. Б 5.8 Карто-схема розподілу УВ ярого ячменю в Одеській області, ц/га

Таблиця Б 5.5

Узагальнені характеристики ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування кукурудзи в Північно-Західному Причорномор'ї

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Ананіївський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород-Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико-михайлівський	Іванівський	Ізмаїльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,70	0,73	0,70	0,92	0,73	0,75	0,84	0,88	0,92	0,65	0,65	0,70	0,92
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.р.)/га	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5	Внесення органічного добрива (перегній), т/га	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Сума ефективних температур вище 10 °С	1465	1519	1465	1551	1519	1488	1614	1521	1551	1541	1541	1465	1551
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	6159	6032	6159	6089	6032	5853	6234	6105	6089	5966	5966	6159	6089
8	Тривалість вегетаційного періоду, доба	100	96	100	98	96	93	99	98	98	94	94	100	98
9	Сума опадів, мм	228	174	228	202	174	158	207	184	202	161	161	228	202
10	Потреба рослин у воді, мм	295	245	295	238	245	212	248	238	238	224	224	295	238
11	Сумарне випаровування, мм	473	464	473	493	464	417	516	493	493	490	490	473	493
12	Дефіцит вологи, мм	178	219	178	254	219	201	268	254	254	266	266	178	254
13	ГТК, відн.од.	1,1	0,8	1,1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	1,1	0,9

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Котовський	Красно-окнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,70	0,70	0,70	0,70	0,75	0,65	0,88	0,70	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70
2	Внесення азотного добрива (N), кг(д.р.)/га	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
3	Внесення фосфатного добрива (P), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
4	Внесення калійного добрива (K), кг(д.р.)/га	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
5	Внесення органічного добрива (перегній), т/га	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
6	Сума ефективних температур вище 10°C	1465	1611	1465	1465	1488	1541	1521	1465	1519	1519	1519	1611	1611
7	Сума ФАР, Дж/см ² за період	6159	6032	6159	6159	5853	5966	6105	6159	6032	6032	6032	6032	6032
8	Тривалість вегетаційного періоду, доба	100	107	100	100	93	94	98	100	96	96	96	107	107
9	Сума опадів, мм	228	232	228	228	158	161	184	228	174	174	174	232	232
10	Потреба рослин у воді, мм	228	310	228	228	212	248	238	228	245	245	245	310	310
11	Сумарне випаровування, мм	295	512	295	295	417	490	493	295	464	464	464	512	512
12	Дефіцит вологи, мм	473	201	473	473	201	266	254	473	219	219	219	201	201
13	ГТК, відн.од.	1,1	1,1	1,1	1,1	0,7	0,7	0,9	1,1	0,8	0,8	0,8	1,1	1,1

Таблиця Б 5.6

**Узагальнені характеристики фотосинтетичної продуктивності та агрокліматичних умов вирощування кукурудзи
Північно-Західного Причорномор'я**

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Ананьівський	Арцизький	Балтський	Березівський	Білгород- Дністровський	Біляївський	Болградський	Велико- михайлівський	Іванівський	Ізмайльський	Кілійський	Кодимський	Комінтернівський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/(м ² ·д)	261	294	323	217	276	299	257	224	199	365	493	404	226
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/(м ² ·д)	255	288	316	208	270	280	240	212	191	348	458	395	217
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/(м ² ·д)	178	210	221	192	197	210	202	187	176	226	298	277	200
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УВ, г/(м ² ·д)	115	132	142	119	124	132	126	107	109	129	170	178	124
5	K _{госп.} для ПУ, відн.од.	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2
6	K _{госп.} для ММУ, відн.од.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2
7	K _{госп.} для ДМУ, відн.од.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
8	K _{госп.} для УВ, відн.од.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2181	2427	2707	1783	2280	2350	2129	1863	1635	2986	3932	3384	1858
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2142	2311	2659	1711	2171	2185	1977	1759	1569	2744	3615	3324	1783
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1499	1687	1861	1575	1585	1639	1660	1548	1444	1784	2349	2327	1641
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	931	1026	1156	953	964	992	1002	913	873	1067	1405	1445	993
13	ПУ зерна, ц/га	50	72	71	44	63	69	61	43	40	119	157	135	46
14	ММУ зерна, ц/га	48	65	67	42	58	60	55	40	38	110	144	133	44
15	ДМУ зерна, ц/га	34	41	42	38	38	41	44	35	34	49	74	53	40
16	УВ зерна, ц/га	21	23	26	22	22	23	24	20	20	27	37	33	23
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,982	0,899	0,947	0,954	0,914	0,870	0,895	0,934	0,956	0,919	0,919	0,982	0,952
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,435	0,362	0,394	0,519	0,382	0,379	0,448	0,515	0,524	0,246	0,259	0,248	0,516
19	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,825	0,668	0,693	1,620	0,588	0,693	0,739	0,832	0,956	0,395	0,472	0,452	1,325
20	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,621	0,569	0,621	0,569	0,572	0,553	0,553	0,590	0,574	0,553	0,504	0,621	0,567

Продовження таблиці Б 5.6

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони												
		Котовський	Красно- окнянський	Любашівський	Миколаївський	Овідіопольський	Ренійський	Роздільнянський	Савранський	Саратський	Тарутинський	Татарбунарський	Фрунзівський	Ширяєвський
1	Максимальні прирости урожаю на рівні ПУ, г/(м ² ·д)	323	313	296	243	317	347	206	395	303	267	294	221	276
2	Максимальні прирости урожаю на рівні ММУ, г/(м ² ·д)	316	305	290	237	297	322	196	387	296	261	287	215	269
3	Максимальні прирости урожаю на рівні ДМУ, г/(м ² ·д)	221	214	203	166	223	209	172	271	216	191	210	151	188
4	Максимальні прирости урожаю на рівні УВ, г/(м ² ·д)	142	134	130	107	140	120	98	173	136	120	132	95	119
5	K _{госп.} для ПУ, відн.од.	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
6	K _{госп.} для ММУ, відн.од	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
7	K _{госп.} для ДМУ, відн.од	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
8	K _{госп.} для УВ, відн.од	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
9	ПУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2707	2728	2482	2031	2492	2767	1714	3309	2501	2207	2427	1925	2407
10	ММУ всієї сухої біомаси, г/м ²	2659	2667	2437	1994	2318	2544	1618	3250	2381	2101	2311	1883	2353
11	ДМУ всієї сухої біомаси, г/м ²	1861	1867	1706	1396	1738	1653	1424	2275	1738	1534	1687	1318	1647
12	УВ всієї сухої біомаси, г/м ²	1156	1154	1060	867	1052	989	840	1413	1058	933	1026	815	1018
13	ПУ зерна, ц/га	71	82	57	46	79	110	40	132	77	59	72	44	59
14	ММУ зерна, ц/га	67	77	56	45	67	90	37	130	69	54	65	43	56
15	ДМУ зерна, ц/га	42	43	39	32	44	45	32	52	43	37	41	30	38
16	УВ зерна, ц/га	26	26	24	20	25	24	20	32	24	21	23	19	23
17	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,947	0,934	0,982	0,982	0,849	0,811	0,941	0,982	0,891	0,921	0,899	0,978	0,952
18	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,394	0,343	0,435	0,435	0,367	0,272	0,519	0,248	0,350	0,390	0,362	0,433	0,416
19	Оцінка рівня реалізації агроекологічного потенціалу, відн.од.	0,835	0,913	0,760	1,037	0,580	0,444	0,892	0,485	0,647	0,879	0,599	0,797	0,801
20	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,621	0,618	0,621	0,621	0,560	0,545	0,590	0,621	0,567	0,574	0,569	0,618	0,618

