

ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

За допомогою математичної моделі, на основі характеристики агроекологічних категорій урожайності та кількісної оцінки агрокліматичних ресурсів була виконана загальна оцінка агрокліматичних ресурсів Херсонської області для формування ярого ячменю.

Ключові слова: агроекологічні категорії урожайності, агрокліматичні ресурси, продуктивність, ярий ячмінь.

Однією із основних умов високої культури землеробства являється найбільш повне використання кліматичних ресурсів. У цьому аспекті вивчення агрокліматичних особливостей формування врожаю сільськогосподарських культур має важливе наукове та практичне значення.

Степова зона є одним з основних районів вирощування ярого ячменю. У зв'язку із зміною погодних умов урожайність ярого ячменю кожен рік коливається. Найбільш висока продуктивність культури ярого ячменю може бути досягнута при умові, якщо агрокліматичні умови вирощування будуть найбільше відповідати біологічним потребам культури [2].

Метою наших досліджень було дати оцінку агрокліматичних умов формування врожаю ярого ячменю по території Херсонської області.

Розрахунки виконувались за моделлю оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового, теоретичну основу якої складає концепція Х.Х. Тоомінга про максимальну продуктивність посівів [1; 3]. Для оцінки агроекологічних ресурсів за часовий крок взято декадний варіант моделі. Зміна величини потенційного врожаю ярого ячменю за декаду в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ΦAP) і біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації визначається з формули

$$\frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\Phi AP}^j \cdot k_{eks}^{Q^j} \cdot d\nu^j}{q}, \quad (1)$$

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; α_{Φ} – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.; η – ККД посівів, відн. од.; $Q_{\Phi AP}$ – середньодекадна за добу сума ΦAP , кал/см² добу; $k_{eks}^{Q^j}$ – коефіцієнт для перерахування середньої за декаду сумарної сонячної радіації з горизонтальної поверхні для схилів різної експозиції і крутості, відн. од.; q – калорійність.

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

$$\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (2)$$

де $\frac{\Delta MMY}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; FTW_2 – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму з корекцією на сполучення різних екстремальних умов, відн. од.

Функція впливу температури повітря на продукційний процес рослин визначається як:

$$\psi_{\Phi} = \begin{cases} 13,7 \cdot \sin(0,077 \cdot x_1^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) < T_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } T_{opt1}^j \leq (T^j - T_{\Phi}) \leq T_{opt2}^j, \\ 1,13 \cdot \cos(1,570 \cdot x_2^j) & \text{при } (T^j - T_{\Phi}) > T_{opt2}^j, \end{cases} \quad (3)$$

де ψ_{Φ} – температурна крива фотосинтезу, відн. од.; T – середньодекадна температура повітря, °С; T_{Φ} – середньодекадна температура повітря, при якій починається фотосинтез, °С; T_{opt1} – нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °С; T_{opt2} – верхня межа температурного оптимуму для фотосинтезу, °С.

$$x_1^j = (T_s^j \cdot k_{eks}^T - T_{\Phi}) / (T_{opt1}^j - T_{\Phi}), \quad (4)$$

$$x_2^j = (T_s^j \cdot k_{eks}^T - T_{opt2}^j) / (T_{max} - T_{opt2}^j), \quad (5)$$

де T_{max} – середньодекадна температура повітря, при якій припиняється фотосинтез, °С; T_s – температура повітря на горизонтальній поверхні, °С; k_{eks}^T – коефіцієнт для перерахування температури повітря на схилі.

Функція впливу вологості ґрунту на фотосинтез γ_{Φ} знаходиться як:

$$\gamma_{\Phi} = \begin{cases} -1,163 \cdot (x_3^j)^2 + 2,187 \cdot x_3^j & \text{при } W^j \cdot k_{eks}^W < W_{opt1}^j, \\ 1 & \text{при } W_{opt1}^j \leq W^j \cdot k_{eks}^W \leq W_{opt2}^j, \\ -0,654 + 3,824 \cdot x_4^j - 2,633 \cdot (x_4^j)^2 + 0,467 \cdot (x_4^j)^3 & \\ \text{при } W^j \cdot k_{eks}^W > W_{opt2}^j, \end{cases} \quad (6)$$

де W – запаси продуктивної води у метровому шарі ґрунту, мм; W_{opt1} – нижня межа оптимальних запасів води, мм; W_{opt2} – верхня межа оптимальних запасів води, мм.

