

SECTION 5. PLANT GROWING

5.1 Поширення, шкідливість і розвиток збудників септоріозу пшениці озимої залежно від екологічних чинників у Поліссі та Північному Лісостепу України

Пшениця озима — основна хлібна культура в Україні, виробництво зерна якої було і залишається одним з головних народногосподарських завдань. Дані наукових досліджень і досвід роботи багатьох господарств свідчить про великі резерви підвищення врожайності й збільшення виробництва зерна цієї культури. Вирішальними умовами для цього є підвищення сталості зернового господарства на основі вдосконалення структури посівних площ, зростання врожайності сільськогосподарських культур, максимального розширення посівів на меліорованих і зрошуваних землях, впровадження у виробництво високоврожайних сортів, гібридів та удосконалення природоохоронних систем захисту фітоценозів від поширення шкідливих організмів [119, 120]. Одним з найважливішим резервів росту врожайності і його стабільності є найбільш повна реалізація потенціальної продуктивності сортів, ефективне використання ґрунтово-кліматичних, матеріальних та інших ресурсів на основі оптимізації агроекологічного районування сільськогосподарських культур, конструювання продуктивних і стійких агроecosистем [120].

Виробництво зерна пшениці озимої вважається одним із стратегічних напрямів зміцнення економіки держави. Проте одним із головних лімітуючих факторів, що суттєво знижує її урожайність та якість зерна, є поширення у фітоценозах збудників хвороби. Відомо, що втрати валового збору зерна від хвороб щорічно становлять 20–30 %, а в епіфітотійні роки – до 50 % і більше [121]. Тому знання особливостей розвитку хвороб на пшениці озимій, моніторинг видового складу патогенів, рівня інфікованості її зерна грибами та їх шкідливість потребує постійного контролю з метою удосконалення захисних заходів культури.

Загальновідомо, що у процесі еволюції та вирощування пшениці до неї пристосувалося багато збудників хвороб, серед яких домінуюче місце належить саме грибним мікроорганізмам. На посівах пшениці озимої ураження рослин і прояв захворювання спостерігаються упродовж усього періоду інтенсивного розвитку та формування елементів продуктивності рослин [122].

Сучасні сорти і гібриди пшениці озимої в Україні мають потенційні можливості формувати урожайність зерна 7,0–12,0 т/га [122]. Проте середній її показник в господарствах зон Полісся і Лісостепу в 2,5–3,0 рази менший від біологічного потенціалу. Причиною цього є недотримання аграріями основних елементів технології вирощування пшениці, внаслідок чого простежується тенденція до посиленого поширення та шкідливості в її агроценозі шкідливих організмів, зокрема септоріозу, збудники якого уражують рослини упродовж усього вегетаційного періоду культури, що призводить до істотних кількісних втрат врожаю та погіршення його якості [123].

Результати багаторічних досліджень свідчать, що в Україні однією із найбільш поширених і шкідливих хвороб пшениці озимої в період вегетації є септоріоз листя і колосу, який щорічно вражає посіви, завдаючи шкоди врожаю [122].

Септоріоз пшениці зафіксовано в Африці, Америці, Австралії і Європі [119]. В даний час він надто розповсюджений [121] і виявлений більше як в 50 країнах світу [120], в тому числі у лісостеповій [122] та поліській зоні України [124].

Проведеними маршрутними обстеженнями встановлено, що в умовах Лісостепу України септоріоз має широке розповсюдження і проявляється щороку. Однак кількість уражених рослин і ступінь розвитку хвороби у різні роки неоднакова, в окремі періоди досягає то 100, то 53,4 %, що залежить від екологічних умов та інших факторів. З переважаючим збудником септоріозу був *Septoria tritici* Rob. ex Desm., а *S. nodorum* Berk. проявляв себе лише в окремі роки [125].

Ряд вчених [126] повідомляє, що збудник *S. nodorum* уражував посіви кожного року в Житомирській області на 26–40 %, Київській – 30–36 %, Тернопільській – 13–23 %, Черкаській – лише в окремі роки на 6,6 %, а у Вінницькій області цього збудника не виявлено.

Встановлено, що в умовах Лісостепу із збудників септоріозу переважав *S. tritici*: найбільше у Вінницькій – 76 %, найменше в Тернопільській – 53 %, а на території Київської, Черкаської, Хмельницької та східної частини Житомирської областей – відповідно 68, 64, 71 та 73 %. При цьому, за останні 25 років ареал виду *S. nodorum* розширився і збільшилася питома вага його в структурі збудників септоріозу пшениці озимої.

Септоріоз є високошкідливою хворобою, його збудники здатні уражувати всі надземні органи рослин упродовж вегетаційного періоду, починаючи із сходів [127].

Найбільшої шкоди завдає ураження вузлів кущення на початку вегетації. При цьому гриб, проникаючи в провідні судини, закупорює їх. Такі рослини відстають у рості від здорових і сильно кушаться [128].

