

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Біологічні і екологічні основи формування продуктивності
агроекосистеми»

за темою: «Визначення агроекологічних категорій врожаїв»

для студентів денної та заочної форм навчання

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять з дисципліни

«Біологічні і екологічні основи формування продуктивності
агроекосистеми»

за темою: «Визначення агроекологічних категорій врожаїв»

для студентів денної та заочної форм навчання

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
Протокол № 9
від « 24 » травня 2022р.

Одеса – 2022

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Біологічні і екологічні основи формування продуктивності агроєкосистеми» за темою: «Визначення агроєкологічних категорій врожаїв» для студентів I року денної та заочної форм навчання за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти магістрів / Божко Л.Ю. канд. геогр. наук., доц., Барсукова О.А., канд. геогр. наук., доц., Одеса, ОДЕКУ, 2022, 25 стор.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	5
1 Теоретична частина.....	6
1.1 Модель формування урожаю різного агроекологічного рівня.....	6
1.2 Блок вхідної інформації.....	7
1.3 Блок показників сонячної радіації і волого - температурного режиму.....	8
1.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин.....	9
1.5. Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням.....	11
1.6 Блок агроекологічних категорій врожайності.....	13
1.7 Блок узагальнених оцінкових характеристик.....	16
2 Практична частина.....	18
Список літератури.....	23

ВСТУП

Обсяг сільськогосподарського виробництва, якість врожаїв сільськогосподарських культур залежить від біологічних особливостей рослин, родючості ґрунтів, кількості сонячного світла, тепла та вологи, від рівня культури землеробства, ґрунтово–кліматичних умов та екстремальних атмосферних явищ.

За даними наукових досліджень лише третина території України знаходиться в зоні гарантованих врожаїв. На решті території посушливі умови весняно-літнього періоду, несприятливі умови перезимівлі та перезволоження ґрунту, заморозки, сильні зливи та град зменшують врожаї на 30 – 40 %. Значна втрата родючих земель від вітрової та ґрунтової ерозії зменшує посівні площі. Тому фахівцям сільськогосподарського виробництва необхідно вміти ефективно використовувати ресурси клімату і погоди для підвищення продуктивності сільського господарства. Для цього необхідно знати фізичні основи явищ і процесів, що відбуваються в приземному шарі атмосфери та їх вплив на об'єкти і процеси сільськогосподарського виробництва.

Методичні вказівки передбачають виконання практичних робіт та закріплення знань за темою: Визначення агроекологічних категорій врожаїв.

Мета методичних вказівок – навчити студентів розраховувати агроекологічні рівні врожаїв та визначати головні чинники, які мають вирішальний вплив на їх формування.

Виконання практичних завдань сприяє закріпленню теоретичних знань та надає студентам можливість набути практичні навички у виконанні розрахунків.

Після вивчення цих тем студенти повинні **знати**:

- вплив агрометеорологічних умов на продуктивність рослин під час їх дії в різні періоди їх розвитку;
- методи розрахунку агрометеорологічних показників формування агроекологічних рівнів урожаю;

Після виконання завдань студенти повинні **вміти**:

- виконувати розрахунки агрометеорологічних показників, які відіграють провідну роль у формування врожаїв;
- розраховувати агроекологічні рівні врожаїв за допомогою математичних моделей;
- виконувати технічний та критичний контроль отриманих результатів, складати оглядові тексти.

Під час самостійної роботи студенти повинні ознайомитись з теоретичною частиною за темою занять. На практичних заняттях виконати розрахунки за даними представлених викладачем матеріалів, самостійно проаналізувати розрахунки і скласти текст.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Модель формування урожаю різного агроекологічного рівня

Згідно з першим принципом – максимальної продуктивності – рослини та фітоценози в природних умовах мають максимальну в існуючих умовах продуктивність, а також максимальний коефіцієнт корисної дії (ККД) використання фотосинтетичний активної радіації (ФАР). Згідно з другим принципом – відповідні умови – максимальна продуктивність і висока врожайність забезпечуються шляхом створення умов, які задовольняють потреби рослин. Принцип відповідності умов реалізується антропогенним впливом [2, 3]:

- 1) зміна умов навколишнього середовища відповідно до потреб сільськогосподарських культур реалізується шляхом використання відповідних агротехнічних заходів;
- 2) досягнення кращої відповідності біологічних властивостей рослин умовам навколишнього середовища за допомогою селекції;
- 3) розміщення сільськогосподарських культур, їх окремих сортів та гібридів відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та з урахуванням мікрокліматичних особливостей території;
- 4) цілеспрямований і обґрунтований захист рослин від хвороб і шкідників.

Запропонована Тоомінгом Х.Г. система еталонних урожаїв дозволяє значно глибше підходити до вирішення питань оцінки відповідності кліматичних ресурсів біологічним вимогам різних сільськогосподарських культур. Цей принцип знайшов широке використання [8].

