

УДК [551.583.14 + 551.583.16] : [631.92 + 633.1]

А. О. Бабич, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

А. А. Бабич-Побережна, доктор економічних наук

М. С. Побережний

ІНСТИТУТ КОРМІВ І СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОДІЛЛЯ НААН

ВПЛИВ ЗАСУХИ, СУХОВІЮ І ПИЛОВОЇ БУРІ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Висвітлено результати досліджень впливу засухи, суховію і пилової бурі на урожайність сільськогосподарських культур за останні десятиліття - в період глобальних змін клімату. Встановлено, що варіювання річної кількості опадів більше, ніж температури повітря, тому вплив кількості опадів на урожайність більший, ніж температури. За останні 130 років повторень абсолютних негативних екстремумів було більше, ніж позитивних, а зниження урожайності у посушливі роки - менше, ніж підвищення - у сприятливі.

Ключові слова: зміни клімату, зернові культури, виробництво зерна, засуха і суховій, урожайність.

Засуха, суховій і пилова буря мають, як сильний стресовий фактор, найбільший вплив на варіювання урожайності сільськогосподарських культур, причому їхній вплив сильніший на більш гумідних континентах і територіях з малою кількістю опадів. На континентах, де менш гумідні території і більше опадів, краща вологозабезпеченість, вплив засухи менший. Особливо великий вплив засухи на тих територіях континентів, що прилягають до пустель.

Ми звертаємося до цієї завжди актуальної теми у зв'язку з тим, що жителі Землі вступають у найспекотніший кліматичний період, якого за останні 10 тис. років в історії землеробства ще не було. До такого висновку прийшли вчені Гарвардського Університету США.

Великий вклад у розвиток учення про засуху, суховій, пилову бурю внесли О.О. Ізмаїльський (1893), В.Г. Ротмістров (1911), Ф.Б. Янчик (1901), І.Е. Овсінський (2010), С.Д. Лисогоров (1959), І.Е. Бучинський (1970, 1976), А.І. Задонцев (1974), Д.Ф. Процен-

ко (1975), Ю.Л. Раунер (1981), С.І. Бараш (1989), Дмитренко В.П. (2010), М. І. Ромащенко та ін. (2003), І.Т. Негіс (2008) та ін.

Мета дослідження полягає у вивченні впливу засухи, суховію і пилової бурі на урожайність зернових культур у період глобальних змін клімату та на виробництво зерна у світі і в Україні.

Результати дослідження. Про вплив глобального потепління на температуру повітря в Україні свідчать дослідження Центральної геофізичної обсерваторії (м. Київ) за останні 200 років, за даними якої середньорічна температура підвищилася на 1,7°C. За цей період в Лісостепу Правобережного, в Київській області, відмічено підвищення температури за сезонами року: навесні – на 2,1°C, влітку – на 1,5°C, восени – на 0,5°C, взимку – на 1,9°C (рис. 1).

За даними регіональних метеостанцій, відмічається не тільки варіювання температури повітря за роками дослідження, а й значне варіювання кількості опадів, що зумовлює зниження урожайності