Патогени, розвиваючись усередині рослинного організму, викликають зміни фізіолого-біохімічних процесів, які пригнічуюче діють на рослини, спричиняють зменшення їх асиміляційної поверхні і передчасне засихання листків, відставання в рості, зменшення довжини і озерненості колосу, щуплість зерна. В листках ураженою цією хворобою пшениці вміст хлорофілу знижується на 19–71 %, аскорбінової кислоти – на 33–59 мг/%, інтенсивність фотосинтезу в 4–9 разів і дихання – на 4–17 %. Нерідко рослини засихають повністю [129].

В інфікованих септоріозом рослин значно пригнічується розвиток кореневої системи. Відомо, що при зараженні патогенами хвороби пшениці в теплиці маса коренів рослин зменшувалася в середньому на 52,9 %, в кліматичній камері - на 49,0 %, а суха маса листків – відповідно на 20,0 і 20,4 % [130].

Ураження рослин септоріозом супроводжується виділенням його збудниками токсинів. Збудник *Septoria nodorum* в чистій культурі, виділяє

токсини гриба: некротичний, септорін і охрацин. Дані токсини інгібували ріст корінців і колеоптиля рослин пшениці і щонайменше при проростанні [128].

За інфікування стебел, останні зморщуються і часто перегинаються, що викликає полягання рослин [129].

Періодом найбільш інтенсивного розвитку та високої шкідливості септоріозу є фази колосіння і цвітіння, від темпів їх проходження залежить ступінь ураженості рослин патогенами хвороби. Чим швидше вони проходять, тим нижча інтенсивність ураження рослин. Це важливо враховувати при виборі сорту, для вирощування в певних умовах з урахуванням структури популяції збудників [131].

Септоріоз часто є причиною щуплості зерна, а інколи неплідності колосу, що призводить до недобору врожаю пшениці до 20–40 % і більше [125].

За даними англійських дослідників [128], при ураженості септоріозом на 5 % прапорцевого і на 10 % другого листка недобір врожаю пшениці може досягати 5 %.

Інші іноземні дослідники [126] вважають, що зменшення врожаю зерна з уражених септоріозом посівів може досягати 80–87 %. При цьому збудник *Septoria nodorum*, на відміну від *S. tritici*, інтенсивніше розвивається в тканинах рослин, і тому є більш шкідливим патогеном та викликає недобір врожаю в межах 10–20 %.

Залежно від ступеня ураження колосків *Septoria nodorum* вага одного колосу може зменшуватися на 2,3–14,6 %, зерна з одного колоса – на 8,3–27,3 % та маса 1000 зерен – на 15,8–31,3 % [128].

Ураження пшениці збудниками септоріозу впливає на якість зерна: вміст білкового азоту зменшується на 0,32 %, енергія проростання – на 16 % і польова схожість – на 9 % [125].

В літературі наводяться суперечливі результати про вплив ураженості насіння пшениці септоріозом на його схожість. Так за даними одних дослідників [123] схожість насіння, зібраного із колосків при середній і сильній ступені ураженості септоріозом, знижується на 9,5–12,5 %, а енергія проростання – на 7–

9 %, тоді, як результати інших вчених [130] показали, що уражене насіння збудниками цієї хвороби проростало краще, ніж здорове.

Отже, проблемі розповсюдження септоріозу в посівах пшениці озимої в Поліссі та північній частині Лісостепу приділялося недостатньо уваги. Тому є актуальним вивчення видового складу збудників хвороб, їх поширення, розвитку та шкідливості, адже септоріоз в даних умовах є однією із небезпечних і шкідливих хвороб пшениці.

Полеві дослідження із вивчення поширення, розвитку та шкідливості септоріозу пшениці озимої здійснювали впродовж 2018–2021 рр. в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету (Черняхівського району Житомирської обл.) та АТ «Андрушівське» (Андрушівського району Житомирської обл.).

У фітопатологічній лабораторії кафедри захисту рослин проводили дослідження із виділення у чисту культуру та ідентифікацію збудників септоріозу – *Septoria tritici* Rob.et Desm. та *St. nodorum* Berk.

Ґрунт дослідних ділянок навчально-дослідного поля Поліського університету – сірий лісовий легкосуглинковий, який характеризується низьким вмістом гумусу, що варіює в межах від 1,68 до 1,96 %. Забезпеченість ґрунту іншими показниками становить: вміст легкогідролізованого азоту – в межах від 79 до 117 мг/кг, рухомого фосфору – 145–185 мг/кг та обмінного калію – 79–114 мг/кг відповідно. Гідролітична кислотність становила від 2,3 до 4,0 мг-екв./100 г ґрунту.

В умовах АТ «Андрушівське» ґрунт чорнозем типовий неглибокий із вмістом гумусу 2,3–3,1%, гідролізованого азоту – 149,4–175,8 мг/кг, рухомого фосфору – 230–250 мг/кг, обмінного калію – 110–120 мг/кг і гідролітичною кислотністю 3,9–4,8 мг-екв./100 г ґрунту.

