

РОЗВИТОК АНТРАКНОЗУ ЛЬОНУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА ЗМІНИ КЛІМАТУ

Глобальна зміна клімату в бік потепління впливає на агрокліматичні умови росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Вона супроводжується підвищенням температури повітря, порушенням природних процесів розвитку, змінами тривалості сезонів року, вегетаційного періоду культур.

Сільське господарство є найбільш вразливим сектором економіки до кліматичних змін, оскільки розвиток галузей рослинництва, їхню спеціалізацію, урожайність сільськогосподарських культур визначають саме кліматичні умови території, зокрема тепло- та вологозабезпечення.

З групи технічних культур льон є одним із найбільш вологолюбних представників, який не переносить спеки, оскільки в умовах жаркої погоди понад 22 °С проявляється негативний вплив на ріст стебла, погіршується якість волокна.

Для підвищення продуктивності льону потрібне вдосконалення методів селекції, поповнення та вивчення національної колекції, виявлення зразків з високою комбінаційною здатністю та залучення їх до селекційного процесу.

Метою наших досліджень було вивчення та виявлення колекційних зразків льону, стійких до антракнозу в умовах зміни клімату, які будуть використані як вихідний матеріал у селекційному процесі для створення стійких сортів.

Наведено результати досліджень за період 2011–2020 рр. розвитку антракнозу *Colletotrichum lini Bolley* в умовах Західного Лісостепу України. Встановлено вплив стійкості сортів та абіотичних факторів (температури та вологості повітря) на ступінь ураження льону хворобою. Виділено колекційні зразки, які можуть бути використані в селекційному процесі як вихідний матеріал для створення стійких сортів.

В умовах Західного Лісостепу України найвищий розвиток антракнозу за досліджуваній період 2011–2020 рр. у фазі ранньої жовтої стиглості відзначено в 2018 і 2019 рр. – відповідно 32,0–70,0 і 16,0–72,0 %. Найнижчий розвиток антракнозу спостерігали в 2016 і 2017 рр. – 2,7–15,0 і 8,0–23,0 %.

Яцух К. І., Пристацька О. Н., 2022

Всі досліджувані колекційні зразки уразилися антракнозом, у фазі бутонізації у слабкому ступені (бал 1), у фазі початку ранньої жовтої стиглості – середньому (бал 2) та сильному (бал 3).

Класифікація колекційних зразків льону за стійкістю до антракнозу показала, що в 2016 і 2017 рр. всі досліджувані зразки були стійкими до хвороби.

Найбільшу частку серед досліджуваних зразків становили середньостійкі: в 2011 р. – 87,5 %, 2020 р. – 65,4 %, сприйнятливі зразки переважали в 2018 р. – 69,7 % і 2019 р. – 59,6 %.

За період досліджень у колекційному розсаднику виявлено стійкі зразки до антракнозу, які можуть бути використані в селекційному процесі як вихідний матеріал: Зоря-87 (St₂), Київський, Світанок, Рушничок, Львівський-8, Дебют, Золотистий, Вручий, Гладіатор, Ірма, Кримський-250, Байкал, Славний, Староместный, Хейя-14, Хейя-15, Форт, Лінія ЛЗУ-2, Лінія ЛЗУ-3, Лінія ЛЗУ-4, Лінія ЛЗУ-5, Atena, Artemida, Emilen, Berber, g7 Astelle, Rust Resistant sum № 6, Taurneus, Verin, Achay, Lintex, Milenium, Arsen, Daros I, Luna, Alba, Reina, Tammes T-17, Abissinian.

Ключові слова: льон, сорт, антракноз, стійкість, вихідний матеріал, селекційний процес.

Oksana Vashchyshyn, Halyna Bilovus, Kateryna Yatsukh, Oksana Prystatska

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Development of flax anthracnose in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine at climate changes

Towards warming affects the change in agroclimatic conditions for the growth, development and formation of the productivity of agricultural crops. It is accompanied by an increase in air temperature, changes in the length of the seasons, disruption of natural development processes, and the duration of the growing season of crops.

Agriculture is the most vulnerable sector of the economy to climate change, since the development of crop production industries, their specialization, and the yield of agricultural crops are determined by the climatic conditions of the territory, in particular, heat and moisture supply.

From the group of technical fibrous crops, flax is one of the most moisture-loving representatives, which does not tolerate heat, because in hot weather conditions above 22 °C, a negative effect on the growth of the stem is manifested, and the quality of the fiber deteriorates.

To increase the productivity of flax, it is necessary to improve selection methods, to replenish and study the national collection of flax, to identify samples with high combining ability and to involve them in the selection process.

The purpose of our research was to study and identify collection samples of flax resistant to anthracnose under conditions of climate change, which will be used as a starting material in the selection process when creating resistant varieties.

The results of research for the period 2011–2020 on the development of anthracnose *Colletotrichum lini Bolley* in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine due to climate change are presented. The impact of resistance of varieties and abiotic factors (air temperature and humidity) on the degree of disease damage to flax was established. Collected samples were selected, which are recommended for use in the selection process as a starting material for creating resistant varieties.

In the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, the highest development of anthracnose during the studied period of 2011–2020 in the phase of early yellow maturity was in 2018 and 2019 – 32.0–70.0 and 16.0–72.0 %, respectively. The lowest development of anthracnose was observed in 2016 and 2017 – 2.7–15.0 and 8.0–23.0 %.

All studied collection samples were affected by anthracnose in the budding phase and had a weak degree of damage (score 1), in the phase of the beginning of early yellow ripeness – medium (score 2) and strong (score 3).

