

***ЗАЛЕЖНІСТЬ ОЗНАК УРОЖАЙНОСТІ ПРОСА ВІД  
ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗА ФАЗАМИ РОЗВИТКУ***

---

Рудник-Іващенко О.І.\*, Григоращенко Л.В.\*\*

\*Національна академія аграрних наук України

\*\*Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

Експериментальними дослідженнями (2000-2008 рр.) у середньостиглих сортів Миронівське 51, Київське 87 і Харківське 57 встановлено оптимальні кліматичні умови вегетації проса: температурний режим (17-19 °С) і сума опадів (180 мм), за яких формується висока урожайність. Проаналізовано середні багаторічні строки настання фаз розвитку рослин проса: посів-сходи, сходи-вихід в трубку, вихід в трубку-викидання волоті, викидання волоті-дозрівання в областях з найбільшими площами вирощування цієї культури в Україні. Доказано, що погодні умови в ранні фази розвитку рослин проса мають невеликий вплив на формування врожайності зерна. З настанням фази кушення цей вплив посилюється і найбільшого ефекту досягає у міжфазний період вихід у трубку-дозрівання.

*Просо, ознаки, дослідження, клімат, сума опадів, температура повітря, міжфазні періоди*

Кожен вид рослин характеризується визначеним адаптивним потенціалом, який зумовлений потребою в теплі, волозі і світлі, запасом поживних речовин у ґрунті, а також їх засвоєнням протягом вегетації. Саме на цьому базується агроекологічне макро-, мезо- мікрорайонування в часі та просторі не тільки кожного виду рослин, але і сорту (гібриду). Порівнюючи суми активних температур з їх розподілом всією територією країни, можна визначити райони біологічно можливого й економічно виправданого вирощування тієї чи іншої культури за термічним фактором. Так, для отримання 2,0-2,3 т/га зерна проса коефіцієнт транспірації повинен складати 190-277 (середнє 245), сума активних температур (вище 10 °С) – 1300-1700 °С [1, 2, 3]. Ці показники свідчать, що якими б не були особливими (в тому числі і несприятливими і навіть екстремальними) ґрунтові та погодні умови України,

вони достатньо придатні для стабільного виробництва зерна проса. І це зумовлено, перш за все, агробіологічними особливостями цієї культури, до яких відносяться порівняно короткий вегетаційний період, низька потреба в сумі активних температур і кількості опадів, здатність забезпечити, завдяки селекції, ріст індексу врожаю (відношення частки зерна до соломи), показників якості, високу врожайність на ґрунтах середньої та навіть низької родючості.

Мета досліджень - визначення районів біологічно можливого й економічно виправданого вирощування проса за термічним фактором. Встановлення оптимальних умов розвитку рослин цієї культури за водним і температурним режимами. Визначення залежності ознак урожайності від кліматичних умов за міжфазним розвитком сортів.

Дослідження за впливом температури та опадів на фази росту проса посівного [4], прогнозування врожаю проса [5] раніше проводились, але в Україні подібні дослідження нами не зустрічались.

У процесі досліджень (2000-2008 рр.) вивчено найбільш поширені у виробництві сорти проса Миронівське 51, Київське 87 і Харківське 57 за фазами їх розвитку: посів-сходи, сходи-вихід в трубку, вихід в трубку-викидання волоті, викидання волоті-дозрівання. Для вивчення впливу кліматичних умов на врожай проса в Україні були розроблені агрометеорологічні показники швидкості розвитку рослин з використанням одночасних спостережень за температурою повітря і тривалістю міжфазних періодів. Показники умов росту рослин і формування врожаю зерна встановлено шляхом аналізу результатів одночасних спостережень за опадами і лінійним ростом за окремі відрізки періоду вегетації та врожайністю рослин. До статистичного опрацювання для отримання агрометеорологічних показників розвитку посівів і формування врожайності зерна ввійшли результати спостережень агро- і гідрометеостанцій за вісім років (2000-2008).