Формування дійсно можливої урожайності загальної біомаси обмежується рівнем природної родючості ґрунту

$$\frac{\Delta DMU^j}{\Delta t} = \frac{\Delta MMY^j}{\Delta t} B_{nl} F_{Gum}, \quad (7)$$

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

$V_{пл}$ – бал ґрунтового бонітету, відн. од.

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

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{земл} FWM_{ef}^j, \quad (8)$$

де $\frac{\Delta УВ}{\Delta t}$ – 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.

Співвідношення агроекологічних категорій врожайності ($ПУ$, $ММУ$, $ДМУ$, $УВ$), дозволяє визначити комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів.

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

$$K_m = ММУ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (9)$$

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

2. Співвідношення урожайності у виробництві і метеорологічно можливої урожайності встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів

$$K_{акл} = УВ_{зерна} / ММУ_{зерна}, \quad (10)$$

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

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

$$K_{земл} = УВ_{зерна} / ДМУ_{зерна}, \quad (11)$$

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.

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

$$K_{аек.пот} = УВ_{зерна} / ПУ_{зерна}, \quad (12)$$

де $K_{аек.пот}$ – коефіцієнт реалізації агроекологічного потенціалу, відн. од.[1].

Як приклад розглянемо декадний хід вологотемпературного режиму та динаміку агроекологічних категорій урожайності ярого ячменю у Великоолександрівському районі Херсонської області.

Аналіз ходу декадних сум ΦAP показує, що на початку вегетації сума ΦAP складає $7,51 \text{ кДж/см}^2$. У фазу третій лист – кушіння сума ΦAP зростає до $8,32 \text{ кДж/см}^2$. Зростання декадних сум ΦAP відбувається протягом усього періоду вегетації, з величини $9,19 \text{ кДж/см}^2$ у фазу вихід в трубку до $11,2 \text{ кДж/см}^2$ у момент повної стиглості, що є максимумом для всього вегетаційного періоду.

Для динаміки приростів $ПУ$ характерно, що прирости починаються з відмітки $74 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{дек)}$. В наступній декаді вегетації відмічається різкий стрибок, де рівень приростів $ПУ$ складає $173 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{дек)}$. З цього моменту спостерігається плавне зростання приростів $ПУ$ до 208 г/м^2 декада у фазу вихід в трубку. Максимальний приріст спостерігається у період колосіння, який складає $292 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{дек)}$. Періоди колосіння – молочна стиглість – воскова стиглість характеризуються постійним зниженням приростів $ПУ$ від 274 до $261 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{дек)}$. Фаза повної стиглості для $ПУ$ характеризується падінням рівня приростів до $184 \text{ г/(м}^2 \cdot \text{дек)}$.

Розглянемо динаміку середньодекадної температури повітря протягом вегетації ярого ячменю у досліджуваному районі (рис. 1).

Нижня межа оптимальних температур для фотосинтезу починається з температури $7,04 \text{ }^\circ\text{C}$. Далі плавно зростає і на кінець вегетації температура досягає максимуму та становить $7,9 \text{ }^\circ\text{C}$.

Верхня межа оптимальних температур повітря починається з $11,02 \text{ }^\circ\text{C}$, постійно піднімається і до кінця вегетаційного періоду становить $21,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

В першій декаді вегетації середня температура повітря за декаду становить $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Впродовж усього вегетаційного періоду середня температура повітря знаходиться в інтервалі оптимальних значень. До кінця вегетації ярого ячменю вона зростає, плавно досягаючи максимального значення ($20,6 \text{ }^\circ\text{C}$).