The classification of collection samples of flax according to resistance to anthracnose showed that in 2016 and 2017 all studied samples were resistant to anthracnose.

The largest share among the studied samples was moderately resistant samples: in 2011 – 87.5 %, in 2020 – 65.4 %, susceptible samples prevailed in 2018 – 69.7 % and in 2019 – 59.6 %.

During the research period, samples resistant to anthracnose were found in the collection nursery, which may be used in the selection process as source material: Zoria-87 (St₂), Kyivskyi, Svitanok, Rushnychok, Lvivskyi-8, Debiut, Zolotystyi, Vruchyi, Hladiator, Irma, Krymskyi-250, Baikal, Slavnyi, Staromestnyi, Kheiiia-14, Kheiiia-15, Fort, Liniia LZU-2, Liniia LZU-3, Liniia LZU-4, Liniia LZU-5, Atena, Artemida, Emilen, Berber, g7 Astelle, Rust Resistant sum № 6, Taurus, Verin, Achay, Lintex, Milenium, Arsen, Daros I, Luna, Alba, Reina, Tammes T-17, Abissinian.

Keywords: flax, variety, anthracnose, resistance, source material, selection process.

Вступ. Сільське господарство належить до галузей, особливо чутливих до впливу кліматичних змін, яке пов'язане з інтенсивним використанням основних природних ресурсів – ґрунту, повітря і води.

Розвиток галузей рослинництва, їхню спеціалізацію, урожайність сільськогосподарських культур визначають кліматичні умови території, а зокрема тепло- та вологозабезпечення [3, 5].

У зв'язку із зміною клімату, що супроводжується підвищенням температури повітря, змінилися умови росту, розвитку та формування врожайності культур. Внаслідок потепління відбулися зміни тривалості сезонів року і вегетаційного періоду культур, порушення розвитку природних процесів.

Особливу увагу сільському господарству України, яке вже несе збитки внаслідок зміни клімату, приділяє ФАО, формуючи «Пріоритети з запобігання зміні клімату та адаптації до змін клімату у сільському, лісовому та рибному господарствах України до 2030 року». Питання адаптації до несприятливих наслідків, зниження кліматичних ризиків, а також отримання потенційних переваг є сьогодні на порядку денному [11].

Впродовж останнього десятиліття людство все більше занепокоєне інтенсивністю кліматичних змін, що загрожують глобальній продовольчій безпеці. Останні роки у світі визнано найспекотнішими за всю історію метеорологічних спостережень, а зокрема відбувається підвищення температури повітря в усі сезони року.

Наслідки зміни клімату для сільського господарства країни досить складні та неоднозначні. Деякі дослідники вважають, що зміна клімату має деякі позитивні прояви: потепління до 2–2,5 °C може сприяти збільшенню врожайності багатьох сільськогосподарських культур, але за межами цього потепління врожайність усіх культур буде зменшуватися. Водночас стрімке та надмірне накопичення тепла скорочує вегетаційний період. На сьогоднішній час підвищення температури в Україні вже становить 1–1,5 °C й наближається до 2 °C [4].

Льон, ботанічна назва якого *Linum usitatissimum L.*, – стародавня культура, за історичними довідками їй приблизно 6000 років. Перевагами вирощування льону олійного над соняшником та ріпаком ярим є його посухостійкість, скоростиглість та врожайність, що дає можливість отримувати врожай від 12 до 25 ц/га [7, 14].

Посухостійкість льону пояснюється розвитком кореневої системи, її безперервним ростом у глибину майже до кінця вегетації. Завдяки цьому рослини засвоюють вологу із глибших шарів ґрунту після цвітіння і краще витримують посуху порівняно з іншими яриями культурами.

У давнину льон вирощували як технічну культуру для виробництва тканин, а також як харчову й лікарську рослину в країнах Європи, Азії, Африки та Америки.

Льон-довгунець є традиційною технічною культурою західних регіонів України, яка славилася як постачальник льоноволокна на світових ринках. Стебла льону містять 25–31 % волокна з найціннішими технологічними властивостями – гнучкістю, тонкістю, високою міцністю [12].

Серед технічних культур льон-довгунець є одним із найбільш вологолюбних представників, який не переносить спеки. Негативний вплив на ріст стебла у висоту та погіршення якості волокна має температура повітря понад 22 °С. Збільшення різниці між денними та нічними температурами призводить до того, що вдень культура не розвивається та витрачає багато вологи [25, 29].

Однак останніми роками посівні площі льону-довгунцю в Україні скоротилися в десятки разів. У загальній структурі посіви льону в Україні займають незначні площі: льон олійний – менше 1 %, льон-довгунець – 0,02 % [10].

В умовах ринкової економіки є попит на насіння льону-довгунцю. Через високу ринкову ціну його насіння є предметом експорту. При застосуванні високоефективної технології вирощування культури льонарство здатне перетворитися у високоприбуткову галузь. Основним завданням селекціонерів є створення нових сортів льону-довгунцю з високою насіннєвою продуктивністю [15, 22, 23, 31].

Насіння льону олійного містить 42–50 % олії та є важливим джерелом для виробництва технічної олії, яка швидко висихає, і її використовують у багатьох галузях промисловості [6, 9, 24].

Льон широко застосовують у медицині. Олія з нього містить ненасичені жирні кислоти, а тому запобігає виникненню судинних захворювань. Насіння льону, крім жиру, містить білок, вуглеводи, органічні кислоти, вітамін А, ферменти.

Ляну олію використовують у дієтичному харчуванні, вона містить велику кількість ненасичених жирних кислот та вітаміну Е. В олії є поліненасичена α -ліноленова кислота, яка входить до складу практично всіх клітинних мембран і бере участь у регенерації серцево-судинної системи, в рості і розвитку мозку [9, 16, 17, 26].