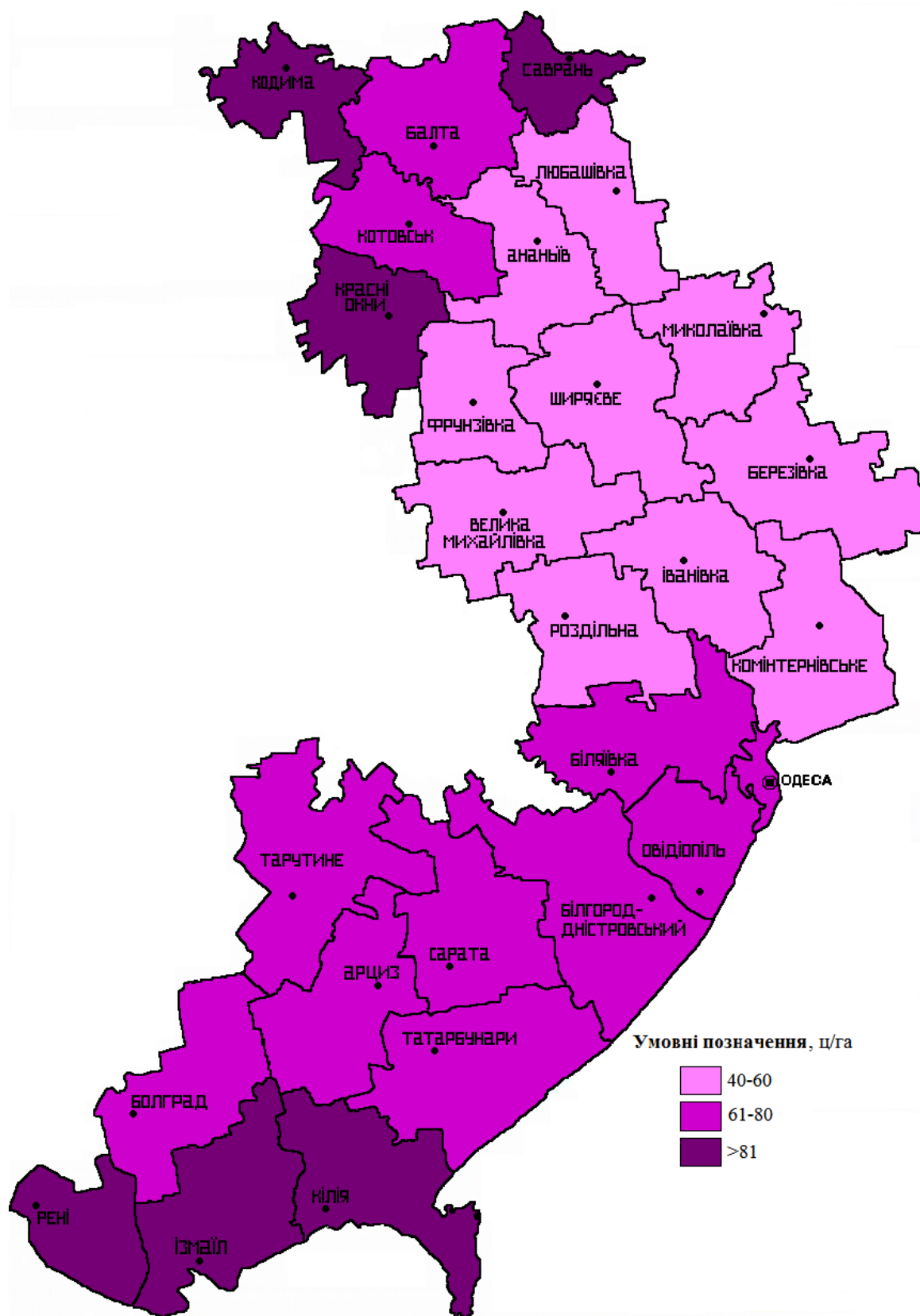


Рис. Б 5.9 Карто-схема розподілу ПУ кукурудзи в Одеській області, ц/га

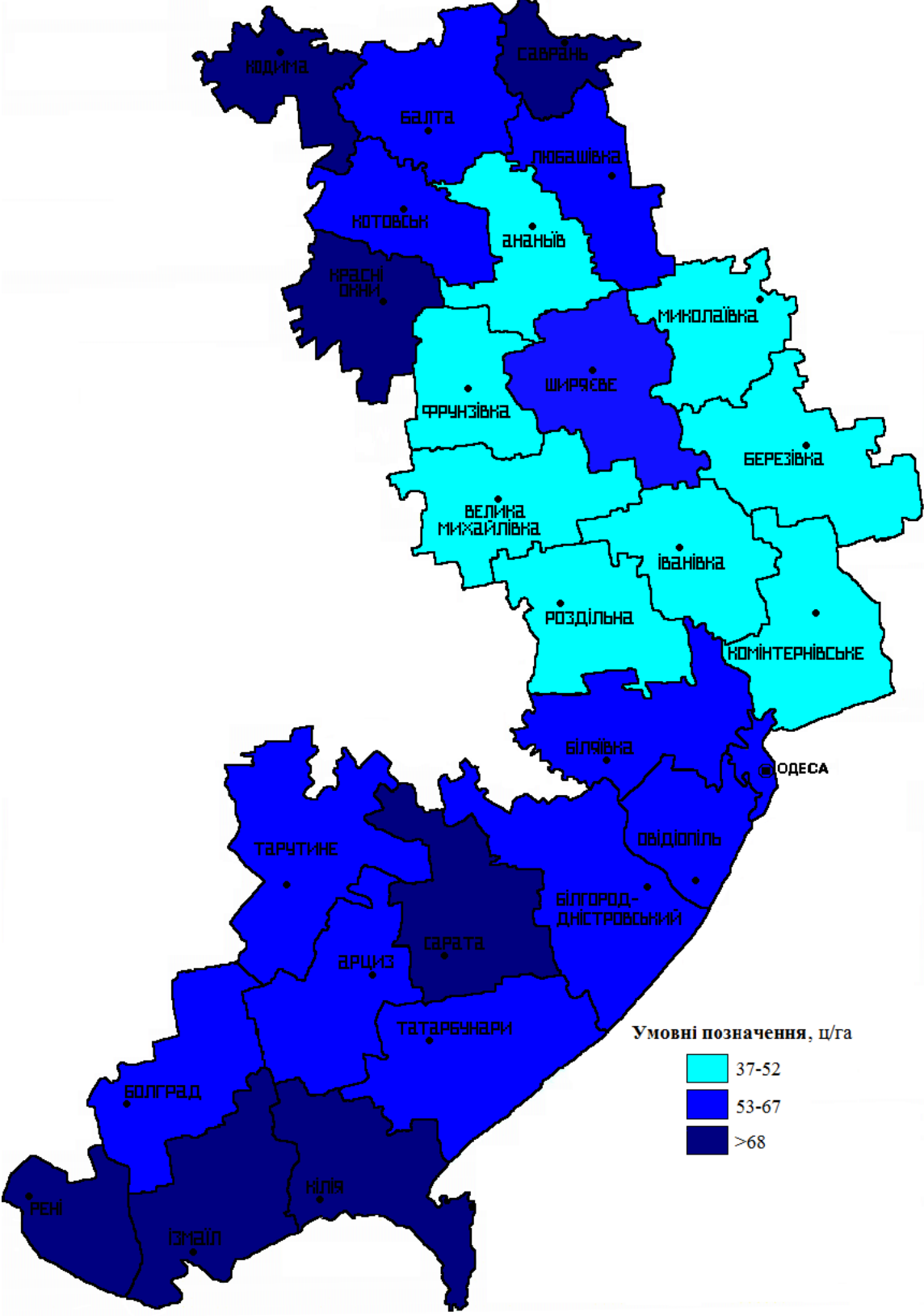


Рис. Б 5.10 Карто-схема розподілу ММУ кукурудзи в Одеській області, ц/га

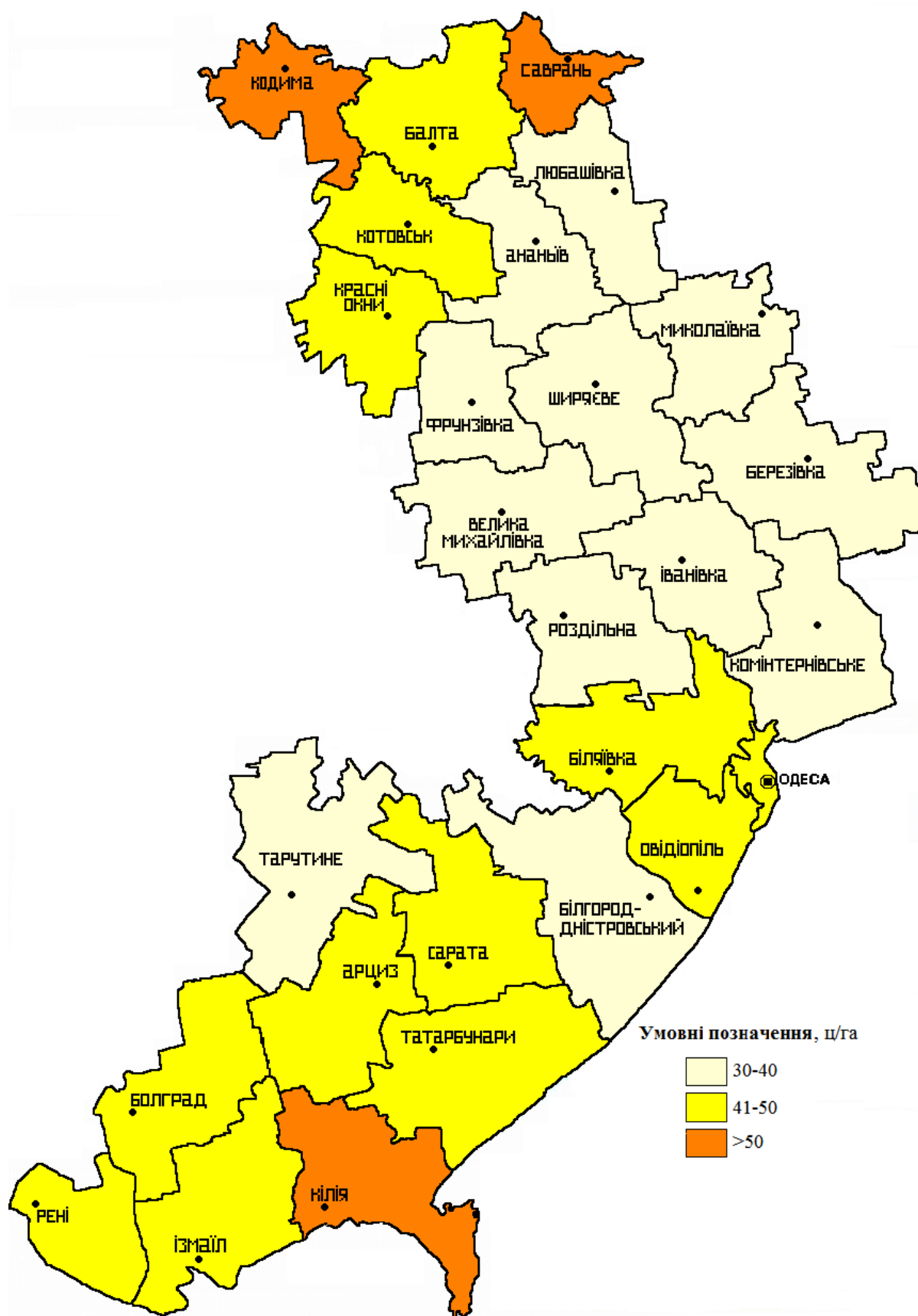


Рис. Б 5.11 Карто-схема розподілу ДМУ кукурудзи в Одеській області, ц/га

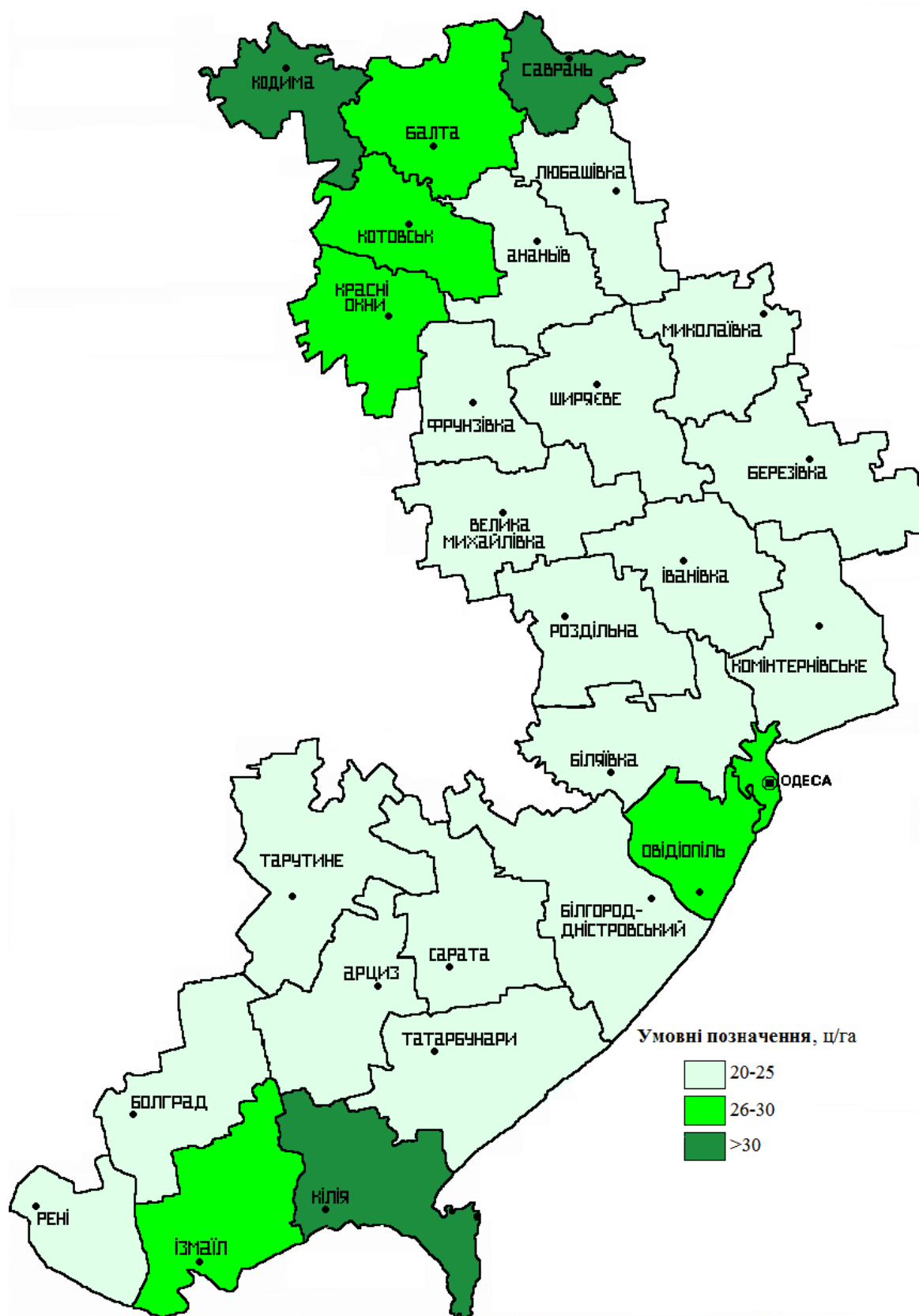


Рис. Б 5.12 Карто-схема розподілу УВ кукурудзи в Одеській області, ц/га

ДОДАТОК В

Таблиця В 6.5

Вміст важких металів у ґрунтах [45] та в зерні ярого ячменю (мг/кг)

№ п/п	Райони	Pb		Cd		Zn		Cu	
		Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг
1	Ананівський	8,9	0,09	0,11	0,04	0,29	0,10	4,7	0,89
2	Арцизький	9,5	0,10	0,11	0,04	0,69	0,24	8,3	1,58
3	Балтський	9,7	0,10	0,11	0,04	0,48	0,17	5,9	1,12
4	Березівський	8,8	0,09	0,12	0,05	0,48	0,17	5,0	0,95
5	Білгород-Дністровський	9,7	0,10	0,11	0,04	0,36	0,13	7,4	1,41
6	Біляївський	8,6	0,09	0,12	0,05	0,47	0,16	8,1	1,54
7	Болградський	9,4	0,09	0,12	0,05	0,43	0,15	9,1	1,73
8	Велико-Михайлівський	10,7	0,11	0,67	0,27	0,76	0,27	-	-
9	Іванівський	12,1	0,12	0,50	0,20	0,94	0,33	-	-