Одним з основних елементів клімату, що визначає умови формування та характер погоди є температура повітря, яка істотно впливає на розвиток збудників септоріозу.

Здійснивши аналіз погодних умов у роки проведення дослідження можна

стверджувати, що температурний режим, сума опадів та відносна вологість повітря, упродовж вегетації пшениці озимої, варіювали у своїх показниках, неодноразово перевищували багаторічну норму та були нижче її, однак це сприяло отримання достовірних результатів дослідження з вивчення розвитку септоріозу та ефективного комплексного захисту проти нього.

За допомогою візуального методу та, використовуючи загальноприйняту методика, здійснювали облік септоріозу пшениці озимої.

Облік ураженості рослин збудниками грибною хвороби визначали за 100-бальною шкалою інтенсивності ураження листків пшениці *Septoria nodorum* і *S. tritici* та колосу – *S. nodorum*. Для цього візуально, по діагоналі ділянок визначали інтенсивність ураження першого, другого і третього листка, починаючи від колоса на 100 рослинах в чотирикратній повторності [132, 133].

Поширення септоріозу в Поліссі та Північному Лісостепу України

За результатами моніторингу посівів пшениці у Поліссі та Лісостепу відмічено тенденцію до зростання розповсюдження і ураження рослин хворобою. За даними фахівців Інституту захисту рослин, Головної державної інспекції захисту рослин і Міністерства АПК України сьогодні серед хвороб пшениці озимої частка септоріозу листя становить 27 % [128].

Під час проведених нами маршрутних обстежень посівів реєстрованих сортів пшениці озимої (відносно стійкого – Легенда Миронівська, слабо сприйнятливих – МІП Княжна і сприйнятливих – Грація Миронівська) в екологічних умовах зон Полісся і північної частини Лісостепу встановлено, що хвороба поширена на всіх територіях досліджень (табл. 1, 2). При цьому поширення і ступінь ураження рослин септоріозом листя і колосу значно відрізнялися по роках досліджень залежно від сорту, ґрунтових та погодних умов зазначених територій.

Таблиця 1

**Поширення та ступінь ураження пшениці озимої збудниками септоріозу
на Державних центрах експертизи сортів рослин Житомирської області
Полісся і північної частини Лісостепу**

Сорт	Роки дослі- дження	Житомирська обл.											
		Андрушівський ДЦЕСР				Житомирський ДЦЕСР				Овруцький ДЦЕСР			
		листя		колосу		листя		колосу		листя		колосу	
		С	П	С	П	С	П	С	П	С	П	С	П
Легенда Миронівська	2018	1,6	12,2	0	0	3,7	21,9	0	0	-	-	-	-
	2019	2,1	20,6	0,4	3,2	4,6	30,6	0,8	5,5	7,0	37,7	0,6	3,3
	2020	12,4	42,3	1,7	9,1	9,1	38,8	2,8	12,6	14,9	47,4	2,1	12,7
	2021	11,0	36,5	0,9	7,9	7,2	45,2	2,0	11,3	8,6	52,7	1,6	10,1
МПП Княжна	2018	6,4	20,8	1,2	5,3	10,9	38,0	2,9	9,4	-	-	-	-
	2019	8,9	45,5	1,5	7,6	15,2	53,7	4,1	11,9	17,9	61,8	3,0	10,2
	2020	21,2	60,9	5,1	9,9	23,4	67,1	6,8	16,5	25,1	78,4	4,3	13,8
	2021	-	-	-	-	16,6	59,3	6,9	14,2	20,7	70,5	5,8	12,4
Грація Миронівська	2018	18,1	51,8	3,8	18,3	27,4	72,8	8,7	21,6	32,2	84,6	5,4	15,5
	2019	29,8	74,6	12,9	21,4	36,9	89,4	15,9	29,7	41,3	95,1	14,2	25,6
	2020	38,5	90,2	17,1	28,6	51,3	100	21,8	36,5	58,8	100	19,1	30,2
	2021	33,7	83,0	15,7	25,0	47,6	98,2	17,3	30,8	45,2	100	16,6	28,4

Примітки: С – ступінь ураження, %; П – поширення хвороби, %.