Завдяки агробіологічним особливостям рослин проса в Україні його вирощують майже повсюдно. Особливо великі площі ця посухостійка культура займає у східних і південно-східних областях, де у весняно-літній період досить часто спостерігається посуха.

За посухостійкістю просо посідає одне з перших місць серед польових культур, що робить його незамінною культурою в посушливих районах. За літературними даними [6, 7], а також дослідженнями авторів встановлено, що просо здатне переносити тимчасове глибоке обезводнення тканин без значного зниження врожайності. Граничний водний дефіцит у листків проса сягає 88 %, у стебел – 81 %. Спостереженнями за рослинами проса було визначено, що після посухи (за нормалізації водопостачання) рослини відновлюють тургор листків, які вони зберігають живими набагато довше, ніж кукурудза або сорго.

Просо відновлює тургор після 45-годинного підсушування. Навіть після граничного зів'язнення рослини відновлюють тургор, дають вищий приріст сухих речовин, ніж інші культури. В результаті адаптації рослини проса легше можуть переносити наступну посуху, втрата врожайності при цьому не перевищує 30 %, маси 1000 зерен – 20-25 %.

Проте, незважаючи на свою посухостійкість просо дуже реагує на зрошення – за поливу врожайність збільшується в 4-5 разів.

Необхідно відмітити, що просо переносить і граничні поєднання несприятливих умов. Авторами встановлено, що просо краще переносить посуху на початку свого розвитку (від сходів до виходу в трубку) і в кінці (у фазу достигання).

Експериментальними дослідженнями встановлено, що оптимальними умовами в період вегетації проса є сума опадів 180 мм і більше та середня температура повітря 17-19 °С. За цих умов формується високий урожай проса. За достатньої кількості опадів, але за температури 16 °С врожайність проса різко знижується. Неприятливі умови для цієї культури пов'язані з сумою опадів менше 90 мм і температурою повітря вище 22 °С.

Врожайність вище 2,5 т/га формується за середньої температури 17-19 °С і суми опадів, яка перевищує 180 мм у період вегетації, врожайність 2,0-2,5 т/га можна одержувати за тієї ж температури та зменшення суми опадів до 140-180 мм. За задовільної вологозабезпеченості, але недостатнього тепла (температура 16 °С) врожайність формується менше 2 т/га. Задовільна вологозабезпеченість (90-140 мм) і середня температура 19 °С і вище забезпечують врожайність 1,5-2,0 т/га. Неприятливі умови, за суми опадів менше 90 мм протягом вегетації за середньої температури 22 °С і вище формують врожайність, яка не перевищує 1,5 т/га.

Найбільш сприятливими за погодними умовами для отримання стійкої урожайності проса є південні регіони. Тут за середньої температури 17 °С вегетації, яка спостерігається в 70-90 % років, суми опадів 180 мм - у 60-80 % років урожайність 2 т/га забезпечена у 80-90 % за роками.

У східній та південно-східній Україні період вегетації більшої частини посівів проса проходить у травні-серпні. Найраніше строки сівби припадають на кінець квітня, пізні - на першу декаду червня. Залежно від строку сівби і погодних умов у період вегетації тривалість росту і формування врожайності зерна значно змінювалися. Раннє дозрівання зерна спостерігали в кінці липня, проте інколи повний цикл розвитку закінчувався лише в першій декаді вересня. Більшу частину посівів засівали середньостиглими сортами Миронівське 51, Київське 87 і Харківське 57 у другій декаді травня, а дозрівання їх

припадало на другу декаду серпня, тобто на 90-92 добу після сівби. На основі результатів досліджень отримані середні строки настання фаз розвитку (табл. 1).