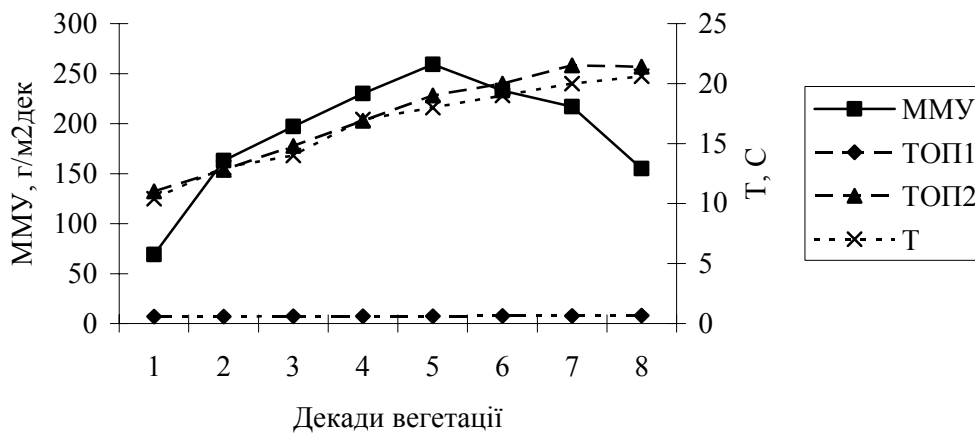


Рис. 1 – Динаміка характеристик термічного режиму та приростів $ММУ$ ярого ячменю (на прикладі Великоолександрівського району): $ТОП1$ і $ТОП2$ – нижня і верхня межа температури для фотосинтезу; T – температура повітря.

Сумарне випаровування посівів ярого ячменю на початку вегетації складає $9,6 \text{ мм}$ (рис. 2). В наступній декаді його рівень збільшується до 22 мм та продовжує плавно зростати до $23,1 \text{ мм}$ у четверту декаду вегетації, що є максимумом для всього вегетаційного періоду. Кінець вегетації ярого ячменю характеризується зниженням рівня сумарного випаровування за декаду до $17,1 \text{ мм}$.

Аналіз динаміки відношення E/E_0 показує, що на початку вегетації воно знаходиться на позначці $0,81$ відн. од. В наступній декаді відношення E/E_0 знижується до $0,75$ відн. од. Зниження рівня вологозабезпечення спостерігається до кінця

вегетаційного періоду і до настання повної стигла стиглості цей показник становить 0,4 відн.од.

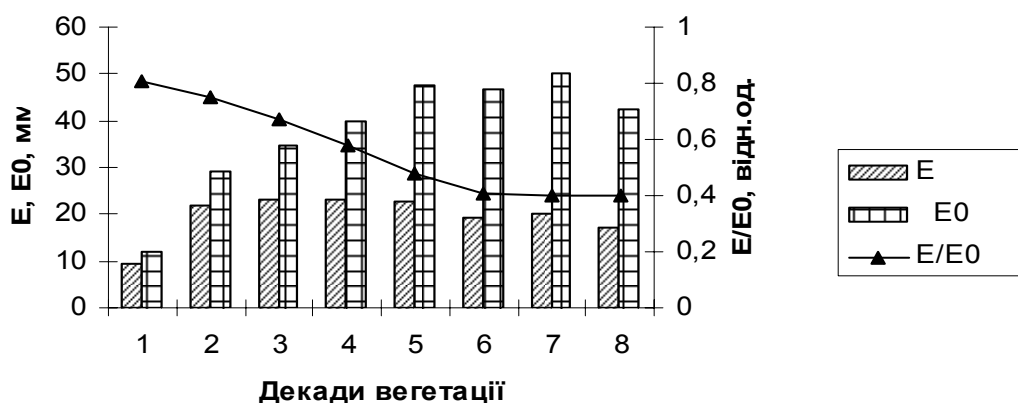


Рис. 2 – Динаміка характеристик водного режиму посівів ярого ячменю (на прикладі Великоолександрівського району): E – випаровування; E_0 – випаровуваність; E/E_0 – відносна вологозабезпеченість.

