

ЗМІНИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ТА АГРОГІДРОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ І ЗАСОБИ АДАПТАЦІЇ ДО НИХ ЗЕМЛЕРОБСТВА ПІД ВПЛИВОМ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В ЗОНАЛЬНОМУ РОЗРІЗІ


В.П.Дмитренко, І.П.Криворучко, Л.П.Однолєток



Агрокліматичні та агрогідрологічні ресурси становлять спеціалізовану частину кліматичних ресурсів, які є відновлюваними завдяки циклічному притоку сонячної радіації та річним закономірностям загальної циркуляції атмосфери. Вони формують мінливість та зміни клімату.

Таблиця 1. Зміст і структура агрокліматичних ресурсів

Термінологічні	Енергетичні	Атмосферного зволоження	Сільськогосподарська продуктивність клімату
D_0, D_5, D_{10} t_0, t_5, t_{10}	Світлові: $\Sigma Q_{\phi}/q; \tau_{\square}$ Теплові: $\Sigma T < 0; T > 0;$ $\Sigma T > 5; T > 10^{\circ}\text{C}$	R, r за періоди з різними термічними межами; $\Gamma_{TK} = \frac{10 \Sigma R}{\Sigma T_{>10}}$	Біокліматичний потенціал: $\text{БКП} = k(R) \frac{\Sigma T_{>10}}{\Sigma T_{>10}}$ Плодотворність клімату: $C = S(T, R) \prod_k \left(1 - \frac{S_{II}}{S} \right) \gamma_k$

- 
- Агрокліматичні і агрогідрологічні ресурси відображаються середніми багаторічними значеннями показників, типами та параметрами їх розподілу, ознаками забезпеченості на різних рівнях. Вони змінюються і коливаються у просторі ґрунтово-кліматичних зон і часі протягом вегетаційного циклу в міжвікових (>50 років) і внутрівікових (<30 років) інтервалах за особливостями зміни і коливань кліматичних ресурсів з урахуванням спеціалізованих рівнів.

Таблиця 2. Особливості зміни термінологічних ресурсів

Періоди	Початок	Закінчення	Тривалість	Оцінка істотності розбіжності t_{ϕ}
Холодний	Пізніше (1) 11-42 дні (2) Знакозмінний -11-9 днів	Раніше (1) - 35-12 днів (2) -9-3 дні	Коротший (1) -4-29 днів (2) -16-4 дні	0,39-1,63
Теплий	Раніше (1) -4-7 днів (2) -4-9 днів	Пізніше (1) 4-39 днів (2) Знакозмінний -11-9 днів	Довший (1) 7-15 днів (2) 0-6 днів	0,06-1,06
Вегетаційний	Раніше (1) -4-7 днів (2) -2-5 днів	Пізніше (1) 2-22 дні (2) 0-3 дні	Довший (1) 7-15 днів (2) 0-6 днів	0,06-1,06
Активної вегетації	Раніше (1) -6-0 днів (2) -5-2дні	Пізніше (1) -1-8 днів (2) -1-21 дні	Довший (1) 1-8 днів (2) 0-7 днів	

Таблиця 3. Особливості кліматичної зміни теплових ресурсів і зволоження

Періоди	Теплові ресурси $\Sigma T^{\circ}\text{C}$ за інтервали		Кількість опадів, мм за (2)	ГТК за інтервали		Запаси продуктивної вологи, мм в шарі ґрунту 0-100 см	
	(1')	(2)		(1*)	(2)	восени	влітку
Теплий	74-201	176-116	26-51-10			24-65	14-...-1
Вегетаційний	3-132	142-83	14-39-52				
Активної вегетації	-145...-3	212-100	5-33(-22)	0,26-0,14 (0,33)	-0,10-0,15		
t_{ϕ}	$0,008 < t_{\phi} < 0,499$		$0 < t_{\phi} < 1,41$	$0,05 < t_{\phi} < 0,72$		$0,0013 < t_{\phi} < 0,04$	

Агрокліматичне районування за розподілом ГТК в Україні за період 1961-1990рр.



Агрокліматичне районування за розподілом ГТК в Україні за період 1991-2007рр.