Таблиця 1  
Середні багаторічні (2000-2008 рр.) строки настання фаз розвитку проса

Область	Посів	Сходи	Кущення	Вихід у трубку	Викидання волоті	Достигання
Харківська	15 V	27 V	18 VI	26 VI	10 VII	10 VIII
Сумська	20 V	30 V	21 VI	29 VI	17 VII	16 VIII
Полтавська	10 V	21 V	13 VI	21 VI	7 VII	8 VIII
Луганська	20 V	1 VI	22 VI	1 VII	16 VII	7 VIII
Запорізька	15 V	27 V	17 VI	26 VI	14 VII	6 VIII
Київська	25 V	3 VI	24 VI	4 VII	20 VII	12 VIII

Згідно приведених у таблиці результатів спостережень, фаза виходу в трубку зазвичай настає в кінці червня – початок липня, у другій декаді липня з'являється волоть і поступово розпочинається цвітіння, тобто період репродукції настає через 45-50 діб після появи сходів. Період формування зернівок та їх дозрівання припадає на другу половину липня і першу половину серпня, тобто триває 30-33 доби. Тривалість періоду сходів-достигання зазвичай складає 75-85 діб.

Швидкість розвитку рослин, а значить, і тривалість міжфазних періодів сильно варіюють за роками. Так, період посів-сходи змінюється в межах 5-22 доби. У 87 % років він склав 7-16 діб, а в 56 % - сходи з'являються на 9-12-у добу.

Розвиток рослин проса в цей період у 70 % років відбувається за середньої температури повітря 15-20 °С і при опадах менше 20 мм. У період проростання насіння температура 11-14 °С спостерігалися лише один раз у п'ять років (20%). Значить, у більшості років розвиток посівів на території України проходить за високих температур.

Середню температуру повітря і кількість опадів, які визначають тривалість періоду посів-сходи наведено в таблиці 2.

За температури повітря 15-23 °С період посів-сходи триває 5-8 діб. Тривалість періоду у 9-10 діб у 80 % років зумовлена середньою температурою 15-20 °С. Кількість опадів, що випали за цей період, майже у 60 % років становила 10 мм. Тривалість періоду в 10 діб характеризується, як правило, середньою температурою повітря 11-17 °С. Така температура забезпечує в 93 % років появу сходів на 15-16-у

добу, у 85 % - на 13-14-у добу. Кількість опадів за цей період у 80 % років перевищує 10 мм.

Найдовший період від сівби до сходів (17-22 доби) зумовлено в 46 % років середньою температурою повітря 11-14 °С, коли кількість опадів у 7 % років перевищує 20 мм. Поява сходів на 17-22-у добу внаслідок сухої погоди маловірогідна (8 %).

Таблиця 2

Вірогідність (%) середньої температури повітря і кількості опадів за період посів-сходи, 2000-2008 рр.

Тривалість періоду, діб	Середня температура повітря, °С				Опади, мм			
	11-14	15-17	18-20	21-23	0	1-10	11-20	>20
5 – 6	0	29	57	14	43	14	29	14
7 – 8	0	34	46	20	47	53	-	-
9 – 10	6	35	46	13	19	38	22	21
11 - 12	32	42	23	3	9	36	25	30
13 - 14	37	48	12	3	0	21	39	40
15 - 16	29	64	7	0	0	14	22	64
17 - 22	46	37	17	0	8	-	18	74

Із таблиці 2 випливає, що тривалість періоду посів-сходи в 5-10 діб найчастіше зумовлено середньою температурою повітря 18-20 °С, період у 11-16 діб проходить за температури повітря 15-17 °С, а період у 17-22 діб - за температури 11-14 °С. При цьому короткі періоди посів-сходи бувають переважно за сухої погоди, подовжені при випаданні великої кількості опадів. У цей період сортові відмінності не проявляються стосовно швидкості розвитку рослин у посівах. Ці показники можна використовувати в оперативній роботі для характеристики швидкості розвитку посівів.

Поява сходів у 85 % років спостерігається після накопичення суми ефективних температур 31-90 °С.

У період сходи-вихід у трубку в рослин проса відбувається закладання репродуктивних органів, швидко росте коренева система. Ріст надземної маси рослин зазвичай проходить повільно. Тривалість цього періоду змінюється в межах 15-53 діб. Середня температура повітря за цей період у 75 % років буває в межах 15-20 °С, опадів випадає 11-60 мм.