Такий вологотемпературний режим забезпечив відповідний рівень приростів $ММУ$ ярого ячменю (рис. 1). Крива приростів $ММУ$ починається з $69 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$, різко зростаючи у наступній декаді до $163 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. В період вихід в трубку рівень приростів $ММУ$ складає $197 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. Плавню зростаючи прирости $ММУ$ досягають максимального значення у період колосіння ($259 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$). За період молочна стиглість – воскова стиглість величина приростів $ММУ$ зменшується до $233 - 217 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. На кінець вегетації ярого ячменю прирости $ММУ$ мають найменше значення – $155 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$.

Прирости $ДМУ$ починаються із значення $28 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. У період третій лист – кушіння прирости $ДМУ$ різко зросли до $65 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. У період вихід в трубку – колосіння спостерігається плавне зростання величини приростів від 79 до $104 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. Це значення є максимумом. У період молочної – воскової стиглості рівень приростів $ДМУ$ знижується, досягаючи на кінець вегетації $62 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$.

Динаміка приростів $УВ$ відзначається такими особливостями. Крива ходу $УВ$ починається з $17,8 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. Різко зростає у наступній декаді до $41,8 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. Хід кривої $УВ$ дещо схожий з ходом кривої $ДМУ$. Максимум зафіксований у період колосіння $104 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. На протязі періоду молочна стиглість – воскова стиглість рівень $УВ$ знизився до $53 - 49,7 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$. До кінця вегетаційного періоду прирости $УВ$ падають до $35 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ дек})$.

Узагальнені показники ґрунтових та агрокліматичних ресурсів вирощування ярого ячменю в Херсонській області: тривалість вегетаційного періоду, сума ΦAP , сума опадів, сумарне випаровування, потреба рослин у воді, дефіцит вологи та $ГТК$ наводяться в табл. 1. З табл. 1 видно, що тривалість вегетаційного періоду ярого ячменю для усіх районів становить 74 доби.

Сума ефективних температур за вегетаційний період по досліджуваних територіях Херсонщини коливається в межах від 827 до $863 \text{ }^\circ\text{C}$.

Кількість опадів на території Херсонської області за вегетаційний період коливається від 84 до 130 мм. Найменша сума опадів характерна для Білозерського та Скадовського районів і становить $84 - 88$ мм, найбільша – становить 130 мм у Великоолександрівському районі.

Зволоження території залежить від $ГТК$ – гідротермічного коефіцієнта – показника, який враховує одночасно надходження вологи у вигляді опадів та сумарні її витрати на випаровування, а не тільки від кількості опадів. Гідротермічний коефіцієнт по досліджуваних районах Херсонської області змінюється від 1,5 до 1,0 відн.од. Найбільші значення $ГТК$ (1,5 відн.од.) характерні для північних районів (Великоолександрівського та Нижньсірогозького), у центральних та південних районах $ГТК$ має нижчі показники.

Відносна потреба ярого ячменю у воді в період вегетації коливається від 334 до 328 мм.

Сумарне випаровування за період вегетації коливається від 128 до 176 мм. Найбільше сумарне випаровування спостерігається у Великоолександрівському районі – 176 мм. Ця величина найменша у Білозерському та Скадовському районах – 128 мм.

Ступінь сприятливості кліматичних умов ($СКУ$) для ярого ячменю по території області розподілений не рівномірно. З табл. 1 видно, що найбільші значення (0,890 відн.од.) спостерігаються у північно-західних районах (Великоолександрівський, Високопольський, Нововоронцовський, Бериславський). Найнижча ступінь сприятливості кліматичних умов (0,771 – 0,796 відн.од.) у південно-східних районах (Генічеський, Новотроїцький) та в західному (Білозерському) районі. На решті території ступінь сприятливості кліматичних умов коливається в межах 0,850 – 0,811 відн.од.

Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів (C_0) для ярого ячменю по області розподілена також не рівномірно. Найбільш високий рівень C_0 у південно-західних та західних районах області (Скадовський, Білозерський, господарства Цюрупинського та Голопристанського) і коливається від 0,321 до 0,310 відн. од. У північно-східних районах (Нижньсірогозький, Великолепетиський, Горностаївський, Верхньорогачицький) використання агрокліматичних ресурсів має найнижчий рівень і становить 0,167 відн.од. На решті території області C_0 для ярого ячменю коливається в межах 0,241 – 0,294 відн.од.

