Data of regression analysis allowed to forecasts values of the main elements of yield structure and grain quality at maximum productivity. Thus, at grain yield 6,0–6,5 t/ha plant height must not exceed 80–90 cm, capacity for fruit-bearing shoots — 3,7–4,2 pieces, mass of grain per ear — 2,3–2,5 g, number of grains per ear — 55 pieces, ear density — 16,5 pieces/10 cm. At the same time gluten and protein content theoretically can be at the level of 18–21 % and 39–45 %, respectively. The obtained model is necessary for using at study of initial material, selection of pairs for a hybridization and selection of the best breeding lines.

***Key words**: yield capacity, grain quality, correlation coefficient, regression analysis*

УДК 632.937

DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-125-149

ВИРОЩУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У ЧЕРКАСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА МОНІТОРИНГ ЇХ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ

І. І. МОСТОВ'ЯК, *кандидат сільськогосподарських наук*

Уманський національний університет садівництва

Наведено аналіз вирощування основних зернових злакових культур (пшениці озимої, ячменю та вівса ярого) на території Черкаської області за 2004–2019 рр., а також оцінено фітопатогенний стан їх посівів залежно від екологічних чинників. Встановлено, що на території області у структурі посівних площ посіви пшениці озимої в різні роки становили 17–22 %, ячменю ярого – 4,4–21 %, вівса ярого – менше 1 %, а також спостерігається тенденція до зменшення площ під цими культурами. Серед основних домінуючих хвороб за різних гідротермічних умов визначено кореневі гнилі, що уражували коріння і нижні міжвузля, борошниста роса, септоріоз і різновиди

плямистості (піренофороз, ринхоспоріоз, темно-бура), що уражували листки і стебло. Серед хвороб колосу домінував фузаріоз, а на вівсі – покрита (тверда) і летюча сажки. Встановлено залежність між гідротермічними умовами вегетаційного періоду й ураженням посівів хворобами. За підвищення значень показника ГТК фіксували зростання частки посівів пшениці озимої та ярої, уражених кореневими гнилями (від 25,4 до 43,5 %), септоріозом листків (від 6,3 до 28,4 %), фузаріозом колосу (від 8,5 до 21,2 %), за вирощування ячменю ярого – уражених фузаріозом колосу (від 11,2 до 16,2 %). Встановлено, що за умов жорсткої посухи і дефіциту вологи частка уражених посівів була мінімальною. Проте за таких умов у окремі роки на 70 % обстежених площ пшениці озимої виявляли борошнисту росу, а на 69 % – темно-буру плямистість на ячмені. Найменше поширення та розвиток кореневих гнилей за вирощування пшениці озимої відбувалось у посушливих умовах (ГТК 0,8–0,9), за вирощування ячменю – за помірних умов зволоження (ГТК 1,3–1,6). Ураження рослин пшениці озимої та ячменю ярого хворобами листків і стебла було найменшими за ГТК 1,0–1,2. Мінімальне ураження хворобами колосу фіксували для пшениці озимої за ГТК 1,3–1,6, для ячменю ярого – за ГТК 1,0–1,2.

Ключові слова: *пшениця озима, ячмінь ярий, овес ярий, фітопатогенний контроль, гідротермічні чинники, поширення хвороби, розвиток хвороби, збудники хвороб, здоров'я рослин.*

Постановка проблеми. Важливим чинником стабільного виробництва зерна є запобігання втрат урожаю від впливу шкідливих організмів. Останніми роками відзначається значне погіршення фітосанітарної ситуації у посівах зернових культур, що щорічно спричиняє недобір до 25 % врожаю, а в окремі роки за зростання чисельності шкідників і епіфітотії хвороб втрати сягають до 80 %.

У технологіях вирощування зернових злакових культур у системі захисту рослин традиційно використовують хімічний метод. Проте навіть за високої ефективності цей метод не завжди дає бажані результати, не в змозі

забезпечити довгострокової стабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур та їх відповідність екологічним вимогам. При цьому, відбувається порушення екологічної рівноваги в агроценозах, зменшення видового біорізноманіття, забруднення ґрунту і рослин хімічними препаратами, зниження якості продукції, поява нових видів і резистентних форм патогенів тощо.

Важливим у забезпеченні здоров'я рослин і підтриманні належного фітосанітарного стану є дотримання агротехнологій, постійний фітосанітарний моніторинг, ефективна діагностика та прогноз розвитку і поширення шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур, що набуває особливої актуальності в умовах зміни клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У продовольчому забезпеченні людини зернові культури відіграють надзвичайно важливе значення. Потреба і виробництво зерна у світі постійно зростає, що пов'язано із зростанням чисельності людей на планеті та забезпеченням продовольчої безпеки [1, 2].

Така ситуація вимагає або збільшення площ під культурами зернової групи, або запровадження інтенсивних технологій їх вирощування. У першому випадку на самміті ФАО в 2012 р. визнало факт скорочення посівних площ у світі під зерновими культурами з 0,3 до 0,11 га/людину і зниження виробництва зерна з 0,34 до 0,27 т на душу населення [3]. Тому актуальним для всіх країн світу є інтенсифікація сільськогогосподарського виробництва, що визначає основу сталого розвитку аграрної галузі [4].

За нинішніх умов завдання інтенсифікації сільськогосподарського виробництва мають бути пов'язані з мінімізацією негативного впливу на навколишнє природне середовище, формуванням збалансованих агроекосистем, упровадженням екологічно безпечних технологій, спрямованих на забезпечення здоров'я ґрунту і рослин та обов'язково враховувати зміни клімату [5–8]. Тобто, необхідно здійснити перехід на засади екологічної інтенсифікації, як засобу підвищення продуктивності сільського господарства, за одночасного

зменшення виробничих витрат і використання екологічних процесів, що підтримують і регулюють первинну продуктивність в агроекосистемах. За такого способу господарювання агровиробництво більше орієнтоване на використання екологічних процесів, екосистемних послуг, ефективності використання ресурсів і приділяє значну увагу екологічним принципам та екологічній стійкості [9].

Проте, у більшості випадків, агровиробники нехтують основними законами землеробства й екології, обираючи за пріоритет отримання максимального прибутку [8, 10, 11].

Висока частка у структурі посівів площ під культурами зернової групи, порушення агротехнологій їх вирощування, надмірне використання мінеральних добрив і пестицидів спричиняє втрату стійкості агроекосистем, їх хімічне і біологічне забруднення, розбалансування основ біологічних процесів, зниження родючості ґрунту та фітосанітарну дестабілізацію, а в кінцевому випадку спричиняє значні втрати врожаю і погіршення його якості [10–12]. Однак, окремі дослідники [13], дані щодо втрат урожаю на рівні 20–40 % піддають сумніву, оскільки вплив шкідливих організмів може бути як прямимий, так і опосередкований та в більшості має невизначений характер із коротко і довгостроковими наслідками.