10	Ізмаїльський	10,5	0,11	0,12	0,05	0,78	0,27	9,8	1,86
11	Кілійський	13,3	0,13	0,46	0,18	1,13	0,40	-	-
12	Кодимський	12,7	0,13	0,20	0,08	0,61	0,21	6,4	1,22
13	Комінтернівський	10,1	0,10	0,11	0,04	0,52	0,18	6,0	1,14
14	Котовський	9,9	0,10	0,11	0,04	0,45	0,16	5,4	1,03
15	Красноокнянський	8,8	0,09	0,10	0,04	0,33	0,12	5,1	0,97
16	Любашівський	11,8	0,12	0,33	0,13	0,60	0,21	-	-
17	Миколаївський	9,7	0,10	0,11	0,04	0,39	0,14	5,1	0,97
18	Овідіопольський	12,2	0,12	0,60	0,24	0,83	0,29	-	-
19	Ренійський	12,1	0,12	0,57	0,23	1,01	0,35	-	-
20	Роздільнянський	9,3	0,09	0,11	0,04	0,49	0,17	7,8	1,48
21	Савранський	11,7	0,12	0,60	0,24	0,66	0,23	-	-
22	Саратський	11,2	0,11	0,38	0,15	0,74	0,26	-	-
23	Тарутинський	11,1	0,11	0,67	0,27	0,67	0,23	-	-
24	Татарбунарський	10,0	0,10	0,11	0,04	0,69	0,24	7,8	1,48
25	Фрунзівський	10,7	0,11	0,32	0,13	0,65	0,23	-	-
26	Ширяєвський	9,0	0,09	0,11	0,04	0,40	0,14	4,6	0,87

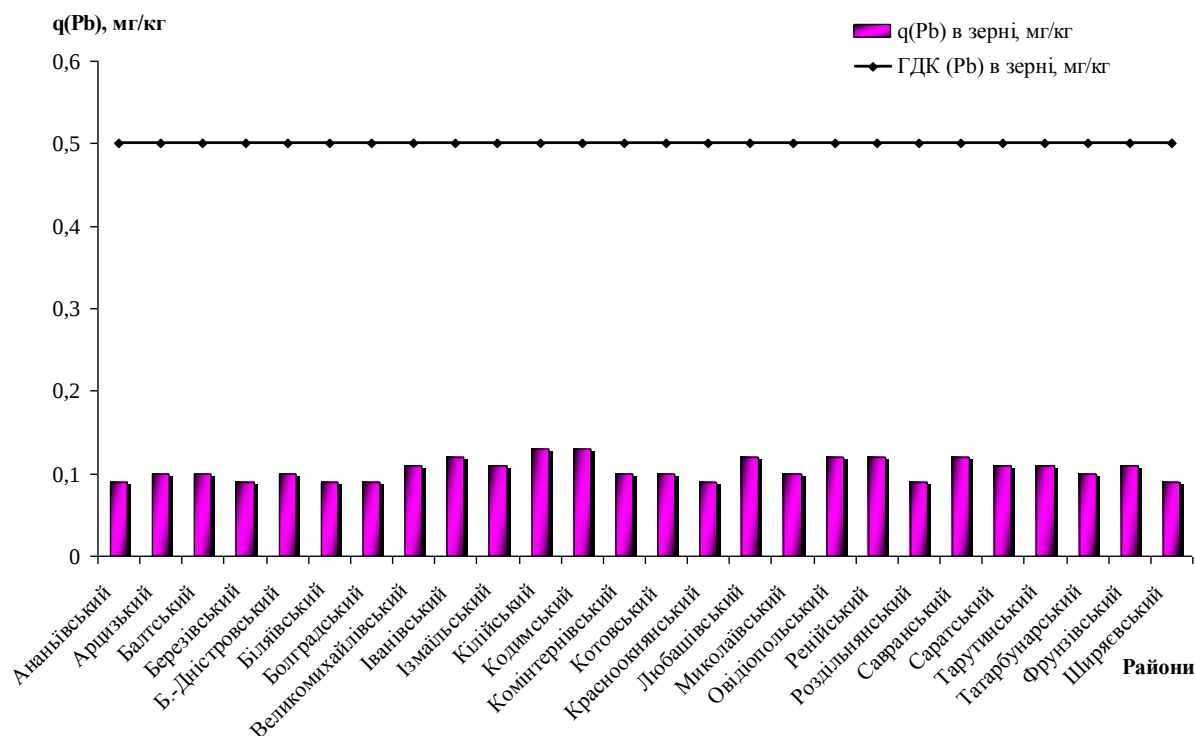


Рис. В.6.14 Динаміка вмісту свинцю в зерні ярого ячменю в розрізі районів Одеської області

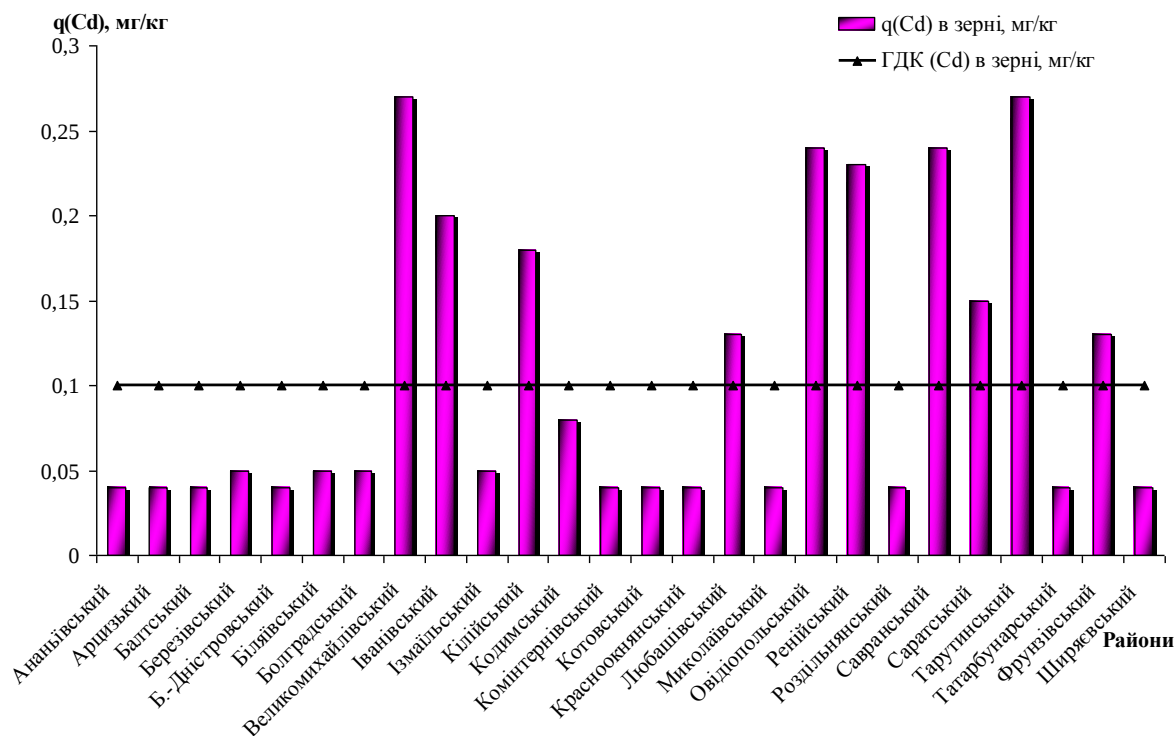


Рис. В.6.15 Динаміка вмісту кадмію в зерні ярого ячменю в розрізі районів Одеської області

