

stressed and non-stressed conditions. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 2021. 207. P. 404–421.

9. Ram H., Soni P., Salvi P., Gandass N., Sharma A., Kaur A., Sharma T. Insertional mutagenesis approaches and their use in rice for functional genomics. *Plants*. 2019. 8. 310.

10. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D., Optimized gamma radiation produces physio-logical and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. (2022). 28(8). P. 1571–1586.

11. Yali W., Mitiku T. Mutation breeding and its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*. 2022. 10. P. 64–70.

UDC 632.4: 633.88

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.17>

PECULIARITIES OF PEPPERMINT RUST (*PUCCINIA MENTHAE* PERS.)

Poberezhskiy O.R. – Postgraduate of V.F. Peresykin Department of Phytopathology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Peppermint is one of the most important and valuable crops among medicinal plants. However, the productivity of peppermint is reduced due to its diseases. The most damaging disease of peppermint is rust. The causative agent of the disease *Puccinia menthae* Pers. belongs to the class Basidiomycota, family Pucciniaceae, genus *Puccinia*.

The study of the features of the development of rust and the development of systems of protective measures are of great importance in the conditions of intensive peppermint cultivation technology and are a radical way to improve the quality of medicinal raw materials.

In order to study the features of the development of the rust pathogen, the monitoring of peppermint rust of the Chornolysta variety was carried out during the growing season of the plants in 2021–2023 at the experimental plots "Demonstration Field" of the Department of Plant Breeding of the NULES of Ukraine for the presence of external symptoms of damage.

The phenology of the pathogen was investigated, the conditions under which spores of the pathogen are formed and the source of infection were determined.

During the phytopathological assessment of plants affected by rust, the degree of its development was determined using a unified scale.

Records of damage to peppermint by rust were carried out during the growing season of the plants. Before the first cutting, we recorded the following phases: emergence of shoots, full emergence, emergence of new leaves, full branching, full budding, beginning of flowering. During the regrowth of plants on the second cutting, diseases were recorded in the phase of full branching and full budding.

Our long-term observations have established that the disease, as a rule, appears on peppermint from the third decade of May, in the phase of the appearance of new leaves. Thus, the spread of rust at the beginning of the plant growing season ranged from 3.3% in 2021 to 5.7% in 2023, while the development of the disease had a similar trend and was 0.8% and 1.2%, respectively.

The disease reached its maximum development in the second decade of July at the beginning of flowering, before the first cutting of peppermint for raw materials. These indicators were spread from 7.6% to 24%, development from 1.5% to 6.8%. In a comparison of the readings for 2021 and 2023, the spread and development of the disease increased by 2–4 times.

The tendency to increase the spread and development of the disease was noted by us during the second mowing of peppermint. Compared to previous years, in 2021, the spread of the disease in the second decade of September in the phase of full branching was 8.4%, the same indicator

doubled in 2023 and amounted to 16.8%. With full budding in 2021, the spread was 10.4%, and in 2023 – 20.4%.

The activity of the pathogen depended on such factors as soil and climatic conditions and the condition of the plant, as well as on the increase of the infectious background.

Key words: peppermint, pathogens, mint rust, disease spread, disease development.

Побережський О.Р. Особливості прояву іржі м'яти перцевої (*Puccinia menthae* Pers.)

Серед лікарських рослин м'ята перцева є однією з найбільш важливих та цінних культур. Проте, урожайність м'яти перцевої знижується через ураження її хворобами. Найбільш шкодочиною хворобою м'яти перцевої є іржа. Збудник хвороби *Puccinia menthae* Pers. належить до класу *Basidiomycota* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Basidiomycota>), родини *Pucciniaceae*, роду *Puccinia*.

Вивчення особливостей розвитку іржі та розробка систем захисних заходів відіграє велике значення в умовах інтенсивної технології вирощування м'яти перцевої та є радикальним способом підвищення якості лікарської сировини.

Для вивчення особливостей розвитку збудника іржі проводили моніторинг іржі м'яти перцевої сорту Чорнолиста під час вегетації рослин у 2021-2023 рр. на дослідних ділянках «Демонстраційне поле» кафедри рослинництва НУБіП України за наявності зовнішніх симптомів ураження.

Було досліджено фенологію патогену, визначено умови за яких формуються спори збудника та джерело інфекції.

При проведенні фітопатологічної оцінки уражених рослин іржею визначали ступінь її розвитку використовуючи уніфіковану шкалу.

