

М.П. ЛІСОВИЙ, академік НААН
Г.М. ЛІСОВА, кандидат біологічних наук
Інститут захисту рослин НААН

НАУКОВІ ОСНОВИ ГЕНЕТИЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН В УКРАЇНІ

Відсутність належного вивчення імунологічного статусу світових ресурсів пшениці в умовах України гальмує створення сортів з груповою стійкістю до патогенів. Опрацьовані результати попередніх досліджень, доводять необхідність розширення пошуку стійкого матеріалу серед колекційних матеріалів. Аналіз стану досліджень імунологічного статусу світових ресурсів пшениці озимої до основних збудників хвороб, вказує на їх важливість в забезпеченні науково обґрунтованої селекції сортів з груповою стійкістю до найбільш небезпечних хвороб. Необхідно проводити планові наукові дослідження світових ресурсів пшениці озимої. Вони дадуть можливість оперативно координувати процес створення стійких сортів завершення в селекційних центрах України.

генетика імунітету, стійкість, донори стійкості, джерела стійкості, групова стійкість

Наукова громадськість і суспільство в своїй більшості приходять до висновку, що застосування пестицидів для захисту рослин від збудників хвороб певною мірою розв'язує проблему збереження врожаю, але призводить до ускладнення стану навколишнього середовища. Разом з технічним забрудненням, широкомасштабне застосування пестицидів спричиняє екологічні проблеми світового масштабу. Тому, сучасний інтерес науки до генетики імунітету, як теоретичної основи селекції на стійкість викликаний не тільки рівнем вимоги практики до загального науково-технічного прогресу, але й завданням не порушувати баланс навколишнього середовища.

В межах цієї статті не можливо дати повний огляд літератури та перелік всіх публікацій за даною темою. Вона присвячена висвітленню основних аспектів наукових досліджень в генетиці імунітету та захисту рослин і найбільш важливим перспективам їх розвитку для України зокрема.

Як і кожний інший напрям досліджень, історія генетики імунітету повна драматизму, помилок, успіхів у пізнанні істини та несподіваних відкриттів. Вивчення стійкості рослин щодо збудників хвороб про-

йшло кілька етапів. Перші уявлення про стійкість рослин склалися ще в ту пору, коли про інфекційний характер хвороб не було жодних відомостей. Так, різну стійкість злаків до іржі, відмічали ще в епоху Теофаста і Плінія [8].

На початку 19 століття в Англії були спроби шляхом гібридизації, створити сорти пшениці стійкі проти іржі. Але ці спроби закінчилися невдачею. Занадто обмежені були на той час знання про закономірності успадкування стійкості в процесі гібридизації [8]. Проте, в своїх роботах в 1815 р. Knight підкреслював актуальність проведення селекційних робіт на стійкість пшениці до фітопатогенних факторів, а наприкінці 19-го століття Farrer зазначив, що ознака стійкості рослин може передаватися спадковим шляхом [1].

Однією з теорій, запропонованих для пояснення суті явищ природної стійкості рослин, була теорія австрійських дослідників [13], що пізніше отримала назву теорії структурного або механічного імунітету. Вона знайшла багатьох прихильників і зумовила чисельні морфологічні дослідження, які дали багатий і в той же час суперечливий матеріал, що часто не підтверджував передбачення авторів. Тому механічна теорія, що прагнула всі явища імунітету пояснити структурними особливостями рослин, давно втратила те узагальнююче значення, яке надавали їй автори.

Оскільки іржасті гриби (збудники стеблової, бурої і жовтої іржі) на той час становили значну загрозу для виробництва пшениці, то перші роботи дослідників з генетики імунітету були присвячені саме цим захворюванням. Відкриті при цьому явища стали моделлю для вивчення генетичних основ стійкості інших рослин. Відкриття в 1865 р. Г. Менделем закономірностей спадкування на рослинних об'єктах і їх перевідкриття в 1900 р. дало поштовх для якісно нового розвитку генетики імунітету рослин. Перші роботи, які дозволили встановити генетичну підпорядкованість імунітету пшениці до збудника жовтої іржі були проведені Біффеном в 1907 р. [3], який за допомогою польових досліджень виявив, що стійкість сорту Rivet зумовлена одним рецесивним геном [1].