Недосконаліть, не адаптованість і неякісне застосування агротехнологій, глобальні зміни клімату та помилки в організаційній і господарській діяльності кінця XX і початку XXI ст. визнано основними фітосанітарними проблемами сучасного рослинництва [14]. Однак, визнаючи важливе значення впливу глобального потепління на біоекологію шкодочинних організмів та їх взаємовідносини з культурними рослинами [15], першочергове значення у формуванні фітосанітарного стану агроценозів все ж відносять до антропогенних чинників, а погіршення стану посівів сільгоспкультур – є результатом помилок і прорахунків у технологіях їх вирощування [16].

Основними дестабілізуючими чинниками, що сприяють накопиченню та розповсюдженню небезпечних шкідників і збудників хвороб в агроекосистемах,

визнано порушення сівозмін та перенасичення структури посівів зерновими колосовими, вирощування сприйнятливих до фітопатогенів сортів, порушення агротехнічних заходів, що сприяють збереженню і накопиченню інфекції, а саме поверхневий обробіток ґрунту, стерньові попередники і виведення значних площ із обробітку [17].

За таких умов важливим є проведення моніторингу фітосанітарного стану агроекосистем для виявлення та контролю поширення, чисельності й інтенсивності розвитку шкідливих організмів з подальшим установленням рівня небезпеки та розроблення відповідних заходів захисту рослин. Абіотичні чинники впливають як на розвиток фітопатогенів, так і на стійкість та толерантність рослин. За оцінками вчених ступінь впливу гідротермічних чинників на врожайність і її якість коливається від 30 до 60 % [18]. Нині на території України фіксують погіршення фітопатологічного стану посівів зернових культур, що пов’язано як зі зміною гідротермічних умов, так і порушенням агротехніки вирощування культур [19].

Тому, дослідження фітосанітарного стану посівів основних сільськогосподарських культур є актуальними.

Мета досліджень – проаналізувати динаміку вирощування основних зернових злакових культур в умовах Правобережного Лісостепу України на прикладі Черкаської області й оцінити фітопатогенний стан посівів пшениці озимої, ячменю і вівса ярого залежно від екологічних чинників за період 2004–2019 рр.

Методика досліджень. Дослідження виконано в Уманському національному університеті садівництва. Для проведення аналізу статистичних і порівняльних досліджень використано дані Державної служби статистики України та Головного управління статистики у Черкаській області, Департаменту фітосанітарної безпеки, контролю в сфері насінництва та розсадництва Держпродспоживслужби України [19–21], доступні сучасні наукові джерела та власні результати досліджень за 2004–2019 рр.

Аналіз фітопатогенного стану посівів зернових злакових культур проведенно на території Черкаської області, як репрезентативної для Правобережного Лісостепу, методом маршрутних обстежень, згідно загальноприйнятих методик [22, 23]. Під час обстеження посівів проводили візуальну оцінку ступеня враження рослин хворобами та їх поширенння на відповідній площі території. У лабораторних умовах визначали видову належність збудників хвороб методом мікроскопіювання [22, 23].

Погодні умови в роки досліджень різнились за агрометеорологічними показниками. Характерною ознакою була контрастність перепадів температур повітря та нерівномірність розподілу опадів як упродовж вегетаційного періоду, так і за роками досліджень, що мало істотний вплив на розвиток шкідливих організмів, ріст і розвиток зернових культур та їх продуктивність. Упродовж вегетаційного періоду більшості років лімітуючим чинником росту і розвитку агрокультур була підвищена, порівняно з середніми багаторічними даними (СБР), температура повітря на: 0,2–3,8^{o}C у квітні; 0,2–4,7^{o}C – у травні; 0,2–5,8^{o}C – у червні; 0,9–4,4^{o}C – у липні; 0,7–5,4^{o}C – серпні. Загалом у всі роки досліджень (100%) середньодобова температура повітря перевищувала СБР у липні та серпні, у 82% років – таке перевищення фіксували у квітні та червні, і в 76% років – у травні. При цьому, забезпечення вологою було критичним. Лише три роки (2008, 2010 і 2017 рр.) за кількістю опадів у квітні наближались до СБР, у 2005, 2014 і 2015 рр. фіксували понаднормове їхнє надходження (5–52 мм), а врешті років (65 %) – спостерігали дефіцит вологи на рівні 6–48 мм. Подібне спостерігали і в травні: лише два роки (2005 і 2010 рр.) були на рівні СБР; 2011, 2013, 2014 і 2016 рр. – опадів випало понад норми 16–71 мм; у решті років (65 %) – фіксували дефіцит опадів на рівні 2–49 мм. Літні місяці були посушливими і лише в 24 % років фіксували понаднормову кількість опадів, які мали зливовий характер. У решта років (76 %) дефіцит вологи у цей період був на рівні 5–64 мм. Згідно з прийнятою градацією значень гідротермічного коефіцієнта (ГТК), вегетаційні періоди 2007, 2009, 2012, 2018 і 2019 рр. характеризували як дуже посушливі з недостатнім зволоженням (ГТК 0,6–0,7),

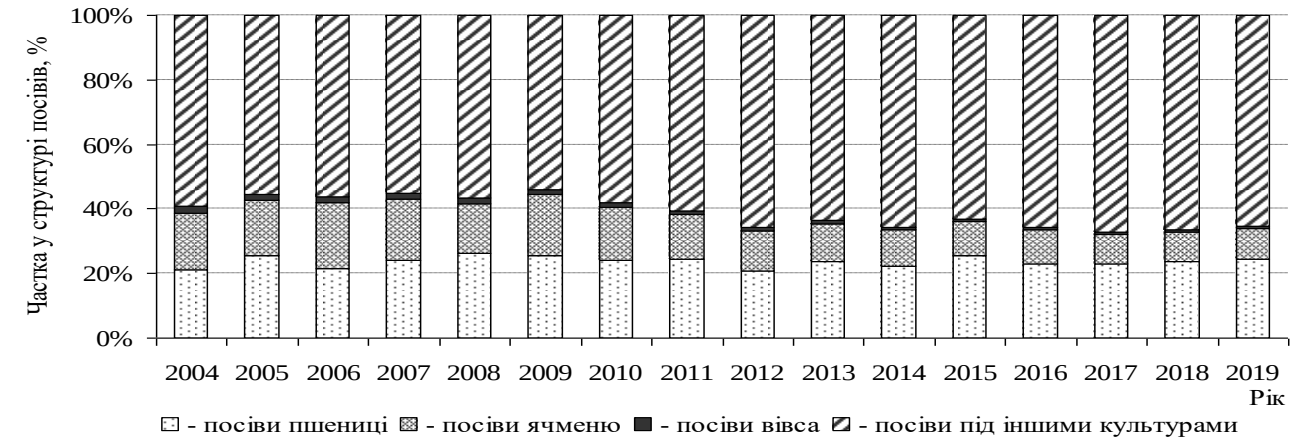
2006, 2008, 2013 і 2017 рр. – посушливі, посуха не інтенсивна (ГТК 0,8–0,9), 2004, 2005, 2010, 2015 і 2016 рр. – недостатньо вологі (ГТК 1,0–1,2), 2011 і 2014 рр. – помірно вологі (ГТК 1,3–1,6).