Обліки ураження м'яти перцевої іржею проводили під час вегетації рослин. До першого укусу ми проводили обліки у фази: поява сходів, повні сходи, поява нових листків, повне галузження, повна бутонізація, початок цвітіння. При відростанні рослин на другий укіс обліковували хвороби у фазу повного галузження та повної бутонізації.

Нашими багаторічними спостереженнями встановлено, що хвороба, як правило, з'являється на м'яті перцевій з третьої декади травня у фазу появи нових листків. Так, показники поширення іржі на початку вегетації рослин становили від 3,3% у 2021 р. до 5,7% у 2023 р., при цьому розвиток хвороби мав подібну тенденцію і становив 0,8% та 1,2%, відповідно.

Найбільшого розвитку хвороба досягла в другій декаді липня на початку цвітіння, перед першим скошуванням м'яти перцевої на сировину. Ці показники становили, поширення від 7,6% до 24%, розвиток від 1,5% до 6,8%. В порівнянні показів за 2021 та 2023 рр. поширення та розвиток хвороби збільшувались у 2-4 рази.

Тенденція до збільшення поширення та розвитку хвороби, відмічалася нами при другому скошуванні м'яти перцевої. В порівнянні з роками, в 2021 р. поширення хвороби, в другій декаді вересня у фазу повного галузження становило 8,4%, цей же показник у 2023 р. збільшувався вдвічі та становив 16,8%. При повній бутонізації у 2021 р. поширення було 10,4%, а у 2023 р. – 20,4%.

Активність збудника залежала від таких факторів, як ґрунтова – кліматичні умови та стану рослини, а також від збільшення інфекційного фону.

Ключові слова: м'ята перцева, збудники хвороби, іржа м'яти, поширення хвороби, розвиток хвороби.

Серед лікарських рослин м'ята перцева є однією з найбільш важливих та цінних культур. Сировина м'яти використовується в фармакології, харчовій і косметичній промисловості, проте, урожайність м'яти перцевої низька через ураження її хворобами. Найбільш шкодочиною хворобою м'яти перцевої є іржа. Збудник хвороби *Puccinia menthae* Pers. належить до класу *Basidiomycota* (<https://en.wikipedia.org/wiki/Basidiomycota>), родини *Pucciniaceae*, роду *Puccinia*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні проводилися переважно селекційні роботи з м'ятою перцевою якими займалися Шелудько Л.П. та Куценко Н.І. [5, с. 161]. Було створено нові українські високопродуктивні сорти м'яти перцевої: Загадка, Лубечанка, Лідія, Мама, Лебедина пісня, Чорнолиста, Посульська ліналольна, Українська ментольна, Аптечна 1, Жовтнева тощо. Сорти досліджувались на морозостійкість, високу урожайність та вміст ефірних олій [5, с. 161].

Селекційна робота Шило М.П. була спрямована для виведення нового сорту м'яти перцевої, котрий матиме високі показники адаптивності, посухостійкості, продуктивності та стійкості до іржі, борошнистої роси, септоріозу [6, с. 23].

За даними Стеценко І.І., при ураженні рослин іржею недобір врожаю лікарської сировини м'яти може сягати 25-30%, та призводить до зменшення вмісту ефірних олій на 20-30% [4, с. 74].

Дослідження хвороб м'яти перцевої проводили також іноземні вчені з Туреччини, які виявили та ідентифікували збудників хвороб на лікарських рослинах. На дослідних ділянках було виявлено уредіоспори *Puccinia menthae* розміром 17-30 мкм [7, с. 1367]. В Пакистані Muhammad Fiaz, та інші, вивчали розвиток і поширення іржастих грибів та вплив їх на рослину господаря [9, с. 334]. Також вони стверджують, що іржасті гриби складають найбільшу природну групу патогенів рослин, включаючи приблизно 8% усіх описаних грибних хвороб. Іржасті гриби є надзвичайно патогенними мікроорганізмами рослин, вони приносять значні втрати продуктивності сировини сільськогосподарських та лікарських культур [10].

Постановка завдання. Ступінь прояву шкодочинності шкідників і хвороб на рослинах носить зональний характер і залежить від кліматичних умов районів вирощування. Теж саме ми спостерігаємо і на м'яті перцевій при ураженні її іржею.

Вивчення особливостей розвитку іржі та розробка систем захисних заходів відіграє велике значення в умовах інтенсивної технології вирощування м'яти перцевої та є радикальним способом підвищення якості лікарської сировини.