На основі концепції максимальної продуктивності Тоомінга Х. Р. [8] і результатів моделювання формування врожаю, отриманих в роботах А.М. Польового [4], була розроблена модель оцінки агрокліматичних умов формування урожаю овочевих культур, яка призначена для оцінки продуктивності клімату України. Для більш детальної оцінки агрокліматичних умов за крок моделі взято декаду [7].

Модель має блокову структуру і містить шість блоків (рис. 1.1):

- блок вхідної інформації; блок показників сонячної радіації і волого – температурного режиму; блок функції впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин; блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням; блок агроекологічних категорій врожайності; блок узагальнених оцінкових характеристик.

1.2 Блок вхідної інформації

Цей блок вміщує дані стандартних метеорологічних і агрометеорологічних спостережень та включає всі необхідні для виконання розрахунків характеристики. Вони діляться на дві групи:

- перша група: середня за декаду температура повітря, °С; сума опадів за декаду, мм; середня за декаду загальна хмарність, бал; середня за декаду відносна вологість повітря, %; кількість днів у розрахунковій декаді;



Рис. 1.1 – Блок – схема базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів

- друга група: відомості про внесення доз азотних, фосфорних і калійних добрив, кг/га; дані про оптимальні дози цих добрив, кг/га; дані про внесення органічних добрив і їх оптимальну дозу, т/га; про рік внесення органічних добрив; бали ґрунтового бонітету.

1.3 Блок показників сонячної радіації і волого - температурного режиму

Для розрахунку інтенсивної сумарної сонячної радіації використовується формула Берлянд Т.Г. [7]

$$Q_0^j = Q_{\max}^j \cdot (1 - 0.38 \cdot (1 + N) \cdot N), \quad (1.1)$$

де Q_0^j - сумарна сонячна радіація, що надходить на горизонтальну поверхню, кал/(см²·д);

Q_{\max}^j - максимально можлива сумарна сонячна радіація, кал/(см²·д);

N - середня за декаду загальна хмарність;

j - номер розрахункової декади.

Для розрахунку випаровуваності (E_0) була використана формула Алпатьєва А. М. [1]

$$E_0^j = 0.65 \cdot \Delta W W^j \cdot dv^j \cdot 0.75, \quad (1.2)$$

де $\Delta W W$ - середній за декаду дефіцит насичення повітря;

dv - кількість днів в розрахунковій декаді.

Сумарне випаровування визначається за формулою С.І. Харченко [6]

$$E^j = \frac{2W^j + O_s^j + P_{\text{нор}}^j}{1 + \frac{1W_{\text{HB}}}{E_0^j}}, \quad (1.3)$$

де E - сумарне випаровування, мм;

$P_{\text{нор}}$ - норма вегетаційних поливів, м³/га;

W_{HB} - найменша вологомісткість в шарі ґрунту 0-100см, мм;

O_s - сума опадів за декаду, мм;

W - запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см.

За допомогою співвідношення розраховується інфільтрація в нижні шари ґрунту:

$$F_{\text{ilt}}^j = W^j + O_s^j + P_{\text{нор}}^j - E^j - W_{\text{HB}}, \quad (1.4)$$

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

Розрахунок запасів продуктивної вологи виконується за рівнянням водного балансу

$$W^{j+1} = W^j + O_s^j + P_{nor}^j - E^j - F_{ilt}^j, \quad (1.5)$$

1.4 Блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних чинників на продуктивний процес рослин

В основі продуктивного процесу рослин лежить фотосинтез. Його інтенсивність обумовлюється фазою розвитку рослин і умовами навколишнього середовища.

Для розрахунку онтогенетичної кривої фотосинтезу скористаємося формулою

$$\alpha_\phi^j = \exp \left[-a_\phi \cdot \left(\frac{TS_2 - \sum t_1}{10} \right)^2 \right], \quad (1.6)$$

в якій величина α_ϕ визначається з виразу

$$\alpha_\phi = \frac{-100(1n)\alpha_\phi^0}{(\sum t_1)^2}, \quad (1.7)$$

де α_ϕ – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;

α_ϕ^0 – початок онтогенетичної кривої фотосинтезу, відн. од.;

$\sum t_1$ – сума ефективних температур від висаджування розсади в ґрунт, за якої спостерігається максимальна інтенсивність фотосинтезу рослин °С;

TS_2 – сума ефективних температур, °С.

Функція впливу температури повітря на продуктивний процес визначається за допомогою такої процедури. Температурна крива фотосинтезу визначається з формули

$$\Psi_\phi = \begin{cases} 1.37 \cdot \sin(0.077 \cdot x_1^j), \text{ ідè } (t^j - t_0) < t_{opt1}^j \\ 1, \text{ ідè } t_{opt1}^j \leq (t^j - t_0) \leq t_{opt2}^j \\ 1.13 \cdot \cos(1.570 \cdot x_2^j), \text{ ідè } (t^j - t_0) > t_{opt2}^j \end{cases}, \quad (1.8)$$

де Ψ_ϕ – температурна крива фотосинтезу;

t – середня за декаду температура повітря;

t_0 – середня за декаду температура повітря, при якій починається фотосинтез;

t_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу;

t_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу.

$$x_1^j = (t_x^j - t_0) / (t_{opt1}^j - t_0), \quad (1.9)$$

$$x_2^j = (t_x^j - t_{opt2}^j) / (t_{max} - t_{opt2}^j), \quad (1.10)$$

де t_{max} – середня за декаду температура повітря, при якій припиняється фотосинтез;

t_x – температура повітря.