Швидкий перехід рослин проса у фазу виходу в трубку (на 15-18 добу) спостерігається так само рідко (близько 5 %), як і значна затримка росту стебла (на 43-53-ю добу). У 80 % тривалість періоду сходи-

вихід в трубку становить 23-42 діб. В середньому рослина проходить вказаний період за 31-34 доби (табл. 3).

Із даних таблиці 3 видно, що швидкий розвиток посівів від сходів до виходу в трубку спостерігався за температури повітря, яка перевищувала 20 °С (у 75 % років за температури 21-25 °С фаза виходу в трубку настає на 15-18-у добу). За температури 15-20 °С у 88 % років ріст стебла починається на 35-38-у добу.

Уповільнений розвиток рослин у цей період відбувається як за низьких, так і за високих температур повітря. Вірогідність середньої температури 20-25 °С за 43-53 доби складає 30 %. Це роки, коли кількість опадів за вказаний період не перевищує 60 мм.

Цікаво відмітити також, що за температури 21-23 °С найбільш вірогідна тривалість періоду буває 15-18 діб, за 18-20 °С вона складає 23-26 діб, за 15-17 °С приблизно 39-42 діб. Найкоротший період (15-18 діб) проходить в більшості років за суми опадів менше 30 мм, а триваліший (більше 39 діб) характеризується випаданням великої кількості опадів (91-150 мм). Період, наближений до середнього багаторічного (27-34 діб), майже у 80 % років визначається сумою опадів 31-90 мм.

Таблиця 3

Вірогідність (%) середньої температури повітря і кількості опадів за період сходи-вихід в трубку, 2000-2008 рр.

Тривалість періоду, діб	Середня температура повітря, °С				Опади, мм					
	15-17	18-20	21-23	24-25	0	1-10	11-30	31-60	61-90	91-105
15 - 18	12	13	63	12	12	25	25	38	-	-
19 - 22	10	55	35	-	-	26	20	45	9	-
23 - 26	10	63	27	-	-	10	32	42	16	-
27 - 30	14	60	26	-	-	9	14	64	13	34
31 - 34	48	29	23	-	-	-	15	52	26	17
35 - 38	65	23	13	-	-	-	18	12	23	44
39 - 42	69	31	-	-	-	-	8	23	8	61
43 - 53	50	20	20	10	-	-	20	20	-	60

Приведені вище дані з температури повітря і кількості опадів у період сходи-вихід в трубку можуть бути використані для характеристики швидкості розвитку сортів проса з середньостиглим періодом розвитку.

Період сходи-вихід у трубку проходить за накопичення суми ефективних температур 100-700 °С. У 90 % років вона буває в межах 150-350 °С. За агрометеорологічний показник температури, якій зумовлює швидкість розвитку рослин проса в цей період прийнята сума ефективних температур 250 °С. Він дозволяє з достатньою точністю визначати терміни настання фази виходу в трубку. Як показали дослідження, розрахована дата фази виходу в трубку відхилялася від спостережуваної на полі в 75 % років не більше ніж на 8 діб.

Із настанням фази виходу в трубку прискорюється наростання надземної маси рослини. Міжфазний період вихід у трубку-викидання волоті змінюється в межах 4-37 діб. У 83 % років тривалість цього періоду становить 8-23 доби, в 50 % років – 12-19 діб. У середньому цей період закінчується за 16 діб. Розвиток посівів у цей час в 76 % років проходить за середньої температури повітря 18-23 °С, у 10 % років - за температури 24-26 °С. Кількість опадів у 67 % років складає не більше 60 мм, а в 10 % років спостерігається посушлива погода.

Тривалість періоду 4-7 діб у 80 % зумовнюється середньою температурою 21-29 °С (табл. 4). Дуже часто (60 % випадків), така тривалість періоду була при середній температурі 21-23 °С і кількості опадів до 10 мм.

Таблиця 4

Вірогідність (%) середньої температури повітря і кількості опадів за період вихід в трубку-викидання волоті, 2000-2008 рр.