У 20-х роках в Америці розпочато вивчення спадковості імунітету до стеблової і бурої іржі пшениці [20]. Було встановлено, що спадкування стійкості до збудника бурої іржі є прикладом спадкування кількісних ознак за законами Менделя. Моногенна домінантна стійкість виявляється частіше, а рецесивна — рідше. Вивчається різна взаємодія генів стійкості: комплексарна дія, адитивний ефект, вплив інгібіторів, присутність модифікаторів [21].

Наступний етап у дослідженнях імунітету рослин був пов'язаний з вивченням реакції тканин та біохімічних процесів, що супроводжують вторгнення в організм рослин. Для встановлення фізіологічних факто-

рів, що зумовлюють природний імунітет рослин, проведені численні дослідження стійкості та сприйнятливості сортів рослин. У підсумку цих досліджень, що проводились в багатьох країнах світу, в тому числі в бувшому СРСР [2, 7, 10, 11, 14, 15], було показано, що як окремі сполуки, так і цілі їх групи справді часто зумовлюють стійкість рослин щодо збудників хвороб. Помітне місце серед них займають ферменти, продукти азотного і вуглекислого характеру, а також фенольно-дубильні сполуки і ряд інших. Дослідження показали, що ці речовини токсично діють на збудників, впливають на їх розвиток і, часто, призводять до загибелі. Причому одні з речовин властиві рослинам, інші утворюються в клітинах рослин в результаті контакту з паразитом, тобто є відповіддю на проникнення патогена (фітоалексини та інші сполуки). Дослідження ролі хімічних сполук, що проявляють фунгіцидну і бактерицидну дію на збудника *in vitro* та *in vivo*, сприяло з'ясуванню природи генетичного механізму контролю їх утворення.

У наступні періоди розвитку імунології рослин було доказано, що імунологічні реакції рослин на вторгнення патогенів досить різноманітні. Вони залежать не тільки від природи рослин і її імунітету, але і від природи збудника. Часто в місцях проникнення паразита в тканини рослин спостерігається енергійне розмноження клітин. Причому ядро клітин переміщується до клітинної стінки, що прилягає до патогена, чим затримується розвиток збудника. Інколи такі перешкоди виникають у вигляді гігантських клітин, розташованих на шляху росту грибних гіф. Бар'єри можуть утворюватися шляхом здерв'яніння тканини навколо паразита. В результаті потовщується клітинна оболонка в місці вторгнення грибних гіф. Всі теорії створені для пояснення природи імунітету рослин базувалися на вивченні спадкових фізіологічних та біохімічних особливостей амінокислот і їх аналогів [21]. Так поступово формувалась наукова база, яка стала основою генетики імунітету як науки.

За визначенням Е.Е. Гешеле імуногенетика — це наука про успадкування вірулентності патогенів, успадкування захисних механізмів рослини-живителя і генетичне регулювання взаємовідносин в системі паразит — живитель — середовище [10].

Спираючись на роботи М.І. Вавилова [3, 8], особливо на теорію про генетичні центри походження культурних рослин, П.М. Жуковський [12, 13] сформував логічне продовження вавиловської теорії, яка відома як теорія спорідненої еволюції живителя та паразита на їх спільній батьківщині, суть якої полягає в одночасному утворенні рослинами стійких форм і появи нових більш вірулентних рас та біотипів патогенів.

Генетичне пояснення цьому явищу блискуче дає теорія Флора “ген на ген”, яка, в свою чергу, стверджує, що існує незалежність дії

окремої пари комплементарних генів стійкість — вірулентність від інших пар, причому стійкість можлива лише за умов домінантного стану даної комплементарної пари [2, 18, 22].

Стійкість рослин проти окремих рас патогена пояснюється теорією В.Я. Ван дер Планка [9] про вертикальну і горизонтальну стійкість. Згідно з цією теорією сорт, який стійкий проти однієї чи кількох рас, володіє вертикальною стійкістю, що контролюється незначною кількістю великих генів. Фенотипово цей вид стійкості проявляється як реакція надчутливості. Отже фактори вертикальної стійкості відносяться до активного фізіологічного імунітету. Горизонтальна стійкість вважається середньо стабільною стійкістю, яка продукується багатьма малими генами [11].