Зараз Україна перебуває в умовах війни, що сильно позначається на сільському господарстві, зокрема на галузі льонарства. Тому організація системи насінництва має передбачати поширення високопродуктивних сортів льону з високими прядильними властивостями волокна та високим вмістом олії, а також стійких до шкідливих організмів, що в свою чергу дозволить зменшити затрати на систему захисту [2, 3, 21, 30, 32].

Створення сортів, стійких до шкідливих організмів, є одним із економічно і екологічно вигідних шляхів підвищення врожайності культури, оскільки зводить до мінімуму використання пестицидів. Потреба зміни сортів пов'язана з тим, що їх стійкість з часом зменшується, а згодом втрачається зовсім. Причиною є властива

патогенним мікроорганізмам здатність пристосовуватися до рослин-живителів [8, 33].

Кожен вид патогена на території представлений багатьма популяціями, які з генетичного погляду є гетерогенними, тобто складаються з різних за вірулентністю рас, штамів, патотипів. У популяціях мікроорганізмів спостерігається швидке утворення нових за вірулентністю й агресивністю форм внаслідок їх мінливості.

Завдяки значній швидкості розмноження, нові раси патогена впродовж кількох років здатні поширитися на великій території, витісняючи інші, менш вірулентні та агресивні раси збудників, уражуючи раніше стійкі сорти.

Створення нових сортів є надзвичайно складним завданням для селекції, оскільки в одному сорті потрібно поєднати гени високої продуктивності та стійкості до абіотичних факторів та шкідливих організмів для отримання стійких сортів, які забезпечили б високу врожайність.

Досягнення в підвищенні продуктивності льону значною мірою залежить від успіхів селекційної науки. Для створення нового сорту важливе значення має вихідний матеріал, який виступає джерелом як окремих, так і комплексу цінних ознак і властивостей, та виявлення зразків з високою комбінаційною здатністю [8, 13, 27, 34].

Основний метод створення нового вихідного матеріалу всіх сільськогосподарських культур, зокрема льону олійного і льону-довгунцю, є внутрішньовидова і міжвидова гібридизація [28].

Поряд з традиційними методами створення вихідного селекційного матеріалу у селекції льону-довгунцю широко застосовують експериментальний мутагенез як ефективний засіб розширення генетичної мінливості рослин і одержання мутантних форм з новим поєднанням у одному генотипі біологічних та господарсько корисних ознак [9, 19].

Впродовж останнього десятиліття в умовах Західного Лісостепу України найпоширенішим захворюванням льону є антракноз. Розвиток хвороби в сприятливі для збудника роки є дуже високим, у 2018–2019 рр. він досяг 70–72 %. У фазі ранньої жовтої стиглості антракнозом уражувалися всі колекційні зразки льону [1].

Оптимальними умовами для розвитку *Colletotrichum lini* Bolley є відносна вологість 60–90 % та температура повітря 16–19 °С, але зараження рослин відбувається за температури вище 9 °С. Розвиток збудника антракнозу швидко відбувається за високої вологості повітря, а за дуже низької вологості – з'являються тріщини на заражених антракнозом частинах рослини [1, 2, 35].

Вплив абіотичних чинників виявляється зазвичай у кількох напрямках. Насамперед вони впливають на розвиток фітопатогенів, тобто швидкість прояву хвороби, агресивність, життєздатність, і зокрема на інтенсивність проходження самого патогенного процесу. Рослини також ростуть і розвиваються під впливом складного комплексу екологічних чинників, що одночасно діють на них.

Залежно від абіотичних чинників формується стійкість і витривалість рослини до збудника впродовж вегетаційного періоду, оскільки вони впливають безпосередньо як на збудника, стимулюючи або пригнічуючи його розвиток, так і на рослину-господаря, підвищуючи її сприйнятливість або стійкість [2, 8, 20].

Серед основних причин масового ураження рослин збудниками хвороб називають звуження генетичного різноманіття, недостатнє використання в селекції джерел стійкості до біотичних та абіотичних чинників середовища [8, 18, 19, 33].

Тому метою наших досліджень було вивчення та виявлення колекційних зразків льону, стійких до антракнозу, в умовах Західного Лісостепу України за зміни клімату, які будуть використані як вихідний матеріал у селекційному процесі для створення стійких сортів.

Матеріали і методи. Дослідження з вивчення розвитку антракнозу в умовах Західного Лісостепу України та виявлення стійких зразків до збудника хвороби *Colletotrichum lini* Bolley проведено протягом 2011–2020 рр.

Експериментальну роботу виконано в колекційному розсаднику відділу рослинництва Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН згідно з методичними рекомендаціями [18–20].

Ступінь ураження льону антракнозом визначали за шкалами.

Шкала оцінки ураження льону антракнозом:

а) фаза сходів:

0 – здорові рослини;

1 – слабкий ступінь – дуже малі плями на одній або двох сім'ядолях, оранжеві штрихи і малопомітні плями на стеблах і коренях;

2 – середній ступінь – великі плями або відмирання однієї сім'ядолі. Добре виражені оранжеві плями на коренях і стеблах;

3 – сильний ступінь – відмирання двох сім'ядолів або точки росту. Найбільша перетяжка на головному корені є не вище від розгалуження основної маси коренів;

4 – дуже сильний ступінь – перетяжки різної величини на підсім'ядольному коліні, на стеблі або на головному корені вище від основної маси кореня. Загибель рослин;

б) перед збиранням:

0 – здорові рослини;

1 – слабкий ступінь – коричнево-бурі плями на листочках або декілька плям на стеблі;

2 – середній ступінь – нижня частина стебла покрита суцільними глибокими плямами, заглибинами або дрібна плямистість до половини стебла, або суцільне побуріння нижньої частини стебла;

3 – сильний ступінь – мармурова плямистість по всьому стеблі, яка займає не менше 2/3 частини стебла, або суцільне побуріння не менше половини стебла;

4 – дуже сильний ступінь – суцільне побуріння стебла.