Значення нижньої і верхньої меж температурного оптимуму для фотосинтезу визначаються з формул

$$t_{opt1}^j = 15.40 + 20.93x_3^j - 20.09(x_3^j)^2, \quad (1.11)$$

$$t_{opt2}^j = 18.49 + 18.53x_3^j - 17.52(x_3^j)^2, \quad (1.12)$$

$$x_3^j = \frac{t^j}{\sum t_{req}}, \quad (1.13)$$

де $\sum t_{req}$ – сума температур, необхідна для дозрівання рослин.

Функція впливу температури повітря на фотосинтез Ψ змінюється від 0 до 1.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез (γ_ϕ) визначається за формулою

$$\gamma_\phi = \begin{cases} -1.163 \cdot (x_3^j)^2 + 2.187 \cdot x_3^j, \\ \text{при } W^j < W_{opt1}^j, 1, \text{ при } W_{opt1}^j \leq W^j \leq W_{opt2}^j, \\ -0.654 + 3.824 \cdot x_4^j - 2.633 \cdot (x_4^j)^2 + 0.467 \cdot (x_4^j)^3, \\ \text{при } W^j > W_{opt2}^j \end{cases} \quad (1.14)$$

де W^j – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту;

W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів вологи;

W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів вологи.

$$x_3^j = W^j / W_{opt1}^j, \quad (1.15)$$

$$x_4^j = W^j / W_{opt2}^j. \quad (1.16)$$

Функція впливу вологозабезпеченості посівів визначається як поєднання двох функцій. Враховувалася функція впливу вологості ґрунту на продуктивність рослин і відношення сумарного випаровування посівів до випаровуваності

$$FM = \left(\gamma_{\delta}^j \cdot \frac{E^j}{E_0} \right)^{0.5}, \quad (1.17)$$

де FM – відносна вологозабезпеченість посівів.

1.5. Блок родючості ґрунту і забезпеченості рослин мінеральним живленням

Родючість ґрунту характеризується наявністю в ньому гумусу, яка залежить від міри впливу ерозії ґрунту

$$G_{um} = k_{er}^G \cdot G_{um}, \quad (1.18)$$

$$F_{G_{um}} = \frac{G_{um}}{G_{um_{opt}}}, \quad (1.19)$$

де G_{um} – наявність гумусу в ґрунті %;

G_{um} – наявність гумусу в ґрунті на схилах, з урахуванням ерозії %;

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

$G_{um_{opt}}$ – оптимальна для культури кількість гумусу в ґрунті, %.

Функція впливу наявності гумусу в ґрунті визначається аналогічно за формулою, запропонованою в [2] для розрахунку забезпеченості елементами мінерального живлення

$$FM_{G_{um}} = (F_{G_{um}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{G_{um}})] \quad , \quad (1.20)$$

де $FW_{G_{um}}$ – функція впливу наявності гумусу в ґрунті на формування урожаю, змінюється від 0 до 1.

Значення функцій оптимального азотного, фосфорного і калійного живлення розраховується за методом Образцова А. С. [7] з деякими модифікаціями

$$F_N = \frac{N_m}{N_{opt}} \quad , \quad (1.21)$$

$$FM_N^j = \left\{ (F_N)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_N)] \right\} \cdot k_{ef}^j \quad , \quad (1.22)$$

$$F_p = \frac{P_m}{P_{opt}} \quad , \quad (1.23)$$

$$FM_p^j = \left\{ (F_p)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_p)] \right\} \cdot k_{ef}^j \quad , \quad (1.24)$$

$$F_K = \frac{K_m}{K_{opt}}, \quad (1.25)$$

$$FM_K^j = \left\{ (F_K)^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_K)] \right\} \cdot k_{ef}^j, \quad (1.26)$$

де, P_m, K_m – доза мінеральних (азотних, фосфорних і калійних) добрив, що вносяться, кг/га;

N_{opt}, K_{opt} – оптимальна доза азотних, фосфорних і калійних добрив, необхідна для отримання максимального урожаю, кг/га;

FM_N, FM_K – функція впливу забезпеченості азотом, фосфором і калієм, відн. од., змінюється від 0 до 1.

Далі враховується вплив режиму зволоження ґрунту на ефективність добрив

$$k_{ef}^j = \begin{cases} 1, \text{при } W^j / W_{opt1}^j \geq 0.85 \\ 0.8, \text{при } 0.70 < W^j / W_{opt1}^j < 0.85 \\ 0.6, \text{при } W^j / W_{opt}^j \leq 0.70 \end{cases}, \quad (1.27)$$

де k_{ef}^j – коефіцієнт ефективності добрив залежно від вологості ґрунту, відн.од.

