

Л.Т. МІЩЕНКО

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64, Київ, 01033
E-mail: lmishchenko@ukr.net

ТОПОГРАФІЯ КЛІТИННИХ НЕКРОЗІВ У ЛИСТКАХ ПШЕНИЦІ, УРАЖЕНИХ ВІРУСОМ СМУГАСТОЇ МОЗАЇКИ

Ключові слова: *Triticum aestivum*, клітинні некрози, вірус смугастої мозаїки пшениці

Заданими наших моніторингових досліджень, вірус смугастої мозаїки пшениці (ВСМП) широко розповсюджений в посівах пшениці різних областей України, що суттєво знижує урожайність і якісні показники зерна [1]. Вважають, що основними переносниками цієї вірусної інфекції є кліщі *Aceria tritici* Schev. [6].

Щоб зменшити збитки, яких зазнає сільське господарство від фітовірусів, використовують як різні методи боротьби з переносниками, так і хімічні та біологічні препарати для підвищення адаптивної здатності рослин пшениці до вірусної інфекції [7, 14]. Важливо також добирати стійкі сорти і забезпечувати високий рівень агротехніки.

Проте не завжди засоби боротьби дають бажаний ефект, оскільки віруси — це внутрішньоклітинні патогени, тому є важкодоступними для більшості антивірусних препаратів.

Розповсюдження (міграція) вірусної інфекції здійснюється від клітини до клітини через плазмодесми (ближній транспорт), а до інших листків — по провідній системі (далекій транспорт). Який саме вірусний чи рослинний чинник бере участь у цих процесах, достеменно невідомо [10].

Віруси в рослинних клітинах інтенсивно реплікуються і у вигляді часточок або віріонів швидко охоплюють тканини листків. Інтервенція вірусу триває вільно доти, поки не задіяні ендогенні механізми локалізації вірусної інфекції, закриваючи «отвори» (плазмодесми, пори в ситовидних пластинках) для міграції вірусів [12] або оточуючи віріони мембранними капсулами [2]. Важливим етапом протидії вірусу з боку рослини є реакція надчутливості та процес апоптозу — запрограмованої смерті окремих клітин, тканин чи навіть усього органу [2, 4].

Взаємовідносини фітовірусів з рослинним організмом є складними, вони є специфічними у різних видів рослин, що відрізняються за активністю фізіологічних процесів, морфологічною будовою і ультраструктурною організацією.

Метою наших досліджень було виявити можливі шляхи проникнення та міграції ВСМП за топографією клітинних некрозів листків пшениці.

© Л.Т. МІЩЕНКО, 2004

Об'єкт і методика досліджень

Об'єктами дослідження були рослини пшениці сорту Донська напівкарликова, що вирощувалась у польових умовах. Як здорові, так і природно уражені вірусною інфекцією рослини відбирали в фазу початку виходу в трубку. Листки здорових рослин мали зелений колір, а хворих відзначалися різним ступенем пожовтіння та смугастості листка обабіч центральної жилки.

Препарати листків досліджували під мікроскопом Axioscop (Karl Zeiss Jena, Німеччина) з об'єктивом $10\times$ і окуляром $10\times$ та мікрофотографували на кольорову плівку.

Результати досліджень та їх обговорення

Пшениця відноситься до рослин з C_3 -типом фотосинтетичної фіксації вуглекислоти, оскільки первинними продуктами її асиміляції є триуглецеві сполуки — на відміну від рослин C_4 -типу (наприклад, кукурудзи) з чотириуглецевими фотоасимілятами. Було встановлено, що такі особливості фізіологічних і біохімічних процесів пов'язані з анатомічною будовою тканин та ультраструктурною організацією клітин листків [9].

Несприятливий для рослин біотичний стрес, спричинений вірусною інфекцією, впливає на процес фотосинтезу, накопичення вуглеводів, розподіл асимілятів, призводить до утворення некрозів на листках, їх засихання та знижує урожайність [2, 6].

Особливістю анатомічної будови однодольних рослин, до яких відноситься і пшениця, є наявність паренхімних клітин обкладки навколо провідних пучків (жилок). У пшениці ці клітини утворюють два шари (внутрішній і зовнішній), що оточують як великі, так і малі жилки. Обкладка пучків контактує з різними клітинами флоєми.

Клітини паренхімної обкладки є фотосинтетично активними, у рослин пшениці вони містять хлоропласти з гранальною ультраструктурою — на відміну від кукурудзи, хлоропласти обкладки якої відзначаються ламелярною організацією і розвиненим периферійним мембранним ретикулумом [8]. Фотосинтетична активність клітин обкладки є досить високою, що зумовлюється не лише їх ультраструктурою і фотохімічною активністю хлоропластів [11], а й включенням радіоактивної мітки [5].

