

УДК 631.547.2

## ПРОГРАМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ З УРАХУВАННЯМ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

**Фурманець О.А.** – к. с.-г. н., доцент,

Національний університет водного господарства та природокористування

*У статті досліджено багаторічну динаміку показників теплового режиму території та їх впливу на розвиток кукурудзи. Установлено, що впродовж останніх років суттєво зросло теплозабезпечення Західного Лісостепу, що дає змогу підвищити загальну продуктивність рослинництва через запровадження більш пізньостиглих сортів і гібридів.*

**Ключові слова:** ефективна температура, фенологічні фази, воскова та повна стиглість, кліматичні зміни.

**Фурманець О.А. Программирование рациональной технологии выращивания кукурузы с учетом климатических изменений**

*В статье исследована многолетняя динамика показателей теплового режима территории и их влияния на развитие кукурузы. Установлено, что в последние годы существенно возросло теплообеспечение Западной Лесостепи, что позволяет повысить общую производительность растениеводства путем внедрения более позднеспелых сортов и гибридов.*

**Ключевые слова:** эффективная температура, фенологические фазы, восковая и полная спелость, климатические изменения.

**Furmanets O.A. Programming of rational corn cultivation technology taking into account climatic changes**

*The article investigates long-term dynamics of indicators of the thermal regime of the territory and their impact on the development of corn. The findings show that heat supply of the Western Forest-steppe has significantly increased over the past years, which allows increasing the overall productivity of crop production through the introduction of more late-maturing varieties and hybrids.*

**Key words:** effective temperature, phenological phases, wax and complete ripeness, climatic changes.

**Постановка проблеми.** Оцінювання реальних агрокліматичних параметрів території функціонування будь-якої агроєкосистеми є винятково важливим з погляду її господарської й особливо економічної ефективності. Упродовж останніх десятиліть проблема набула особливої актуальності, оскільки різке наростання кліматичних змін унесло суттєві корективи в розподіл тепла та вологи на території України, в лісостеповій частині зокрема.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За оцінками експертів, потенційний вплив змін клімату на сільське господарство такий: знизиться вклад літніх опадів у формування врожаю, збільшиться повторюваність засух і підвищиться посушливість клімату, зміняться агрокліматичні умови – міжфазні періоди розвитку рослин, тепло- та вологозабезпеченість посівів у період вегетації, строки посіву культур [7, с. 114].

Згідно з попередніми дослідженнями [6, с. 50; 9, с. 21], для більшості культур у сучасних умовах змін клімату доцільне зміщення строків посіву озимини – в бік запізнення, ярих культур – на більш ранні. Багато виробників відмічають зміщення багаторічних строків посіву на 10–15 днів. Так, якщо вважався оптимальним строк посіву пшениці озимої з 15 по 25 вересня, то зараз її варто сіяти до 5 жовтня, посів ячменю продовжують до 15 жовтня [6, с. 52].

Також науковці рекомендують упроваджувати в Лісостепу більш пізньостиглі сорти ф гібриди культур, однак конкретні розрахунки такої можливості не приведені [8, с. 170; 9, с. 98].

Розробка комплексу адаптаційних заходів до кліматичних змін є важливим науковим і прикладним завданням, її вирішенню приділяється чимало уваги [1; 4; 6; 7; тощо].

Тим не менше залишається відкритим питання розробки конкретних виробничих заходів для нівелювання негативних і використання позитивних наслідків потепління. Оскільки кукурудза є однією з провідних сільськогосподарських культур і її частка в структурі посівних площ у Лісостепу щорічно зростає, розробка оптимальної технології її вирощування з урахуванням дійсних агрокліматичних параметрів території має безперечну актуальність.

**Постановка завдання.** Мета статті – провести оцінювання дійсних агрокліматичних умов і розробити рекомендації щодо коректування технології вирощування кукурудзи в умовах Рівненської області (Західний Лісостеп України).

Для досягнення мети планувалось вирішення таких завдань: дослідити багаторічну динаміку сум ефективних температур повітря; провести аналіз сортів кукурудзи різних груп стиглості; визначити й обґрунтувати оптимальну групу стиглості для досліджуваних агрокліматичних умов; запроєктувати строки проходження основних фенофаз кукурудзи в сучасних умовах як базис для проведення агротехнічних робіт.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для оцінювання змін агрокліматичних параметрів території Рівненської області нами використані дані Всесвітньої метеорологічної організації.