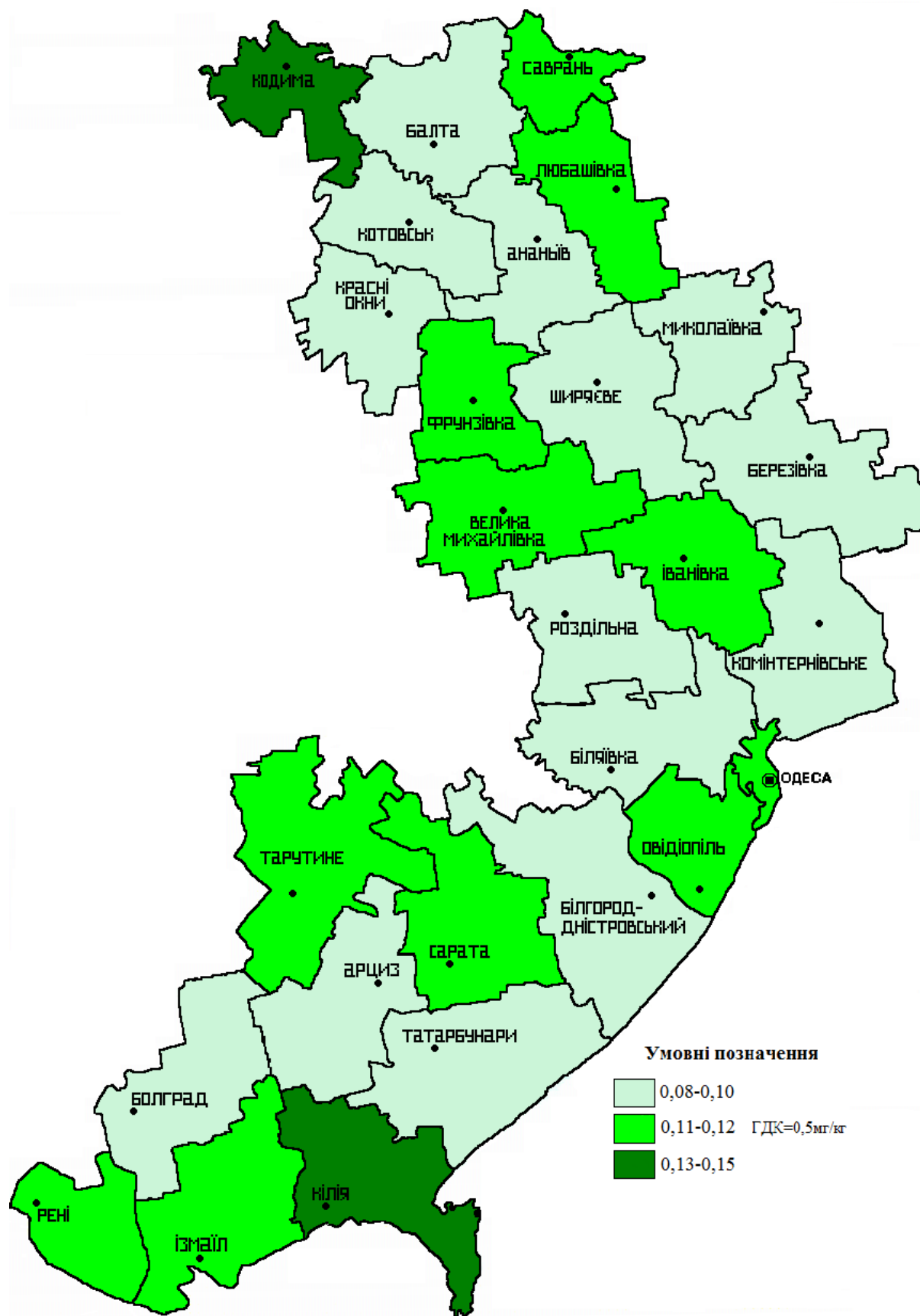


Рис. В.6.16 Карто-схема вмісту свинцю в зерні ярого ячменю, мг/кг

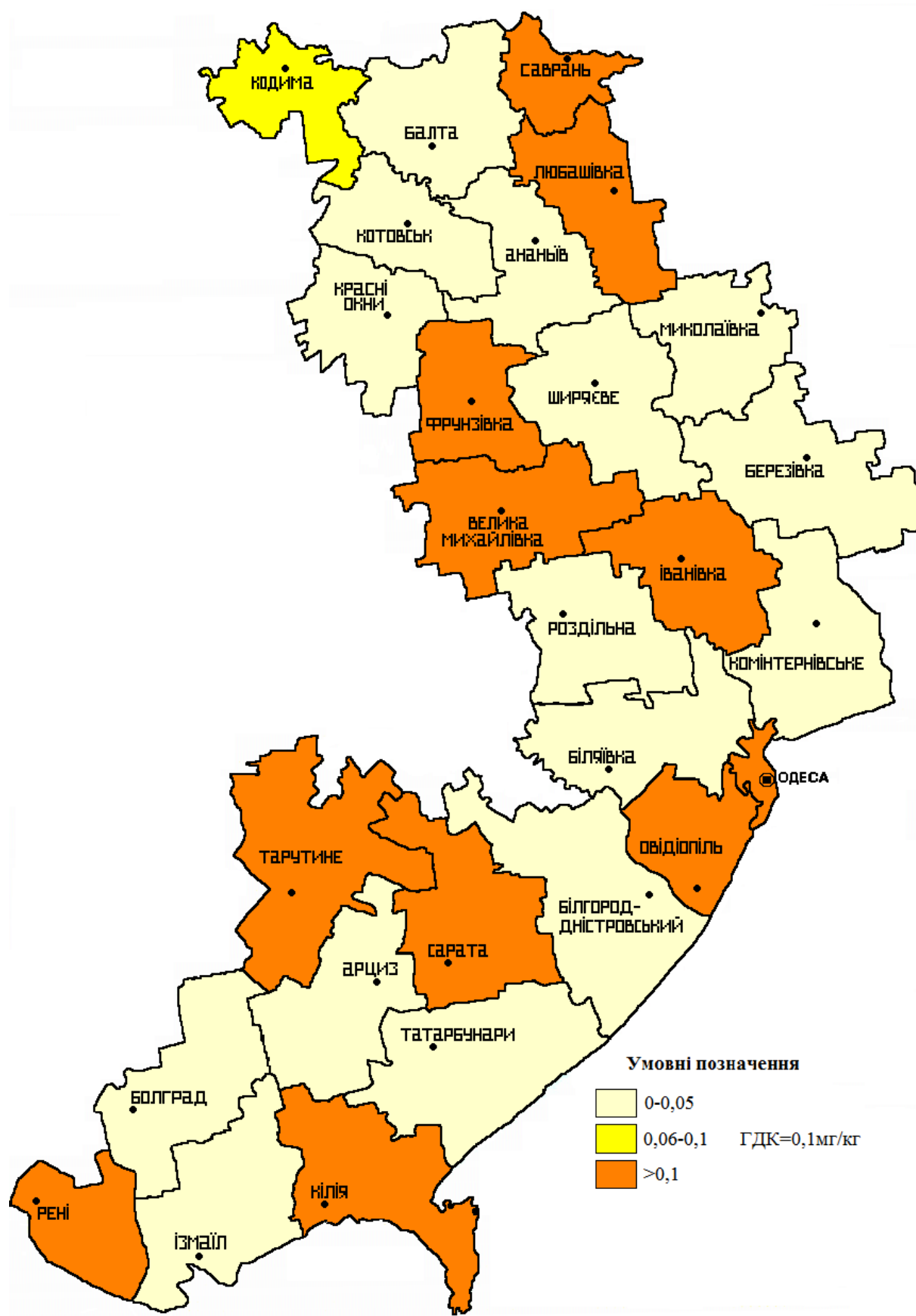


Рис. В.6.17 Карто-схема вмісту кадмію в зерні ярого ячменю, мг/кг

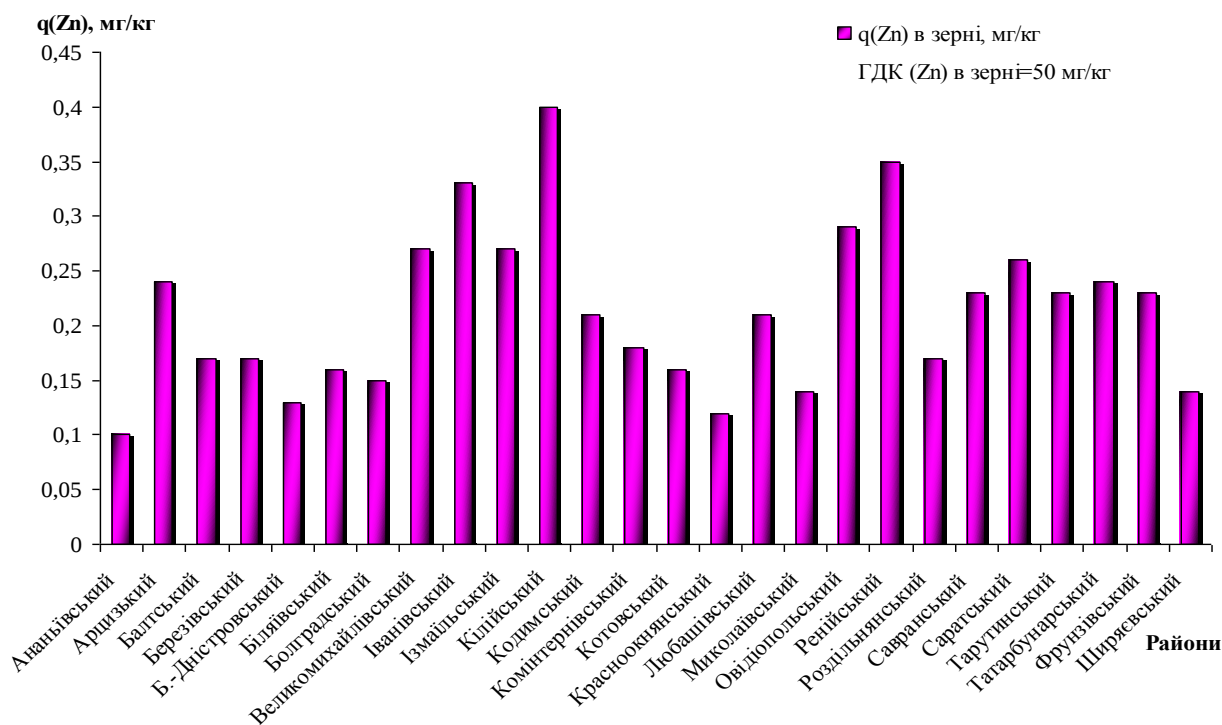


Рис. В.6.18 Динаміка вмісту цинку в зерні ярого ячменю в розрізі районів Одеської області