Зміни клімату є узагальненим відображенням закономірностей та несистемних випадкових коливань погодних умов протягом року за відповідний багаторічний інтервал часу. Останні відображаються середніми квадратичними відхиленнями або коефіцієнтами варіації.

■ Таблиця 4. Міжрічні коливання показників

Показники	СКВ	Зміна за період
Середня місячна температура повітря	1,1-4,3	-1,2-3,9
Сума температур <0°C	101-218	25-145
Сума температур >0°C	160-262	116-176
>5°C	174-230	83-142
>10°C	159-225	100-212
Кількість опадів, мм середня місячна	Коефіцієнт варіації, % 17-43	-16-27
За холодний період	35-118	-23-30-9
Теплий період	15-33	26-51-10
Вегетаційний період	19-40	14-39-52
За період активної вегетації	17-42	5-33(-22)

Відзначені коливання формують тепловий режим і режим вологозабезпечення потреб польових культур та змісту технологічних процесів їх вирощування. Тому провідним завданням повинно стати застосування типів агрометеорологічних стратегій адаптації землеробства за схемою:

$$Opt(Y) = Q[extrF(x - x_0)] \quad (1)$$

Opt - алгоритм оптимального рішення щодо системи Y_j ; Q - критерій оптимізації системи Y ; $Q = \max y/Y$; *extr* – процедура екстремізації; $F(x-x_0)$ – модель впливу $(x-x_0)$ на критерій оптимізації Q ; $Q_{n,i} = \eta(x_i)_i [F(x-x_0) \rightarrow \min] \rightarrow \max$.

головним змістом якої повинна бути максимізація урожаю.

Таблиця 5. Типи агрометеорологічних стратегій адаптації землеробства за технологічними засобами

Технологічний засіб	Спосіб адаптації	Мета	Період
Ланки систем землеробства	Агрокліматична класифікація систем землеробства меліоративних і суходільних	Визначення та оцінка внутрішньої гнучкості ланок та їх оптимізація за особливостями агрокліматичних умов	Вегетаційний цикл
Розміщення польових культур	Просторова оцінка впливу агрометеорологічних факторів на кінцеву урожайність	Просторова оптимізація розміщення польової культури в ґрунтово-кліматичних зонах	Вегетаційний цикл
Структура посівних площ озимої пшениці у різному стані	Розподіл площ посіву за впливом термінів сівби та запасів продуктивної вологи в ґрунті. Розподіл посівних площ за зрідженістю після перезимівлі	Спрямоване регулювання структури посівних площ з визначенням відносного рівня урожайності	Від сходів до припинення вегетації восени. Після відновлення вегетації
Терміни сівби озимої пшениці, ранніх ярих зернових культур, цукрових буряків	Визначення оптимальних термінів сівби за співставленням їх агрокліматичних і агрометеорологічних типів під час сівби	Мінімізація втрат урожаю за визначенням відхилення термінів сівби у поточному році від агрокліматичних оптимальних	Напередодні початку посівного періоду
Зрошувальний режим польових культур	Раціоналізація зрошувального режиму	Розширення зрошувальних площ, збільшення валового збору	Протягом вегетаційного циклу
Засоби догляду за посівами польових культур за термічно-часовою структурою системного часу	Визначення сумісних коефіцієнтів продуктивності польових культур. Оцінка втрат урожайності за несприятливих явищ	Адаптація технологічних умов за агрометеорологічним спектром спрямованості агрофітотехнологій	Провідні періоди вегетаційного циклу


- Типи адаптації ґрунтуються на агрометеорологічній моделі “погода і урожай” УкрНДГМІ, яка в загальному вигляді відображена схемою

$$y = Y(1-u) \sum_{i=1}^m \eta(T) \eta(R) \alpha \prod_{\gamma} \left(1 - \frac{S_{\Pi}}{S}\right) \gamma_k \quad (2)$$

- Модель відзначається такими ознаками універсальності, як видова, просторова, географічна, технологічна та економічна.
- Застосування моделі “погода і урожай” УкрНДГМІ для адаптації технологічних засобів землеробства може здійснюватись за щорічними та багаторічними даними задля визначення ступеню відповідності агрометеорологічних чи агрогідрологічних умов за будь-який період вегетаційного циклу потребам польових культур.
- Оцінка здійснюється за шкалою сприятливості умов згідно із значеннями коефіцієнтів продуктивності в межах: 0,86-1,0 - сприятливі; 0,66-0,85 – задовільні; 0,36-0,65 – несприятливі; 0,16-0,35 – дуже несприятливі; 0,0-0,15 – надзвичайні.