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

$$F_{O_{rg}} = \frac{O_{rg}}{O_{rg_{opt}}}, \quad (1.28)$$

$$FW_{O_{rg}}^j = \left\{ (F_{O_{rg}})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - F_{O_{rg}})] \right\} \cdot k_{ef}^j \cdot k_{O_{rg}}^g, \quad (1.29)$$

де $FW_{O_{rg}}$ – функція впливу внесення органічних добрив на урожай, відн.од.; $FW_{O_{rg}}$ змінюється від 0 до 1.

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

O_{rg} – оптимальна для культури доза внесення органічних добрив, т/га;

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

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

$$FW_{ef}^j = \min \{ FW_{O_{rg}}^j, FN_N^j, FW_P^j FW_K^j \}, \quad (1.30)$$

де FW_{ef}^j – функція впливу ефективної родючості на урожай, відн.од., змінюється від 0 до 1.

1.6 Блок агроекологічних категорій врожайності

О.О. Ничипорович встановив, що згідно з першим принципом максимальної продуктивності фітоценози в природних умовах дають максимальну продуктивність та максимальний коефіцієнт корисної дії. Згідно з принципом максимальної продуктивності Тоомінгом Х.Г. запропонована система еталонних урожаїв, яка дозволяє глибше підходити до питань оцінки умов формування продуктивності агрофітоценозів.

Приріст потенційної врожайності за декаду визначається залежно від інтенсивності ΦAP і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації [5]

$$\frac{\Delta PV^j}{\Delta t} = \alpha_\phi^j \frac{\eta \cdot Q_{\Phi AP}^j \cdot dv^j}{q}, \quad (1.31)$$

де $\frac{\Delta PV^j}{\Delta t}$ – приріст потенційної врожайності за декаду;

α_ϕ – онтогенетична крива фотосинтезу;

η – ККД посівів;

$Q_{\Phi AP}$ – інтенсивність ΦAP ;

dv – кількість днів в розрахунковій декаді;

q – калорійність;

j – номер розрахункової декади.

Середня калорійність сухої біомаси різних видів змінюється в межах 16.7 – 20.5 кДж/г. Калорійність змінюється в онтогенезі і для окремих органів рослин вона різна.

Приріст метеорологічно можливої врожайності є приростом потенційної врожайності, який обмежується впливом режимів зволоження та температури.:

$$\frac{\Delta MMB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПВ^j}{\Delta t} \cdot FTW2, \quad (1.32)$$

де $\frac{\Delta MMB^j}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно можливої врожайності;

$FTW2$ – узагальнена функція впливу температурного режиму та режиму зволоження з корекцією на поєднання різних екстремальних умов.

Ця функція визначається за принципом Лібіха з урахуванням впливу температури повітря і умов зволоження на продуктивний процес.

Формування дійсно можливої врожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMB^j}{\Delta t} \cdot B_{III} \cdot F_{G_{um}}, \quad (1.33)$$

де $\frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої врожайності;

B_{III} – бал ґрунтового бонітету.

Рівень господарської врожайності обмежується реальним рівнем культури землеробства і ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t} \cdot k_{земл} \cdot FW_{ef}^j, \quad (1.34)$$

де $\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t}$ – приріст врожайності у виробництві;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності;

FW_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив залежно від умов забезпечення вологою декад вегетації. Визначається шляхом перемноження функції впливу вологості ґрунту на ефективність внесення добрив на функцію забезпечення посівів органічними та мінеральними добривами.

Важливим показником продуктивності посівів сільськогосподарських культур вважається коефіцієнт господарської ефективності урожаю, який відображає відношення кількості сухої фітомаси господарської частки урожаю (зерно, бульби, качани, плоди і т.д.) до маси загальної сухої фітомаси. Коефіцієнт господарської ефективності залежить від сорту сільськогосподарських культур та агрометеорологічних умов. За допомогою коефіцієнта господарської ефективності розраховуються агроекологічні категорії урожаю плодів при їх стандартній вологості

$$ПВ_{зерна} = ПВ \cdot K_{зочн} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (1.35)$$

$$ММВ_{зерна} = ММВ K_{зочн} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (1.36)$$

$$ДМВзерна = ММВ K_{госп} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (1.37)$$

$$УВзерна = УВ \cdot K_{госп} \cdot 1.14 \cdot 0.1, \quad (1.38)$$

Для однієї і тієї ж культури коефіцієнт господарської ефективності може бути різним. При високій загальній продуктивності фотосинтезу і високому прирості загальної сухої фітомаси зниження $K_{земл}$ обумовлено погіршенням умов ΦAP в середині посіву при інтенсивному розвитку вегетативної маси рослин, великої висоти рослин і недостатні забезпеченості рослин поживними речовинами при високій вологості ґрунту [78].