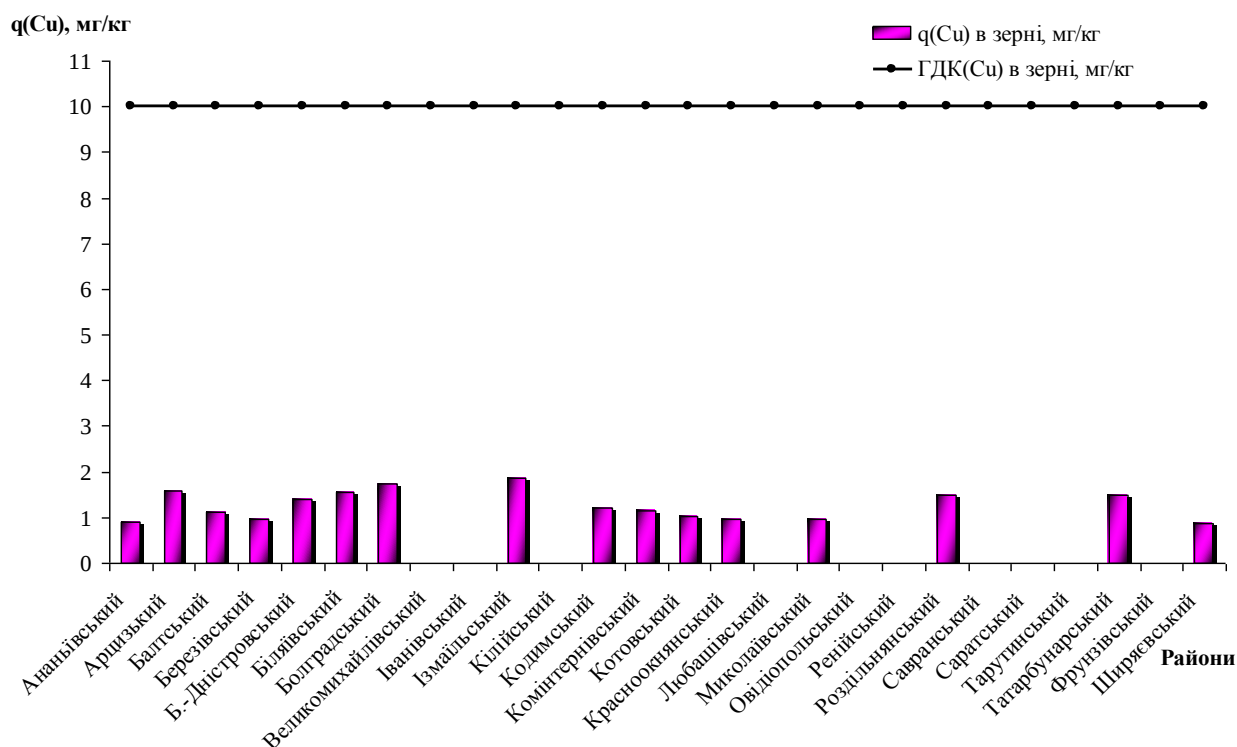


Рис. В.6.19 Динаміка вмісту міді в зерні ярого ячменю в розрізі районів Одеської області

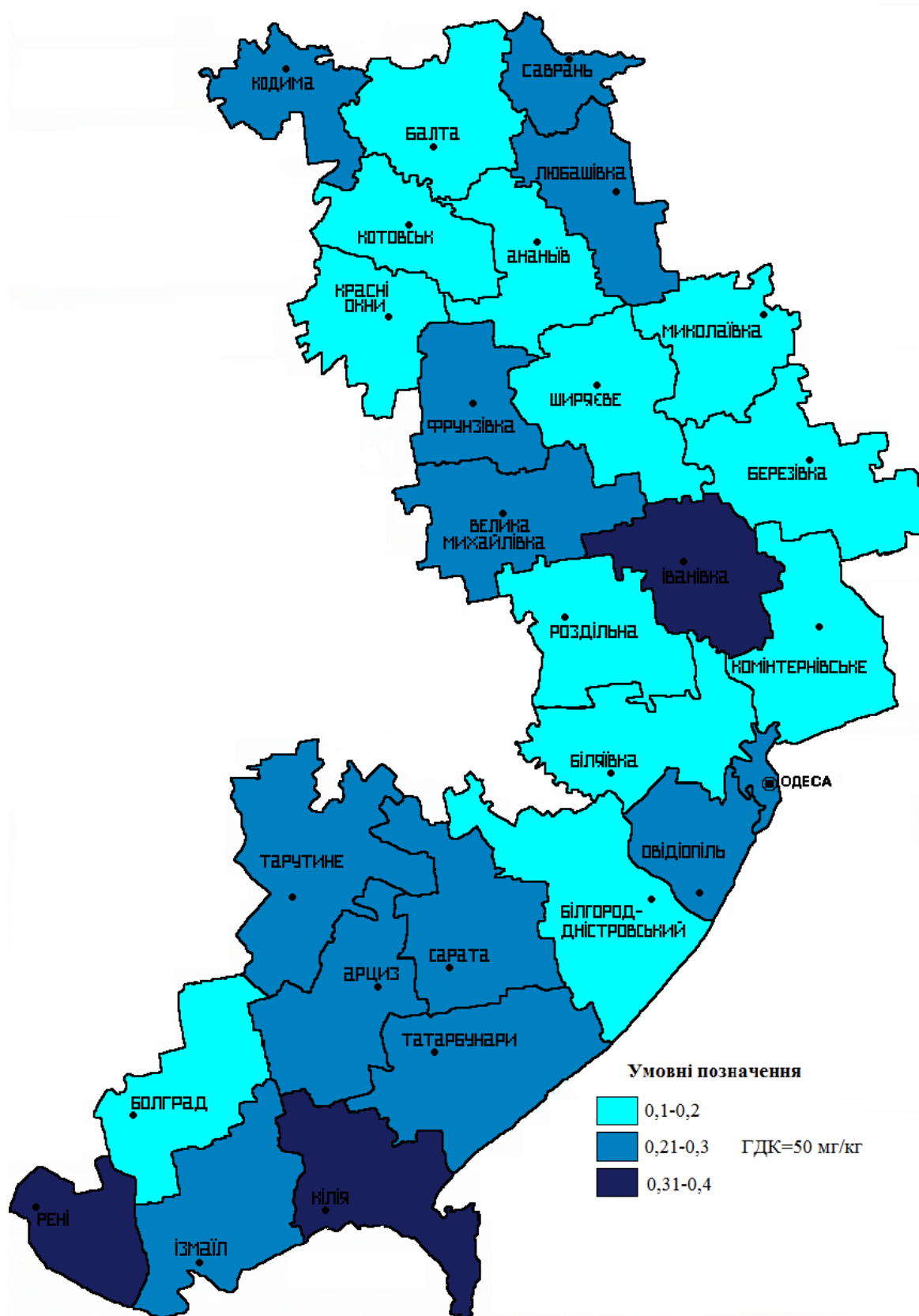


Рис. В.6.20 Карто-схема вмісту цинку в зерні ярого ячменю, мг/кг

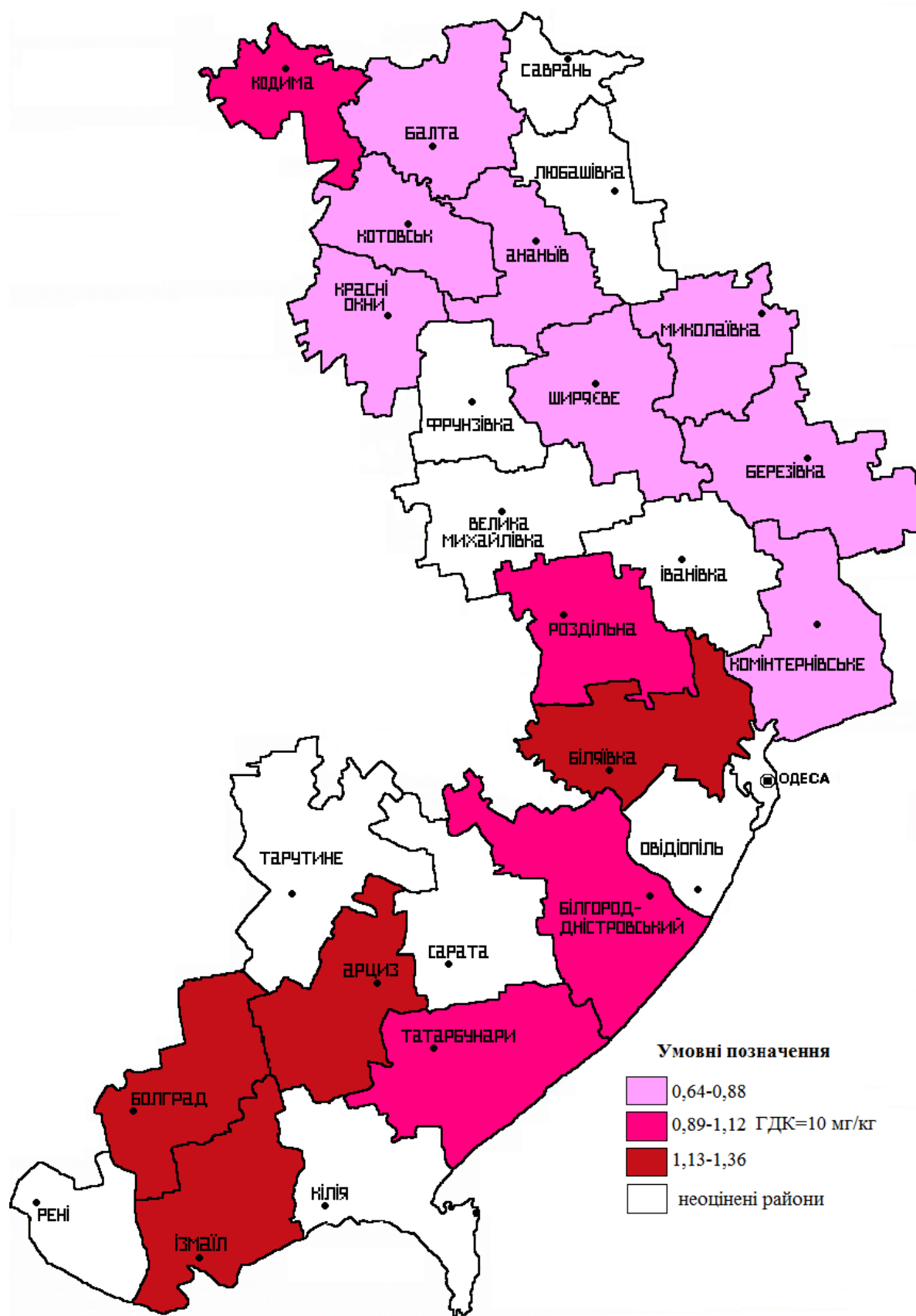


Рис. В.6.21 Карто-схема вмісту міді в зерні ярого ячменю, мг/кг

Таблиця В.6.6

Вміст важких металів у ґрунтах [45] та в зерні кукурудзи (мг/кг)