Таблиця 6. Коефіцієнти продуктивності озимої пшениці за періоди вегетаційного циклу і сумарні за інтервал 1961-1990 рр. в агрокліматичних зонах

Грунтово-кліматична зона	Коефіцієнти продуктивності за періоди і сумарний							
	VII-VIII	IX-X	XI	XII-II	III-V	VI	VII	сумарний
Полісся	0,99	0,86	0,69	0,82	0,98	0,48	0,37	0,83
Лісостеп								
західний	0,93	0,87	0,68	0,84	0,98	0,30	0,22	0,80
центральний	0,99	0,86	0,69	0,84	0,99	0,46	0,37	0,82
східний	0,98	0,85	0,69	0,77	0,97	0,57	0,46	0,82
Степ								
північний	0,86	0,85	0,71	0,84	0,97	0,54	0,57	0,85
південний	0,74	0,85	0,70	0,90	0,99	0,57	0,64	0,84
АР Крим	0,67	0,82	0,64	0,83	0,87	0,62	0,72	0,80
Закарпаття	0,92	0,94	0,90	0,95	0,99	0,27	0,20	0,85



- Ступінь задоволення потреб озимої пшениці у передпосівний період (VII-VIII) і в період сівба-кущіння (IX-X) знаходився на рівні сприятливих умов в усіх зонах за винятком південного Степу внаслідок перевищення оптимальної температури. В період кущіння-припинення вегетації (XI) та перезимівлі (XII-II) умови в усіх зонах відзначались як задовільні. В період стеблуння (III-V) умови скрізь складались сприятливими. В останні два періоди – колосіння-цвітіння (VI) та дозрівання (VII) умови у всіх зонах складались як несприятливі і дуже несприятливі внаслідок значної кількості опадів. Сумарний рівень задоволення потреб озимої пшениці за вегетаційний цикл у теплі і волозі визначається як задовільний.

- Визначені оцінки ступеню задоволення потреб озимої пшениці зумовлені рівнем відхилення температури повітря і кількості опадів від оптимальних значень (табл.7). Вони свідчать про недостачу тепла в усі періоди за винятком VII-VIII, частково III-V та VI місяців у північній частині України та дефіцит опадів за винятком VII-VIII місяців в північній частині і їх надлишок скрізь в VI та VII місяцях.

- Розбіжності між значеннями метеорологічних величин у внутрішніх інтервалах (табл. 8) свідчать про незначне потепління у всі періоди, крім періоду кущіння-припинення вегетації (XI) та зменшення кількості опадів або їх знакозмінний міжсезонний характер в усі періоди, крім періоду сівба-кущіння (IX-X), в якому вони збільшились на 10-22 мм. Таке різноманіття умов викликало неістотні зміни коефіцієнтів продуктивності між внутрішніми інтервалами (табл. 9).

Таблиця 7. Відхилення температури повітря та кількості опадів від оптимальних значень за міжфазні періоди озимої пшениці у внутрішніх інтервалах