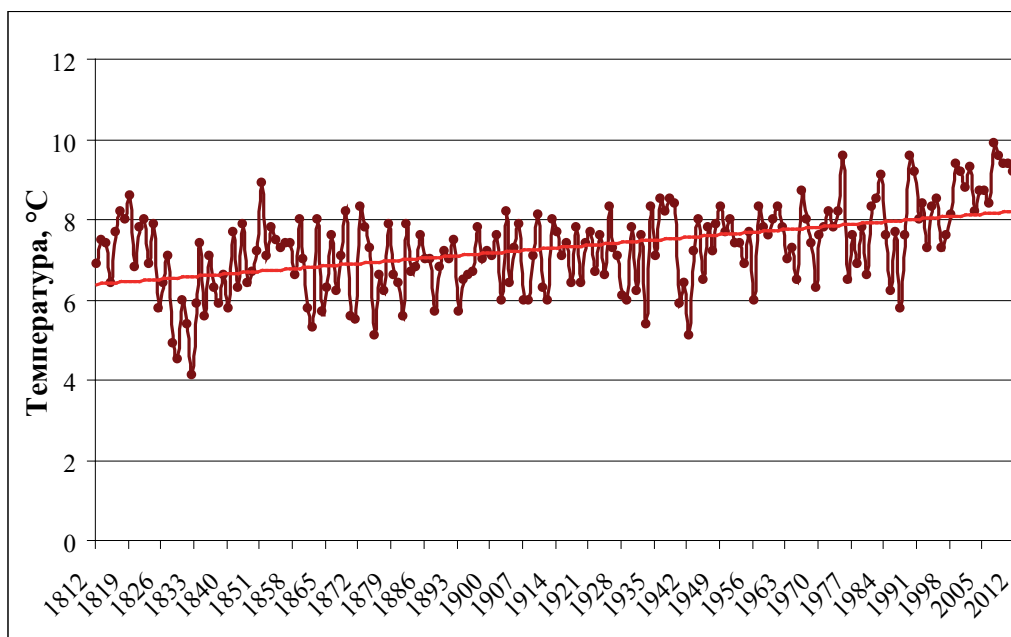


Рис. 1.

Варіювання річної температури повітря в умовах Лісостепу правобережного за останні 200 років (м. Київ)

в посушливі роки, підвищення – у сприятливі за кількістю опадів роки. Варіювання урожайності зернових культур є характерним для всіх континентів, хоч у землеробських регіонах із кращою вологозабезпеченістю посівів і меншою посушливістю територій воно є меншим, у посушливих – більшим, гостропосушливих – найбільшим. Якщо розміщення зернових і зернобобових недостатньо адаптоване до місцевих ґрунтово-кліматичних умов регіонів, тоді засуха зумовлює значне варіювання їх урожайності й строкатість виробництва. Все ж, за останні 50 років збільшення виробництва зернових культур відбувалося інтенсивним шляхом – в основному, за рахунок збільшення урожайності, меншою мірою – розширення посівів.

Моніторинг кліматичних змін свідчить, що за останній період процес аридизації набирає глобального характеру, більш того – має тенденцію до посилення, яке проявляється, перш за все, в постійному скороченні площ земель, придатних до обробітку, внаслідок деградації ґрунтів, різних форм опустелювання та антропогенної діяльності. За оцінками, в середньому за рік відповідні глобальні втрати оцінюються в 50-70 тис. км², а цей процес відображає сучасну тенденцію – прогресуючу посушливість сучасного клімату. Причому коефіцієнт варіювання урожайності пшениці, кукурудзи, ячменю і сої зростає із збільшенням аридності клімату, тобто зменшення/збільшення кількості опадів, підвищення/пониження температури і пониження/підвищення відносної вологості повітря. Коефіцієнт варіювання урожайності може розглядатися як індикатор витрат, які необхідні для підтримання стійкості урожайності і стабільності економіки господарств в умовах нестійкого і недостатнього зволоження ґрунтів.

Засуха найбільше впливає на зниження урожаю зернових, зернофуражних, зернобобових, олійних та інших культур, якщо вона співпадає з критичним періодом їх росту і розвитку. В умовах переважно хіміко-техногенної інтенсифікації рослинництва зберігається висока залежність величини і якості урожаю від погодних умов. Варіювання урожайності зернових і зернобобових культур - зниження в посушливі роки і підвищення у сприятливі за вологозабезпеченістю роки - навіть у країнах із високою інтенсифікацією виробництва на 56-81% зумовлені погодними умовами: кількістю опадів, засухою, суховієм, спекою, морозами, ураганами, градобоями тощо. Причому з ростом потенційної урожайності культур стійкість до екологічних стресів звичайно знижується, а варіювання урожайності й якості урожаю значною мірою визначається погодними умовами, а не технологією вирощування. Чим менш сприятливими є ґрунтово-кліматичні умови, тим більшим - вплив негативних метеорологічних факторів на продуктивність посівів зернових культур.

Основною причиною значної різниці між високою урожайністю в сприятливі за вологозабезпеченістю роки і низькою - в гостропосушливі роки є великі відмінності у кількості опадів і температурному режимі. Варіювання урожайності культур (зернових і зернобобових) із високою потенційною продук-

тивністю під впливом засухи є більшим, порівняно з культурами з нижчою потенційною урожайністю. Чим більшою була різниця в кількості опадів (сприятливих за вологозабезпеченістю років і посушливих), тим більшою була й відмінність у варіюванні урожайності культур цих двох груп культур.