№ п/п	Райони	Pb		Cd		Zn		Cu	
		Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг	Вміст у ґрунтах, мг/кг	Вміст у зерні, мг/кг
1	Ананьївський	8,9	0,24	0,11	0,07	0,29	0,11	4,7	0,66
2	Арцизький	9,5	0,26	0,11	0,07	0,69	0,27	8,3	1,16
3	Балтський	9,7	0,26	0,11	0,07	0,48	0,19	5,9	0,83
4	Березівський	8,8	0,24	0,12	0,08	0,48	0,19	5,0	0,70
5	Білгород-Дністровський	9,7	0,26	0,11	0,07	0,36	0,14	7,4	1,04
6	Біляївський	8,6	0,23	0,12	0,08	0,47	0,18	8,1	1,13
7	Болградський	9,4	0,25	0,12	0,08	0,43	0,17	9,1	1,27
8	Велико-Михайлівський	10,7	0,29	0,67	0,42	0,76	0,30	-	-
9	Іванівський	12,1	0,33	0,50	0,32	0,94	0,37	-	-
10	Ізмаїльський	10,5	0,28	0,12	0,08	0,78	0,30	9,8	1,36
11	Кілійський	13,3	0,36	0,46	0,29	1,13	0,44	-	-
12	Кодимський	12,7	0,34	0,20	0,13	0,61	0,24	6,4	0,90
13	Комінтернівський	10,1	0,27	0,11	0,07	0,52	0,20	6,0	0,84
14	Котовський	9,9	0,27	0,11	0,07	0,45	0,18	5,4	0,76
15	Красноокнянський	8,8	0,24	0,10	0,06	0,33	0,13	5,1	0,71
16	Любашівський	11,8	0,32	0,33	0,21	0,60	0,23	-	-
17	Миколаївський	9,7	0,26	0,11	0,07	0,39	0,15	5,1	0,71
18	Овідіопольський	12,2	0,33	0,60	0,38	0,83	0,32	-	-
19	Ренійський	12,1	0,33	0,57	0,36	1,01	0,39	-	-
20	Роздільнянський	9,3	0,25	0,11	0,07	0,49	0,19	7,8	1,09
21	Савранський	11,7	0,32	0,60	0,38	0,66	0,26	-	-
22	Саратський	11,2	0,30	0,38	0,24	0,74	0,29	-	-
23	Тарутинський	11,1	0,30	0,67	0,42	0,67	0,26	-	-
24	Татарбунарський	10,0	0,27	0,11	0,07	0,69	0,27	7,8	1,09
25	Фрунзівський	10,7	0,29	0,32	0,20	0,65	0,25	-	-
26	Ширяєвський	9,0	0,24	0,11	0,07	0,40	0,16	4,6	0,64

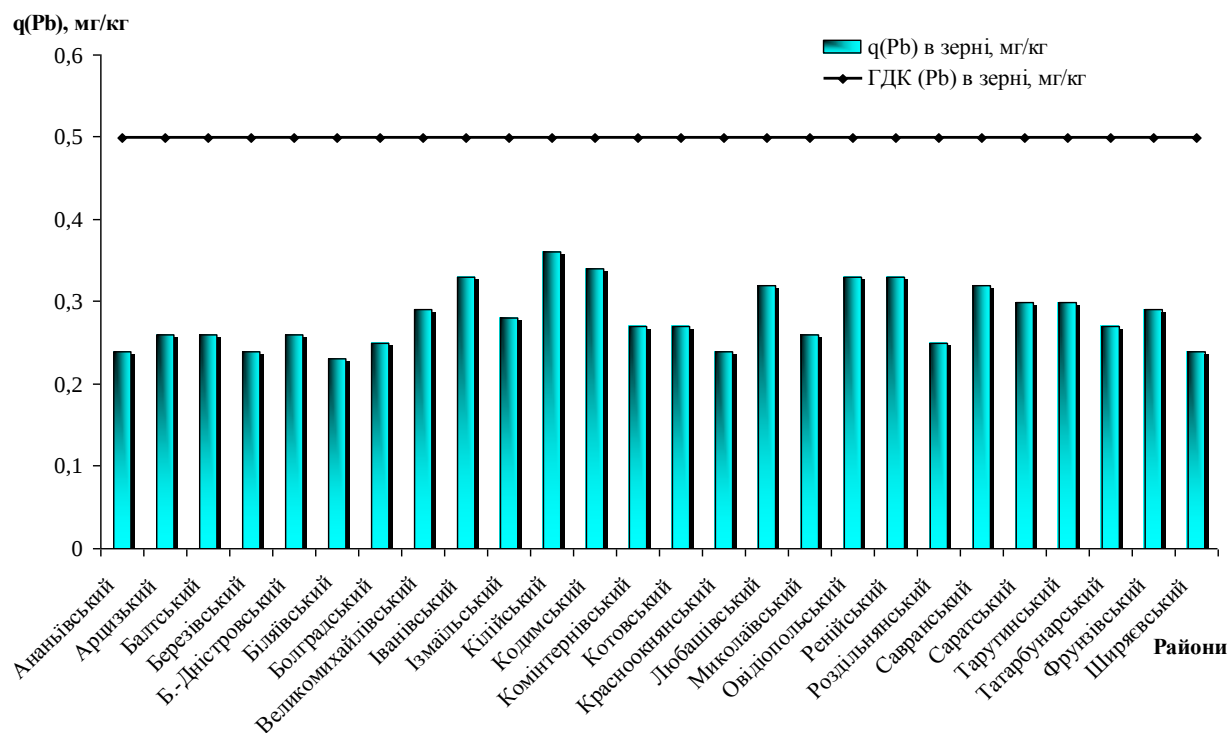


Рис. В.6.22 Динаміка вмісту свинцю в зерні кукурудзи в розрізі районів
Одеської області

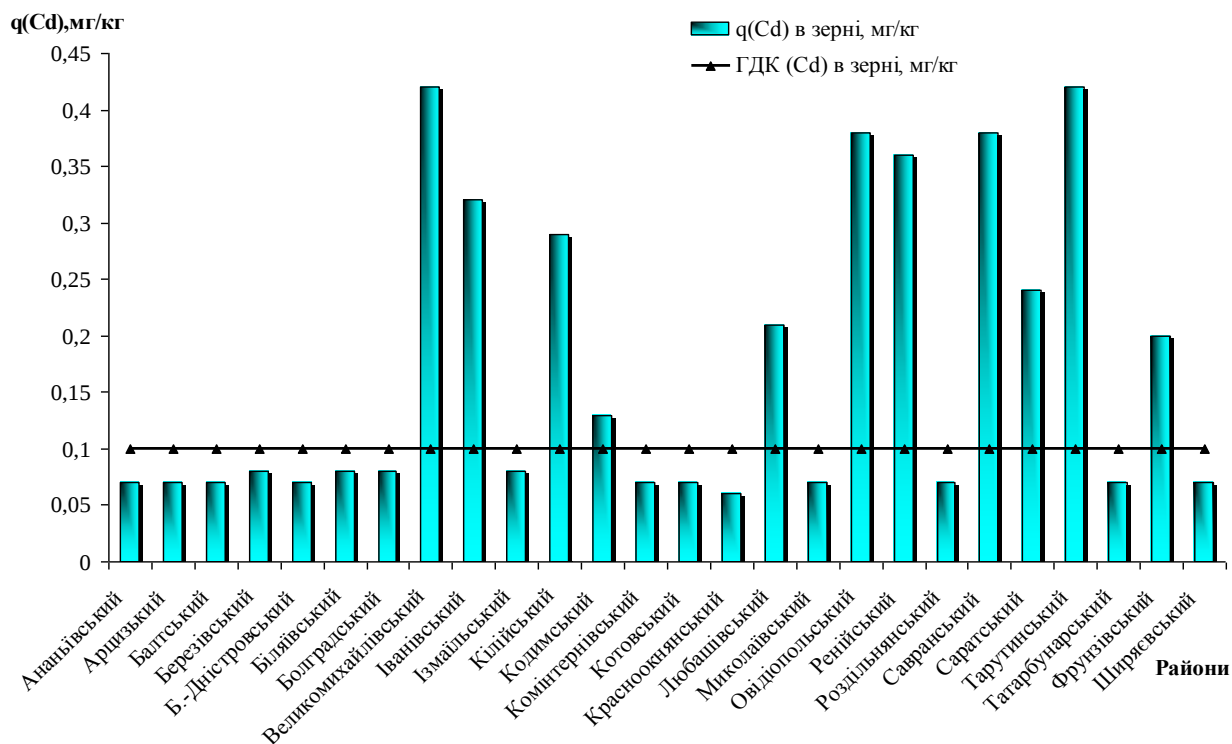


Рис. В.6.23 Динаміка вмісту кадмію в зерні кукурудзи в розрізі районів
Одеської області