Мінеральні елементи при подрібненому і диференціальному вживанні підвищують $K_{земл}$ і якість урожаю [8]. Сумісне внесення азоту і фосфору, посилене фосфорне живлення, а також бор і марганець сприяють підвищенню, тоді як посилене азотне живлення і мідь знижують $K_{земл}$ окремих культур. Аналіз дослідів з різними культурами дозволив зробити деякі узагальнюючі висновки:

1. В ході селекції врожай як загальної сухої фітомаси, так і зерна поступово підвищується, при цьому спостерігається тенденція до зростання $K_{земл}$;

2. Показник $K_{земл}$ зменшується при дуже низькому та досить високому накопиченню фітомаси, але при певній середній величині фітомаси він досягає найбільшого значення.

Таким чином, високий рівень накопичення загальної фітомаси, з одного боку, є базою для створення високого врожаю плодів, з іншого – часто веде до зниження коефіцієнта господарської ефективності посівів $K_{земл}$. Отже, рівень господарсько цінної частки врожаю не завжди пропорційний значенню $KKД$, розрахованому по загальній сухій фітомасі. Тому разом з $KKД$ посіву, розрахованим по загальній сухій фітомасі, можна розраховувати окремо $KKД$ господарсько цінної частки врожаю за вегетаційний період:

$$\eta_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}, \quad (1.39)$$

де $m_{хоз}$ – суха фітомаса господарсько цінної частки врожаю;

q – калорійність урожаю;

$\sum Q_{\phi}$ – сума ΦAP за вегетаційний період.

Таким чином, $\eta_{хоз}$ – це частка ΦAP , яка накопичилась протягом вегетаційного періоду у фітомасі господарсько цінних органів рослин. $KKД$, розрахований за загальною сухою фітомасою і

$\eta_{хоз} = \frac{qm_{хоз}}{\sum Q_{\phi}}$ пов'язані співвідношенням:

$$\eta_{xoz} = \eta K_{xoz}. \quad (1.40)$$

Отже, щоб забезпечити високі значення *ККД* господарсько цінній частці врожаю, розведення нових сортів і всі агротехнічні прийоми повинні бути спрямовані на забезпечення високого показника $K_{земл}$ при високому значенні *ККД* загальної фітомаси посіву.

Величина, яка показує частку плодів у загальній масі врожаю, знаходиться в залежності від розмірів загальної біомаси рослин, з урахуванням впливу температури повітря періоду вегетації на рівень цієї величини:

$$K_{\delta i \zeta} = \left[-0.43 + 6.702 \cdot 10^{-4} \cdot \dot{I}_{\hat{a} \hat{u}} - 4.171 \cdot 10^{-7} (\dot{I}_{\hat{a} \hat{u}})^2 + 8.889 \cdot 10^{-11} \cdot (\dot{I}_{\hat{a} \hat{u}})^3 \right] \cdot t_{K_{\delta i \zeta}}, \quad (1.41)$$

$$t_{K_{xoz}} = -4.648 + 0.536 \cdot \overline{t_{B.П.}} - 0.13(\overline{t_{B.П.}})^2, \quad (1.42)$$

де $t_{K_{xoz}}$ – функція впливу температури повітря на рівень ;

$\overline{t_{B.П.}}$ – середня за період вегетації температура повітря.

Формули (1.31 – 1.42) дозволяють визначити різні агроекологічні категорії врожайності різних культур

1.7 Блок узагальнених оцінкових характеристик

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності (*ПВ*, *ММВ*, *ДМВ*, *УВ*), а також їх співвідношень і відмінностей дозволяє оцінювати природні і антропогенні ресурси сільського господарства, а також ефективність господарського використання цих ресурсів.

Для цього існують п'ять узагальнених характеристик:

1. Ступінь сприятливості метеорологічних умов обробітку культури характеризує співвідношення *ММВ* і *ПВ*

2.

$$K_m = \text{ММВ/ПВ}, \quad (1.43)$$

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

$$K_{п} = \text{ДМВ/ММВ}, \quad (1.44)$$

де $K_{п}$ – коефіцієнт сприятливості ґрунтових умов, відн. од.

$$K_{ap} = \text{УВ/ММВ}, \quad (1.45)$$

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

$$K_{земл} = UB/ДМВ , \quad (1.46)$$

де $K_{земл}$ – коефіцієнт ефективності використання фактичних агрометеорологічних і ґрунтових умов, характеризує рівень культури землеробства, відн. од.

$$K_{агро} = UB/ПВ , \quad (1.47)$$

де $K_{агро}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.

Підвищення рівня UB і доведення його до $ДМВ$ потребує ретельного дотримання всіх засобів агротехніки, виконання їх у цілковитій відповідності з агрометеорологічними умовами на конкретному полі. Це - першочергова задача програмування урожаїв, яка спрямована на усунення лімітуючої дії різноманітних господарських чинників. Наближення $ДМВ$ до $ММВ$ вимагає роботи щодо підвищення родючості ґрунту. Різниця між $ММВ$ і $ПВ$ компенсується за рахунок меліоративних заходів, а також як результат правильного підбору сортів і культур, які краще були пристосовані до особливостей конкретного клімату. Підвищення рівня $ПВ$ забезпечується, головним чином, шляхом селекції нових сортів, які матимуть більш високий рівень врожайності за рахунок більш ефективного використання сонячної радіації.