Для сільського господарства важливим кліматичним показником є суми ефективних температур вище порогових значень і тривалість періодів з ефективними температурами, тому саме на основі цих показників проведений початковий аналіз (таблиця 1). Пороговою температурою для вегетації прийнято вважати 10°C, однак також провели дослідження ефективних температур вище 5 та 15°C за період 1986–2012 роки.

Аналіз даних показав, що протягом 25 років сума ефективних температур повітря більше 5 °C зросла на 11%. Така динаміка зростання ефективних температур має загрозливий характер (рисунок 1), за збереження наявної тенденції протягом наступних років річна сума може досягти 2500 °C, що матиме суттєвий вплив на рослинництво й вимагатиме серйозного коректування технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Аналіз даних показав, що протягом 25 років сума ефективних температур повітря більше 5 °C зросла на 11%. Така динаміка зростання ефективних температур має загрозливий характер (рисунок 1), за збереження наявної тенденції протягом наступних років річна сума може досягти 2500 °C, що матиме суттєвий вплив на рослинництво й вимагатиме серйозного коректування технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Аналогічна ситуація спостерігається для ефективних температур вище 10°C. Так, з початку ХХІ століття їх сума стабільно перевищує 1000 градусів, хоча багаторічна кліматична норма значно нижча.

Отже, з підвищенням порогового значення ефективних температур відсотковий приріст річних сум зростає. Якщо сума температур вище 5 °C за останній п'ятирічний період вище середнього багаторічного показника на 11%, то аналогічні суми вище 10 і 15 °C перевищують середні значення на 19 і 36%, відповідно

Таблиця 1

**Суми ефективних температур і тривалості періодів з ефективними температурами на території Рівненської області**

Рік	Сума ефективних температур, °С			Тривалість періоду ефективних температур		
	>5°С	>10°С	>15°С	>5°С	>10°С	>15°С
1986	1931	957	338	212	156	108
1987	1689	826	229	202	151	82
1988	1895	995	329	204	154	112
1989	1997	966	257	219	175	107
1990	1863	807	201	233	170	88
1991	1858	941	283	203	171	71
1992	1915	1019	415	229	148	97
1993	1771	834	182	193	158	113
1994	2043	1070	390	219	161	126
1995	1999	1074	411	203	185	116
1996	1963	1026	355	220	149	130
1997	1786	967	266	181	149	89
1998	1938	939	321	219	160	87
1999	2123	1165	457	228	169	114
2000	2094	1056	341	238	188	113
2001	2095	1088	360	223	179	74
2002	2092	1182	487	203	174	132
2003	2008	1118	389	194	162	117
2004	1972	953	290	242	177	96
2005	2003	1003	352	208	149	117
2006	2072	1081	352	212	176	80
2007	2139	1172	506	236	157	117
2008	2059	1028	383	223	175	105
2009	2072	1082	380	215	170	103
2010	2267	1304	571	247	157	92
2011	2251	1298	554	205	152	128
2012	2388	1428	579	196	171	109

(рисунок 1). Це свідчить, що підвищення середньої температури повітря теплого періоду зумовлюється наростанням високих температур у найтепліші місяці (липень-серпень). Чітко простежується тенденція до продовження теплого періоду восени й більш пізнього охолодження повітря, що тягне за собою подовження вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

Продуктивність вирощування кукурудзи, як і більшості сільськогосподарських культур, прямо залежить від суми ефективних температур вище 10 градусів. При цьому агровиробник зацікавлений у виборі більш пізньостиглої групи гібридів, які якнайповніше використовують агрокліматичний потенціал території та формують вищу врожайність як наслідок.

Для підбору відповідної групи стиглості пропонується використовувати класифікацію ФАО (таблиця 2).

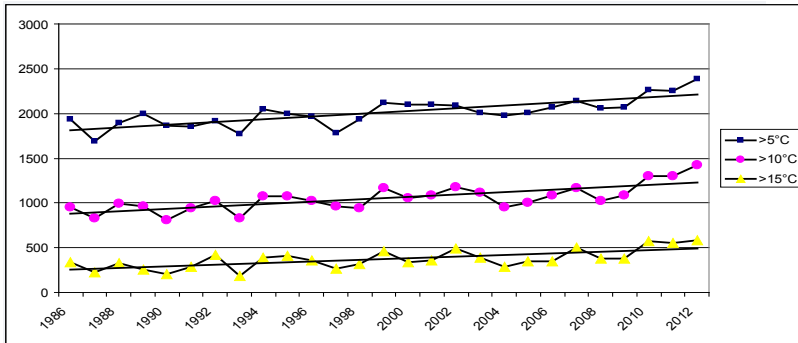


Рис. 1. Динаміка сум ефективних температур протягом 1986–2012 років, °С (за даними Всесвітньої метеорологічної організації)