Обрахунок статистичних даних виконано загальноприйнятими методами [24, 25] з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Результати досліджень. В Україні, як і світі загалом, вирощування зернових культур є пріоритетним напрямом в агровиробництві. Згідно даних Держстату України [20], посівні площі під зерновими культурами у 2018–2019 рр. становили близько 52 % від загального, і порівняно з даними 1990 р. зросли майже на 8,5 %, а виробництво зернових культур – на 45 %. Подібна ситуація характерна і для Черкаської області, де в структурі посівів сільськогосподарських культур у 2018 р. переважало вирощування зернових (52,3 %), на які припадала третина валового виробництва області. В той же час, посіви технічних культур займали близько 29 %, кормових – 7,1, картоплі і овочів – 5,5 % [21].

Протягом останніх 15-ти років серед зернових злакових культур найбільші площі в Україні займали посіви пшениці озимої (21–26 %), ячменю ярого (9–21 %) і вівса ярого (0,7–2,0 %), які сукупно становили 33–46 % або 9074–12407 тис. га (рис. 1а), а валовий збір зерна за останні п'ять років склав 23329–37667 тис. тонн.

На території Черкаської області посіви пшениці озимої у різні роки становили 197–255 тис. га (або 17–22 % посівних площ області), ячменю ярого – 53–244 тис. га (4,4–21 %), вівса ярого – 0,9–10 тис. га (< 1 %) та спостерігається тенденція до зменшення площ під цими культурами (рис. 1б). Якщо найбільші площі під цими культурами були у 2005–2006 рр. і становили 452–465 тис. га (39–42 %), то в 2019 р. – вони зменшилися в 1,8 раза до 252,8 тис. га (21,2 %). Зокрема, у 2019 р. площу під посівами пшениці озимої зменшено до 199,2 тис. га (16,7 %), ячменю ярого – до 52,7 тис. га (4,4 %), вівса ярого – до 0,9 тис. га (< 0,1 %).



***а* – в Україні**

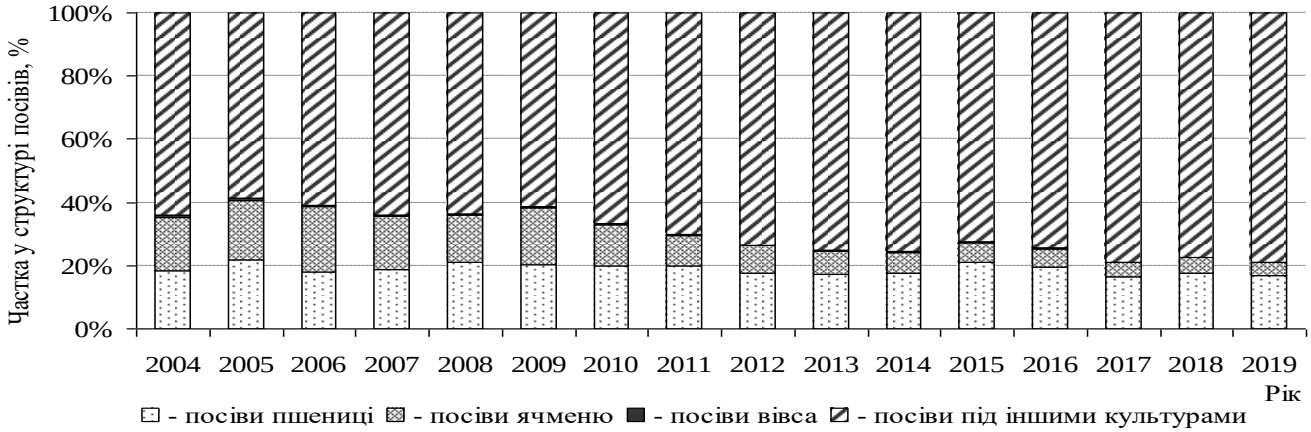


Рис. 1.

***б* – у Черкаській обл.**

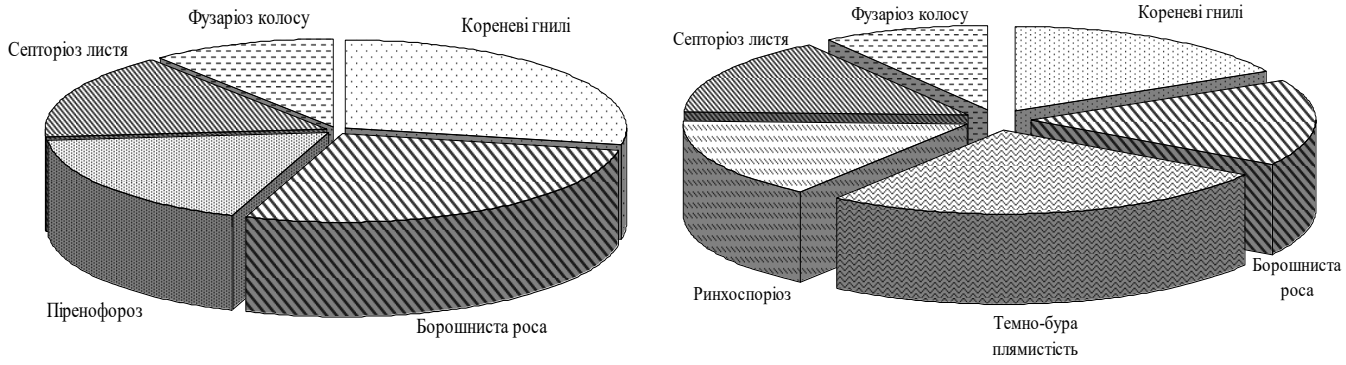
Структура посівних площ польових культур

на території України (*а*) і Черкаської області (*б*), %

Слід відмітити значне зменшення площ під посівами вівса. За 2000–2019 р. в Україні площі під цією культурою зменшилися в 2,9 раза, а на території Черкаської області – у 17 разів. Якщо в області в 2000 р. овес висівали на площі 15,5 тис. га, у 2005 р. – на площі 8,9 тис. га, то в 2018 р. – на 1,1 тис. га, а в 2019 р. – на 0,9 га, що майже на 10 % менше, ніж у попередній рік. І така тенденція простежується на території всього Правобережного Лісостепу. Зменшення площ під зерновими злаковими культурами пов’язано, в першу чергу, з переорієнтацією агровиробників на вирощування більш економічно вигідніших культур (кукурудзи, сої, соняшника).