Аналіз кількості опадів і температури за 114 років в умовах Лісостепу України (Вінницька область) свідчить про те, що варіювання кількості опадів між роками є більшим, ніж варіювання температури. Тому вплив зміни кількості опадів на урожайність більший, ніж зміни температури.

Причинами низької реалізації потенціалу продуктивності зернових культур та її високої варіабельності за роками є дефіцит вологи (засуха, суховій), незбалансоване за елементами живлення рослин, неадаптивність видів культур і їх сортів до місцевих умов тощо. Ці фактори є основною причиною зниження темпів росту урожайності зернових, зернофуражних і зернобобових в багатьох регіонах країни за останнє десятиріччя. Оскільки витрати хіміко-техногенних засобів (включаючи мінеральні добрива, гербіциди, пестициди) в цей період продовжували зростати, основною причиною зниження темпів росту урожайності слід вважати екологічні фактори. Саме на них припадає 60% зниження урожайності від несприятливих умов. Серед них повені, засухи і суховій складають 33%. Тому нестабільність виробництва зерна в основних країнах-виробниках може посилюватися у зв'язку з передбачуваним збільшенням частоти кліматичних флуктуацій, зокрема засухи, суховію, спеки, що значно впливають на продовольчі ресурси.

Із ростом культури землеробства й урожайності зернових і зернобобових культур, навіть в умовах сприятливої вологозабезпеченості, залежність урожайності від кліматичних та погодних змін не зменшується, а зростає. За умов недостатньої і нестабільної вологозабезпеченості, особливо в посушливі роки, зниження урожайності сягає 39-60%, а в окремі роки – до 70-90%. У світі відмічаються одно-, дво-, три-, чотири-, п'ятирічні і більші періоди впливу засухи на зниження/зростання урожаю за погіршення/покращання природної вологозабезпеченості.

Проведений нами аналіз частоти максимально урожайних і екстремально неурожайних років показав, що у світі за останні 130 років повторення абсолютних негативних екстремумів було вищим, ніж повторення позитивних. Так, за останні п'ять десятиліть (1961–2010) у світі максимальна урожайність зернових спостерігалася 10 років, мінімальна – 11 років; в Африці - відповідно 8 і 16, Північній Америці – 12 і 16, Південній Америці – 10 і 13, Азії – 5 і 4, Європі – 16 і 13, Океанії і Австралії – 15 і 15 років. Особливо велике повторення засух було в Африці, Північній Америці і Австралії. Водночас, за цей же період в Азії і Європі повторення позитивних екстремумів перевищило повторення негативних. Зниження урожайності у посушливі роки були меншим, а підвищення у сприятливі роки – більшим (табл. 1).

Унаслідок погодно-кліматичних флуктуацій варіювання урожайності у світі досягає $\pm 10-12\%$, а для окремих країн – $\pm 25-30\%$ і більше. Все це у пер-

Число років з екстремумами урожайності зернових культур за континентами за 50 років

Континент	Екстремальні роки (кількість років)		Урожайність, ц/га	
	+	–	+	–
У світі, всього	10	11	1,59	0,53
Африка	8	16	1,38	0,76
Східна Африка	8	11	1,13	0,80
Середня Африка	8	13	0,65	0,30
Північна Африка	15	17	2,07	1,80
Південна Африка	15	16	4,54	4,30
Західна Африка	7	9	0,73	0,60
Північна Америка	12	16	4,33	3,60
Південна Америка	10	13	1,77	1,80
Азія	5	4	1,02	0,45
Східна Азія	8	10	0,99	0,90
Південна Азія	5	7	0,88	0,70
Південно-Східна	2	4	0,75	0,50
Західна	8	8	2,28	1,70
Європа	16	13	2,22	1,60
Східна Європа	18	19	1,98	1,73
Північна Європа	11	13	4,10	3,63
Південна Європа	14	18	2,51	2,17
Західна Європа	8	17	2,28	1,99
Океанія і Австралія	15	15	3,83	3,90
Австралія і Н.Зеландія	18	17	3,83	4,00
Меланезія	13	13	2,18	2,10
Мікронезія	10	14	3,85	2,90
Полінезія	-	-	-	-