Зробимо оцінку впливу агрокліматичних характеристик на категорії урожайності: $ПУ$, $ММУ$, $ДМУ$, $УВ$.

Характер розподілу потенційного урожаю ($ПУ$) ярого ячменю по території Херсонської області неоднорідний. Урожай коливається в межах 72 – 110 ц/га. Як видно з табл. 1, найбільше значення $ПУ$ (110 ц/га) ярого ячменю спостерігається у північно-східних районах області (Нижньсірогозький, Верхньорогачицький, Великолепетиський, Горностаївський). Найнижчі значення $ПУ$ у Чаплинському та Каланчацькому районах, $ПУ$ тут складає 72 ц/га.

На рис. 3 видно, що розподіл $ММУ$ по території Херсонської області також не однорідний. Найбільше значення $ММУ$ (93 ц/га) спостерігається у північно-східних районах області. Нижчі показники $ММУ$ характерні для центральних районів правобережжя, $ММУ$ складає 77 ц/га. В північно- та південно-західній частині області значення $ММУ$ коливаються в межах 66 – 69 ц/га. На решті території цей показник для ярого ячменю найнижчий і складає 60 – 64 ц/га.

Розподіл $ДМУ$ ярого ячменю по території Херсонської області більш однорідний в порівнянні з $ПУ$ та $ММУ$. Як показано в табл. 1, найбільші значення $ДМУ$ характерні для центральних районів, розташованих на піщаних аренах борової тераси Дніпра (господарства Голопристанського, Цюрупинського, Каховського районів). Значення $ДМУ$ тут складає 40 ц/га. Дещо нижчі показники $ДМУ$ (31 – 35 ц/га) спостерігаються на решті території правобережжя Херсонщини.

Таблиця 1 - Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю в Херсонській області

№ пп	Загальні показники за період вегетації	Райони						
		Білозерський	Нижньосіро- зький	Великолек- сандрівський	Каховський	Скадовський	Чаплинський	Генічеський
1	Бал родючості ґрунту, відн.од.	0,49	0,34	0,40	0,52	0,50	0,54	0,51
2	Сума ефективних температур вище 5 °С	840	830	847	860	863	827	853
3	Сума ФАР, Дж/см ² за період	4194	4219	4194	4219	4219	4219	4260
4	Тривалість вегетаційного періоду, дні	74	74	74	74	74	74	74
5	Сума опадів, мм	84	122	130	117	88	103	97
6	Потреба рослин у воді, мм	328	330	328	330	330	330	334
7	Сумарне випаровування, мм	128	163	176	159	128	151	143
8	Дефіцит вологи, мм	180	122	151	141	194	166	148
9	ГТК, відн.од.	1,0	1,5	1,5	1,4	1,0	1,2	1,1
10	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов, відн.од.	0,796	0,843	0,890	0,849	0,811	0,850	0,771
11	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн.од.	0,321	0,167	0,241	0,294	0,310	0,288	0,276
12	Оцінка рівня господарського використання метеорологічних та ґрунтових ресурсів, відн.од.	0,656	0,490	0,602	0,565	0,619	0,533	0,542
13	ПУ зерна, ц/га	76	110	78	90	82	72	83
14	ММУ зерна, ц/га	60	93	69	77	66	62	64
15	ДМУ зерна, ц/га	29	32	28	40	33	33	33
16	УВ зерна, ц/га	19	15	17	22	21	18	18