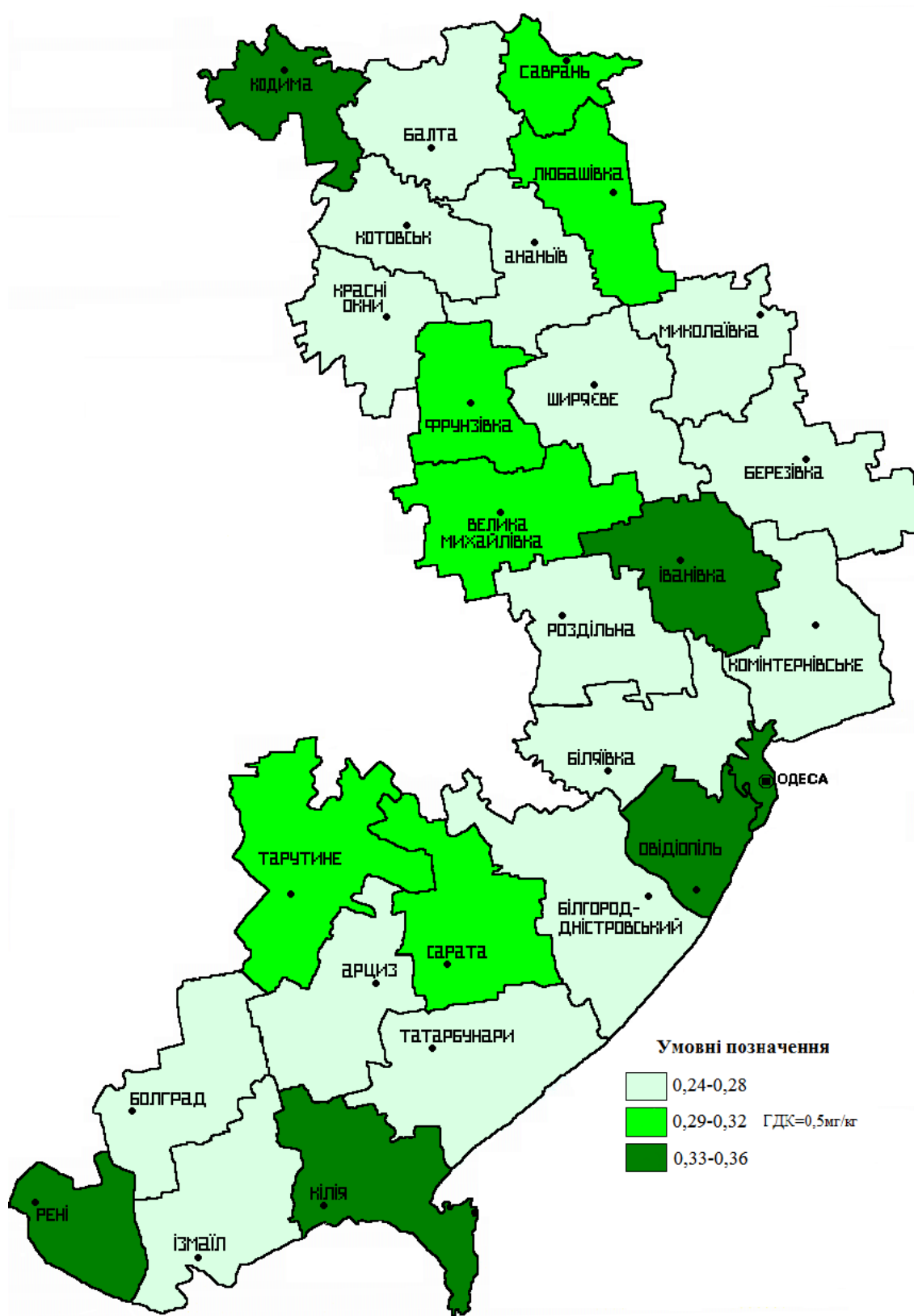


Рис. В.6.24 Карто-схема вмісту свинцю в зерні кукурудзи, мг/кг

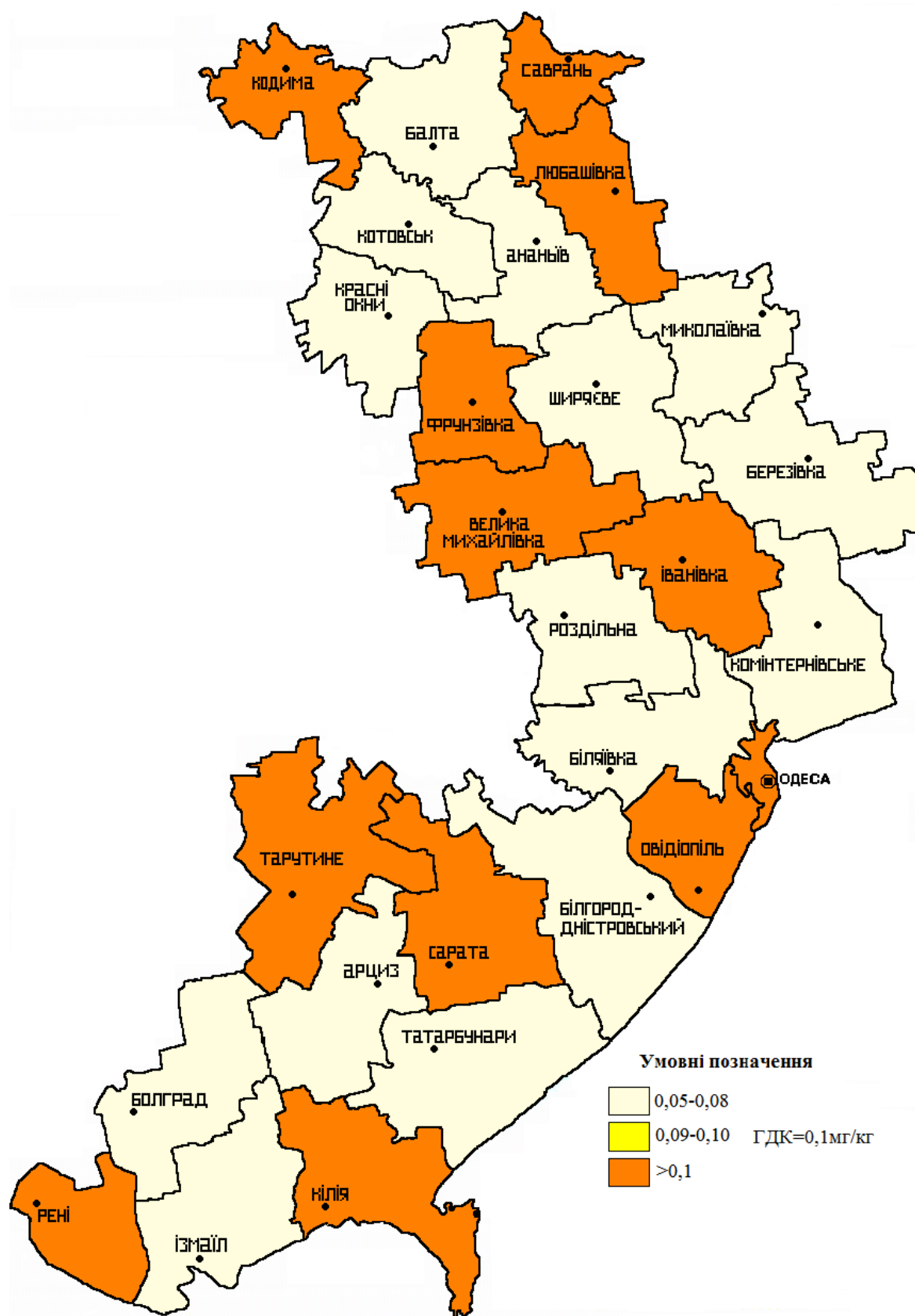


Рис. В.6.25 Вміст кадмію в зерні кукурудзи, мг/кг

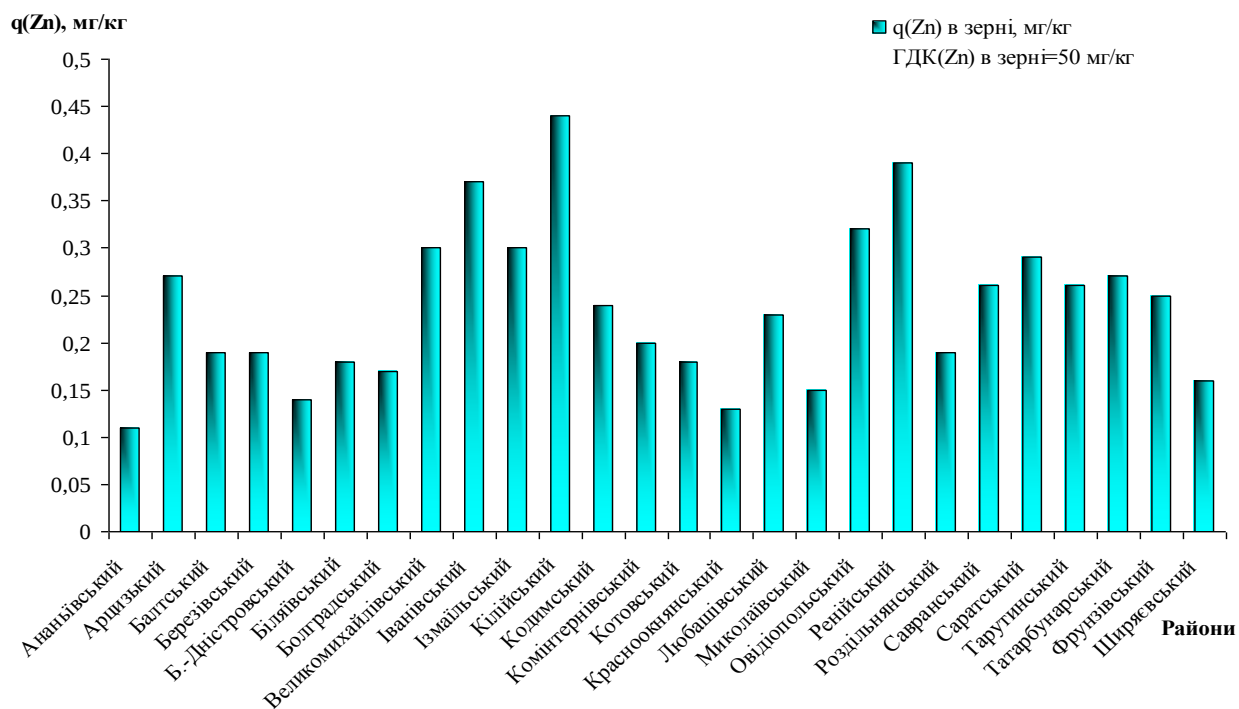


Рис. В.6.26 Динаміка вмісту цинку в зерні кукурудзи в розрізі районів
Одеської області