Таблиця 2

**Поширення та ступінь ураження пшениці озимої збудниками септоріозу
на Державних центрах експертизи сортів рослин Полісся і північної
частини Лісостепу**

Сорт	Роки дослі- дження	Рівненська обл.				Волинська обл.			
		Рівненський ДЦЕСР				Волинський ДЦЕСР			
		листя		колосу		листя		колосу	
		С	П	С	П	С	П	С	П
Легенда Миронівська	2018	2,3	17,7	2,1	8,0	-	-	-	-
	2019	2,4	24,9	1,	10,3	5,1	28,0	2,1	12,6
	2020	6,7	29,6	3,5	18,9	8,5	32,6	4,8	20,2
	2021	5,1	27,2	2,2	15,1	6,6	29,1	3,5	17,5
МПП Княжна	2018	7,2	29,9	3,6	11,6	-	-	-	-
	2019	12,0	46,8	4,4	13,7	13,8	50,3	6,1	15,5
	2020	17,9	55,2	8,7	18,4	20,9	65,7	11,0	21,4
	2021	15,3	51,8	7,0	16,5	18,4	61,0	8,8	19,6
Грація Миронівська	2018	29,2	62,6	14,1	20,8	-	-	-	-
	2019	33,6	81,	18,8	32,5	-	-	-	-
	2020	44,9	100	23,1	38,7	48,0	100	25,8	42,1
	2021	40,8	96,4	20,5	37,1	38,2	91,6	17,7	32,4

Примітки: С – ступінь ураження, %; П – поширення хвороби, %.

Як свідчать результати обстежених нами посівів пшениці озимої, залежно від років досліджень ступінь ураження рослин збудниками септоріозу листя і колосу змінювався і становив відповідно від 1,6 до 58,78 та від 0 до 25,8 % за поширення хвороби від 12,2 до 100 та від 0 до 42,1%. Більш інтенсивне розповсюдження захворювання спостерігалось на територіях, які знаходяться в поліській зоні: Житомирський і Овруцький ДЦЕСР Житомирської області та Волинський ДЦЕСР Волинської області. Ступінь ураження посівів озимої пшениці септоріозом листя на цій території в окремі роки досягав 58,8 % за 100 % поширення захворювання, а септоріозом колосу – відповідно 25,8 і 42,1%.

На відміну від зони Полісся, в умовах північної частини Лісостепу – Андрушівський ДЦЕСР Житомирської області і Рівненський ДЦЕСР Рівненської області в роки максимального розвитку хвороби встановлено менше ураження посівів культури септоріозом: листя – на 23,8 % і колосу – на 10,6 %. При цьому на територіях Волинського ДЦЕСР Волинської області та Рівненського ДЦЕСР Рівненської області посіви більше уражувалися збудником захворювання колосу, що пояснюється вищими показниками поширення в цих умовах *St. nodorum* Berk. (табл. 3).

Більш чітка тенденція щодо поширення і ураження посівів хворобою спостерігалось на сприйнятливому сорті Грація Миронівська.

На нашу думку, основними причинами посилення розвитку септоріозу на пшениці озимій в агроекологічних умовах зони, є сприятливі гідротермічні умови цієї території; збіднені елементами живлення ґрунти, адже септоріоз – хвороба, збудники якої інтенсивніше уражують ослаблені рослини пшениці; загальне зниження рівня агротехніки та дефіцит засобів захисту.

За вивчення поширення септоріозу в умовах Полісся і північної частини Лісостепу важливе значення має визначення збудників хвороби на цих територіях.

За результатами попередніх досліджень [127] в цих зонах переважаючими збудниками захворювання були *Septoria tritici* Rob.et Desm. і *Stagonospora nodorum*, останній із них інтенсивніше розвивається в тканинах рослин і є більш

шкідливим патогеном. Так у дослідженнях С.М. Коваленка в умовах Лісостепу серед збудників септоріозу переважав *S. tritici*, а *St. nodorum* зустрічався в окремі роки. Проте за результатами Ю. П. Дяка в умовах Полісся Житомирської області вид *St. nodorum* уражував посіви кожного року в межах 26–40 %.

Таблиця 3

**Структура збудників септоріозу пшениці озимої
в Поліссі та північній частини Лісостепу України**

Області і райони	Види збудників септоріозу									
	<i>Septoria tritici</i>					<i>Stagonospora nodorum</i>				
	2018	2019	2020	2021	середнє за 2018– 2021	2018	2019	2020	2021	середнє за 2018– 2021
Житомирська область										
Андрушівський ДЦЕСР *	71,0	74,0	73,0	70,0	72,0	31,0	28,0	29,0	32,0	30,0
Житомирський ДЦЕСР	64,0	67,0	68,0	65,0	66,0	38,0	35,0	34,0	37,0	36,0
Овруцький ДЦЕСР	70,0	69,0	72,0	73,0	71,0	32,0	33,0	30,0	29,0	31,0
Рівненська область										
Рівненський ДЦЕСР *	65,0	61,0	64,0	62,0	63,0	37,0	41,0	38,0	40,0	39,0
Волинська область										
Волинський ДЦЕСР	59,0	56,0	62,0	63,0	60,0	43,0	46,0	40,0	39,0	42,0

Примітка. * – території північної частини Лісостепу

Нашими дослідженнями на обстежених територіях зон Полісся і північної частини Лісостепу встановлено наявність двох основних збудників: *Septoria tritici* і *Stagonospora nodorum*. При цьому переважаючим у структурі виявлено *S. tritici*. Вищі показники ураження пшениці озимої в агроценозах видом *St. nodorum* зареєстровано у Державних центрах експертизи сортів рослин у

Рівненській та Волинській областях, тут у середньому за 4 роки досліджень збудника у структурі виявлено відповідно 39,0 і 42,0 %.