Класифікацію сортів і гібридів льону за ступенем стійкості до антракнозу визначали за показником ступінь розвитку хвороби: до 30 % – стійкі, 31–50 % – середньостійкі, понад 51 % – сприйнятливі [27].

Результати та обговорення. Дослідження з вивчення ураження льону антракнозом в умовах Західного Лісостепу України за період 2011–2020 рр. засвідчили, що поява і розвиток хвороби значною мірою залежали від метеорологічних умов вегетаційного періоду та стійкості сортів.

Встановлено, що погодні умови, які в роки досліджень були різними, впливали на розвиток антракнозу як за рівнем надходження тепла та опадів, так і їх розподілом за місяцями вегетаційного періоду (табл. 1).

За роки досліджень (2011–2020) вегетаційний період льону супроводжувався такими метеорологічними показниками: середньомісячна температура травня – серпня перевищувала багаторічну за всі роки досліджень, крім червня 2014 р. (відхилення від норми: – 0,1 °С) та травня 2020 р. (відхилення від норми: – 2,1 °С).

Кількість опадів за цей період перевищувала багаторічну в травні 2013–2015 рр., 2019–2020 рр.; в червні – в 2012 та 2013 рр., 2018 та 2020 рр.; в липні 2011 та 2018 рр.; серпні – в 2011 та 2019 рр.

За період досліджень 2011–2020 рр. ураження льону антракнозом у наших умовах відзначали щорічно, до кінця вегетації хворобою уражувалися всі колекційні зразки. Інтенсивність ураження льону збудником антракнозу зростала від фази сходів до ранньої жовтої стиглості. На розвиток антракнозу також мали вплив різкі перепади добових температур.

Велика кількість опадів і температура повітря сприяли розвитку антракнозу на початкових фазах розвитку льону. Ураження хворобою всіх зразків у цій фазі спостерігали в 2013 р. (0,5–17,5 %) і 2017 р. (1,0–10,0 %). Так, у 2013 р. у фазі повних сходів, яка припала на третю декаду травня, температура повітря була менша за норму на 0,7 °С, кількість опадів перевищувала норму в 2,3 разу; у 2017 р. температура повітря перевищувала норму на 2,4 °С, кількість опадів була більша за норму в 1,7 разу.

1. Метеорологічні показники вегетаційного періоду за 2011–2020 рр.

Роки	Температура повітря, °С			
	травень	червень	липень	серпень
2011	13,9	18,5	18,9	19,2
2012	14,8	18,0	21,3	19,1
2013	15,8	18,3	18,7	19,4
2014	14,2	16,2	20,4	18,5
2015	13,4	17,8	19,9	22,1
2016	14,5	18,7	19,5	18,6
2017	13,8	18,2	18,5	20,2
2018	16,9	18,3	19,2	20,2
2019	13,2	21,2	18,3	19,8
2020	10,8	18,4	18,9	20,0
Середня багаторічна	12,9	16,3	17,5	16,9
Кількість опадів, мм				
2011	62,6	87,2	136,8	112,1
2012	53,0	109,0	67,0	71,0
2013	81,8	140,1	40,4	39,8
2014	129,4	51,6	99,5	75,9
2015	108,6	42,3	87,4	1,1
2016	58,1	62,5	66,6	26,8
2017	85,3	22,2	57,2	36,4
2018	69,0	153,5	116,0	79,4
2019	149,6	53,1	81,2	93,4
2020	125,3	98,4	71,9	23,7
Середня багаторічна	85	93	102	82

* Примітка. Дані гідрометеорологічного поста ІСГКР НААН, пункт спостереження – Оброшине.

Погодні умови у 2011; 2012; 2014–2016 та 2018–2020 рр. у період проходження фази сходів були несприятливими для розвитку збудника антракнозу, тому деякі колекційні зразки виявилися не ураженими патогеном. Розвиток антракнозу у фазі сходів був у межах 0–17,5 % (табл. 2).

2. Розвиток антракнозу льону в колекційному розсаднику, % (2011–2020 рр).

Роки дослідження	Фаза розвитку		
	сходи	бутонізація	рання жовта стиглість
2011	4,0–6,0	20,0–27,5	35,0–50,0
2012	1,0–3,0	1,0–5,0	25,0–45,0
2013	0,5–17,5	12,5–40,0	20,0–62,5
2014	0–7,5	0–20,0	10,0–45,0
2015	0–2,5	0–12,5	12,5–32,5
2016	0–3,5	0,8–12,5	2,7–15,0
2017	1,0–10,0	2,0–9,0	8,0–23,0
2018	0–5,0	3,0–11,0	32,0–70,0
2019	0–3,0	3,0–18,0	16,0–72,0
2020	0–2,0	3,0–14,0	20,0–54,0

У фазі бутонізації колекційні зразки мали слабкий ступінь ураження (бал 1), розвиток антракнозу коливався від 0 до 40,0 %. Найвищий розвиток антракнозу в фазі бутонізації відзначено в 2011 р. (20,0–27,5 %) і 2013 р. (12,5–40,0 %), на що мали вплив абіотичні чинники цього періоду (табл. 2).