Таблиця 2

### Поділ гібридів кукурудзи за групами стиглості

Група стиглості	Сума ефективних температур	ФАО	Період вегетації, днів	Кількість листків
Дуже ранньостиглі	850–900	100–149	80–90	10–12
Ранньостиглі	900–1000	150–199	90–100	12–14
Середньоранні	1100	200–299	100–115	14–16
Середньостиглі	1150	300–399	115–120	17–18
Середньопізні	1200	400–499	120–130	19–20
Пізньостиглі	1250–1300	500–599	135–140	21–23
Дуже пізньостиглі	більше 1350	більше 600	більше 140	більше 23

В умовах Рівненської області, згідно з кліматичними нормами, сума ефективних температур вище 10 градусів становить близько 900 °С, тому, відповідно до класичних рекомендацій науково-дослідних сортів, у зоні рекомендовані до вирощування сорти й гібриди ранньостиглої групи з ФАО 180–200, що цілком виправдано до початку активізації кліматичних змін. Тоді як у сучасних агрокліматичних умовах, коли щорічна сума ефективних температур досягає 1200–1300°С, таке рішення є не оптимальним.

Таблиця 3

### Суми ефективних температур, необхідні для проходження фенофаз кукурудзи для різних груп стиглості

Фенофаза	Сума ефективних температур вище 10°С				
	ФАО 100	ФАО 150	ФАО 200	ФАО 300	ФАО 400
Посів-сходи	47	50	56	64	67
Сходи-3 лист	56	59	66	76	79
3 лист-7 лист	119	126	140	161	168
7 лист-волоть	207	219	244	280	292
Волоть-цвітіння	53	56	62	72	75
Цвітіння-молочна стиглість	128	136	151	173	181
Молочна воскова стиглість	141	149	165	190	199
Воскова-повна стиглість	99	105	117	134	140

Для детального аналізу вегетації кукурудзи за різного теплозабезпечення ми розбили потребу в накопиченні ефективних температур за основними фенофазами згідно з М.К. Каймовим [3]. Результати наведені в таблиці 3.