І хоча, вирощування основних зернових злакових культур у середньому займає близько 30 % у структурі посівних площ області, проте рівень їхній урожайності не завжди є високим і залежить від низки агротехнічних та екологічних чинників. Серед причин, що впливають на зниження врожайності основними є погіршення фітосанітарного стану агроценозів та зміни клімату, які і визначають здоров'я рослин [15]. При цьому, на думку О. І. Борзих [26], збільшення посівних площ під культурами зернової групи є причиною погіршення фітосанітарного стану агроценозів та активізації розвитку шкідників і збудників хвороб. За таких умов рослини не спроможні реалізувати свій потенціал.

Фітосанітарний моніторинг агроценозів зернових злакових культур на території Черкаської області засвідчив, що домінуючими хворобами рослин за різних гідротермічних умов були кореневі гнилі, що вражували коріння і нижні міжвузля стебла, борошниста роса, септоріоз і різновиди плямистості (піренофороз, ринхоспоріоз, темно-бура) – уражували листки і стебло (рис. 2).



а ***б***

Рис. 2. Структура патогенного комплексу агроценозу пшениці озимої (*а*) і ячменю ярого (*б*) *(2004–2019 рр.), %*

Серед хвороб колосу домінував фузаріоз, а на вівсі – фіксували покриту (тверду) і летючу сажки (табл. 1).

Табл. 1. Частка посівів зернових злакових культур уражених домінуючими видами хвороб за різних гідротермічних умов (2004–2019 рр.), %

Назва хвороби і збудника	ГТК			
	0,6–0,7	0,8–0,9	1,0–1,2	1,3–1,6
Пшениця озима і яра				
Коренева гниль / звичайна або гельмінтоспоріозна (*Cochliobolus sativus* (Ito&Kurib.) Drechsler ex Dastur (анаморфа *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker), фузаріозна (*Fusarium* spp.), прикоренева церкоспорельозна (*Oculimacula yallundae* (Wallwork & Spooner) Crous & W. Gams), офіобольозна (*Gaeumannomyces graminis* Arx et Ol.)	3–55* 25,4**	5–70 28,9	10–70 37,5	7–78 43,5
Борошниста роса / *Blumeria graminis* Speer *f. sp. tritici* Marchal.	6–70 33,4	10–60 30,8	5–45 29,8	20–65 38,8
Піренофороз (або жовта плямистість) / *Pyrenophora tritici-repentis* Died.	1–50 9,2	7–65 36,8	3–40 15,3	5–70 25,4
Септоріоз листків / *Septoria tritici* Roberge in Desmaz, телеоморфа *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt.	3–14 6,3	4–25 15,5	3–45 25,3	10–53 28,4
Фузаріоз колосу / (*Fusarium* spp.)	3–30 8,5	2–21 10,2	3–25 13,4	3–40 21,2
Ячмінь				
Коренева гниль / *Cochliobolus sativus* (Ito&Kurib.) Drechsler ex Dastur (анаморфа *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, *Fusarium* spp.	5–45 21,6	9–50 21,0	15–65 33,8	10–25 17,9
Борошниста роса / *Blumeria graminis (DC.) Speer f. sp. hordei* Marchal.	15–47 24,2	15–30 23,8	5–40 20,0	15–31 21,3
Темно-бура плямистість / *Cochliobolus sativus* (Ito&Kurib.) Drechsler ex Dastur (анаморфа *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker)	7–69 39,7	20–60 40,1	12–60 41,7	3–35 21,4
Ринхоспоріоз (або облямівкова плямистість) / *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis.	2–15 7,1	10–70 38,6	3–40 25,8	3–20 12,8
Септоріоз листків / *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt.	3–23 17,8	10–80 31,5	3–30 16,9	10–20 15,7
Фузаріоз колосу / *Fusarium* spp.	3–28 11,2	3–14 12,1	3–50 14,2	4–30 16,2
Овес				
Покрита (тверда) сажка / *Ustilago kolleri* Wille	2–4 2,5	3–6 4,4	1–5 3,4	1–4 2,3
Летюча сажка / *Ustilago avenae* (Pers.) Rostrup.	3–9 5,6	5–40 15,7	1–11 6,4	3–10 6,2

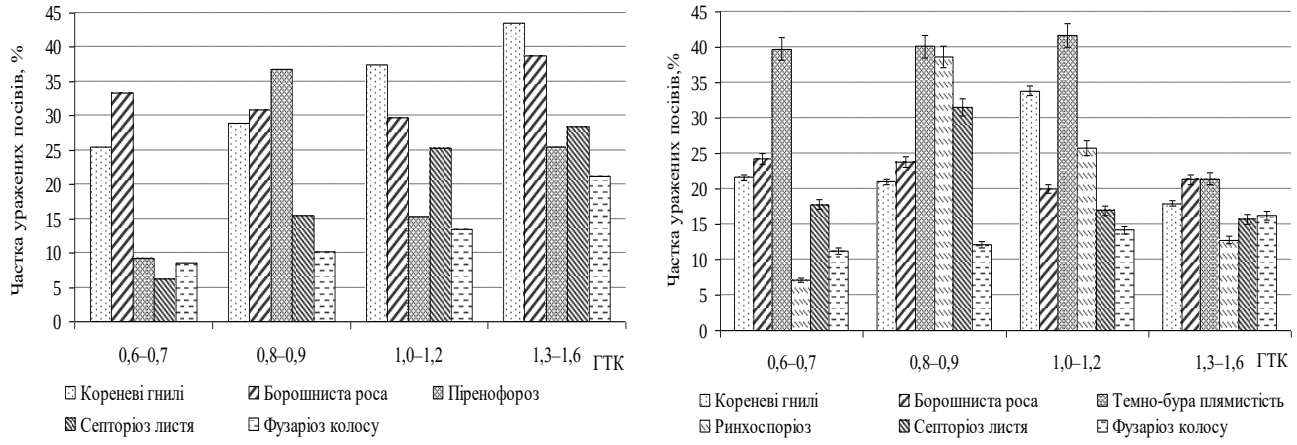
*Примітка: *над рискою – межі коливань показника (min–max), **під рискою – середнє значення.*

У структурі патогенного комплексу агроценозу пшениці озимої домінували кореневі гнилі і борошниста роса, частка яких у середньому за 2004–2019 рр. становила 27–28 %. Такі хвороби листків як септоріоз і піренофороз займали 16 і 18 % відповідно (див. рис. 2а).