Погодні умови червня, якими супроводжувалися фази інтенсивного росту та бутонізації, відзначалися температурою повітря, вищою за норму, в 2011 і 2013 р., а кількість опадів була менша за норму в 2011 та більша за норму 2013 рр. Такі погодні умови зумовили ураження антракнозом всіх колекційних зразків у цій фазі.

У 2014–2016 рр. деякі з досліджуваних зразків у фазі бутонізації проявили стійкість до ураження збудником антракнозу.

У фазі початку ранньої жовтої стиглості колекційні зразки льону мали середній (бал 2) та сильний (бал 3) ступінь ураження антракнозом.

Високий розвиток антракнозу на посівах льону у фазі ранньої жовтої стиглості відзначено в 2018 (32,0–70,0 %) і 2019 рр. (16,0–72,0 %), а дещо менший – в 2011 (35,0–50,0 %), 2013 (20,0–62,5 %) та 2020 рр. (20,0–54,0 %) (табл. 2).

У 2018 р. метеорологічні показники вегетаційного періоду були нерівнозначні: травень характеризувався теплою і сухою погодою. Особливими виявилися погодні умови літнього періоду. У червні температура повітря в першій і другій декаді була вищою за норму, в третій – нижчою за норму, в липні – перевищувала норму в трьох декадах місяця.

Кількість опадів у червні та липні була меншою за норму в першій декаді та більшою – в другій і третій. Такі погодні умови спричинили сильне ураження льону антракнозом у фазі початку ранньої жовтої стиглості, розвиток якого на окремих сортах досяг 70,0 % (табл. 2).

Погодні умови травня 2019 р. характеризувалися великою кількістю опадів, яка перевищувала норму в трьох декадах місяця, температура повітря в першій декаді була нижча, другий та третій декадах – вища за норму. Червень був теплим, температура повітря перевищувала норму в усіх декадах місяця, кількість опадів була різною: в першій декаді за норми 30 мм опадів не спостерігали, в другій декаді кількість опадів була більша за норму, в третій декаді – менша за норму.

У липні температура повітря в першій і третій декаді була вищою за норму, в другій – нижчою за норму; кількість опадів була меншою за норму в першій і другій декаді та більшою за норму в третій декаді.

Отже, погодні умови вегетаційного періоду 2019 р. були різними, суттєво відрізнялися в декадах за температурним режимом, кількістю та періодичністю випадання опадів, що сприяло сильному ураженню колекційних зразків антракнозом. У фазі ранньої жовтої стиглості розвиток хвороби сягнув 72 %.

У травні 2020 р. температура повітря була вища за норму в усіх декадах місяця на 0,9; 2,6; 2,6 °С і кількість опадів перевищувала норму в трьох декадах місяця відповідно на 8,5; 7,6; 24,2 мм.

Температура повітря в червні перевищувала норму в трьох декадах місяця відповідно на 0,1; 3,4; 2,8 °С, кількість опадів була різною: в першій і другій декадах – більша за норму на 3,2 і 4,9 мм, в третій декаді – менша за норму на 2,7 мм. Такі погодні умови були сприятливими для розвитку антракнозу, який у фазі сходів становив 0–2,0 % (табл. 2).

У фазі бутонізації всі досліджувані зразки льону уразилися антракнозом, розвиток хвороби коливався від 3,0 до 14,0 %.

Метеорологічні умови липня характеризувалися температурою повітря, вищою за норму в першій і другій декаді відповідно на 2,7 і

2,1 °С, в третій декаді – меншою за норму на 0,6 °С. Кількість опадів перевищувала норму в першій декаді на 10,9 мм, в другій і третій декаді була меншою за норму 6,7 і 34,3 мм. Погодні умови, які склалися на період проходження фази ранньої жовтої стиглості, спричинили ураження сортів льону антракнозом, розвиток якого становив 20,0–54,0 %.

У роки досліджень (2011; 2013; 2018–2020) температура повітря липня, на який припала фаза ранньої жовтої стиглості, перевищувала багаторічну. Кількість опадів у липні 2011; 2018 була більша за норму, в 2013; 2019; 2020 рр. – менша за норму відповідно на 61,6; 20,8; 30,1 мм, проте її було достатньо для розвитку збудника.

У колекційному розсаднику у фазі ранньої жовтої стиглості найменший розвиток антракнозу відзначено в 2015–2017 рр.: 2015 р. – 12,5–32,5 %, 2016 р. – 2,7–15,0 %, 2017 р. – 8,0–23,0 %.

У фазі ранньої жовтої стиглості погодні умови липня 2015–2017 рр. характеризувалися температурою повітря, яка перевищувала норму відповідно на 0,5; 2,0; 1,0 °С. Кількість опадів у 2015 р. була більшою за норму на 33,6 мм, в 2016 і 2017 рр. – менша за норму відповідно на 26,9 і 44,8 мм.

Класифікація колекційних зразків льону за ступенем стійкості до антракнозу (табл. 3) показала, що за період дослідження вона була різною.

У 2016 і 2017 рр. всі досліджувані зразки були стійкими до антракнозу, їх велику частку спостерігали в 2013–2015 рр., яка відповідно становила 81,3; 83,3; 96,9 %. Відсутність стійких зразків відзначено в 2011 і 2018 рр.

3. Класифікація колекційних зразків льону за ступенем стійкості до антракнозу залежно від розвитку хвороби, % (2011–2020 рр.)