Проте в літературі зустрічаються публікації, де висловлюються сумніви, щодо об'єктивності розмежування вертикальної та горизонтальної стійкості. Деякі вчені вважають, що горизонтальна стійкість властива тільки для категорії пасивного імунітету. А поділ на великі і малі гени, коли говорять про активний фізіологічний імунітет, також безпідставний і на думку Нельсона [24, 25] це одні й ті ж самі гени, які діють або окремо і визначаються як вертикальні, або разом, що свідчить про втрату ними окремо стійкості проти тієї чи іншої раси збудника хвороби і їх вже визначають як гени горизонтальної стійкості [14].

Роль генетичного різноманіття будь-якого біологічного виду явна — саме це дозволяє даному виду виживати і навіть розвиватися в умовах змін навколишнього середовища. Саме ця особливість була підмічена М.І. Вавиловим і викладена в ряді робіт з генетики імунітету [5-6]. Вавилов підкреслює необхідність виведення сортів пшениці з імунітетом до декількох захворювань. Ним встановлено, що груповий імунітет виявився широко розповсюдженим явищем серед сортів і видів пшениці по відношенню до бурої, жовтої і стеблової іржі. Розповсюдження явища групового імунітету відбувається згідно з генетичною диференціацією видів пшениці. Найбільш віддалені види пшениці, такі як однозернянка і пшениці *Triticum timopheevii*, характеризуються найбільш виявленим імунітетом майже проти всіх інфекційних захворювань. Це відкриття стало переломним етапом в генетичних дослідженнях, спрямованих на стійкість до дії фітопатогенних факторів. В 50—60-х рр. з успіхом використовується стійкість *T. timopheevii* проти збудників стеблової іржі і борошнистої роси [19], *Agropyron elongatum* до стеблової іржі [23]. В своїх роботах П.П. Лук'яненко [15] зазначає, що найбільш результативним методом селекції пшениці є внутрішньо видовою гібридизація еколого-географічно віддалених форм з подальшим спрямованим добром гібридних форм. Доцільність виведення сортів і гібридів пшениці з груповою стійкістю до хвороб добре обґрунтована у закордонній та вітчизняній літературі [1, 17].

Проте, існує проблема реалізації таких стратегій при використанні сортів із ознаками групової стійкості за умов ринку, який визначає доцільність вирощування тих або інших сортів лише згідно з попитом. Тому ознаку групової стійкості варто поєднувати з високими якісними показниками, що є не легким завданням.

Для ведення селекційної роботи на високому якісному рівні необхідно використовувати нові сорти та лінії даної культури. В створенні таких зразків значну роль відіграють колекції генетичних ресурсів рослин. Однією з головних задач із збереження таких колекцій є збагачення їх генетичного різноманіття форм, що мають цінні ознаки, тобто збільшення гетерозиготності таких колекцій, що в свою чергу зменшує загрозу генетичного виродження сучасних виробничих сортів. Якість роботи із збагачення колекцій набагато підвищується за рахунок знання генетики вихідного матеріалу.

Проте, як зазначає А.Ф. Мережко [16], виявлення генетичних властивостей великої кількості зразків, які мають потрібні фенотипові показники, досить складне, що пов'язано з рядом об'єктивних причин. Тому необхідно чітко розрізняти відомі терміни “джерело та донор” ознаки. За визначенням, що подає А.Ф. Мережко [16], “джерело” — це зразок, що має потрібне селекціонеру середнє значення відповідної ознаки і належить до культурного виду або його дикорослого родича; “донор” — генетично вивчене джерело, яке:

- здатне легко схрещуватись з кращими сортами і лініями та продукувати життєздатне високофертильне потомство;
- забезпечує бажаний ефект у широкому спектрі гібридних комбінацій;
- не володіє якими-небудь негативними характеристиками, які тісно пов'язані з іншими важливими ознаками і зменшують врожай або його якість продукції до економічно недопустимого рівня.

Збереження, поповнення і вивчення колекції сільськогосподарських культур та інших цінних видів рослин в Україні координує Національний центр генетичних ресурсів рослин України при Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (НЦГРРУ), з яким Інститут захисту рослин провадить спільні дослідження. Проводиться оцінка стійкості зразків озимої і ярої пшениці та ячменю до дії комплексу збудників захворювань як на природному інфекційному фоні, так і з використанням штучних інфекційних фонів. Отримані результати зводяться до бази даних, яка вводиться до загального реєстру колекції НЦГРРУ та до переліку колекцій з ознаками стійкості проти одного збудника чи різних груп збудників хвороб. Використання таких баз даних дозволяє оперативнo залучати до селекційного процесу джерела стійкості з необхідними ознаками.