спективі створюватиме перебої з постачанням продовольства на світовий ринок, зумовить підвищення цін на зерно, стане причиною загострення проблеми у продовольчому забезпеченні населення світу. Оскільки за останні 50 років відмічено найвищі темпи потепління, доцільним є внесення коректив у систему ведення сільського господарства, структуру посівів, висівати посухостійкі види і сорти, уточнити адаптивні технології вирощування зернових і зернобобових культур, розширити зрошення тощо.

У світі спостерігається загальний ріст урожайності головних зернових культур, однак у сприятливих за вологозабезпеченістю роки вона підвищується, у посушливі роки – знижується, а в посушливих районах – залишається стабільно низькою. Засуха найбільше впливає на ознаку урожайності, викликає значну її строкатість і зумовлює нестабільність виробництва зерна. Однак за великий історичний

період темпи росту урожайності були різними, а зменшення останньої через засуху набувало значних величин.

У світі за 1961-2014 рр. середня урожайність зернових культур зросла з 13,5 до 35,7 ц/га, або в 2,6 раза, у тому числі пшениці – з 10,9 до 32,6 ц/га, або в 3,0 рази, кукурудзи – з 19,4 до 56,2 чи в 2,9 раза, рису – з 18,7 до 44,3, або в 2,4 раза, ячменю – з 13,3 до 28,2, або майже в 2,1 раза, сої – з 11,3 до 26,9, у 2,4 раза, вівса – з 13,0 до 23,9 – в 1,8 раза, жита – з 11,6 до 29,1 або в 2,5 раза, сорго – з 8,9 до 14,8 в 1,7 раза, проса – з 5,9 до 11,3 ц/га, або в 1,5 раза. Однак саме урожайність є тим показником, який сильно залежить від умов вологозабезпеченості, на нього дуже впливає засуха, спека і суховій. Варіювання урожайності зернових культур наведено на рис. 2.

Оцінка впливу стресових факторів (засухи, спеки, суховію) на ознаку середньої світової урожай-

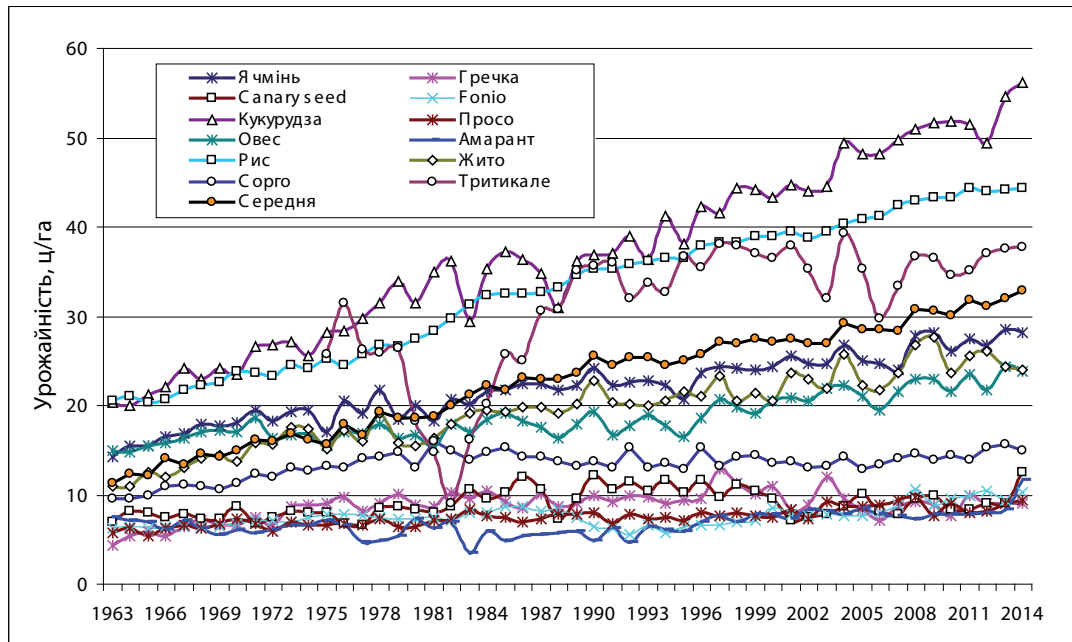


Рис. 2.