Роки	Стійкі	Середньостійкі	Сприйнятливі
2011	0	87,5	12,5
2012	52,8	47,2	0
2013	81,3	11,1	7,6
2014	83,3	16,7	0
2015	96,9	3,1	0
2016	100,0	0	0
2017	100,0	0	0
2018	0	30,3	69,7
2019	15,4	25,0	59,6
2020	28,8	65,4	5,8

Серед досліджуваних зразків середньостійкі найбільшу частку займали в 2011 (87,5 %) і 2020 рр. (65,4 %), дещо меншу частку – в 2012 р. (47,2 %). Найменшу частку середньостійких зразків відзначено в 2015 р. (3,1 %), а в інші роки вона коливалася в межах 11,1–30,3 %.

У колекційному розсаднику сприйнятливі зразки переважали в 2018 (69,7 %) і 2019 рр. (59,6 %), а їх відсутність відзначено в 2012, 2014–2017 рр. В інші роки досліджень (2011; 2013; 2020) частка сприйнятливих зразків відповідно становила 12,6; 7,6; 5,8 %.

За період досліджень у колекційному розсаднику виявлено стійкі зразки до антракнозу, які можуть бути використані в селекційному процесі як вихідний матеріал для створення нових сортів: Зоря-87 (St₂), Київський, Світанок, Рушничок, Львівський-8, Дебют, Золотистий, Вручий, Гладіатор, Ірма, Кримський-250, Байкал, Славний, Староместный, Хейя-14, Хейя-15, Форт, Лінія ЛЗУ-2, Лінія ЛЗУ-3, Лінія ЛЗУ-4, Лінія ЛЗУ-5, Atena, Artemida, Emilen, Berber, g7 Astelle, Rust Resistant sum № 6, Taurneus, Verin, Achay, Lintex, Milenium, Arsen, Daros I, Luna, Alba, Reina, Tammes T-17, Abissinian.

Висновки

За результатами десятирічних досліджень (2011–2020 рр.) вивчення стійкості колекційних зразків льону до збудника *Colletotrichum lini* Volley можна зробити висновок, що ураження хворобою в кліматичних умовах зони Західного Лісостепу відзначали щорічно.

Інтенсивність ураження льону антракнозом зростала від фази сходів до ранньої жовтої стиглості. У фазі сходів залежно від року досліджень деякі з колекційних зразків не уражались антракнозом, а уражені зразки мали слабкий ступінь ураження (бал 1).

У фазі бутонізації зразки льону відзначалися слабким ступенем ураження (бал 1). На кінець вегетації хворобою уражувалися всі колекційні зразки, ступінь ураження у фазі ранньої жовтої стиглості був середнім (бал 2) і сильним (бал 3).

Встановлено, що на розвиток збудника антракнозу мають вплив метеорологічні умови, а зокрема температура та вологість. Процеси зміни клімату впливають на ріст та розвиток рослин, які знаходяться під їх дією впродовж вегетаційного періоду, а відтак зумовлюють розвиток збудника.

Розвиток антракнозу швидко відбувається за високої вологості та температури повітря 16–19 °С, але зараження рослин проходить за температури вище 9 °С.

Класифікація колекційних зразків льону за стійкістю до антракнозу показала, що за період досліджень частка стійких зразків

була різною. Всі досліджувані зразки були стійкими до хвороби в 2016 і 2017 рр., велику частку спостерігали також у 2013–2015 рр., яка відповідно становила 81,3; 83,3; 96,9 %. Відсутність стійких зразків відзначено в 2011 і 2018 рр.

У колекційному розсаднику за період 2011–2020 рр. виявлено стійкі зразки до антракнозу, які можуть бути використані в селекційному процесі як вихідний матеріал для створення нових сортів: Зоря-87 (St₂), Київський, Світанок, Рушничок, Львівський-8, Дебют, Золотистий, Вручий, Гладіатор, Ірма, Кримський-250, Байкал, Славний, Староместный, Хейя-14, Хейя-15, Форт, Лінія ЛЗУ-2, Лінія ЛЗУ-3, Лінія ЛЗУ-4, Лінія ЛЗУ-5, Atena, Artemida, Emilen, Berber, g7 Astelle, Rust Resistant sum № 6, Taurneus, Verin, Achay, Lintex, Milenium, Arsen, Daros I, Luna, Alba, Reina, Tammes T-17, Abissinian.

Список використаної літератури

1. Антракноз льону в умовах Західного Лісостепу України / О. А. Ващишин та ін. *Луб'яни та технічні культури*. 2018. Вип. 6 (11). С. 92–98.
2. Бірюкова Т. С., Чучвага В. І. Дослідження прояву розвитку фузаріозу та антракнозу перспективних сортів в умовах Північно-Східного Полісся України. *Зб. наук. пр. Інституту луб'яних культур НААН*. 2014. Вип. 12. С. 82–87.
3. Бурик О. Ю. Ураження льону-довгунцю хворобами залежно від строків збирання. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 2. С. 78–80.
4. Дегтерев Ю., Гавва Д., Резнік С. Вплив зміни клімату на урожайність сільськогосподарських культур Лівобережного Лісостепу. IV Міжнар. наук.-практ. конф. “Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти” (Київ, 21 квіт. 2021 р.). Київ, 2021. С. 107–111.
5. Домінська О. Я. Вплив факторів на розвиток льонарства в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 7. С. 13–19.
6. Жуїков О. Г., Мельник Н. А. Льон олійний в Україні – культура втрачених можливостей. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 62–67.
7. Ільків Л. А. Сучасний стан та ефективність виробництва льону. *Економічні науки*. 2018. № 12. С. 614–618.
8. Йотка О. Ю., Чучвага В. І.,