Слід відмітити, що в умовах Житомирської області цей збудник септоріозу найбільше поширений на території центральної та північної її частини і в Житомирському ДЦЕСР становить 36,0%, а Овруцькому ДЦЕСР – 31,0%.

Отже, зіставивши результати наших досліджень із даними згаданих науковців, бачимо, що в агроценозах пшениці озимої в умовах Полісся і північної частини Лісостепу поширені і викликають септоріоз головним чином два збудники: *S. tritici* та *St. nodorum*. При чому простежується тенденція до зростання частки останнього, як більш агресивного виду. Це визначення надто важливе при розробці ланок комплексної системи захисту посівів від захворювання в означених екологічних умовах з урахуванням того, що збудник септоріозу *St. nodorum* уражує і листя, і колос та може розповсюджуватися із посівним матеріалом.

Шкідливість септоріозу в Поліссі України

Кожний шкідливий організм, розвиваючись в агроценозі за рахунок рослин-господарів, у кінцевому результаті спричиняє зниження їх продуктивності, а в окремі роки за сприятливих для свого розмноження екологічних факторах взагалі викликає загибель продуцентів-хазяїв.

За визначенням вітчизняних дослідників, а саме члена-кореспондента УААН В. Ф. Пересипкіна, академіків УААН М. П. Лісового, М. С. Корнійчука та інших в останнє десятиріччя за шкідливістю для зернового господарства України септоріоз посідає одне з перших місць. Це агресивна хвороба, збудники якої, як уже згадувалося в огляді літератури, уражують усі органи рослин уподовж періоду вегетації і призводять до зменшення асиміляційної поверхні, відставання росту, передчасного всихання листків і всієї рослини, внаслідок чого знижується врожай і погіршуються його посівні та технологічні якості. Дослідженню причин, що призводять до таких наслідків, приділяли багато уваги вітчизняні і закордонні науковці, згідно із даними яких патогени хвороби виділяють токсини і під їх впливом у рослинах зменшується вміст хлорофілу та

аскорбінової кислоти, інтенсивність фотосинтезу та дихання, порушується активність ферментів. А це призводить до погіршення структурних показників врожаю і його зниження від 20 до 40 % і більше.

Вивченням цих питань в умовах Лісостепу займалися професор В. Ф. Пересипкін і С. М. Коваленко.

Оскільки, як уже згадувалося вище, питанням впливу патогенів септоріозу на рослини пшениці приділялося багато уваги, то нашим завданням було вивчити зниження врожаю зерна культури від хвороби під впливом екологічних умов зони Полісся, його результати наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

Вплив ступенів ураження реєстрованих сортів пшениці озимої збудниками септоріозу листя на зниження врожайності зерна (навчально-дослідне поле Поліського національного університету, 2018–2021

Групи рослин із ступенем ураження септоріозом, %	Сорт					
	Легенда Миронівська (відносно стійкий)		МПП Княжна (слабко сприйнятливий)		Грація Миронівська (сприйнятливий)	
	маса зерна із 100 рослин, г	зниження врожайності, %	маса зерна із 100 рослин, г	зниження врожайності, %	маса зерна із 100 рослин, г	зниження врожайності, %
0	104,4	—	86,6	—	78,2	—
5	103,5	0,9	85,4	1,5	76,3	2,6
10	102,1	2,4	83,8	3,3	74,1	5,4
20			80,9	6,6	69,5	11,3
30					66,0	15,7
40					61,3	21,7
50					57,5	26,6

Дані наших спостережень засвідчують, що зниження врожаю зерна пшениці озимої залежить від стійкості сорту до септоріозу.

Наприклад, ураження рослин пшениці озимої відносно стійкого сорту Легенда Миронівська на 5% знижувало врожай зерна на 0,9%, що на 0,6 і 1,7 % менше, ніж слабо сприйнятливого МПП Княжна і сприйнятливого – Грація Миронівська відповідно.

Спостереженнями професора В. Ф. Пересипкіна і групою науковців встановлено, що кожний відсоток ураження рослин збудниками септоріозу в умовах Лісостепу відповідає зменшенню маси зерна у сприйнятливого сорту пшениці озимої Кавказ на 0,49 %, а стійкого Миронівська 808 – на 0,17 %.

За результатами наших досліджень, в агроекологічних умовах Полісся на один відсоток ураження відносно стійкого сорту Легенда Миронівська припадало 0,21 % зниження врожаю зерна, слабо сприйнятливого МПП Княжна – 0,32% і сприйнятливого Грація Миронівська– 0,54%.

В усіх трьох досліджуваних сортах у рослин із низьким %-м ураження збудниками септоріозу спостерігався менший недобір врожаю зерна у перерахунку на один відсоток захворювання порівняно із вищими його показниками.