Тривалість періоду, діб	Середня температура повітря, °С					Опади, мм					
	15 - 17	18 - 20	21 - 23	24 - 26	27 - 29	0	1-10	11-30	31-60	61-90	91-130
4 - 7	-	20	60	-	20	-	60	40	-	-	-
8 - 11	9	35	39	17	-	22	22	53	3	-	-
12 - 15	7	40	30	21	2	22	22	25	25	6	-
16 - 19	9	53	32	6	-	3	18	30	32	12	5
20 - 23	20	60	15	5	-	-	15	35	30	5	15
24 - 27	30	40	30	-	-	10	-	20	30	10	20
28 - 31	25	50	25	-	-	-	-	50	25	-	25
32 - 37	-	33	67	-	-	-	33	67	-	-	-

За температури повітря 18-20 °С перехід проса від виходу в трубку до фази викидання волоті часто спостерігається на 20-23-ю добу. При цьому вірогідність випадання великої кількості опадів (91-130 мм) за міжфазний період зростає. За температури повітря 15-17 °С розвиток рослин проса в цей період у 30 % років закінчується за 24-27 діб.

Перехід проса від виходу в трубку до фази викидання волоті спостерігається на 32-37-у добу, якщо температура повітря складає 18-23 °С, а кількість опадів була меншою 33 мм, тобто значна затримка появи волоті відбувається внаслідок посушливих умов погоди.

За короткого періоду розвитку від виходу в трубку до викидання волоті (4-7 діб) сума ефективних температур складає 50-100°С, а за довгого (32-37 діб) – 300-400 °С. У 80 % років настання фази викидання волоті після виходу в трубку спостерігається при накопиченні суми ефективних температур 100-250 °С. За агрометеорологічний показник швидкість розвитку рослин проса в період вихід в трубку-викидання волоті, була прийнята середня величина 175 °С. Цей показник дозволяє розраховувати терміни настання фази викидання волоті з точністю 0-2 доби в 34 %, 0-7 діб у 76 % років.

Тривалість цвітіння рослин, наливання зерна та його дозрівання змінюється в межах 12-50 діб, у 90 % років – 20-39 діб. Середня багаторічна тривалість періоду викидання волоті-дозрівання складає 30 діб. Середнє квадратичне відхилення  $\sigma$  дорівнює 7 діб. Формування врожайності зерна та його дозрівання у 83 % років зумовлюється середньою температурою повітря 18-23 °С, а в 50 % років – температурою 21-23 °С. У 87 % років цей період забезпечений сумою опадів менше 90 мм.

Повне уявлення з вірогідності середньої температури повітря і кількості опадів, що випали за період викидання волоті-дозрівання, можна одержати, аналізуючи дані табл. 5. У цей період розвиток рослин проса прискорений, оскільки температура повітря зазвичай буває високою (21-23 °С). Найкоротший період формування зерна (12-15 діб) спостерігається за середньої температури повітря 21-26 °С. Він характеризується сухою погодою або невеликою кількістю опадів (менше 10 мм).

За кількості опадів більше 10 мм і температури повітря 21-26 °С дозрівання зерна наступає на кілька діб пізніше. Так, налив зернівки та її дозрівання закінчується в 96 % років на 16-19-у добу за температури повітря 21-26 °С і суми опадів 11-30 мм.

За середньої температури повітря 18-23 °С і кількості опадів понад 10 мм у 89 % років період репродукування закінчується на 28-31-у добу. За температури повітря 15-20 °С дозрівання зернівки настає на 40-50-у добу. Це роки, коли за вказаний період опадів зазвичай випадає 91-150 мм.

Таблиця 5

Вірогідність (%) середньої температури повітря і кількості опадів за період викидання волоті-дозрівання, 2000-2008 рр.