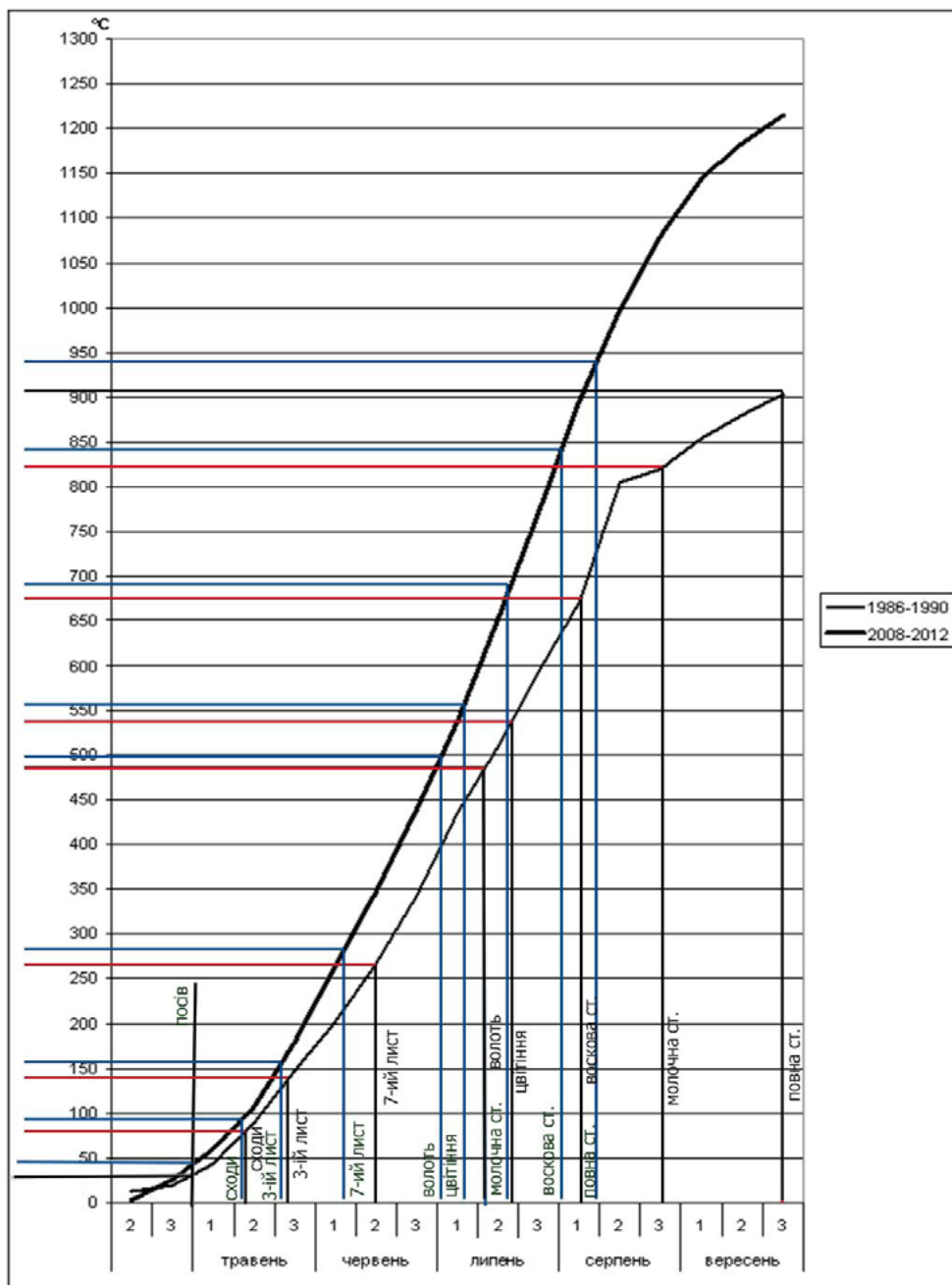


Рис. 2. Строки проходження фенологічних фаз кукурудзи (ФАО 200) в умовах 1986–1990 і 2008–2012 років

Відповідно до отриманих сум температур, ми змоделювали розвиток кукурудзи рекомендованої групи стиглості (ФАО 200) у сучасних умовах і в умовах 1986–1990 років (рисунк 2).

Дату посіву умовно прийнято 1 травня, тоді в умовах, які відповідають багатолітнім кліматичним нормам (період 1986–1990 років) сході настають орієнтовно 13.05 (накопичення 56 градусів ефективних температур). Фази 3-х і 7-ми листків настають, відповідно, 23.05 та 15.06. Фаза цвітіння настає 18 липня, 5 серпня перехід до молочної стиглості, в кінці серпня – до воскової, в кінці вересня – до повної (рисунк 2).