References

1. Anthracnose of flax in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine / O. A. Vashchysyn et al. *Lubiani ta tehnicni kultury*. 2018. Issue 6 (11). P. 92–98.
2. Biriukova T. S., Chuchvaha V. I. Study of the manifestation of the development of fusarium wilt and anthracnose of promising varieties in the North-Eastern Polissia of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu lubianykh kultur NAAN*. 2014. Issue 12. P. 82–87.
3. Buryk O. Yu. Defeat of flax by diseases depending on the timing of harvest. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2013. No. 2. P. 78–80.
4. Dehterov Yu., Havva D., Reznik S. The influence of climate change on the yield of agricultural crops of the Left-Bank Forest-Steppe. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity” (Kyiv, 21 kvit. 2021 r.). Kyiv, 2021. P. 107–111.
5. Dominska O. Ya. Influence of factors on the development of flax growing in Ukraine. *Ahrosvit*. 2015. No. 7. P. 13–19.
6. Zhuikov O. H., Melnyk N. A. Oil flax in Ukraine – a culture of lost opportunities. *Tavriyski naukovyi visnyk*. 2022. No. 123. P. 62–67.
7. Ilkiv L. A. Current state and efficiency of flax production. *Ekonomichni nauky*. 2018. No. 12. P. 614–618.

- Кривошеєва Л. М. Ознакова колекція льону за стійкістю до фузаріозу та антракнозу – джерело вихідного матеріалу для селекції. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 73–84.
9. Ковальов В. Б., Дербон І. Ю., Бучко К. Д. Вирощування олійного льону на Поліссі. *Наукові читання – 2018* : матеріали наук.-практ. конф. (Житомир, 16–17 листоп. 2018 р.). Житомир, 2018. С. 49–54.
10. Конюк О. Вплив змін клімату на посівні площі та валовий збір технічних культур в Україні. IV Міжнар. наук.-практ. конф. “Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти” (Київ, 21 квіт. 2021 р.). Київ, 2021. С. 120–123.
11. Крят Л. І. Вплив зміни клімату та екстремальних кліматичних явищ на розвиток сільськогосподарства. IV Міжнар. наук.-практ. конф. “Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти” (Київ, 21 квіт. 2021 р.). Київ, 2021. С. 129–131.
12. Лімонт А. Льон-довгунець і конкурентоспроможність льонарства та його відродження. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 11. С. 14–19.
13. Логінов М. І. Перспективи селекції сортів льону-довгунцю з високою прядивною здатністю волокна та підвищеною насінневою продуктивністю. *Вісник Сумського НАУ*. 2014. № 3 (27). С. 201–204.
14. Макаренко В. Культури-фаворити. *Агрoperspektiva*. 2014. № 4. С. 20–21.
15. Марков І. Секрети успішного вирощування льону-довгунцю. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 4. С. 299.
16. Махова Т. В., Поляков О. І. Вплив агроприймів вирощування на забур’яненість посівів та врожайність льону олійного в умовах Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2015. Вип. 22. С. 110–118.
17. Махова Т. В., Поляков О. І. Формування врожайності льону олійного сорту Ківіка в залежності від агроприймів вирощування. *Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 50-й річниці
8. Yotka O. Yu., Chuchvaha V. I., Kryvosheieva L. M. Characteristic collection of flax by resistance to fusarium and anthracnose – a source of raw material for selection. *Henetychni resursy roslin*. 2017. No. 20. P. 73–84.
9. Kovalov V. B., Derebon I. Yu., Buchko K. D. Cultivation of oil flax in Polissia. *Naukovi chytannia – 2018* : materialy nauk.-prakt. konf. (Zhytomyr, 16–17 lystop. 2018 r.). Zhytomyr, 2018. P. 49–54.
10. Koniuk O. The impact of climate change on the sown area and gross harvest of industrial crops in Ukraine. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity” (Kyiv, 21 kvit. 2021 r.). Kyiv, 2021. P. 120–123.
11. Kriat L. I. Impact of climate change and extreme climatic phenomena on the development of agriculture. IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. “Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity” (Kyiv, 21 kvit. 2021 r.). Kyiv, 2021. P. 129–131.
12. Limont A. Long flax and the competitiveness of flax industry and its revival. *Tekhnika i tekhnohii APK*. 2016. No. 11. P. 14–19.
13. Lohinov M. I. Prospects for the selection of varieties of long-stemmed flax with high fiber spinning capacity and increased seed productivity. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2014. No. 3 (27). P. 201–204.
14. Makarenko V. Crop favorites. *Ahroperspektyva*. 2014. No. 4. P. 20–21.
15. Markov I. Secrets of successful cultivation of long flax. *Ahrobiznes sohodni*. 2015. No. 4. P. 299.
16. Makhova T. V., Poliakov O. I. The influence of agricultural methods of cultivation on the weediness of crops and the yield of oil flax in the conditions of the Steppe of Ukraine. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu oliynykh kultur NAAN*. 2015. Issue 22. P. 110–118.
17. Makhova T. V., Poliakov O. I. Formation of the yield of oil flax of the Kivika variety depending on the agricultural methods of cultivation. *Perspektyvy rozvytku roslynnytskoi haluzi v suchasnykh ekonomichnykh umovakh* : materialy Mizhnar.

від початку розвитку рисівництва в Україні (Скадовськ, 6–8 серп. 2013 р.). Скадовськ, 2013. С. 134–135.

18. Методичні рекомендації “Селекція та первинне насінництво льону-довгунця” / М. І. Логінов та ін. Глухів, 2010. 50 с.

19. Наукові досягнення в селекції та створення нових сортів льону-довгунця / М. І. Логінов та ін. *Вісник Сумського НАУ*. 2016. № 2 (31). С. 209–213.