Тривалість періоду, діб	Середня температура повітря, °С				Опади, мм					
	15-17	18-20	21-23	24-26	0	1-10	11-30	31-60	61-90	91-150
12-15	-	-	50	50	50	50	-	-	-	-
16-19	-	14	57	29	-	29	57	14	-	-
20-23	-	13	60	27	-	27	33	40	-	-
24-27	-	35	52	13	-	9	30	44	13	4
28-31	-	33	56	11	-	11	28	30	20	11
32-35	8	36	44	12	-	-	15	50	20	15
36-39	21	43	36	-	-	7	14	28	14	37
40-50	25	75	-	-	-	-	-	50	-	50

Сума ефективних температур вище 10 °С, за якої спостерігалось настання фази повної стиглості зерна, змінюється в межах 150-550 °С. У 82 % період викидання волоті-дозрівання закінчується після накопичення суми ефективних температур 200-400 °С.

За показник температури, якій зумовлює швидкість розвитку рослин проса в період викидання волоті-дозрівання, була прийнята сума ефективних температур 325 °С, величина, яка найчастіше спостерігається. Прийнятий показник температури (325 °С) дозволяє розраховувати настання фази дозрівання в 79 % випадків з точністю до 8 діб.

Приведені вірогідності кількості опадів за період вихід в трубку-викидання волоті та викидання волоті-дозрівання можна використовувати для оцінки та прогнозу умов розвитку посівів і формування врожаю зерна, оскільки в цей час відбувається інтенсивний ріст рослин і налив зернівок. Із цією метою спочатку за допомогою температурних показників, які зумовлюють швидкість розвитку проса (175 і 325 °С), визначали тривалість міжфазних періодів: 1) вихід у трубку-викидання волоті, 2) викидання волоті-дозрівання. Потім за вирахуваної довжини міжфазних періодів і даними таблиці 5 встановлювали для цих періодів найбільш вірогідну кількість опадів.

Просо позитивно реагує на збільшення запасів вологи в ґрунті. В результаті проведених досліджень з умов росту і розвитку рослин проса в зоні Лісостепу і Полісся встановили, що за достатньо високої температури повітря (19-22 °С) воно добре росте протягом усього періоду вегетації, якщо запаси вологи в орному шарі ґрунту складають 30-40 мм.

Лінійний ріст рослин значно знижується за запасів вологи в орному шарі ґрунту 5-10 мм. Температурний чинник погоди в східних і південно-східних районах України зазвичай у цей період буває в межах оптимуму. Отже, висота рослин у момент дозрівання основної маси зерна залежить від кількості опадів.

Залежність висоти рослин проса (у см) в період збирання від кількості опадів (у мм) за період вихід в трубку-дозрівання виявилася слабкою. Коефіцієнт кореляції  $r = 0,5 \pm 0,09$ . Ця залежність може бути використана лише для вельми наближених розрахунків висоти рослин на період збирання.

За традиційної агротехніки вирощування висота рослин у період збирання відповідно даній залежності буває невеликою (40-50 см), якщо за період вихід в трубку-дозрівання випадає менше 30 мм опадів. За суми опадів 90 мм вона складає 70 см. За випадання 120 мм опадів висота рослин проса в середньому дорівнює 80 см, а за 150 мм вони виростають до 90 см. Висота рослин досягає 100-120 см, якщо за період вихід в трубку-дозрівання випадає 180-200 мм опадів.

Кількість опадів що випали за період вихід в трубку-дозрівання, характеризує умови не тільки накопичення зеленої маси, але і формування врожайності зерна. Висота рослин у період збирання є результатом не тільки впливу погоди, але і в деякій мірі відображає рівень агротехніки обробітку посівів. Тому використання результатів з фактичної висоти рослин з розрахунку врожайності зерна дозволяє побічно враховувати також рівень агротехніки.