Варіювання урожайності зернових культур у світі

ності культур у світі показала, що вона варіює, але менше, ніж на рівні континентів і країн, завдяки дії закону взаємокомпенсації. Серед зернових культур високу урожайність забезпечують кукурудза і рис, а пшениця, ячмінь і соя значно поступаються їм. Меншим варіюванням урожайності характеризувалися рис і пшениця, а більшим – ячмінь і кукурудза.

Порівняння урожайності 10 зернових культур за континентами свідчить про те, що вони сильно реагують на ґрунтово-кліматичні умови та несприятливі метеорологічні фактори. Однак по жодній зерновій культурі немає схожих кривих зміни урожайності під впливом засухи, посухи і пилової бурі – всі вони різні, змінюються за континентами і роками залежно від ґрунтово-кліматичних умов, під впливом несприятливих/сприятливих метеорологічних чинників та антропогенної діяльності людини.

Ми є свідками того, що в період глобального потепління зернове виробництво просунулося далеко на північ, у достатньо зволожені регіони – де менша залежність урожайності від погодних умов року, зокрема вологозабезпеченості, майже відсутні засухи, що сприяє підвищенню стійкості і надійності зернового господарства. Завдяки цьому тепер теплолюбні культури – кукурудза і соя вирощуються в тих регіонах, де вони ніколи не вирощувалися. До того ж, північним землеробським територіям, на відміну від посушливих умов півдня, притаманна більша стабільність або менше варіювання величини і якості урожаю під впливом сприятливих/несприятливих кліматичних умов.

Україна має родючі землі, серед них чорноземи складають 67,7% сільськогосподарських угідь, однак тут на урожайність зернових і зернобобових сильно впливає вологозабезпеченість посівів: у Лісостепу, де випадає 500-800 мм опадів, урожайність зернових в 2014 р. становила 55,6 ц/га, на Поліссі – 600-700

опадів, урожайність – 49,5 ц/га, Степу – 400-500 мм опадів, урожайність – 31,7 ц/га. Особливо велика різниця в урожайності кукурудзи: в Лісостепу – 70,8 ц/га, Поліссі – 71,5, Степу – 37,5 ц/га; менша різниця в урожайності пшениці відповідно – 49,2; 42,7; 33,7 ц/га. В нашій країні рівень урожайності зернових культур визначається не тільки родючістю ґрунту, скільки сумісним впливом її разом із запасами вологи в ньому і температурним режимом. Так, за останні 12 років урожайність зернових культур варіювала від 18,5 до 43,6 ц/га, виробництво зерна – від 20 до 63,8 млн т, що свідчить про велику нестабільність зернового господарства.

За останні 80 років в Україні довелося пережити різні за силою засухи, спеку, посухи, пилові бурі, смерчі, зокрема в 1939, 1944, 1946, 1950, 1951, 1953, 1954, 1956, 1957, 1958, 1963, 1968, 1975, 1979, 1981, 1983, 1986, 1988, 1992, 1994, 2003, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013 і 2014 (Лісостеп) роках (28 років або 35%). Одному з авторів за ці роки довелося бачити спустошуючу силу засухи, посухи, чорної бурі в Україні, преріях Північної Америки, савані Африки і степах Євразії.

Для України характерна зміна (підвищення) температурного режиму, яка супроводжувалася збільшенням кількості опадів влітку, восени і взимку. Такі зміни гідротермічного режиму потребують внесення змін у структуру посівів зернових, зернофуражних і зернобобових культур, уточнення строків проведення окремих прийомів технології їх вирощування. Зокрема, завдяки осінньому потеплінню змістилися строки сівби озимих зернових на пізніший термін.