Показано також, що обкладка є активним транспортним каналом, яким фотосинтетичні метаболіти (вуглеводи, амінокислоти тощо) мігрують до клітин флоєми і далі (через передатні клітини та клітини ситовидних елементів) до атрагуючих центрів (коренів, суцвіть, верхівкових меристем). Віруси використовують цю систему «джерело-стіг» як для своєї реплікації, так і для міграції по рослині.

Поки остаточно не з'ясовано, чи беруть участь у процесі проникнення, реплікації та міграції вірусів продихи листків. У пшениці вони мають класичну будову (дві клітини-замікачі, передній і задній дворики та продихову щілину), але лише у злаків вони з обох боків оточені ще й так званими контактними (бічними) клітинами [3, 12].

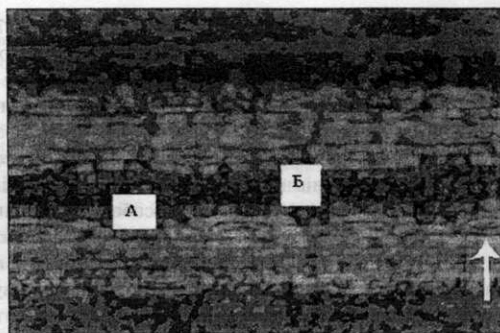


Рис. 1. Адаксіальна поверхня здорового литка пшениці. Умовні позначення (тут і на рис. 2): А — клітини мезофілу, Б — клітини обкладки провідного пучка, стрілками вказано прорихи

Fig. 1. Adaxial surface of noninfected wheat leaf. Symbols indicate (here and on the Fig. 2): А — mesophyll cells, Б — cells of the vascular bundle facing, arrows — stomata

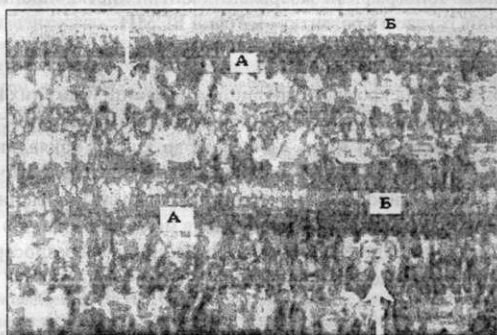


Рис. 2. Адаксіальна поверхня листка пшениці, ураженого вірусом ВСМП

Fig. 2. Change of color of a wheat leaf infected by the WSMV

Проведений нами аналіз анатомічної будови листка і розподілу забарвлення (від темно-зеленого до жовтого та коричневого) в клітинах різних тканин дозволив чітко виявити топографію клітинних некрозів, спричинених вірусною інфекцією. На рис. 1 наведено фото адаксіальної поверхні здорового листка пшениці (контрольний варіант). На ньому видно продихові клітини зеленого або світло-зеленого кольору (стрілка), клітини мезофілу (А) та обкладки провідного пучка (Б). На початкових етапах ураження листків ВСМП, коли з'являються слабкі симптоми захворювання (жовте або жовто-зелене забарвлення окремих клітин мезофілу), методом електронної мікроскопії ультратон-

ких зрізів було виявлено присутність у них нитковидних віріонів [7]. На рис. 2 привертає увагу інтенсивне пожовтіння контактних клітин продихового комплексу. Це може свідчити про існування альтернативного шляху інтервенції вірусу — не лише через місця укусів кліщів (вони звичайно припадають на клітини мезофілу та флоєми, багаті асимілятами), а й безпосередньо через продихи. В обох випадках процес поширення вірусної інфекції відбувається в два етапи: 1) накопичення віріонів в місці інюкуляції шляхом реплікації; 2) перенесення їх з потоком асимілятів [13]. Таким способом віріони швидко досягають клітин обкладки провідних пучків, звідки мігрують уздовж жилок, утворюючи прямі жовті стрічки. «Просіювання» обкладкою вірусного потоку викликає інтенсивний жовтий хлороз її клітин, які намистом облямовують жилки листка, що є чіткою діагностичною ознакою наявності вірусу смугастої мозаїки пшениці. Внаслідок латерального переміщення вірус поступово потрапляє до клітин мезофілу, руйнуючи їх і інгібуючи фізіологічні процеси, що супроводжується закриттям продихів (стрілка), хлоротичними і некротичними змінами тканин листка.

Отже, аналіз топографії та забарвлення клітин листка пшениці дозволяє оцінити ступінь їх участі у розвитку і міграції ВСМП.