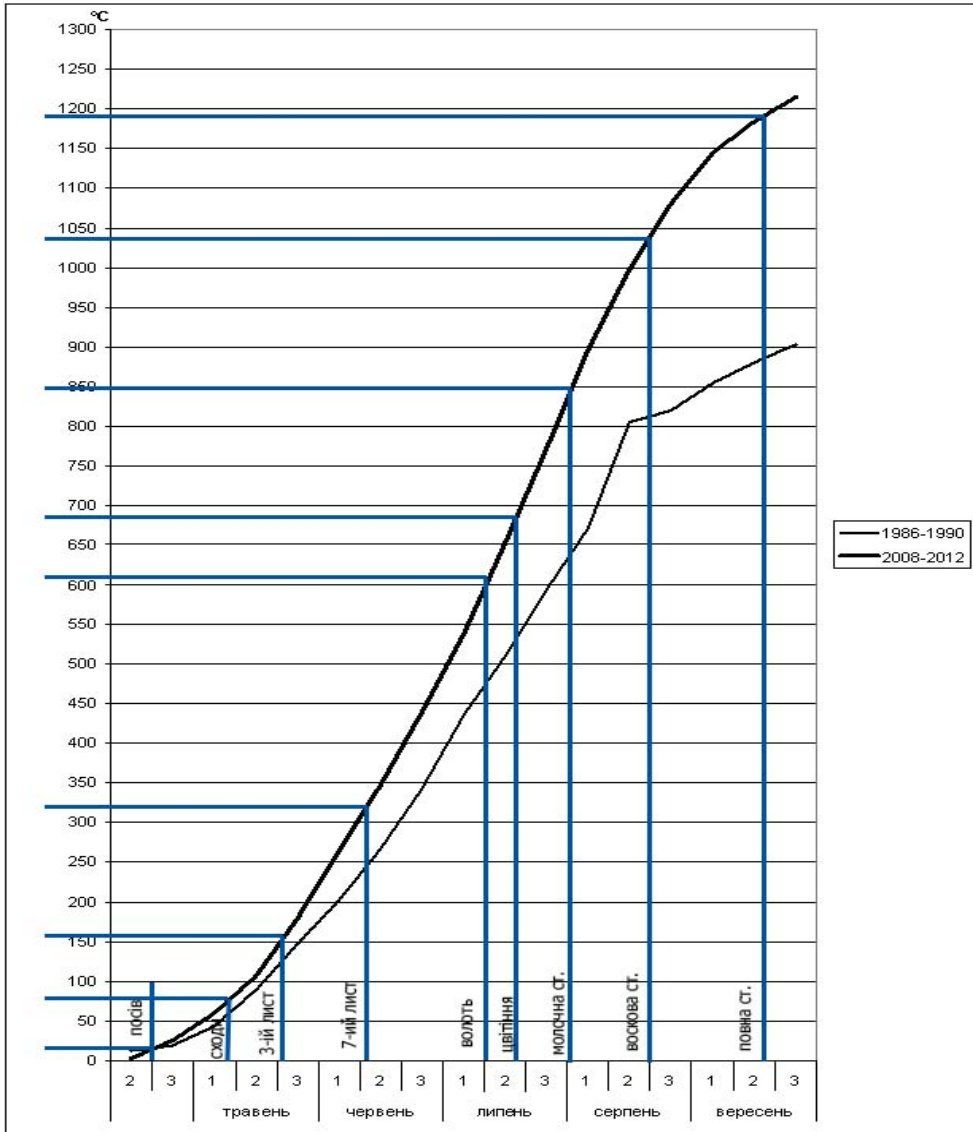


Рис. 3. Строки проходження фенологічних фаз кукурудзи (ФАО 300) в сучасних агрокліматичних умовах Західного Лісостепу України

Таблиця 4

## Продуктивність гібридів різної стиглості в умовах Рівненської області, 2017 рік

Гібрид	ФАО	Вологість, %	Урожайність на 14% т/га	Гібрид	ФАО	Вологість, %	Урожайність на 14% т/га
Теліас	220	26,7	8,58	3258	250	31,1	4,24
Делітоп	220	27,3	7,90	30315	280	33,6	7,85
Енігма	230	29,7	8,43	Келтікус	270	27,6	7,24
Аладіум	280	29,4	4,96	Каньйонс	230	28,8	5,41
Талісман	200	27,1	8,24	Камарілас	320	31,1	6,94
Новатоп	240	33,1	7,75	2323	260	26,2	5,64
Джитаго	210	31,2	7,23	Кінесс	200	29	7,32
Люціус	340	36,3	5,67	2370	280	28,4	5,98
Фогон	260	34,5	4,79	Керберос	310	31	5,11
Іридїум	350	29,8	8,25	Крабас	300	30,5	7,28
Сіріус	200	28,2	7,80	ДКС 3507	270	35,5	6,74
Конкорд	250	29,2	7,00	ДКС 3730	280	31,2	8,37
Астероїд	290	30,7	6,04	ДКС 4014	310	29,6	7,94
Москито	350	35,3	7,49	ДКС 3415	260	31,3	6,92
Метеорит	350	28,3	7,82	ДКС 3939	320	30,8	5,93
Креатив	300	29,8	7,43	ДКС 3623	270	28,8	6,94
Кросман	240	29,8	5,07	ДКС 3472	270	29,6	4,53
30273	260	32,3	6,53	3258	250	31,1	4,24

Таке проходження вегетації є цілком прийнятним і забезпечить максимально можливу продуктивність культури за наявних теплових ресурсів.

Однак аналогічне моделювання за усередненими даними 2008–2012 років показало, що при такій самій даті посіву 3-й лист з'явиться 21 травня, 7-й лист – 7 червня, цвітіння – 6 липня (рисунок 2). Уже на початку другої декади липня почнеться перехід до молочної стиглості, а до 10 серпня можна прогнозувати повне досягання культури. Така динаміка вегетації не лише не забезпечує повне використання наявних агрокліматичних ресурсів, а й значно шкодить урожайності та якості отриманої продукції, оскільки в жаркий літній період швидке накопичення ефективних температур не дасть змоги повноцінно розвинути продуктивним органам рослини.