Для вивчення особливостей розвитку збудника іржі проводили моніторинг іржи м'яти перцевої сорту Чорнолиста під час вегетації рослин у 2021-2023 рр. на дослідних ділянках «Демонстраційне поле» кафедри рослинництва НУБіП України за наявності зовнішніх симптомів ураження.

Патоген зимує в стадії теліоспор на рослинних рештках м'яти перцевої чи в тканинах коренів рослини у вигляді міцелію. Навесні збудник поширюється по тканинах рослини. Уражена рослина пригнічується, деформується. З нижньої сторони деформованого листа утворюються подушечки з еціями, в середині котрих розвиваються еціоспори, що уражують рослину. Еціоспори мають сфероїдну або еліпсоїдну форму, діаметром 18-28 мкм. Найінтенсивніше утворення та поширення еціоспор відбувається в березні та квітні. Початкове поширення еціоспор обмежене часом та незначною відстанню.

Пізніше ми спостерігаємо ознаки прояву іржі у вигляді, від помаранчевого до іржавого кольору, подушечок (уредіній) на нижньому боці листків м'яти перцевої, хвороба також уражувала стебла рослини (Рис. 1).

Інкубаційний період, необхідний для утворення уредіоспор в польових умовах характеризується мінливістю та тривалістю. Ураження іржею понад 70% (5 бал) призводить до загибелі та опадання листя, що спричиняє порушення інтенсивного фотосинтезу й втрати сировини. Літня стадія являє собою пустули, які виступають на зовні, прориваючи епідерміс листа і формують еліпсоїдні або оберненояйцеподібні уредіоспори розміром 22-26 мкм x 18-22 мкм [11, с. 227]. Уредіоспори проростають і утворюють гаусторії, які проникають у листя, вони здатні проростати в діапазоні 5-30 °С з оптимальною температурою ~20 °С. Оптимальна температура для проникнення в рослину *P. menthae* становить 10-20 °С. З уредініоспор утворюються крупні, випуклі, темно-бурі, бархатисті пустули, які виступали із пошкодженого епідермісу – телії з теліоспорами. Теліоспори утворюються

з травня по грудень на листках, стеблах або кореневищах м'яти. Вони еліпсоїдні, з трохи виступаючими шапками, злегка звужені в перегородці та мають розміри 22-30 x 17-24 мкм [8, с. 228]. Їм потрібен період спокою, перш ніж вони зможуть прорости в базидіоспори. Цей період спокою повинен становити мінімум 12 днів [12, с. 263]. Потім теліоспори утворюють базидіоспори за відповідних умов середовища. Базидіоспори уражують молоді рослини м'яти. Вони утворюють невеликі червоні пухирі на тканині листя діаметром 1–3 мм. Розвиток спермогонії та ецій вимагає більш високих температур $\sim 20^{\circ}\text{C}$ і значно гальмується більш низькими температурами [8, с. 228].



Рис. 1. Ураження листової пластини м'яти перцевої іржею (уредінії), 2023р.

При проведенні фітопатологічної оцінки уражених рослин іржею визначають ступінь її розвитку. Ми використовували 5-бальну уніфіковану шкалу, яка найбільш зручна при проведенні польових обстежень. Інтенсивність хвороби встановлювали окомірно за кількістю уражених органів рослин (табл. 1) [1, с. 3-6].

Обліки ураження м'яти перцевої іржею проводили під час вегетації рослин. До першого укосу ми проводили обліки у фази: поява сходів, повні сходи, поява нових листків, повне галуження, повна бутонізація, початок цвітіння. При відростанні рослин на другий укіс обліковували хвороби у фазу повного галуження та повної бутонізації. Кількість уражених рослин і ступінь ураження визначали за площею ураженої поверхні органів та інтенсивністю прояву інших ознак захворювання у відсотках наведених у таблиці 1 та розраховували за формулами поширення та розвитку хвороби [2, с. 608].

Таблиця 1

Уніфікована шкала визначення хвороб рослин

Тип хвороби	Інтенсивність хвороби, бали				
	1	2	3	4	5
Іржа	Поодинокі ураження листя	Уражено до 10% поверхні листя	Уражено від 10 до 25% поверхні листя	Уражено від 26 до 50% поверхні листя	Уражено понад 51% поверхні листя

Поширення хвороби – це кількість уражених рослин чи окремих її органів у %, від загальної кількості обстежених рослин на площі ділянки. Визначається за формулою:

$$P = \frac{N_n}{N_o} \times 100\% \quad (1)$$

P – поширення хвороби;

N_n – кількість уражених рослин у пробі;

N_o – загальна кількість обстежених рослин у пробі.