2 Практична частина

Приклад розрахунку. Використовуючи модель А.М. Польового для розрахунку агроекологічних категорій врожаїв різного рівня, та програму для ПЕОМ розрахувати всі агроекологічні категорії врожаїв: ПУ, ММУ, ДВУ, УВ та всі оцінки умов формування врожаїв. Для розрахунку створюється файл, який готується в такому порядку: 1 – опис географічного пункту: географічну широту пункту в градусах з десятими (Ψ);

2 - значення найменшої вологомiсткостi напiвметрового шару ґрунту ($W_{нв}$);

3 - фенологічні дані поточного року: дати настання фаз розвитку – дата сiвби ($N1$), порядковий номер мiсяця, коли настала дата сiвби ($N2$): 1- березень, 2 – квітень; кiлькiсть розрахункових декад (n) та кiлькiсть днiв у кожній розрахунковiй декадi (dv), кiлькiсть днiв вiд 21 березня до сiвби ($t_{об}$), середня за декаду температура повітря (t_s), середня за декаду кiлькiсть годин сонячного сiява (ss), запаси продуктивної вологи у шарi ґрунту 0-50 см (W_0), кiлькiсть опадiв, середнiй за декаду дефiцит насичення повітря вологою.

3 – параметри моделi для розрахунку: бiологiчний нуль культури (T_0), сума ефективних температур за перiод вегетацiї ($\sum t_{ef}$), сума ефективних температур вiд сiвби до колосiння; ($\sum t_{max1}$), сума ефективних температур вiд сiвби до цвiтiння ($\sum t_{max2}$), максимальна площа листя (LAI_{max}) iнтенсивнiсть фотосинтезу при свiтловому насиченнi (k), початковий нахил свiтлової кривої (b), найменша вологомiсткiсть метрового шару ґрунту ($W_{нв}$), оптимальна температура фотосинтезу (t_{opt}^{ϕ}).

Для розрахункiв на ПЕОМ створюється файл даних, iм'я файла «Foto 10.dat»

Вхiдна iнформацiя вводиться в програму для розрахунку в такому порядку:

- 1 рядок складається з чотирьох чисел: 1- назва пункту спостережень пишеться буквами, починаючи з другої позицiї; 2 – рiк проведення розрахункiв, пишеться двi останнi цифри року через одну позицiю пiсля назви пункту; 3 – дата розрахунку, пишеться цифрами через одну позицiю пiсля року; 4 - мiсяць розрахунку, пишеться через одну позицiю пiсля дати. (приклад запису першого рядка: Херсон 04 20.6)

- 2 рядок складається з п'яти чисел: n - кiлькiсть розрахункових декад, цiле число записується в трьох позицiях; $t_{об}$ - кiлькiсть днiв вiд 21 березня до сiвби; $N1$ - дата сiвби, цiле число в трьох позицiях; $N2$ - мiсяць сiвби, пишеться арабськими цифрами, цiле число, в трьох позицiях; Ψ - географiчна широта пункту спостережень, хвилини вираженi в частках градуса. Десятирiчне число в шести позицiях, з двома знаками пiсля коми (приклад запису другого рядка: 11 59 10 2 45.68).

- 3 рядок: $W(0)$ – масив запасів продуктивної вологи в напівметровому шарі ґрунту, число ціле, в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису третього рядка : 113.000 112.000 116.000 108.000 100.000 90.000 80.000 66.000 56.000 49.000 44.000)

- 4 рядок: t_s - масив середніх за декаду температур повітря, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису четвертого рядка: 16.9 17.5 19.1 20.9 21.1 22.9 22.4 23.2 23.4 22.5 20.8);

- 5 рядок – ss – масив кількості годин сонячного сяйва в розрахункових декадах (в середньому за один день декади), число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису п'ятого рядка:

9.1 8.5 9.0 10.1 9.9 10.5 10.1 10.3 10.3 9.9 8.7).

- 6 рядок – R – масив суми опадів в розрахункових декадах, число в шести позиціях з одним знаком після коми (приклад запису шостого рядка:

11.0 24.0 26.0 16.0 21.0 18.0 21.0 17.0 18.0 14.0 21.0)

- 7 рядок : dv – масив кількості днів в розрахункових декадах, число ціле в трьох позиціях (приклад запису сьомого рядка: 2 11 10 10 10 10 10 11 10 10 5).

- 8 рядок : d – масив дефіциту вологості повітря, число ціле в трьох позиціях (приклад запису сьомого рядка:

8.900 8.100 8.600 10.200 9.800 12.200 11.400 12.100 12.500 12.500 9.700).

- 9 рядок : K – коефіцієнт вологопотреби, число ціле в трьох позиціях (приклад запису сьомого рядка:

0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750).

- десятий рядок: інформаційний масив (масив inf) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми: (приклад запису:

183.000000 5.000000 807.000000 0.750000 1614.000000 0.033000 3.000000 0.400000 28.000000 0.800000 3.000000 28.000000 0.140000 - 3.000000 6.000000 113.000000 1.000000).