20. Облік шкідників та хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В. П. Омелюти. Київ, 1984. 294 с.

21. Прымаков О. А., Маринченко І. О., Козорізенко М. П. Шляхи розвитку льонарства в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 11. С. 32–37.

22. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Вахненко С. П. Агротехніка льону олійного. *The Ukrainian Farmer*. 2017. С. 102–105.

23. Поляков О. І., Махова Т. В. Вплив строків сівби та норм висіву на показники елементів продуктивності та формування врожайності льону олійного в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 68. С. 146–149.

24. Рудік Н. М. Економічний потенціал виробництва льону олійного в Україні. *Агросвіт*. 2020. № 2. С. 61–68.

25. Рудік О. Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 113–121.

26. Рудік О. Л., Мринський І. М. Загальна та біоенергетична оцінка подвійного використання льону олійного. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 325–330.

27. Рудик А., Керимов А. Оценка сортовых особенностей с целью двойного использования посевов льна масличного. *Elimy News is the Researching of Natural Sciences. Lankaran*. 2018. Vol. 1. P. 221–229.

28. Слісарчук М. В. Удосконалення техніки гібридизації льону олійного і льону-довгунцю при створенні нового вихідного матеріалу. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 3. С. 45–49.

29. Сторчоус І. Технологічні основи вирощування льону-довгунцю в Україні. *Агробізнес сьогодні*. 2018. № 11. С. 72–73.

30. Хілінський С. А. Олійний льон для

наук.-практ. конф., присьвіач. 50-ї річниці від початку розвитку рисівництва в Україні (Скадовськ, 6–8 серп. 2013 р.). Скадовськ, 2013. P. 134–135.

18. Guidelines “Breeding and primary seed production of long flax” / M. I. Lohinov et al. Hlukhiv, 2010. 50 p.

19. Scientific achievements in the breeding and creation of new varieties of long flax / M. I. Lohinov et al. *Visnyk Sumskoho NAU*. 2016. No. 2 (31). P. 209–213.

20. Accounting of pests and diseases of agricultural crops / za red. V. P. Omeliuty. Kyiv, 1984. 294 p.

21. Prymakov O. A., Marynchenko I. O., Kozorizhenko M. P. Ways of development of flax industry in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2013. No. 11. P. 32–37.

22. Poliakov O. I., Nikitenko O. V., Vakhnenko S. P. Agrotechnics of oil flax. *The Ukrainian Farmer*. 2017. P. 102–105.

23. Poliakov O. I., Makhova T. V. The influence of sowing dates and sowing rates on indicators of productivity elements and yield formation of oil flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2017. Issue 68. P. 146–149.

24. Rudik N. M. The economic potential of oil flax production in Ukraine. *Ahrosvit*. 2020. No. 2. P. 61–68.

25. Rudik O. L. The influence of moisture supply on the processes of growth and development of flax varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. 2017. Issue 98. P. 113–121.

26. Rudik O. L., Mrynskyi I. M. General and bioenergetic assessment of the dual use of oil flax. *Visnyk ZhNAEU*. 2015. No. 2 (50), vol. 1. P. 325–330.

27. Rudyk A., Kerymov A. Evaluation of varietal characteristics with the aim of dual use of oilseed flax. *Elimy News is the Researching of Natural Sciences. Lankaran*. 2018. Vol. 1. P. 221–229.

28. Slisarchuk M. V. Improvement of the technique of hybridization of oil flax and long flax by the creation of a new starting material. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2014. No. 3. P. 45–49.

29. Storchous I. Technological bases of growing long flax in Ukraine. *Ahrobiznes sohodni*. 2018. No. 11. P. 72–73.

- аграріїв сьогодні – від 100 % рентабельності та низка інших переваг. *Агроном*. 2019. № 4. С. 74–75.
31. Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 52–63.
32. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 71–77.
33. Чучвага В. І., Кривошеєва Л. М. Вивчення сортової реакції льону-довгунця на стійкість до антракнозу з метою селекції на імунітет. *Луб'яні та технічні культури*. 2018. Вип. 6 (11). С. 88–92.
34. Шеремет Ю. В. Особливості елементів сортової технології вирощування льону олійного в умовах Полісся. *Вісник Житомирського національного агрокологічного університету*. 2013. Вип. 2. С. 50–55.
35. Яцук К. І., Тимчук І. С., Ващишин О. А. Антракноз льону-довгунцю на Львівщині. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54, ч. II. С. 135–145.
30. Khilinskyi S. A. Oil flax for farmers today – from 100 % profitability and a number of other advantages. *Ahronom*. 2019. No. 4. P. 74–75.
31. Chekhova I. V., Chekhov S. A., Shkurko M. P. Domestic flax market. *Ekonomika Ukrainy*. 2017. No. 1. P. 52–63.
32. Chekhova I. V. The world market of oil crops. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2017. No. 9. P. 71–77.
33. Chuchvaha V. I., Kryvosheieva L. M. Study of varietal reaction of long flax on resistance to anthracnose with the aim of selection for immunity. *Lubiani ta tekhmichni kultury*. 2018. Issue 6 (11). P. 88–92.
34. Sheremet Yu. V. The peculiarities of the elements of varietal technology of growing oil flax in the conditions of Polissia. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho univertsytetu*. 2013. Issue 2. P. 50–55.
35. Yatsukh K. I., Tymchuk I. S., Vashchysyn O. A. Anthracnose of long flax in the Lviv region. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2012. Issue 54, part II. P. 135–145.

Отримано 21 вересня 2022 р.
Погоджено до друку 2 листопада 2022 р.