Вивчення імунологічної характеристики існуючих колекцій пшениці озимої ведеться за кількома науковими напрямками — виявлення джерел та створення донорів стійкості проти хвороб, виявлення та ідентифікації генів, що підвищують стійкість проти збудників хвороб, встановлення закономірностей успадкування імунологічних властивостей в процесі селекційного добору, створення імунних сортів із комплексом цінних господарських і біологічних ознак. Подібні дослідження широко проводяться у світі і актуальність їх не втрачається й сьогодні. На всіх етапах створення селекційного матеріалу необхідно вести вивчення його стійкості. Дослідження стійкості проводиться як у дорослих рослин, так і у фазу проростків — «ювенільної» стійкості. Саме володіння такою інформацією дає змогу створювати сорти зернових культур з цінним показником стійкості на всіх етапах вегетаційного розвитку рослин.

ВИСНОВКИ

Дослідження імунологічного статусу світових ресурсів пшениці щодо основних збудників хвороб є важливим в забезпеченні науково обґрунтованої селекції сортів з груповою стійкістю проти найбільш небезпечних хвороб. Необхідність і актуальність його проведення зазначали в своїх роботах багато науковців світу. Відсутність належного вивчення імунологічного статусу світових ресурсів пшениці в умовах України гальмує створення сортів з груповою стійкістю проти патогенів. Опрацьовані результати попередніх досліджень доводять необхідність розширення пошуку стійкого матеріалу серед колекційних зразків. Необхідно проводити планові наукові дослідження світових ресурсів пшениці.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Бартош П.* Устойчивость и генетика устойчивости пшеницы против ржавчины / П. Бартош, Н. Дончев, В. Словенчикова, М. Вивадилова. — София, 1979. — 122 с.
2. *Будашкина Е.Б.* Генетические основы селекции растений на иммунитет / Е.Б. Будашкина, Ю.Т. Дьяков, П.М. Жуковский и др. — М.: Наука, 1973. — 232 с.
3. *Вавилов Н.И.* Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. Теоретич. основы селекции растений / Н.И. Вавилов. — М.: Сельхозгиз, 1935. — Т.1. — С. 893—990.
4. *Вавилов Н.И.* Закономерности в распределении иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Проблемы иммунитета культурных растений / Н.И. Вавилов // Труды майской сессии 1935 г. — М.-Л., 1936. — С. 5—16.
5. *Вавилов Н.И.* Проблемы иммунитета культурных растений / Н.И. Вавилов // Избранные труды. — М.-Л.: Наука, 1964. — Т.4. — 272 с.