Отож, в Поліссі септоріоз є дуже шкідливою хворобою, яка серед патогенних організмів їх агроценозу займає одне із перших місць і призводить до значних втрат зерна, при цьому їх рівень залежить від стійкості сорту та ґрунтово-кліматичних екологічних факторів території.

Розвиток збудників септоріозу залежно від екологічних факторів у Поліссі та Північному Лісостепу України.

Методологічно хвороби рослин необхідно розглядати як важливу екологічну проблему, яка є наслідком складної взаємодії багатьох популяцій різних видів організмів, абіотичних і антропогенних факторів середовища в природі. Згідно із цим підходом патосистеми типу “паразит-господар” є елементарними осередками в складі біогеоценозів і агроєкосистем.

За даними М. В. Горленка розповсюдження й інтенсивність розвитку хвороби визначається характером взаємовідношень збудника хвороби, рослини-господаря і факторів навколишнього середовища. При цьому вагоме значення належить умовам навколишнього середовища. Вони регулюють ритми розвитку рослин і патогена, забезпечуючи поєднання масового розповсюдження інфекції з періодами найбільшої сприйнятливості до неї рослин.

Вплив абіотичних факторів на розвиток септоріозу

На паразитичні властивості збудників септоріозу пшениці та їх взаємодію з рослинами в агроценозі найбільше впливають гідротермічні фактори: температура і вологість [129]. Саме вони є важливими потужними екологічними факторами, які визначають існування, розвиток і розповсюдження організмів. Причому значення має не абсолютна їх кількість, а сезонна періодичність, що є лімітуючим фактором для розвитку живих організмів [130, 134–138], зокрема і септоріозу.

Упродовж 2018–2021 рр. досліджували динаміку розвитку септоріозу в агроценозі пшениці озимої сорту Грація Миронівська в екологічних умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету. Гідротермічні абіотичні фактори відрізнялися по роках спостережень і значно впливали на розвиток і поширення хвороби.

За чотири роки досліджень нами встановлено перші ознаки ураження пшениці озимої септоріозом уже восени, і подальший розвиток хвороби залежав від гідротермічних умов упродовж вегетації культури.

Осінь 2018 року була теплою і дощовою, що сприяло появі сходів пшениці озимої 19 вересня та продовження вегетації до кінця I декади листопада. Середня температура повітря у II і III декаді жовтня і в I-й листопада перевищувала норму відповідно на 2; 1,9 та 0,2 °C, а кількість опадів – на 25,4; 1,6 і 2,3 мм, при цьому середня відносна вологість повітря становила більше 80 %. Такі умови посилювали розвиток септоріозу, і уже в період припинення вегетації пшениці розповсюдження хвороби становило 28,2 % із ступенем ураження рослин 5,2 %. Пікнідіальної стадії в цей період не спостерігалось.

Рано навесні відмічалось масове ураження нижніх листків збудниками септоріозу (рис. 1), на уражених плямах яких сформувалося пікнідіальне спороношення.



**Рис. 1. Симптоми ураження рослин пшениці озимої сорту
Грація Миронівська *Septoria tritici* і *Stagonospora nodorum*
в період ранньовесняного кущіння (оригінальне фото)**

У фазі кущення другої декади квітня відмічалось 34,8 % хворих рослин із ступенем ураження 11,3 %. У цей період середня температура повітря і його відносна вологість були сприятливі для розвитку хвороби.

В подальшому, з початком виходу рослин у трубку, спостерігалось зменшення ступеня ураження пшениці септоріозом в агроценозі та у середині цієї фази розвитку рослин він досягнув мінімального значення – 0,8 %. Проте симптоми прояву захворювання в даний період було виявлено на більшій кількості рослин – 46,4 %. Це зумовлено фізіологічними особливостями рослин: інтенсивним їх ростом та швидким відмиранням нижніх старих уражених хворобою листків. З II декади травня розвиток септоріозу посилювався. Проте в

подальшому склалися несприятливі для нього погодні умови аж до припинення вегетації пшениці озимої.

Як свідчать, результати багатьох дослідників, найбільш сприйнятливими до септоріозу рослини пшениці у фази колосіння і цвітіння. Саме характер гідротермічних умов у цей період є визначальними для розвитку, розповсюдження та шкідливості хвороби.

Під час колосіння і цвітіння озимої пшениці у 2019 вегетаційному році була суха та спекотна погода. За таких умов розвиток септоріозу пригнічувався, але у фазу молочно-воскової стиглості культури він набув найбільшого прояву із ступенем ураження листя 25,3 % за поширення 82,6 %.

Пізніше на некротичних плямах збудник формував пікніди (рис. 2), в яких розвивалися пікноспори (рис. 3, 4).