Грунтово-кліматична зона	1961-1990 рр.								1991-2007 рр.								
	Міжфазні періоди							Σ	Міжфазні періоди							Σ	
	VII-VIII	IX-X	XI	XII-II	III-V	VI	VII		VII-VIII	IX-X	XI	XII-II	III-V	VI	VII		
	Відхилення температури повітря від оптимальних, °C																
Полісся	-0,3	-2,8	-3,1	-3,8	-0,7	0,0	-3,9	-809	1,0	-2,7	-3,3	-2,2	0,1	0,4	-2,5	-457	
Лісостеп																	
західний	-1,6	-3,0	-2,9	-3,3	-1,3	-1,6	-5,3	-998	-0,3	-3,0	-3,1	-2,3	-0,8	-0,9	-3,9	-651	
центрального	0,5	-2,2	-2,9	-3,5	-0,2	0,6	-3,1	-592	1,7	1,7	-2,1	-2,3	0,5	-1,0	-1,8	-408	
східний	0,9	-2,7	-3,7	-4,7	-0,4	1,1	-2,7	-694	2,0	-2,3	-4,1	-3,3	0,2	1,3	-1,4	-288	
Степ																	
північний	2,6	-1,4	-2,6	-3,7	0,5	2,3	-1,0	-251	3,5	-1,0	-3,1	-2,7	1,0	2,4	0,0	-16	
південний	3,6	0,4	0,0	-0,6	1,4	2,9	-0,1	381	4,9	-0,9	-1,3	2,3	4,1	4,0	1,4	958	
	Відхилення кількості опадів від оптимальної, мм																
Полісся	24	-80	-76	-45	-39	63	74	-79	37	-71	-75	-62	-35	58	94	-54	
Лісостеп																	
західний	63	-77	-80	-49	11	92	100	67	58	-49	-29	-22	1	74	93	126	
центрального	24	-92	-78	-42	-38	67	77	-82	22	-70	-77	-71	-35	59	74	-98	
східний	6	-91	-78	-28	-46	48	63	-121	-23	-73	-80	-64	-42	44	49	-194	
Степ																	
північний	-28	-105	-76	-31	-52	46	51	-195	-39	-84	-29	-58	-42	47	33	-172	
південний	-39	-108	-82	-46	-64	36	42	-261	-45	-98	-77	-71	-58	38	29	-282	

Таблиця 8. Зміни метеорологічних умов між внутріріковими (1961-1990) – (1991-2007) інтервалами в періоди вегетаційного циклу озимої пшениці

Грунтово-кліматична зона	Міжфазні періоди							Σ
	VII-VIII	IX-X	XI	XII-II	III-V	VI	VII	
	Зміни середньої зональної температури повітря, °C							
Полісся	1,3	0,1	-0,2	1,6	0,8	0,4	1,4	
Лісостеп								
західний	1,3	0,0	-0,2	1,0	0,5	0,7	1,4	
центрального	1,2	0,1	-0,2	1,2	0,7	0,4	1,3	
східний	1,2	0,4	-0,4	1,4	0,6	0,2	1,3	
Степ								
північний	0,9	0,4	-0,5	1,0	0,5	0,1	1,0	
південний	1,3	-0,7	-1,3	2,9	2,7	1,1	1,5	
	Зміни середньої зональної кількості опадів, мм							
Полісся	13	9	1	-17	4	-5	20	25
Лісостеп								
західний	-5	13	1	1	-10	-18	-7	-39
центрального	-2	22	1	1	3	-8	-3	-16
східний	-29	18	-7	-7	4	-4	-14	-68
Степ								
північний	-11	21	-3	-3	10	1	-13	-27
південний	-6	10	5	5	6	2	-13	-21

Таблиця 9. Різниця коефіцієнтів продуктивності

Грунтово-кліматична зона	Міжфазні періоди							Σ
	VII-VIII	IX-X	XI	XII-II	III-V	VI	VII	
Полісся	-0,03	-0,02	0,00	0,04	0,01	0,04	-0,07	0,00
Лісостеп								
західний	0,03	-0,02	0,00	0,01	0,01	0,11	0,06	0,02
центральный	-0,06	0,03	0,00	-0,01	-0,01	0,04	0,05	0,01
східний	-0,08	0,04	-0,07	0,04	0,01	0,03	0,13	0,02
Степ								
північний	-0,10	0,07	-0,04	0,00	-0,01	-0,01	0,13	-0,01
південний	-0,13	0,01	0,03	-0,07	-0,03	-0,04	0,08	-0,04

Висновки

- Таким чином, аналіз і оцінка зміни агрокліматичних та агрогідрологічних ресурсів приводять до висновку про їх неістотність, випадковість під впливом змін клімату, що свідчить про те, що нульова гіпотеза про схожість вибірок не спростовується. Такий висновок не викликає необхідності кардинальної зміни технології вирощування польових культур.
- Разом з тим щорічні коливання погодних умов є значимими. Вони потребують застосування агрометеорологічних стратегій адаптації землеробства з урахуванням зміни агрокліматичних ресурсів.



Дякую за увагу