В агроценозі ячменю домінуючою хворобою за 2004–2019 рр. виявлено темно-буру плямистість, яка займала у структурі патогенного комплексу 26,3%. На кореневі гнилі і борошнисту росу припадала частка 17,4 і 16,4 % відповідно. Майже у рівних частках (15,1 %, 15,5 %) у структурі зудників хвороб фіксували ринхоспоріоз і септоріоз листків (див. рис. 2б).

В агроценозах вівса домінували хвороби колосу. При чому ураження посівів збудником летючої сажки було майже втричі вище, ніж покритою (твердою) сажкою (табл. 1). Отримані дані підтверджують залежність ураження хворобами посівів зернових культур від гідротермічних чинників.

Встановлено, що за збільшення значень ГТК у посівах пшениці озимої зростає частка посівів, уражених кореневими гнилями, – в середньому в 1,7 раза (25,4→28,9→37,5→43,5 %), септоріозом листків – в 4,5 раза (6,3→15,5→25,3→28,4 %), фузаріозом колосу – в 2,5 раза (8,5→10,2→13,4→21,2 %) (рис. 3).



а ***б***

Рис. 3. Уражені домінуючими видами хвороб посіви пшениці (*а*) і ячменю (*б*) за різних гідротермічних умов, середнє за 2004–2019 рр., %

За вирощування ячменю ярого частка посівів, уражених фузаріозом колосу, зростала з 11,2 % до 16,2 %. Проте у посівах ячменю ярого не спостерігали чіткої залежності враження кореневими гнилями залежно від гідротермічних умов. На нашу думку це може бути пов'язано з тим, що збудники кореневих гнилей різняться за біоекологічними особливостями. Так, амплітуда температури для враження рослин церкоспорельозною гниллю знаходиться в межах 2–12ºС, у то й же час, для видів Fusarium (крім *F. nivale*) – у межах 13–23ºС. Також ці збудники мають різні параметри оптимальної вологості, відношення до сезонних оптимумів [19]. Інтенсивність розвитку і шкодочинність кореневих гнилей визначаються низкою абіотичних і біотичних чинників, а саме – наявністю первинного джерела інфекції на насінні, ґрунті та рослинних рештках, умовами зволоження і температури ґрунту в період сівби тощо. При цьому кліматичні умови зумовлюють не лише особливості розвитку фітопатогенних грибів, їх виживання, життєздатність, агресивність і конкурентоспроможність. За їх дії формується стійкість рослин до зараження патогенними організмами, сприйнятливість і витривалість рослин до захворювань у різні періоди вегетації [27].

Нами було проаналізовано ураження посівів основних зернових культур домінуючими хворобами залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду (рис. 3, табл. 2). При цьому, встановлено, що за умов жорсткої посухи і дефіциту вологи частка уражених посівів була мінімальною. Проте за таких умов в окремі роки на 70 % обстежених площ пшениці озимої виявляли борошнисту росу і на 69 % площ – темно-буру плямистість на ячмені.

У теплі зими 2004/2005, 2006/2007, 2007/2008 і 2017/2018 рр. вегетація озимих культур не припинялась. Тепла погода у лютому (2008, 2009, 2013, 2015, 2016 і 2019 рр.) із температурами від мінус 1,1 до плюс 2,4°С сприяла активному розвитку фітопатогенів. Результати моніторингу підтвердили зростання ураження посівів озимих культур хворобами листків, корневими і прикореневими гнилями.

Табл. 2. Поширення та розвиток хвороб в агроценозах зернових культур Черкаської області (2004–2019 рр.), %

Культура	Кореневі гнилі	Хвороби листків і стебла	Хвороби колосу
ГТК 0,6–0,7			
Пшениця озима	4,0–7,0* 1,5–4,0**	4,0–35,0 2,0–22,0	2,0–11,5 1,0–5,0
Ячмінь ярий	4,3–5,2 1,0–3,0	1,0–45,5 0,3–13,2	2,6–10,0 1,0–3,3
ГТК 0,8–0,9			
Пшениця озима	3,5–10,0 2,0–3,0	8,5–45,0 2,0–15,0	2,5–17,0 1,0–5,4
Ячмінь ярий	3,5–9,0 2,0–4,2	2,5–65,0 0,8–18,2	2,0–10,0 0,3–3,0
ГТК 1,0–1,2			
Пшениця озима	4,5–13,7 2,0–6,0	5,0–23,0 2,0–8,5	1,5–23,0 1,0–6,5
Ячмінь ярий	5,0–20,0 2,6–5,0	1,0–21,5 0,1–6,3	1,5–5,1 0,3–2,3
ГТК 1,3–1,6			
Пшениця озима	12,5–17,5 4,0–10,0	5,0–47,0 2,0–18,0	1,3–10,5 1,0–5,5
Ячмінь ярий	3,8–6,4 2,0–3,2	1,0–35,5 0,3–16,3	2,1–18,2 1,2–6,5

*Примітка: * над рискою – поширення хвороби (min–max), %; ** під рискою – розвиток хвороби (min–max), %.*

Аналіз ураженості хворобами в агроценозах зернових культур Черкаської області показав, що найменші показники поширення та розвитку кореневих гнилей у посівах пшениці спостерігали за ГТК 0,8–0,9 (відповідно 3,5–10,0 % і 2,0–3,0 % порівняно з 4,0–17,5 % і 1,5–5,0 % за інших погодних умов), за вирощування ячменю – 1,3–1,6 (відповідно 3,8–6,4 % порівняно з 3,5–20,0 % і 2,0–3,2 % порівняно з 2,0–5,0 %). Поширення та розвиток хвороб листків і

стебла у посівах пшениці озимої (5,0–23,0 % і 2,0–8,5 %) і ячменю ярого (1,0–21,5 % і 0,1–6,3 %) виявились найменшими за ГТК 1,0–1,2.

Найменше поширення та розвиток хвороб (1,5–5,1 % і 0,3–2,3 %) колосу ячменю ярого фіксували за ГТК 1,0–1,2, а поширення хвороб колосу пшениці озимої – за ГТК 1,3–1,6 (1,3–10,5 %).

Особливе значення екологічні чинники навколишнього середовища відіграють у регулюванні ритмів розвитку рослини і патогена, забезпечуючи тим самим вірогідність поєднання періоду масового розсіювання спор збудника з критичними періодами розвитку рослин, коли вони найбільш сприйнятливі до враженнями хворобами. Періоди розвитку рослини і патогенів, співвідношення сприйнятливих фенофаз рослини і небезпечних стадій збудника істотно впливають на ймовірність розвитку епіфітотій і шкідливість збудників хвороб [15, 19, 28–30]. Дослідженнями багатьох учених доведено зв’язок прояву хвороб зернових культур із середньодобовою температурою повітря і опадами в критично важливі періоди вегетації рослин [12, 27–35].