Інтенсивність розвитку хвороби

$$R = \frac{\sum n \times b}{N \times 5} \times 100\% \quad (2)$$

де N – загальна кількість облікованих листків (шт.), $\sum n \times b$ – сума добутків кількості уражених листків м'яти перцевої, на відповідний бал ураження, 5 – найвищий бал шкали.

Одним з важливих чинників, який впливає на розвиток іржі м'яти перцевої є гідротермічні мови. Тому для оцінювання умов зволоженості років було визначено ГТК.

Аналіз метеорологічних умов 2021-2023 рр. демонструє широкий діапазон показників за температурного режиму, так і за кількістю опадів, що впливали на вегетацію рослин м'яти перцевої і розвиток збудника іржі.

На противагу 2021-2022 рр., 2023 рік відзначався екстремальними посушливими умовами під час вегетації м'яти перцевої таблиці 2.

Нашими багаторічними спостереженнями встановлено, що хвороба, як правило, з'являється на м'яті перцевій з третьої декади травня у фазу появи нових листків. Так, показники поширення іржі на початку вегетації рослин становили від 3,3% у 2021 р. до 5,7% у 2023 р., при цьому розвиток хвороби мав подібну тенденцію і становив 0,8% та 1,2%, відповідно.

Найбільшого розвитку хвороба досягла в другій декаді липня на початку цвітіння, перед першим скошуванням м'яти перцевої на сировину. Ці показники становили, поширення від 7,6% до 24%, розвиток від 1,5% до 6,8%. В порівнянні показів за 2021 та 2023 рр. поширення та розвиток хвороби збільшувались у 2-4 рази.

Тенденція до збільшення поширення та розвитку хвороби, відмічалася нами при другому скошуванні м'яти перцевої. В порівнянні з роками, в 2021 р. поширення хвороби, в другій декаді вересня у фазу повного галуження становило 8,4%, цей же показник у 2023 р. збільшився вдвічі та становив 16,8%. При повній бутонізації у 2021 р. поширення було 10,4%, а у 2023 р. – 20,4%.

Таблиця 2

Метеоданні за 2021-2023 рр., м. Київ [3]

Показник	Роки	Місяць та декада											
		Червень			Липень			Серпень			Вересень		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Середня температура повітря, °С	2021	20.9	25.4	29.2	28.0	28.7	27.9	26.2	26.5	25.5	14.6	16.1	9.5
	2022	20.8	21.5	22.4	22.0	18.0	22.1	21.0	22.2	23.6	13.7	12.7	11.7
	2023	19.4	19.6	21.5	22.4	21.6	20.1	22.5	24.0	24.4	18.9	18.2	19.3
Опади, мм	2021	5.6	11.0	7.5	33.0	19.0	11.0	20.0	9.0	37	2.7	9.4	10.8
	2022	9.3	4.4	27.3	9.9	27.1	1.3	38.7	16.5	4.0	13.4	33.2	17.5
	2023	45.0	16.6	24.0	54.8	37.0	44.3	9.6	0	9.0	0.5	8.1	0
Вологість, %	2021	59.0	63.0	61.0	66.0	60.0	66.0	66.0	56.0	71.0	60.0	64.0	80.9
	2022	54.0	50.0	59.0	61.0	70.0	59.0	77.0	73.0	52.0	56.6	85.7	85.1
	2023	49.0	61.0	69.0	65.6	59.0	71.0	68.0	58.0	59.0	55.5	66.9	66.0
ГТК	2021	0.3	0.4	0.3	1.2	0.7	0.4	0.8	0.3	1.4	0.2	0.6	1.1
	2022	0.4	0.2	1.2	0.4	1.5	0.05	1.8	0.7	0.2	1.0	2.6	0.2
	2023	2.3	0.8	1.1	2.5	1.7	2.2	0.4	0	0.1	0.1	0	0.2

Активність збудника залежала від таких факторів, як ґрунтова – кліматичні умови та стану рослини, а також від збільшення інфекційного фону(таблиця 3).

Таблиця 3

Розвиток та поширення іржі на м'яті сорту Чорнолістий в умовах дослідних ділянок «Демонстраційне поле» кафедри рослинництва НУБіП України (2021-2023 рр.)