На території України основна кількість опадів випадає в теплий період року, коли формується урожай зернових, зернофуражних, зернобобових, кормових та інших культур. Тому можна вважати, що температурний режим і умови вологозабезпеченості

посівів не погіршилися, а покращилися. В Поліссі і Західному регіоні також спостерігалася потепління, збільшилася річна кількість опадів на 25-34 мм, або на 4,1-5,4%. Це сприяло просуванню у поліській районі більш теплолюбних культур, скороченню посівів холодостійких і скоростиглих культур (сортів). Внаслідок цього в Лісостепу, Поліссі і Західному регіоні значно змінилася структура посівів сільськогосподарських культур.

Одночасно із потеплінням і зміною умов вологозабезпеченості на території України частішали засухи, суховії і пилові (чорні) бурі. У посушливі роки річна кількість опадів є значно меншою, ніж у сприятливі за вологозабезпеченістю роки. Причому зменшення кількості опадів частіше спостерігалася в літній період, коли відбувається формування урожаю сільськогосподарських культур, що викликало повітряну (грунтову) засуху, рідше – комплексну. У посушливі роки спостерігалася значне зниження урожайності зернових культур, які неоднаково реагували на засуху.

Якщо варіювання урожайності між ґрунтово-кліматичними зонами країни залежить від кількості опадів і родючості ґрунту, то річне варіювання її в межах ґрунтово-кліматичної зони більшою мірою залежить від кількості опадів, ніж родючості ґрунту. Тому посушливість клімату є головною причиною зниження родючості ґрунту та ефективності вирощування зернових, зернобобових та інших культур.

Наші 55-річні дослідження в селекції, розробленні адаптивної сортової технології вирощування зернових, зернофуражних і зернобобових свідчать, що висока потенційна урожайність сорту (гібриду) не захищена екологічною стійкістю, збільшує кліматично зумовлене варіювання ознаки урожайності та якості зерна під впливом несприятливих кліматичних змін. Тому система управління продукційним процесом як зернових, так і зернофуражних і зернобобових культур повинна бути спрямована на зниження залежності від несприятливої погодно-кліматичної мінливості, сорту, гібрида, що, з одного боку, поєднують потенційну продуктивність із стійкістю до дії абіотичних та біотичних стресорів, конструювання екологічно стійких агроценозів і агроєкосистем, з іншої, на здатність відповідних культур/сортів максимально використовувати сприятливі умови середовища.

Хоч у світі спостерігається загальний ріст урожайності сільськогосподарських культур, однак у сприятливі за вологозабезпеченістю роки вона підвищується, у посушливі роки – знижується. Засуха найбільше впливає на ознаку урожайності, викликає значну її строкатість і відповідно нестабільне виробництво зерна. Однак за великий історичний період темпи росту урожайності були різними, а варіювання її в бік зниження через засуху набувало значних величин.

Через значні коливання урожайності в сприятливі за вологозабезпеченістю роки і несприятливі (посушливі) – через засуху, суховії і пилову бурю, існує суттєва різниця між ними й за обсягами виробництва зерна. Так, за один рік виробництво зернових у світі зменшилося на 77,2 млн т (2002 р.), в Африці – 15,5 млн т (1992 р.), Північній Америці – 131,3 (1983 р.), Південній Америці – 19,6 (2009 р.), Азії – 39,3 млн т (2000 р.). В окремі роки зниження виробництва зерна від засухи досягало: у світі – 3,8%, Північній Америці – 34%, Південній Америці – 13,6, Азії – 3,8, Європі – 15,5, Африці – 14,8, Океанії і Австралії – 50,4%.

Зазначимо, що середньорічне варіювання (зниження) виробництва зерна у світі є меншим, ніж варіювання за континентами. Найбільше зниження урожайності відбувалося на тих континентах, де спостерігаються несприятливі ґрунтово-кліматичні умови (засухи і суховії) для вирощування зернових культур, особливо – у критичний період для росту і розвитку рослин.

Висновки. Стабілізація виробництва зернових культур за останні 100 років відбувалася за рахунок: 1) впровадження нової вологозберігаючої системи землеробства і використання сучасної високопродуктивної техніки; 2) просування в північні, краще зволожені землеробські регіони; 3) збільшення площ зрошуваних земель у посушливих і гостропосушливих районах; 4) удосконалення структури посівів зернових та зернобобових культур; 5) створення адаптивних високопродуктивних сортів для відповідних регіонів із різними умовами вологозабезпеченості; 6) освоєння адаптивних технологій вирощування з використанням новітньої техніки.