6. *Вавилов Н.И.* Научные основы селекции пшеницы. Избранные произведения / Н.И. Вавилов. — Л.: Наука, 1967. — Т. II. — С. 7—259.
7. *Вавилов Н.И.* Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям / Н.И. Вавилов. — М.: Наука, 1968. — 520 с.
8. *Вавилов Н.И.* Происхождение и география культурных растений / Н.И. Вавилов. — Л.: Наука, 1987. — 440 с.
9. *Ван дер Планк Я.Е.* Болезни растений (эпифитотии и борьба с ними) / Я.Е. Ван дер Планк. — М.: Колос, 1996. — 359 с.
10. *Гешеле Э.Э.* Основы фитопатологической оценки в селекции растений / Э.Э. Гешеле. — Изд. 2, 1978. — 208 с.
11. *Євтушенко А.Д.* Імунітет рослин / А.Д. Євтушенко, М.П. Лісовий, В.К. Пантелєєв, О.М. Слюсаренко. — К.: Колобіг, 2004. — 291 с.
12. *Жуковский П.М.* Взаимоотношение между хозяином и грибным паразитом на их родине / П.М. Жуковский // Вест. с.-х. науки. — 1959. — Вып. 6. — С. 25—34.
13. *Жуковский П.М.* Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование / П.М. Жуковский. — Л.: Колос, 1971. — 752 с.
14. *Лісовий М.П.* Сучасний погляд на полігенну та моногенну у межах активного фізіологічного імунітету / М.П. Лісовий, Г.М. Лісова // Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту. — Одеса: СГІ — НЦНС, 2008. — Вип. 11(51). — С. 21—31.
15. *Лукьяненко П.П.* Достижения и перспективы в селекции озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Тез. Доклада II съезда ВОГиС им. Н.И. Вавилова. — М.: Наука, 1972. — С. 19—22.
16. *Мережко А.Ф.* Принципы поиска и использования доноров ценных признаков в селекции растений идентифицированный генофонд растений в селекции / А.Ф. Мережко. — СПб., ВИР, 2005. — 896 с.
17. *Соколов М.С.* Экологизация защиты растений / М.С. Соколов, О.А. Монастырский, Э.А. Пикушова. — Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. — 462 с.
18. *Флор Х.Г.* Генетическое регулирование взаимодействий хозяина и паразита при болезнях, вызываемых ржавчинными грибами / Х.Г. Флор // Проблемы и достижения фитопатологии. — М., 1962. — С. 149—159.
19. *Allard R.W.* Inheritance of resistance to stem rust and powdery mildew in cytologically stable spring wheats derived from *Triticum timopheevii* / R.W. Allard, R.G. Shandas // Phytopathology. — 1954. — 44. — P. 266—274.
20. *Ausemus E.R., Harrington J.B., Worzela W.W., Reitz L.P.* A summary of genetic studies in hexaploid and tetraploid wheat / E.R. Ausemus, J.B. Harrington, W.W. Worzela, L.P. Reitz // J. Amer. Soc. Agron. — 1946. — 38. — P. 1082—1099.
21. *Boyd W.J.R.* Problems in the interpretation of the inheritance of leaf

rust resistance in the common wheat / W.J.R. Boyd // J. Theoret. Biol. — 1966. — 13. — p. 283—294.

22. Flor H.H. Host-parasite interaction in flax rust — its genetic and other implications / H.H. Flor // Phytopathology. — 1955. — V. 45. — P. 680—685.

23. Knott D.R. The inheritance of rust resistance. IV. The transfer of stem rust resistance from *Agropyron elongatum* to common wheat / D.R. Knott // Can. J. Plant Sci. — 1961. — 47, № 1. — P. 109—123.

24. Nelson R.R. Genetics of horizontal resistance to plant disease / R.R. Nelson // Ann. Rev. Phytopathol. — 1978. — Vol. 16. — P. 350—378.

25. Nelson R.R. Interaction of gene for pathogenicity and virulence in *Trichometasphaeria turcico* with different numbers of genes for vertical resistance in *Zea mays* / R.R. Nelson, D.R. Mac Kenzie, G.L. Scheifell // Phytopathology. — 1970. — 60. — P. 1250—1254.

Лесовой М.П., Лесовая Г.М. Научные основы генетической защиты растений в Украине

Отсутствие надлежащего изучения иммунологического статуса мировых ресурсов пшеницы в условиях Украины замедляет создание сортов с групповой устойчивостью против патогенов. Обработка результатов предыдущих исследований показывает необходимость расширения поиска устойчивого материала среди коллекционных образцов. Анализ исследований иммунологического статуса мировых ресурсов пшеницы озимой против основных возбудителей болезней показывает их важную роль в обеспечении научно обоснованной селекции сортов с групповой устойчивостью против наиболее опасных болезней. Настало время организации и проведения плановых научных исследований мировых ресурсов пшеницы озимой. Они дадут возможность планирования селекционного процесса и его завершения в селекционных центрах Украины.

Lisovyi M.P., Lisova G.M. Scientific basis of genetic protection plants in Ukraine

Lack of appropriate studying of the immunological status of world resources of wheat in the conditions of Ukraine slows down building of cultivars with group resistance to pathogens. Processing of results of the previous investigations, shows necessity of dilating of search of a resistant material among collection samples. Analysis of the immune status of world resources to the major winter wheat pathogen's, shows their important role in support of scientifically proved selection of cultivars with resistance to the group of the most dangerous diseases. Time of the organisation and carrying out of planned scientific examinations of world resources of winter wheat has come. They will give enable the planning of selection process and its terminating at selection centres of Ukraine.