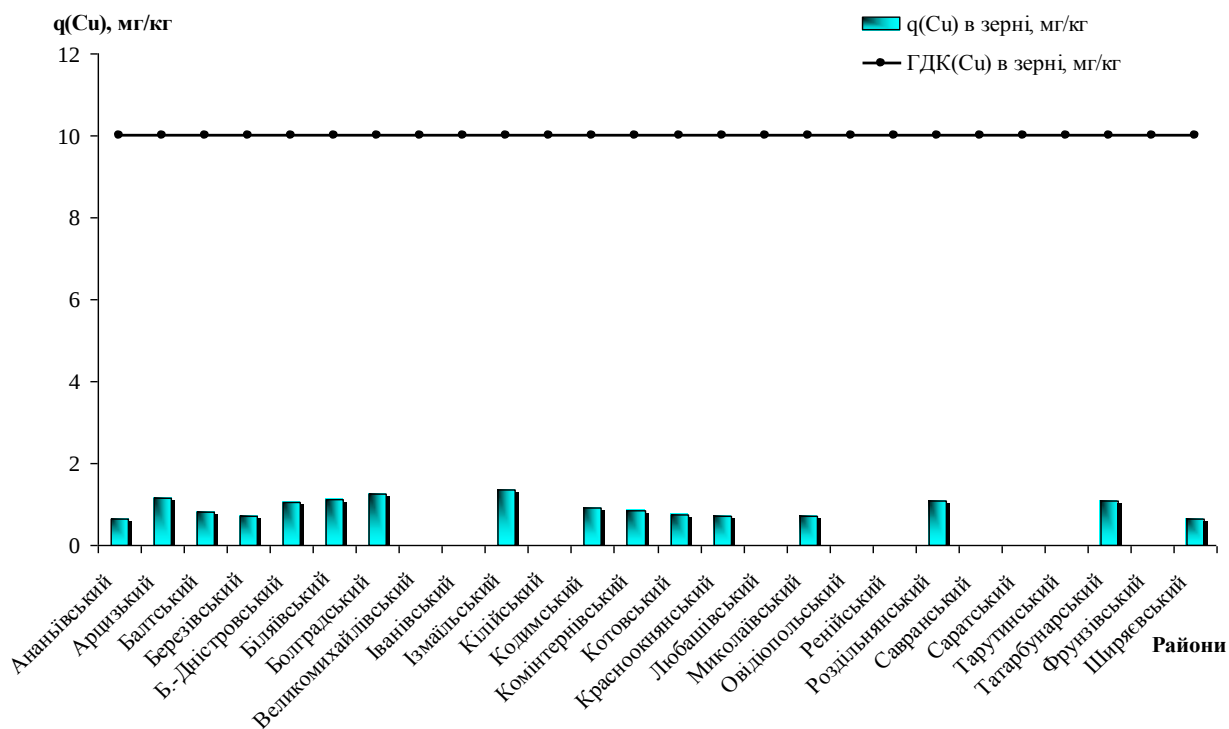


Рис. В.6.27 Динаміка вмісту міді в зерні кукурудзи в розрізі районів
Одеської області

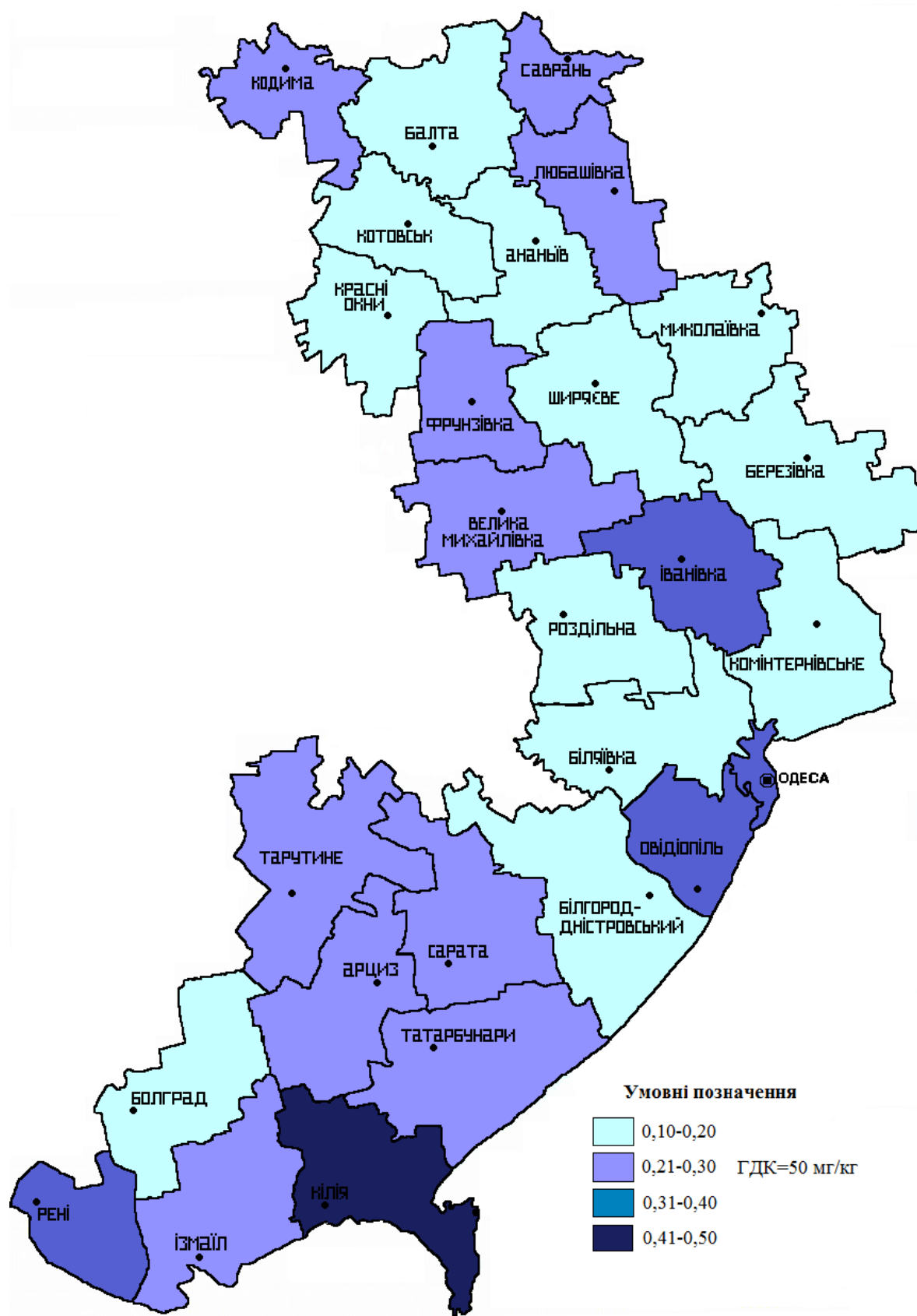


Рис. В.6.28 Карто-схема вмісту цинку в зерні кукурудзи, мг/кг

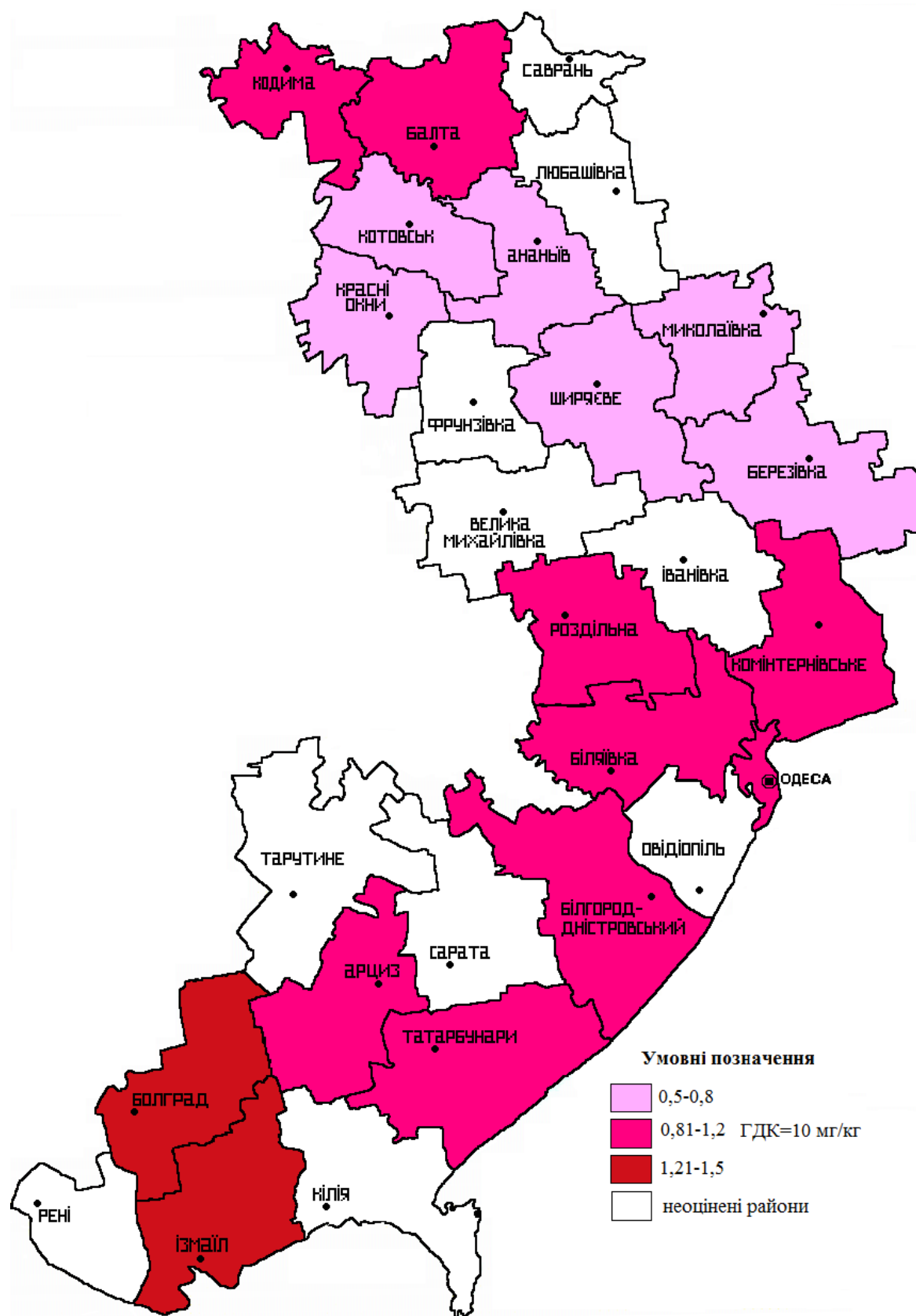


Рис. В.6.29 Карто-схема вмісту міді в зерні кукурудзи, мг/кг