Відповідно до динаміки ефективних температур і класифікації ФАО, в сучасних умовах у зоні Західного Лісостепу можна запропонувати до вирощування середньостиглу групу гібридів з ФАО 300 та більше. Гібриди цієї групи мають значно вищий виробничий потенціал, суттєво більшу потенційну продуктивність і кращу якість продукції.

Базуючись на датах переходу температури повітря через 10-градусний поріг навесні й на даних попередніх досліджень науковців [9], можна рекомендувати зміщення дати посіву кукурудзи на 21 квітня. Відштовхуючись від цієї дати, програмуємо проходження решти фенофаз та отримуємо в результаті сходи 7–8 травня, 3-й лист 22 травня, 7-й лист 12 червня. Цвітіння припадає на 17–18 липня, молочна стиглість – 2 серпня, воскова – 20 серпня, повна стиглість – кінець другої декади вересня, що є оптимальним періодом для збирання культури в досліджуваних умовах (рисунок 3).

Таке зміщення строків посіву й упровадження більш пізньостиглих гібридів суттєво підвищить продуктивність рослинництва, адже за потенційною врожайністю гібриди середньостиглої групи порівняно з ранніми забезпечують приріст у 3,5–4 т/га.

Також проведена виробнича апробація гібридів різної стиглості, результати апробації наведені в таблиці 4.

Усі гібриди надані компанією Маїсадур.

Зведена врожайність гібридів кукурудзи за групами стиглості наведена в таблиці 5.

Таблиця 5

#### Продуктивність кукурудзи залежно від ФАО

ФАО	Вологість, %	Урожайність на 14% т/га
<250	29,29	6,71
260–300	31,20	6,45
310–350	32,43	6,94
>350	36,80	6,88

Як свідчать отримані дані, більш пізньостиглі сорти забезпечують значно кращу врожайність, а сучасні умови теплозабезпечення цілком дають змогу вирощувати в умовах Рівненської області гібриди з ФАО 300.

**Висновки і пропозиції.** В умовах Західного Лісостепу України впродовж минулих 25 років відбулись суттєві зміни режиму теплозабезпечення, які проявились у зміщенні дат переходу температур повітря через порогові значення, підвищенні



сум і збільшенні тривалостей періодів ефективних температур. Наявні зміни кліматичних умов зумовили зміни в строках вегетації сільськогосподарських культур, сприяли пришвидшенню досягання та погіршенню якості отриманої продукції. Разом із тим виник додатковий агрокліматичний ресурс для подальшого використання. Для максимально повного використання наявних теплових ресурсів доцільно вносити корективи в технологію вирощування кукурудзи, зокрема зміщувати строк посіву в бік більш раннього, запроваджувати сорти й гібриди більш пізньостиглих груп. Коректування технології вирощування кукурудзи сприятиме підвищенню продуктивності рослинництва та дасть змогу суттєво покращити його економічний ефект.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Барабаш М.Б., Корж Т.В., Татарчук О.Г. Дослідження змін та коливань опадів на рубежі ХХ і ХХІ ст. в умовах потепління глобального клімату. Наукові праці УкрНДІГМІ. 2004. Вип. 253. С. 92–102.
2. Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. Москва, 1972. 360 с.
3. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур. Москва, 1989. 368 с.
4. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського. Київ: Вид-во Расвського, 2003. 345 с.
5. Павлова М.Д. Практикум по сельскохозяйственной метеорологии. Москва: Колос, 1968. 200 с.
6. Привалов Ф.И. Влияние потепления климата на оптимальность сроков сева озимых зерновых культур. Весці НАН Беларусі / Научно-практический центр НАН Беларусі по земледелию. 2012. № 4. С. 49–52.
7. Прогнозна оцінка впливу змін клімату на урожайність зернових культур та їх валові збори в Україні з використанням космічної інформації / О.Г. Тараріко, О.В. Сиротенко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма. Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: зб. наук. пр. Севастополь, 2013. Вип. 27. С. 106–116.
8. Фурманець О.А., Піддубняк В.А. Прогнозування оптимальних строків посіву пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу України. Вісник НУВГП. 2015. № 1 (69). С. 165–172.
9. Веремєнко С.І., Шершун М.Х., Фурманець О.А. Кліматичні особливості агроєкосистем Західного Лісостепу на прикладі Рівненської області: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2016. 136 с.