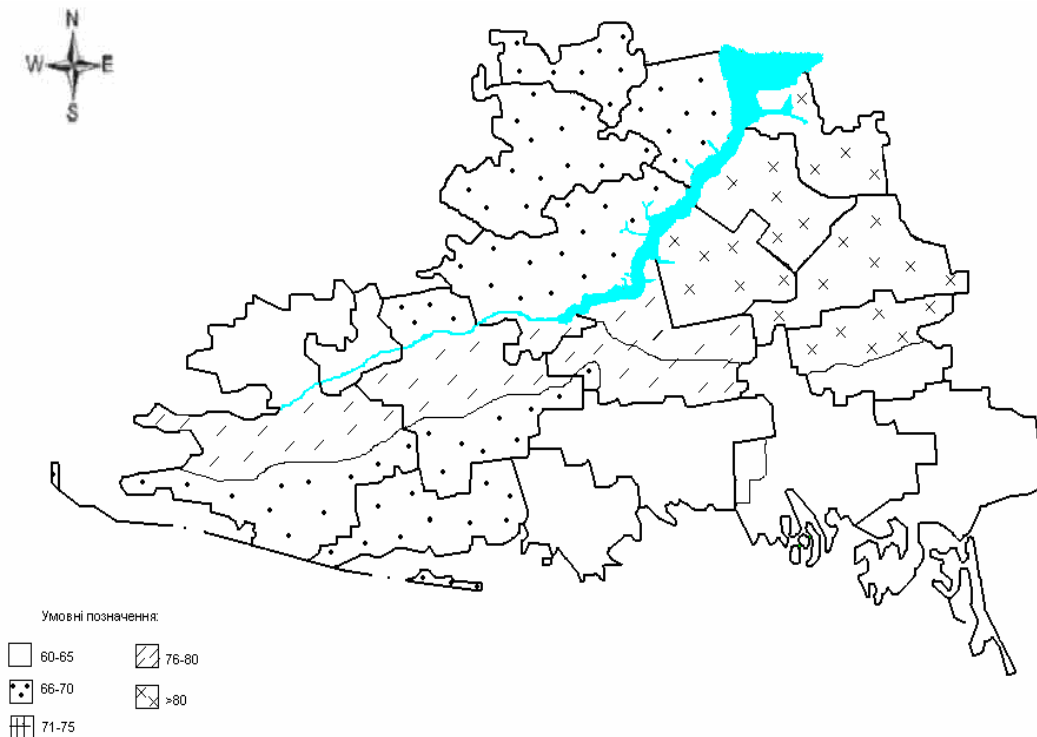


Рис. 3 - Карта-схема розподіл ММУ ярого ячменю, ц/га

По території Херсонщини розподіл *УВ* характеризується меншою різноманітністю. Можна виділити лише два райони. Значення *УВ* по області коливається від 15 до 22 ц/га. Для більшості районів області врожаї ярого ячменю коливаються в межах 15 – 20 ц/га і лише у центральних та південно-західних районах (Каховський, Цюрупинський, Голопристанський та Скадовський) цей показник вищий і складає 21 – 22 ц/га.

Таким чином, виконані розрахунки дозволили зробити оцінку природно-кліматичних ресурсів Херсонської області для формування врожаю ярого ячменю. Визначені рівні агроекологічних категорій урожайності, які характеризують ці ресурси. Отримані комплексні показники оцінки ступеня сприятливості агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю в умовах області.

Список літератури

1. А.М. Польовий. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навчальний посібник. – К.: КНТ, 2007. – 348 с.
2. Барсукова Е.А. Оценка агроклиматических условий формирования урожая ярового ячменя в Прикарпатье // Вісник Одеського державного екологічного університету: Науковий журнал/ Головний редактор Є.Д. Гопченко. – Одеса: Вид. «ТЕС», 2010. – Вип. 9. – С. 73-79
3. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 264 с.

Оценка агроклиматических ресурсов Херсонской области применительно к возделыванию ярового ячменя. Букарева С.А.

С помощью математической модели, на основе характеристики агроэкологических категорий урожайности и количественной оценки агроклиматических ресурсов была выполнена общая оценка агроклиматических ресурсов Херсонской области для формирования ярового ячменя.

Ключевые слова: агроэкологические категории урожайности, агроклиматические ресурсы, производительность, яровой ячмень.

Estimation of agroclimatic resources of the Kherson area as it applies to till of a spring barley. Bukareva S.A. By a mathematical model, on the basis of description of agroecological categories of the productivity and quantitative estimation of agroclimatic resources the general estimation of agroclimatic resources of the Kherson area was executed for forming of a spring barley.

Keywords: agroecological categories of the productivity, agroclimatic resources, productivity, spring barley.