Рис. 2. Симптоми ураження листя пшениці озимої сорту Грація Миронівська *Septoria tritici* і його спороношення у фазу молочно-воскової стиглості (оригінальне фото)



Рис. 3. Пікноспори *Septoria tritici*

(оригінальне фото)

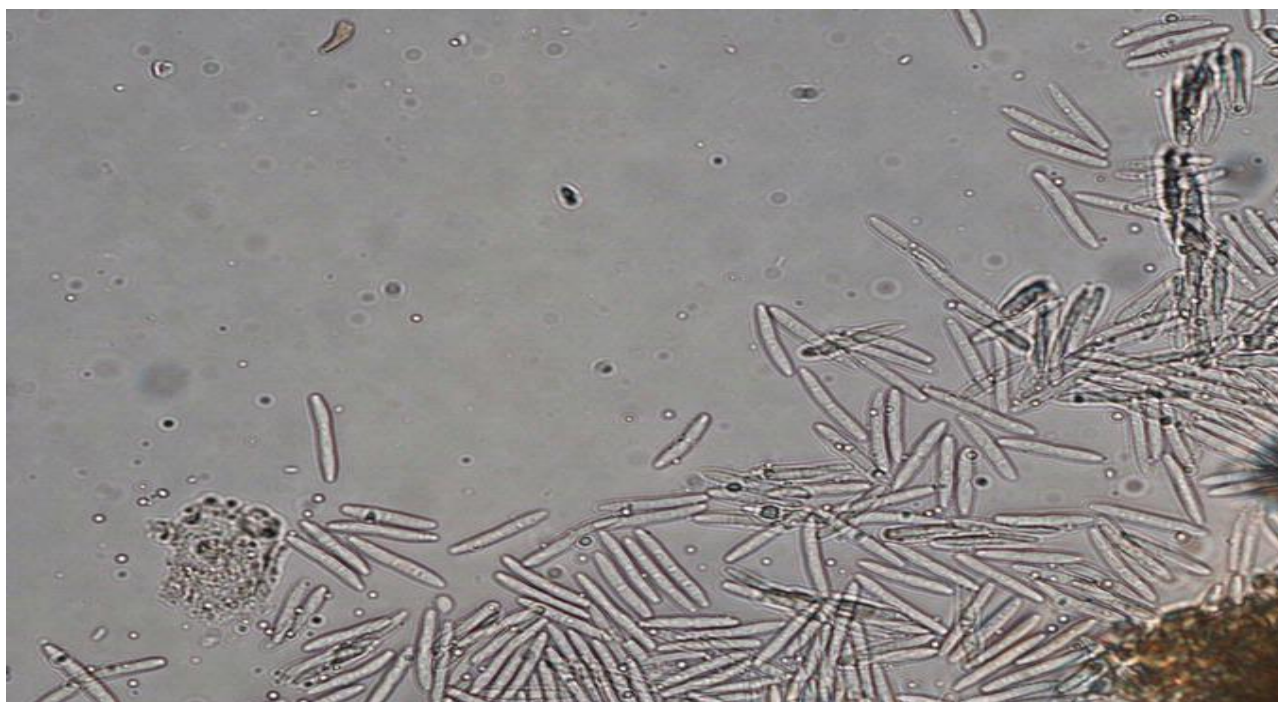


Рис. 4. Пікноспори *Stagonospora nodorum*

(оригінальне фото)

У фазі повної стиглості пшениці озимої (91 етап органогенезу за шкалою BBCH) під впливом *Stagonospora nodorum* симптоми септоріозу із спороношенням відмічалися і на колосі, ступінь ураження якого становив 9,9 % за поширення хвороби 23,1 %.

Погодні умови осені 2019 року були менш сприятливими для розвитку септоріозу, ніж 2018. Перша половина цього осіннього періоду вегетації пшениці

озимої характеризувалася помірними опадами з подальшим їх зменшенням наприкінці жовтня та на початку листопада. Упродовж II і III декад жовтня температура повітря була нижчою, ніж в аналогічний період минулого року. А це призвело до тимчасового припинення вегетації культури і в II декаді місяця пригнічення розвитку хвороби, яка вже на початку листопада уразила 24,9 % рослин на 4,1 %. На уражених патогенами септоріозу некротичних плямах наприкінці вегетації рослин не спостерігалось пікнідіального спороношення.

Абіотичні екологічні фактори весни 2020 року виявилися малосприятливими для розвитку септоріозу на пшениці озимій, як і в 2019 році через малу кількість опадів на початку вегетації культури. Проте пікніди прослідковувалися наприкінці III декади березня.

В період найвищої сприйнятливості пшениці озимої до септоріозу настали нестійкі погодні умови: на початку колосіння рослин зафіксовано лише декілька дощових днів, подалі їх меншало, температура повітря підвищувалася і в окремі дні сягала 32 °C, а його вологість зменшувалася.

Загалом упродовж періоду колосіння і цвітіння озимої пшениці опадів випало 0,8 і 4,6 мм, що на 96,4 і 85,2 % нижче норми.