Серед зернових культур овес відноситься до числа стійких до ураження хворобами рослин, проте на фоні комплексу чинників (агроекологічних, біотичних, антропогенних та ін.) механізми саморегуляції рослин виявляються пригніченими або повністю зруйнованими навіть у найбільш стійких сортів [31, 32]. Подібні закономірності були встановлені й за період наших досліджень.

Висновки. Встановлено, що на території Черкаської області у 2004–2019 рр. серед зернових злакових культур найбільше вирощують пшеницю, ячмінь і овес. У структурі посівних площ посіви пшениці озимої в різні роки становили 17–22 %, ячменю ярого – 4,4–21 %, вівса ярого – менше 1 % та спостерігається тенденція до зменшення площ під цими культурами.

Серед основних домінуючих хвороб пшениці озимої, ячменю ярого і вівса ярого за різних гідротермічних умов визначено кореневі гнилі, що вражували коріння і нижні міжвузля, борошниста роса, септоріоз і різновиди плямистості

(піренофороз, ринхоспоріоз, темно-бура), що вражували листки і стебло. Серед хвороб колосу домінував фузаріоз, а на вівсі – покрита (тверда) і летюча сажки.

Встановлено залежність між гідротермічними умовами вегетаційного періоду і враженням посівів хворобами. За підвищення значень показника ГТК фіксували зростання частки посівів пшениці озимої, уражених кореневими гнилями (від 25,4 до 43,5 %), септоріозом листків (від 6,3 до 28,4 %), фузаріозом колосу (від 8,5 до 21,2%), за вирощування ячменю ярого – зростали площі, уражені фузаріозом колосу (від 11,2 до 16,2 %). Встановлено, що за умов жорсткої посухи і дефіциту вологи частка уражених посівів була мінімальною. Проте за таких умов в окремі роки на 70 % обстежених площ пшениці озимої виявляли борошнисту росу і на 69 % площ – темно-буру плямистість на ячмені ярому.

Найменше поширення та розвиток кореневих гнилей за вирощування пшениці озимої відбувалось за посушливих умов (ГТК 0,8–0,9), за вирощування ячменю – в умовах помірної вологи (ГТК 1,3–1,6). Ураження рослин пшениці озимої та ячменю ярого хворобами листків і стебла було найменшим за ГТК 1,0–1,2. Мінімальне враження хворобами колосу фіксували для пшениці озимої за ГТК 1,3–1,6, для ячменю ярого – за ГТК 1,0–1,2.

Література

1. Ray D. K., Mueller N. D., West P. C., et all. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8(6). e66428.

2. Tilman D., Balzer C., Hill J., et all. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS*. 2011. Vol. 108(50). P. 20260–20264.

3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: http://www.fao.org.

4. Маренич Т. Г. Інтенсифікація сільського господарства як основа сталого розвитку аграрної галузі. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2016. № 172. С. 17–33.

5. Imadi S. R., Shazadi K., Gul A. Sustainable crop prduction system. *Plant, Soil, and Microbes*. 2016. Vol. 1. 103–116.

6. Wezel A., Soboksa G., Clelland S. Mc., et al. The blurred boundaries of ecological, sustainable, and agroecological intensification: a review. *Agron. Sustain. Dev*. 2015. Vol. 35. P. 1283–1295.

7. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 10–12.

8. Мостов'як І. І. Інтегрована система захисту рослин у формуванні збалансованих агроекосистемю. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 1.

9. Tittonell P. Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Curr. Opin. Environ. Sustain*. 2014. Vol. 8. P. 53–61.

10. Furdychko O. I., Demyanyuk O. S. The importance of agroecology in the process of well-balanced agrosphere formation. *Agricultural Science and Practice*. 2015. Vol. 2(1). P. 23–29.

11. Иващенко В. Г., Павлюшин В. А. Интенсификация растениеводства и эколого-продукционный баланс агроэкосистем: снижение плодородия почв и фитосанитарная дестабилизация. *Вестник защиты растений*. 2017. № 3(93). С. 5–16.

12. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Бойко М. О., та ін. Агробіологічне обґрунтування вирощування зернових культур в зоні Степу за умов кліматичних змін: монографія. Херсон: Грінь Д. С., 2018. 333 с.

13. Savary S., Ficke A., Aubertot J. N. et all. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Security*. 2012. Vol. 4(4). P. 519–537.

14. Санин С. С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе. *Известия ТСХА*. 2016. Вып. 6. С. 45–55.

15. Левитин М. М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата. *Сельскохозяйственная. биология*. 2015. Т. 50, № 5. С. 641–647.

16. Коваленков В. Г. Антропогенные факторы и фитосанитарная дестабилизация. *Защита и карантин растений*. 2015. № 9. С. 3–8.

17. Захаренко В. А. Мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем как инструмент повышения эффективности защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2018. № 6. С. 14–17.

18. Чайка О. В., Ключевич М. М. Вплив абіотичних факторів на розвиток основних хвороб ячменю ярого в умовах Полісся України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2009. № 2. С. 80–87.

19. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: http://www.consumer.gov.ua.

20. Державна служба статистики України. URL: http://ukrstat.gov.ua.

21. Головне управління статистики у Черкаській області URL: http://www.ck.ukrstat.gov.ua.

22. Койшыбаев М., Муминджанов Х. Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур. Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций, 2016. 28 с.

23. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С., та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. К.: Урожай, 1986. 292 с.

24. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., та ін. Основи наукових досліджень в агрономії; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

25. Вуколов Є. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel: учебное пособие. М.: Форум, 2008. 464 с.

26. Борзих О. І. До поліпшення фітосанітарного стану полів. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 3−5.

27. Кочоров А. С., Сагитов А. О., Аубакирова А. Т. Динамика и прогноз развития септориоза пшеницы на востоке Казахстана. *Защита и карантин растений*. 2013. № 9. С. 44–45.

28. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М., Щенникова И. Н., и др. Зависимость развития грибной инфекции зерновых культур от сезонной динамики климатических факторов. *Достижения науки и техники АПК*. 2017. № 31 (4). С. 58–61.

29. Ковалишина Г. М., Демидов О. А., Муха Т. І. та ін. Миронівські сорти пшениці озимої із груповою стійкістю проти хвороб для Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України.* 2016. № 5 (62). Режим доступу: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7243.

30. Музафарова В. А. Залежність господарських ознак сортів та гібридів пшениці м'якої озимої від стійкості до збудників плямистостей листя. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 99. С. 83–90.

31. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., и др. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 5(65). С. 18–23.

32. Шешегова Т. К., Щеклеина Л. М. Зависимость развития корневой гнили зерновых культур от погодных условий и сорта. *Защита и карантин растений*. 2016. № 10. С. 17–19.

33. Григорьев М. Ф. Типы корневых гнилей зерновых культур и патогенные комплексы их возбудителей в Центральном Нечерноземье России. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2012. № 6. С. 87–100.

34. Кулєшов А. В. Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур у наступному році на біометеорологічній основі. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія*. 2018. № 1–2. С. 63–67.

35. Кекало А. Ю., Нестерова Е. В., Немченко В. В. Влияние погодных условий в межфазные периоды вегетации на развитие листовых болезней яровой пшеницы. *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 9(163). С. 8–15.

References

1. Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., et all. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*, vol. 8(6). e66428. (in English).

2. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., et all. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS*, vol. 108(50), pp. 20260–20264 (in English).

3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: http://www.fao.org. (In English).

4. Marenych, T. G. (2016). Intensification of agriculture as the foundation of sustainable development of the agricultural sector. *Journal of Kharkov National Technical University of Agriculture Petro Vasilenko*, no. 172, pp. 17–33. (In Ukrainian).

5. Imadi, S. R., Shazadi, K., Gul, A., Hakeem, K. R. (2016). Sustainable crop production system. *Plant, soil and microbes, implications in crop science*, vol. 1. pp. 103–116 (In English).

6. Wezel, A., Soboksa, G., Mc Clelland, S. et al. (2015). The blurred boundaries of ecological, sustainable, and agroecological intensification: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, no. 35. pp. 1283–1295. (In English).

7. Ivashchenko, O. O., Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2011). Directions adaptation agricultural production to climate change. *Journal of Agricultural Science*, no. 8. pp. 10–12. (In Ukrainian).

8. Mostoviak, I. I. (2020). Integrated plant protection system in the formation of sustainable agroecosystems. *Balanced Nature Using*, no. 1. (In Ukrainian).

9. Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, no. 8, pp. 53–61. (In English).

10. Furdychko, O. I., Demyanyuk, O. S. (2015). The importance of agroecology in the process of well-balanced agrosphere formation. *Agricultural Science and Practice*, no. 2(1), pp. 23–29. (In English).

11. Ivashchenko, V. G., Pavlyushin, V. A. (2017). Crop production intensification and ecological production balance of agricultural ecosystems: the decline in soil fertility and phytosanitary destabilization. *Plant Protection News*, no. 3(93), pp. 5–16. (In Russian).

12. Domaratsky, E. A., Basaliy, V. V., Boyko, M. O., Pichura, V. I. (2018). *Agrobiological justification for growing cereals in the steppe zone under climate change*: a monograph. Kherson. 333 p. (In Ukrainian).

13. Savary, S., Ficke, A., Aubertot, J.N. et al. (2012). Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Security*, no. 4(4), pp. 519–537. (In English).

14. Sanin, S. S. (2016). Current phytosanitary problems in Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, no. 6, pp. 45–55. (In Russian).

15. Levitin, M. M. (2015). Microorganisms and global climate change. *Agricultural Biology*, no. 50(5), pp. 641–647. (In Russian).

16. Kovalenkov, V. G. (2015). Anthropogenic factors and phytosanitary destabilization. *Plant Protection and Quarantine*, no. 9, pp. 3–8. (In Russian).

17. Zakharenko, V. A. (2018). Monitoring the phytosanitary state of agroecosystems as a tool to increase the efficiency of plant protection. *Plant Protection and Quarantine*, no. 6, pp. 14–17. (In Russian).

18. Chaika, O. V., Klyuchevich, M. M. (2009). Influence of abiotic factors on the development of the main diseases of spring barley in the conditions of Polissya Ukraine. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*, no. 2, pp.80–87. (In Ukrainian).

19. State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection. URL: http://www.consumer.gov.ua. (In Ukrainian).

20. State Statistics Service of Ukraine. URL: http://ukrstat.gov.ua. (In Ukrainian).

21. Main Department of Statistics in Cherkasy Region. URL: http://www.ck.ukrstat.gov.ua. (In Ukrainian).

22. Koishybayev, M., Mumindzhanov, Kh. (2016). *Guidelines for monitoring diseases, pests and weeds in grain crops.* Ankara: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. 28 p. (In Russian).

23. Omelyuta, V.P., Grigorovich, I.V., Shepherd, V.S. et al. (1986). *Accounting for pests and diseases of crops*. Kyiv: Urozhaj, 1986. 292 p. (In Ukrainian).

24. Yeshhenko V. O., Kopytko P. G., Kostogryz P. V. et all. (2014) Fundamentals of scientific research in agronomy. Vinnycya: PP «TD «Edelvejs and K». 332 p. (In Ukrainian).

25. Vukolov E. A. (2008). The basics of statistical analysis. Workshop on statistical methods and operations research using Statistica and Excel packages: a tutorial. Moskow: Forum. 464 p. (In Russian).

26. Borzykh, O.I. (2014). To improve the phytosanitary condition of the fields. *Protection and Quarantine of Plants*, no. 60, pp. 3−5. (In Ukrainian).

27. Kochorov, A.S., Sagitov, A.O., Aubakirova, A.T. (2013). Dynamics and forecast of the development of wheat Septoria in the east of Kazakhstan. *Protection and quarantine of plants,* no. 9, pp. 44–45. (In Russian).

28. Sheshegova, T. K., Schekleina, L. M., Schennikova, I. N., Martyanova, A. N. (2017). The dependence of the development of fungal infection of crops on the seasonal dynamics of climatic factors. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex.* no. 31(4), pp. 58–61. (In Russian).

29. Kovalyshina, G. M., Demidov, O. A., Muha, T. I., Murashko, L. A., Zaima, O. A. (2016). Mironov winter wheat varieties with group disease resistance for the forest-steppe of Ukraine. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, no. 5 (62). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7243. (In Ukrainian).

30. Muzafarova, V. A. Dependence of economic traits of varieties and hybrids of mild winter wheat on resistance to pathogens of leaves. *Breeding and seed production,* vol. 99, pp. 83−90. (In Ukrainian).

31. Samofalova, N. E., Dubinina, O. A., Samofalov, A. P., Ilichkina, N. P. (2019). The role of meteorological factors in the formation of winter durum wheat productivity. *Grain Farm of Russia*, no. 5(65), pp. 18–23. (in Russian).

32. Sheshegova, T. K., Schekleina, L. M. (2016). Dependence of the development of root rot of grain crops on weather conditions and varieties. *Protection and Plant Quarantine*, no. 10, pp. 17–19. (In Russian).