$inf(1)$ - найменша волого місткість метрового шару ґрунту (мм);

$inf(2)$ - біологічний нуль культури;

$inf(3)$ - сума ефективних температур за період вегетації, коли спостерігається мах приріст;

$inf(4)$ -початок кривої відносного приросту (αF_0)

$inf(5)$ - сума ефективних температур за період сходи – воскова стиглість;

$inf(6)$ - КПД,

$inf(7)$ - калорійність,

$inf(8)$ - $K_{хоз}$ -доля зерна в загальній масі врожаю, від.од.;

$inf(9)$ -мах господарський врожай, ц/га;

inf(10)-коефіцієнт культури землеробства, відн.од.
 inf(11)-середня декадна температура, при якій починається фотосинтез;
 inf(12)- середня декадна температура, при якій зупиняється фотосинтез;
 inf(13)- вміст вологи в зерні (в долях одиниці);
 inf(14)-поправка для підвищення нижньої границі температурного оптимумам
 inf(15)- поправка для зниження верхньої границі температурного оптимумам
 inf(16)-запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см на дату сходів
 inf(17) – коректуючи параметр.
 - одинадцятий рядок: інформаційний масив (масив udobr) містить дев'ять чисел, кожне число кодується у восьми позиціях з двома знаками після коми: *(приклад запису:*
 090.00000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000
 30.000000 40.000000 0.000000 0.880000
 udobr(1)-доза азотних добрив,
 udobr(2)-оптимальна доза азотних добрив,
 udobr(3)- доза фосфорних добрив,
 udobr(4)- оптимальна доза фосфорних добрив,
 udobr(5)- доза калійних добрив,
 udobr(6)- оптимальна доза калійних добрив,
 udobr(7)- доза органічних добрив,
 udobr(8)- оптимальна доза органічних добрив,
 udobr(9)-рік внесення органіки (0-поточний рік,1-попередній рік, 2-позапопередній рік і т.д.
 udobr(10)-бал ґрунтового бонітету (в долях від одиниці)

Приклад загального вигляду вхідної інформації:

BOLGRAD SR

Chislo raschetnix dekad, Chislo dney ot 1-go jnvarj do nachala vegetazii,

Data vsxodov, Nomer kalendarnogo mesjza, Shirota

11 59 10 2 45.68

Zapasi wlagi v sloe pochvi 0-100 sm (mm):

113.0000 112.000 116.000 108.000 100.000 090.000 080.000 066.000
 056.000 049.0000 044.000

Sredn. za dekadu tempsratura vozduxa (grad. C):

16.9 17.5 19.1 20.9 21.1 22.9 22.4 23.2 23.4 22.5 20.8

Sredn. za dekadu chislo chasov solnechn.sijnij:

9.1 8.5 9.0 10.1 9.9 10.5 10.1 10.3 10.3 9.9 8.7

Summa osadkov za dekadu (mm):

11.0 24.0 26.0 16.0 21.0 18.0 21.0 17.0 18.0 14.0 21.0

Chislo dney v raschetnoy deкаде :

2 11 10 10 10 10 10 11 10 10 5

Norma vegetazionnogo poliva (mm):

00.000 0.000 00.000 00.000 00.000 0.000 00.000 00.000 00.000
00.000 00.000

Sredn. za dekadu defizit vlagnosti vozduxa (mb):

08.900 08.100 08.600 10.200 09.800 12.200 11.400 12.100 12.500
12.500 09.700

Koeffizient vlagopotrebnosi (dolj ot naim.vlagoem.):

00.750 00.750 00.750 00.750 00.750 00.750 00.750 00.750 00.750
00.750 00.750

M A S S I V " I N F " - parametri modeli :

183.000000 05.000000 807.000000 0.75000 1614.000000 0.033000
003.000000 000.400000 028.000000 000.800000 03.000000 28.000000
0.140000 -3.000000 6.00000 113.00000 1.000000

M A S S I V " U D O B R " - vnesenie udobreniy

090.00000 120.000000 40.000000 60.000000 40.000000 60.000000
30.000000 40.000000 0.000000 0.880000

Після введення даних, виконуються розрахунки, результати розрахунків подаються у вигляді таблиць у файлі «Foto 10.res»

За даними цих таблиць побудувати графіки: 1) динаміки ПВ, ММВ, ДМВ, УВ; 2 – динаміки інтенсивності ФАР над посівом; 2 – динаміки температурних показників: Тср, ТОР1, ТОР2; 3 – динаміку сумарного випаровування і випаровуванності та їх відношення. Скласти аналіз отриманих розрахунків і графіків.

Завдання для виконання практичної роботи

Варіант 1. Розрахувати агроєкологічні категорії врожаїв різного рівня для ярого ячменю на ст. Кіровоград

Дата сходів – 22 квітня

Дата воскової стиглості – 10 липня

Найменша волого місткість метрового шару ґрунту – 215 мм.

Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см на дату сходів – 139 мм.

	Квітень			Травень			Червень			Липень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
W ₀₋₂₀	39	35	33	28	24	19	15	14	14	13	11	9
W ₀₋₁₀₀	145	140	139	134	120	106	94	78	70	48	40	35
T	9.4	10.2	10.6	13.4	15.2	16.5	17.5	18.4	19.2	20.1	20.9	21.5
S	5,4	6,1	6,6	7,4	8,3	8,6	8,9	9,2	9,6	9,9	10,1	11,3
R	14,0	10,0	12,6	13,0	15,0	23,0	24,0	23,0	22,0	27,0	20,0	22,0
d	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0	8,0	8,0	9,0	9,0	10,0	10,0	11,0

Після отриманих результатів потрібно скласти аналіз отриманих розрахунків і графіків.

Варіант 2. Розрахувати агроекологічні категорії врожаїв різного рівня для ярого ячменю в Волинській області

Дата сходів – 27 квітня

Дата воскової стиглості – 19 липня

Найменша волого місткість метрового шару ґрунту – 200 мм.

Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см на дату сходів – 173 мм.

	Квітень			Травень			Червень			Липень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
W ₀₋₂₀	42	39	31	29	27	26	24	23	23	21	22	15
W ₀₋₁₀₀	180	178	173	167	163	153	142	134	125	114	114	105
T	9,3	10,9	11,4	13,0	14,6	15,1	16,8	17,4	17,7	19,3	19,2	20,3
S	6,5	6,8	7,3	8,9	8,7	9,3	8,7	8,3	8,2	9,4	8,7	9,0
R	8	9	10	15	20	30	24	28	27	30	32	25
d	6	6	6	6	7	6	6	8	7	7	8	7

Після отриманих результатів потрібно скласти аналіз отриманих розрахунків і графіків.

Варіант 3. Розрахувати агроекологічні категорії врожаїв різного рівня для ярого ячменю в Рівненській області

Дата сходів – 26 квітня

Дата воскової стиглості – 14 липня

Найменша волого місткість метрового шару ґрунту – 210 мм.

Запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см на дату сходів – 168 мм.

	Квітень			Травень			Червень			Липень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
W ₀₋₂₀	40	36	29	30	27	25	24	24	22	23	21	17
W ₀₋₁₀₀	180	178	168	167	163	153	142	134	125	114	114	105
T	8,8	9,5	10,3	13,1	14,5	14,6	16,5	17,1	17,3	19,0	18,6	19,5
S	6,7	7,8	7,3	8,9	8,7	9,3	8,7	8,3	8,3	9,4	8,7	9,7
R	8,6	9,1	12,0	14,0	16,0	25,0	23,0	30,0	27,0	30,0	30,0	29,0
d	4	5	5	6	6	6	7	6	6	7	7	6

Після отриманих результатів потрібно скласти аналіз отриманих розрахунків і графіків.

Контрольні питання

1. Які екологічні категорії врожаїв Ви знаєте?
2. Якими факторами обмежується величина урожаю у виробництві?
3. Що таке продуктивність рослин?
4. Яка вхідна інформація необхідна для розрахунку агроекологічних урожаїв?
5. Перелічіть назви файлів для розрахунку.
6. Який біологічний мінімум с/г культури для якої виконували розрахунки?
7. Як фази розвитку відзначаються у зернових культур?
8. Як визначається TOP1 та TOP2?

Список літератури

Основна

1. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агро екосистем. Київ : КНТ, 2007. 344 с.
2. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса: ТЕС, 2002. 400 с.
3. Електронна бібліотека ОДЕКУ www.library-odeku.16mb.com
4. Репозитарій ОДЕКУ <http://eprints.library.odeku.edu.ua/>

Додаткова

5. Алпатьев А.М. Влагообороты в природе и их преобразования. Ленинград : Гидрометеоздат, 1969. 322с.
6. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. Ленинград : Гидрометеоздат, 1983. 230с.
7. Кулик М.С. Погода и минеральные удобрения. Ленинград : Гидрометеоздат, 1966. 138с.
8. Куперман Ф.М., Ржанова Е.И. Биология развития растений. Москва : Высшая школа, 1963. 423с.
9. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва : Изд-во АН СССР, 1961. 135с.
10. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Ленинград : Гидрометеоздат, 1977. 200с.

11. Платонов В.А., Чудновский А.Ф. Моделирование агрометеорологических условий и оптимизация агротехники. Ленинград : Гидрометеоздат, 1984. 279с.
12. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Ленинград : Гидрометеоздат, 1988. 318с.
13. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Ленинград : Гидрометеоздат, 1983. 175с.
14. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса. «Екологія», 2012. 612 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

з дисципліни «Біологічні і екологічні основи формування
продуктивності агроєкосистеми»

Укладачі:

канд. геогр. наук., доц. Божко Л.Ю.,
канд. геогр. наук., доц., Барсукова О.А.

Підписано до друку . Формат .

Одеський державний екологічний університет
65016, вул. Львівська, 15