Низька вологість повітря і висока його температура означеного періоду вегетації культури не сприяли розвитку хвороби, і в період найвищого її прояву, у фазі молочно-воскової стиглості рослин, ступінь їх ураження збудниками септоріозу становив 29,5 % за його поширення 90,6 %. Ураження колосся збудником септоріозу відмічалось 10,2 % за розповсюдження 27,8%.

Найвищим ураження пшениці озимої септоріозом упродовж періоду проведення досліджень було у 2020–2021 вегетаційні роки, особливо у 2020. Саме упродовж цих років простежувалася найбільш чітка залежність розвитку та розповсюдження хвороби від гідротермічних абіотичних факторів навколишнього середовища.

Осіння вегетація пшениці у 2020 і 2021 рр. характеризувалася дещо нижчою середньою температурою повітря і зменшеною кількістю опадів порівняно із двома попередніми. Такі погодні умови позначилися на ураженні

пшениці озимої патогенами септоріозу та його поширенні в агроценозі та у період припинення осінньої вегетації рослин у ці роки відповідно становили – 1,6 та 17,7 і 3,0 та 20,1 %. Проте варто відмітити, що тривалість осінньої вегетації пшениці озимої у 2020 році аж до 24 листопада сприяла формуванню в цей період пікнідіального спороношення на окремих інфікованих рослинах, чого не зафіксовано у 2021 році.

Хоча восени 2020 і 2021 років гідротермічні умови були малосприйнятливими для розвитку септоріозу порівняно із 2018 і 2019 рр., але під час весняних вегетацій 2020–2021 рр. спостерігалось його наростання аж до 100 % ураження рослин пшениці в агроценозі. Так у 2020 році масове утворення пікнід відмічалось у II декаді березня. Упродовж колосіння і цвітіння культури від частого випадання великої кількості опадів та підвищеної вологості повітря почався інтенсивний розвиток захворювання, і у фазу молочно-воскової стиглості ураження листя становило – 45,9 % при 100%-му його поширенні, а колосу – відповідно 15,3 і 42,7 %.

У 2021 році відновлення весняної вегетації пшениці озимої настало в першій декаді лютого. Утворення пікнідіального спороношення спостерігалось також у цей період. Проте, незважаючи на те що рослини почали вегетувати в такий ранній строк, септоріоз в агроценозі розвивався повільно і в період його весняного максимуму – фаза кущення культури – ступінь ураження рослин становив лише 5,7 %, що на 5,7 і 2,8 % нижче порівняно із 2019 і 2020 роками. Це викликано несприятливими, пониженими для розвитку збудників хвороби, середньою відносною вологістю повітря і його температурою упродовж лютого і в I та II декадах березня.

У подальшому ураження рослин септоріозом зменшувалось аж до 0,3 % за рахунок фізіологічного відмирання нижніх листків із високим відсотком ураження хворобою, хоча кількість інфікованих рослин у цей період зростала до 67,6 %.

З середини фази виходу рослин у трубку спостерігалось наростання ураження пшениці септоріозом. Але із зменшенням кількості опадів упродовж III декади травня до 3,9 мм і II червня – до 1 мм, розвиток захворювання

пригнічувався, хоча температура повітря і його відносна вологість не були лімітуючими. Такі погодні умови вегетації пшениці озимої призвели до того, що у фазі молочно-воскової стиглості рослини 100 % інфікувалися септоріозом листя, як і в 2020 році, проте ступінь їх ураження становив 36,5 %, що на 9,6 % нижче проти минулого року.

Септоріозом колосу в період повної стиглості озимини рослини уражувалися на 12,9 % із поширенням хвороби на 34,5 %.

Під час відбору в динаміці рештків пшениці озимої для визначення зимуючої стадії збудників септоріозу нами не встановлено формування ними перитеціїв у зоні Полісся. І це стане об'єктом для проведення подальших наших досліджень. Проте за даними М. С. Коваленка в умовах Лісостепу зафіксовано розвиток перитеціїв і, сформовані в них сумкоспори можуть стати первинними джерелами інфекції септоріозу.

Таким чином, виходячи із вищенаведеного, можемо констатувати, що в агроекологічних умовах Полісся інтенсивність розвитку септоріозу значно відрізнялася по роках досліджень. Визначальними при цьому були гідротермічні абіотичні фактори навколишнього середовища, що підтверджує результати спостережень вченими минулих десятиліть у лісостеповій зоні. В таких умовах зимуючою стадією збудників хвороби є міцелій в тканинах сходів пшениці озимої, падалиці та пікніки на рослинних рештках. Ці особливості необхідно враховувати при плануванні систем захисту агроценозу пшениці озимої, а також строків і способів застосування засобів знищення інфекції на основі прогнозу абіотичних умов та розвитку захворювання. Останнім на цей процес впливає глобальне потепління. Зими на європейському континенті пом'якшали, і в окремі роки суми негативних температур за зимовий період зменшилися у 2–3 рази, відтак послабшала їх негативна дія на шкідливі організми, сприяючи перезимівлі більшої частки патогенів, до того ж почастишали ранні теплі весни, як у 2021 році.