Етапи розвитку рослини	2021		2022		2023	
	P,%	R,%	P,%	R,%	P,%	R,%
Поява нових листків (III декада травня)	3.3	0.8	5.2	1.1	5.7	1.2
Повне галушення (II декада червня)	4.1	1.1	6.1	1.5	14.3	3.6
Повна бутонізація (III декада червня- I декада липня)	5.4	1.2	6.8	1.7	19.7	5.2
Початок цвітіння (II декада липня)	7.6	1.5	7.1	2.0	24.0	6.8
Повне галушення (II декада ересня)	8.4	2.5	11.6	2.2	16,8	3.5
Повна бутонізація (I декада жовтня)	10.4	3.8	12.8	2.6	20.4	4.2
НІР ₀₅	1.1	0.7	1.3	0.7	1.7	1.1

Примітка: P – поширення хвороби, % ; R – розвиток хвороби, %.

Висновок і пропозиції. Перші ознаки іржі з'являються на м'яті перцевої з третьої декади травня у фазу появи нових листків. Так, показники поширення іржі на початку вегетації рослин становили від 3,3% у 2021 р. до 5,7% у 2023 р., при цьому розвиток хвороби мав подібну тенденцію і становив 0,8% та 1,2%, відповідно.

Найбільшого розвитку хвороба досягла в другій декаді липня на початку цвітіння, перед першим скошуванням м'яті перцевої на сировину. Ці показники становили, поширення від 7,6% до 24%, розвиток від 1,5% до 6,8%. В порівнянні показів за 2021 та 2023 рр. поширення та розвиток хвороби збільшувались у 2-4 рази.

Тенденція до збільшення поширення та розвитку хворобою, відмічалася нами при другому скошуванні м'яті перцевої. В порівнянні з роками, в 2021 р. поширення хвороби, в другій декаді вересня у фазу повного галуження становило 8,4%, цей же показник у 2023 р. збільшився вдвічі та становив 16,8%. При повній бутонізації у 2021 р. поширення було 10,4%, а у 2023 р. – 20,4%.

Активність збудника залежала від таких факторів, як ґрунтова – кліматичні умови та стану рослини, а також від збільшення інфекційного фону.

З метою запобігання захворюванню м'яті іржею необхідно спрямувати увагу на вирощування стійких проти іржі сортів та використання агротехнічних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ісіков В. П. Методика польових фітопатологічних та ентомологічних обстежень ароматичних та лікарських рослин. Херсон, 2011 р. 16 с.
2. Кулешов А.В, Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз : навчальний посібник. Харків : Еспада, 2011. 608 с.
3. Метеопост. Дані метеоспостережень за 2021-2023 рр. <https://meteorpost.com/city/29313/>
4. Стеценко І. І., Хвороби рослин роду *MENTHA* L. та їх облік. сучасні технології та системи захисту рослин. м. Херсон, 2022 р. С. 74. <http://ksau.kherson.ua/files/konferencii/2022/03/conf-20220525zahrosl.pdf#page=74>
5. Шелудько Л.П., Куценко Н.І. Лікарські рослини (селекція і насінництво) / 2013. С. 161.
6. Шило М.П., Піщенко О.В., Павленко С.В., новий сорт м'яті лада для вирощування на аптечний лист. С. 23-27. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_08_04.pdf#12
7. Emel Çakır. Fungal pathogens of oregano occurring at the breeding plots in Ankara. Journal of Plant Diseases and Protection (2021) С. 1367. DOI: 10.1007/s41348-021-00469-4
8. Horner, С.Е.– Disease cycle and control of peppermint rust caused by *Puccinia menthae* Pers. PhD Thesis, Oregon State College, Corvallis, Oregon, USA. 1954. https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/21897/1/REP-LEAF-07-Sydowia%2071_Talhinhas-1.pdf
9. Muhammad Fiaz. Contributions of rust fungi and host plants from Thandiani region, Abbottabad, Pakistan. Journal of Xi'an Shiyou University, Natural Science Edition 2023. P. 334.
10. Murtaza Ijaz, Rabia Afza, Muhammad Zafar, Muhammad Hamayun, Shujaul Mullk Khan. Taxonomic investigation of selected rust fungi using scanning electron microscopy from Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. First published: 27 September 2021. <https://doi.org/10.1002/jemt.23947>
11. Mycobank, *Puccinia menthae* Pers., Synopsis methodica Fungorum: 227, 1801.
12. <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/field/Mycobank%20%23/233447>
13. Niederhauser, J. S. The rust of greenhouse-grown spearmint and its control. Ithaca, Cornell University, 1945. (Cornell university. Agricultural experiment station. Memoir 263)