Рівень залежності врожайності проса від висоти рослин у період збирання характеризується високим коефіцієнтом кореляції ( $r = 0,78 \pm 0,02$ ). Як бачимо, залежність врожайності від висоти рослин досить значна. Так, урожайність зерна 0,5-0,7 т/га буває за висоти рослин 30-40 см. Високоросле просо є, як правило, показником високої урожайності зерна. Так, за висоти рослин 90-100 см в цей період урожайність зерна в експериментальних дослідженнях склала 2,0-2,5 т/га. Середня врожайність зерна (1,0-1,5 т/га) була за висоти рослин 60-70 см. Коливання врожайності зерна за регіонами буває значним. Так, на Сході України урожайність проса вважається низькою – 0,4-0,5 т/га, а високою – 3,0-3,5 т/га. Середнє квадратичне відхилення врожайності від середньої складає  $\pm 0,74$  т/га. У Поліській зоні на дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах урожайності проса становлять 1,5-2,0 т/га, на дерново-підзолистих супісках – 2,0-2,6 т/га. Середнє квадратичне відхилення врожаю від середньої складає у цій зоні  $\pm 1,12$  т/га.

Методом статистичного опрацювання даних з урожайності зерна і висоти рослин у період збирання було одержано рівняння регресії:

$$y = 0,026x - 0,24,$$

де  $y$  - урожайність проса (т/га),  $x$  - середня висота рослин в період збирання (см). Середня квадратична похибка рівняння  $S_y$  складає  $\pm 0,46$  т/га. Вона знаходиться в допустимих межах (0,67  $\sigma$ ). Рівняння можна використовувати для оцінки середньої багаторічної характеристики умов формування врожайності зерна за висотою рослин у період збирання в межах 30-100 см.

Таким чином, за відповідними розрахунками встановлено, що врожайність зерна 0,5-0,8 т/га визначається кількістю опадів 20-40 мм. Сума опадів 60-70 мм, які випали за період кушення-дозрівання, забезпечує в середньому врожайність проса 1,0-1,4 т/га. Високу врожайність зерна (2,0-2,2 т/га) одержують господарства в роки, коли за період кушення-дозрівання сума опадів складає 100-120 мм.

Найбільш значна залежність врожайності зерна виявлена при опадах, що випали за період вихід в трубку-дозрівання. Вона для України характеризується досить високим коефіцієнтом кореляції ( $r=0,84\pm 0,01$ ).

Аналізуючи залежність врожайності проса від кількості опадів, можна констатувати, що в Україні умови для формування врожайності зерна поліпшуються із збільшенням кількості опадів за період вихід в трубку-дозрівання. За середнього рівня агротехніки культури врожайність зерна 0,6-0,8 т/га господарства отримують в роки, коли за період вихід в трубку-дозрівання випадає близько 20 мм опадів. Вище врожайність (1,0-1,5 т/га) була при кількості опадів 40-60 мм. Оптимальні умови для формування врожайності зерна бувають, якщо випадає 100-120 мм опадів.

На утворення одиниці сухої речовини просо витрачає менше води, ніж інші зернові культури. Це свідчить тільки про економнішу витрату ним вологи та здатність проса рости в посушливих районах.

Залежність врожайності зерна від кількості опадів за критичний період вегетації та від висоти рослин на фазу дозрівання основної маси зерна найбільш висока ( $r=0,85\pm 0,02$ ). Рівняння регресії має наступний вигляд:

$$Z = 0,015x + 0,007y + 0,3,$$

де  $z$  - урожайність зерна (т/га),  $x$  - сума опадів за період вихід в трубку-дозрівання (мм),  $y$  - середня висота рослин у фазу дозрівання (см). Середня квадратична похибка рівняння  $S_z$  дорівнює  $\pm 0,39$  т/га.

Середнє квадратичне відхилення врожайності зерна  $\sigma_z$  складає  $\pm 0,74$  т/га. Отже, похибка рівняння ( $\pm 0,39$  т/га) цілком прийнятна, вона не перевищує 0,067  $\sigma$ . Розрахунок урожайності зерна за допомо-

гою рівняння досить простий. Відхилення фактичної урожайності зерна від розрахованих у 75 % випадків не перевищує  $\pm 0,40$  т/га.