33. Grigoryev, M. F. (2012). Types of root rot of grain crops and pathogenic complexes of their pathogens in the Central Non-Black Earth Region of Russia. *Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy*, no. 6, pp. 87–100. (In Russian).

34. Kuleshov, A. V. (2018). The prognosis of the development of agricultural diseases in the next year on a biometeorological basis. *Bulletin of the Kharkov National Agrarian University named V.V. Dokuchaev*. *Series: Phytopathology and Entomology*, no. 1–2, pp. 63–67. (In Ukrainian).

35. Kekalo, A. Yu., Nesterova, E. V., Nemchenko, V. V. (2017). The influence of weather conditions during the interphase periods of vegetation on the development of leaf diseases of spring wheat. *Agrarian Bulletin of the Urals*, no. 9 (163), pp. 8–15. (In Russian).

Аннотация

Мостовяк И. И.

Выращивания основных зерновых культур в Черкасской области и мониторинг их фитосанитарного состояния

В статье приведен анализ выращивания основных зерновых злаковых культур (пшеницы, ячменя и овса) на территории Черкасской области за период 2004–2019 гг. Установлено, что на территории области в структуре посевных площадей посевы пшеницы озимой в разные годы составляли 17–22 %, ячменя ярового – 4,4–21 %, овса ярового – < 1 % и наблюдается тенденция к уменьшению посевов этих культур. Если наибольшие площади под

этими культурами были в 2005–2006 гг. и составляли 452–465 тыс. га (или 39–42 %), то в 2019 г. они уменьшились в 1,8 раза до 252,8 тыс. га (21 %).

Оценено фитопатогенное состояние посевов зерновых культур в зависимости от экологических факторов. Среди основных доминирующих болезней при различных гидротермических условиях определены корневые гнили, которые поражали корни и нижние междоузлия, мучнистая роса, септориоз и разновидности пятнистости (пиренофороз, ринхоспориоз, тёмно-бурая), которые поражали листья и стебель. Среди болезней колоса доминировал фузариоз, а на овсе – фиксировали покрытую (твердую) и летучую головни.

Установлена зависимость между гидротермическими условиями вегетационного периода и пораженностью посевов болезнями. При увеличении значений показателя ГТК фиксировали возрастание доли посевов пшеницы озимой и яровой, пораженных корневыми гнилями (от 25,4 до 43,5 %), септориозом листьев (от 6,3 до 28,4 %), фузариозом колоса (от 8,5 до 21,2 %), при выращивании ячменя ярового – фузариозом колоса (от 11,2 до 16,2 %). Установлено, что в условиях жесткой засухи и дефицита влаги доля пораженных посевов была минимальной. Однако, в таких условиях, в отдельные годы на 70 % обследованных площадей пшеницы озимой выявляли заболевание мучнистой росы и на 69 % площадей – темно-бурую пятнистость на ячмене.

Наименьшее распространение и развитие корневых гнилей в агроценозе пшеницы озимой фиксировали при ГТК 0,8–0,9, в агроценозе ячменя ярового – при ГТК 1,3–1,6. Поражение растений пшеницы озимой и ячменя ярового болезнями листьев и стебля было наименьшими при ГТК 1,0–1,2. Минимальное поражение болезнями колоса фиксировали для пшеницы озимой при ГТК 1,3–1,6, для ячменя ярового – при ГТК 1,0–1,2.

Ключевые слова: *пшеница озимая, ячмень яровой, овес яровой, фитопатогенных контроль, гидротермические факторы, распространение болезни, развитие болезни, возбудители болезней, здоровье растений.*

Annotation

Mostoviak I.

The cultivation of major crops in the Cherkasy region and monitoring their phytosanitary status

The article presents an analysis of the cultivation of the main cereal crops (wheat, barley and oats) in the territory of Cherkasy region for 2004–2019. The wheat crops in different years amounted to 17–22 %, barley – 4.4–21 %, oats – < 1 % in the territory of Cherkasy region and there is a tendency to decrease the area under these crops. If the largest areas under these crops were in 2005–2006 and amounted to 452–465 thousand ha (39–42 %), then in 2019 their area decreased in 1.8 times to 252,8 thousand ha (21,2 %).

The phytopathogenic state of their cereal crops was evaluated depending on environmental factors. Among the main dominant diseases under various hydrothermal conditions, root rot was identified that affected the roots and lower internodes, powdery mildew, septoria and spotting varieties (pyrenophorosis, rhinchosporiasis, dark brown) that affected the leaves and the stem. Fusarium prevailed among the diseases of the ear, and covered (solid) and flying smut were fixed on oats.

The dependence between the hydrothermal conditions of the growing season and the severity of crop diseases was established. With an increase in the hydrothermal coefficient (HTC) an increase was observed in the share of winter and spring wheat crops affected by root rot (from 25,4 to 43,5 %), leaf Septoria blight (from 6,3 to 28,4 %), fusarial spike blight (from 8,5 up to 21,2 %), when growing spring barley – fusarial spike blight (from 11,2 to 16,2 %). It was established that

under severe drought and moisture deficiency, the proportion of affected crops was minimal. However, under such conditions, in some years, powdery mildew disease was detected on 70 % of the examined areas of wheat and dark brown spotting on barley by 69 % of the areas.

The smallest values of the spread and development of root rot were observed in the wheat agrocenosis was recorded at HTC of 0,8–0,9, in barley agrocenosis at HTC of 1,3–1,6. The defeat of wheat and barley plants with leaf and stem diseases was the smallest at HTC 1,0–1,2. The minimum damage to spike diseases was recorded for wheat with HTC 1,3–1,6, for barley – with HTC 1,0–1,2.

Key words: *winter wheat, spring barley, spring oats, phytopathogenic control, hydrothermal factors, disease spread, disease development, pathogens, plant health.*

УДК 633.17:631.52

DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-149-166

ХІМІЧНА СКЛАДОВА НАСІННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО *(SORGHUM BICOLOR)* ЗАЛЕЖНО ВІД БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГІБРИДІВ

Л. І. СТОРОЖИК, *доктор сільськогосподарських наук*

В. І. ВОЙТОВСЬКА, *кандидат сільськогосподарських наук*

С. В. ЗАВГОРОДНЯ, *аспірант*

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

С. О. ТРЕТЬЯКОВА, *кандидат сільськогосподарських наук*

Уманський національний університет садівництва

В середньому за роки досліджень, визначено хімічну складову насіння досліджуваних гібридів сорго зернового. Встановлено в гібридах різної селекції вміст білків, жирів, вуглеводів, а також вітамінів, макро- та мікроелементів.

Ключові слова: *сорго зернове, вітаміни, мікро- і макроелементи, гібрид.*