Література

1. Бабич А.А. Влияние засухи, орошения и минеральных удобрений на рост корневой системы растений сои // Доклады ВАСХНИЛ. – 1972. – № 1. – С. 16-19.
2. Бабич А.О. Посухи і пилові бурі, особливості їх формування, поширення та вплив на кормові і продовольчі ресурси України // Вісник аграрної науки. – 1995.
3. Бабич А.О. Режим зрошення сої в умовах засухи і суховію // Аграрний тиждень. – 2014.
4. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Засуха, суховій і пилова буря в період глобальних змін клімату - Вінниця, 2014.– Т. 1. – С. 468.
5. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Засуха, суховій і пилова буря в Україні в період глобальних змін клімату - Вінниця, 2014.– Т. 2. – С. 536.
6. Бараш С.И. История неурожая и погоды в Европе. – Гидрометиздат, 1989. – 237 с.
7. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. – Л.: Гидрометиздат, 1976. – 214 с.
8. Дмитренко В.П., Вюпсенс А.А. Методические указания по оценке влияния почвенной засухи на снижение урожая зерновых культур. – М.: Гидрометеиздат, 1985. – 29 с.

9. Задонцев А.И. Повышение зимостойкости и продуктивности озимой пшеницы. – Днепропетровск, 1974. – 284 с.
10. Измаильский А.А. Как высохла наша степь. – М. – Л.: Огизсельхозгиз, 1937. – 76 с.
11. Мусиенко Н.Н., Капля А.В., Оконенко А.А. и др. Жаростойкость и продуктивность озимой пшеницы. – К.: Вища школа, 1985. – 192 с.
12. Нетіс І.Т. Посухи та їх вплив на посіви пшениці озимої: Монографія. – Херсон: Айлант, 2008. – С. 8-18.
13. Овсинский И.Е. Новая система землевладения. – К.: Зерно, 2010. – 433 с.
14. Проценко Д.Ф., Кириченко Ф.Г., Мусиенко Н.Н., Славный П.С. Засухоустойчивость озимой пшеницы. – М.: Колос, 1975. – 240 с.
15. Ромащенко М.І., Собко О.О., Савчук Д.П., Кульбіда М.І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату. – К.: Ін-т гідротехніки і меліорації УААН. – 2003. – 96 с.
16. Рекомендации по борьбе с засухой в районах юга Украинской ССР и Молдавской ССР. – М.: Колос, 1973.
17. Ротмистров В.Г. Сущность засухи по данным Одесского опытного поля. – Одесса, 1913.

Бабич А.А., Бабич - Побережная А.А., Побережный М.С.

Влияние засухи, суховея и пылевой бури на урожайность зерновых культур

Представлены результаты исследований влияния засухи, суховея и пылевой бури на урожайность сельскохозяйственных культур за последние десятилетия - в период глобальных изменений климата. Установлено, что варьирование годового количества осадков больше, чем температуры воздуха, поэтому влияние количества осадков на урожайность больше, чем температуры. За последние 130 лет повторений абсолютных отрицательных экстремумов было больше, чем положительных, а снижение урожайности в засушливые годы - меньше, чем повышение - в благоприятные.

Ключевые слова: изменения климата, зерновые культуры, производство зерна, засуха и суховея, урожайность.

Babich A.O., Babich-Poberezhnaya A.A., Poberezhny M.S.

The impact of droughts, hot dry winds and dust storms on the yield of grain crops

The results of studies of the impact of drought, hot dry winds and dust storms on crop yields over the past decade - in global climate changes. It was established that the variation of annual precipitation was more than temperature changes, so the impact of rainfall on yield was greater than temperature. Over the past 130 years repetition of absolute extremes were more negative than positive, and decrease of yields in dry years - less than the increase - in favorable.

Keywords: climate changes, cereal crops, grain production, drought and hot dry wind, productivity.

Рецензенти

Вишнівський П.С. – д. с.-г. н.

Шморгун О.В. – к. с.-г. н.

Стаття надійшла до редакції 02.06.2015 р.