Висновки

Вивчення топографії некрозів клітин листків пшениці, уражених ВСМП, дозволяє стверджувати, що вірусна інфекція разом з потоком фотосинтетичних асимілятів поширюється з місць інюкуляції до клітин обкладки провідних пучків, а далі мігрує вздовж жилок, утворюючи ланцюжки некротичних клітин, що є специфічною діагностичною ознакою цього вірусу. Виявлений нами хлороз контактних і замикаючих клітин продихів може свідчити про можливість інтервенції вірусу не лише через місця укусів кліщів, але й безпосередньо крізь відкриті продихи на епідермісі листків.

1. Бойко А.Л., Мищенко Л.Т., Барышевский А.Н. и др. Рекомендации по диагностике вирусных болезней озимой пшеницы и мерах борьбы с ними в условиях УССР. — Киев: Урожай, 1990. — 25 с.
2. Бойко А.Л., Силаева А.М., Мищенко Л.Т., Решетник Г.В. Особливості ультраструктурної організації клітин мезофілу озимої пшениці за умов вірусної інфекції // Цитология и генетика. — 1997. — 31, № 5. — С. 71—79.
3. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. — К.: Вища шк., 1992. — 272 с.
4. Ванюшин Б.Ф. Апоптоз у растений // Усп. биол. химии. — 2001. — 41. — С. 3—38.
5. Приступа Н.А. Перераспределение радиоактивных ассимилятов в тканях листа у злаков // Физиол. раст. — 1964. — 11, № 1. — С. 38—42.
6. Развязкина Г.М. Вирусные заболевания злаковых. — Новосибирск: Наука, 1975. — 289 с.
7. Решетник Г.Л., Мищенко Л.Т., Силаева А.М. Экологический мониторинг распространности вирусных инфекций пшеницы и пути повышения адаптационного потенциала растений // Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіол. — 2000. — № 7. — С. 50—51.
8. Силаева А.М. Сравнительное исследование структуры двух типов хлоропластов кукурузы. — 1973. — 211, № 6. — С. 1447—1449.

9. Силаева А.М. Структура и возможная функция хлоропластов клеток оболочки сосудистых пучков // Физиол. раст. — 1966. — 13, № 4. — С. 623—628.
10. Снегирева П.Б., Шиян А.Н. Вирус табачной мозаики: транспорт в растении // Усп. соврем. биол. — 2000. — 120, № 3. — С. 291—302.
11. *Фотохимические системы хлоропластов* / Под ред. Л.К. Островской. — Киев: Наук. думка, 1975. — 206 с.
12. Эзау К. *Анатомия семенных растений*. — М.: Мир, 1980. — 558 с.
13. Lucas W.J., Wolf S. Connections between virus movement, macromolecular signaling and assimilate allocation // *Current Opinion in Plant Biology*. — 1999. — 2, № 3. — P. 192—197.
14. Mishchenko L. T., Reshetnyk G. V., Boiko A. L. et al. Ways of the improvement in a virus resistance of winter wheat plants // *Растениеведни науки*. — 1994. — 31, № 7/10. — P. 67—70.

Рекомендуе до друку
Є.Л. Кордюм

Надійшла 17.07.2003

Л.Т. Мищенко

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

ТОПОГРАФИЯ КЛЕТОЧНЫХ НЕКРОЗОВ В ЛИСТЬЯХ ПШЕНИЦЫ, ПОРАЖЕННЫХ ВИРУСОМ ПОЛОСАТОЙ МОЗАИКИ

Исследования листьев пшеницы, пораженных вирусом полосатой мозаики пшеницы (ВПМП), выявили распространение хлоротических изменений клеток оболочки проводящих пучков, мезофилла и устьичного комплекса, свидетельствующее о возможной миграции вирусной инфекции с потоком фотосинтетических ассимилятов. Высказывается предположение о том, что вторжение вируса в растение может происходить не только посредством укусов насекомых-переносчиков, но и непосредственно сквозь открытые устьица эпидермиса листьев.

L. T. Mischenko

Kyiv Taras Shevchenko National University

TOPOGRAPHY OF CELL NEKROSES IN THE LEAVES OF WHEAT INFEKTED BY THE STREAK MOSAIC VIRUS

The studies of wheat leaves infected by the wheat streak mosaic virus (WSMV) detekted the spread of chlorotik changes in the cells of the facings of vascular bundles, mesophyll and stomata complex which indikate the possible migration of viral infection with a flux of photosynthetic assimilates. We suppose that the invasion of a virus in a plant may occur not only through the bites of insect — vektors but directly through the open stomata of leaf epidermis.