У результаті експериментальних досліджень встановлено, що кліматичні умови в ранні фази розвитку рослин проса мають невеликий вплив на формування врожайності зерна. З настанням фази кущення, коли у проса відповідно до його біології активізуються життєві процеси, цей вплив посилюється. Найбільший ефект вони проявляють у період вихід у трубку-дозрівання, тому що йде інтенсивний ріст рослини й налив зерна.

У східних і південно-східних районах України, де період вихід у трубку-дозрівання зазвичай проходить за середньої температури повітря вище 20 °С, урожай зерна значно залежить від забезпеченості посівів вологою, яка визначається кількістю опадів.

Вивчення залежності врожаю зерна від кількості опадів за різні відрізки вегетаційного періоду дозволило зробити висновки, що опади, які випали до настання фази кущення, вельми слабо впливають на формування врожаю зерна. Виразніше проявляється залежність від опадів, які випали за період кущення-дозрівання. Рівень цього зв'язку характеризується коефіцієнтом кореляції  $r = 0,70$ .

Встановлені агрокліматичні показники дозволили здійснити оцінку природних ресурсів з точки зору успішного вирощування проса за високого рівня агротехніки.

#### Список використаних джерел

1. Яшовский И. Селекция и семеноводство проса / И. В. Яшовский. – М. : Агропромиздат, 1987. – 268 с.
2. Мурзамадиева М. Засухоустойчивость проса в условиях Казахстана / М. А. Мурзамадиева // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1975. – № 5. – С. 17 – 21.
3. Кротов А. Крупяные культуры (гречиха, просо, рис) / А. С. Кротов, В. Н. Лысов, И. И. Соколова // Культурная флора СССР. – Л. : Колос, 1975. – Т. 3. – С. 119 – 236.
4. Sinska J. Vplyv teplôt a zražo na priebeh rastovch fáz prosa siateho (*P. miliaceum* L.) / J. Sinska. – Véd. Sकेpráce ŸURV, Piestanoch, 1971. – № 9. – S. 35-42.
5. Иванова-Зубкова Н. Оценка агрометеорологических условий произрастания и прогноз урожая гречихи и проса (под ред. А. В. Процерова) / Н.З. Иванова-Зубкова. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 12с.
6. Завгородний Ф. Водный обмен / Ф. И. Завгородний // Физиология сельскохозяйственных растений. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – Т. 6. – С. 556 – 583.

7. *Ludlow M.* Recovery after water stress of leaf gas exchange in *Panicum maximum* var. *Trichoglume* / M. M. Ludlow, T.T. Ng, C. W. Ford // *Austral. J. Plant Physiol.* – 1980. – V. 7. – № 3. – P. 299 – 313
8. *Доспехов Б.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Изд-во Колос, 1968. – 336 с.

Экспериментальными исследованиями (2000-2008 гг.) на среднеспелых сортах Мироновское 51, Киевское 87 и Харьковское 57 установлены оптимальные климатические условия вегетации проса: температурный режим (17-19 °С), сумма осадков (180 мм), при которых формируется высокая урожайность. Проанализированы средние многолетние сроки наступления фаз развития растений проса: посев-всходы, всходы-выход в трубку, выход в трубку-выметывание метелки, выметывание метелки-созревание в областях с наибольшими площадями выращивания этой культуры в Украине. Доказано, что климатические условия в ранние фазы развития растений проса оказывают небольшое влияние на формирование урожайности зерна. С наступлением фазы кущения это влияние усиливается и наибольшего эффекта достигает в межфазный период выход в трубку-созревание.

Optimal climatic conditions for millet vegetation, such as: temperature condition (17-19 °C), rainfalls (180 mm), which a high yield is formed for are set during experimental researches (2000-2008 ys) with the mid – ripening varieties Mironovskoye 51, Kievskoye 87, Kharkovskoye 57. The mean multy-year terms for the beginning of developmental stages in millet plants: planting-germination-shooting-heading-ripening are analyzed in the areas where it mostly grown in Ukraine. It has been proved that the climatic conditions at the early phases of plant development in millet have no large effect on grain yield formation. With the tillering phase's start this effect grows stronger and achieves its peak in the period of shooting-ripening.