

УДК 633.791: 631.524.86:
632.911.4: 632.938.1

І. П. Штанько,
кандидат
сільськогосподарських наук,

О. В. Венгер,
Л. Ю. Шпакевич,
Н. А. Федорчук,
М. Б. Сайкін,

Інститут сільського
господарства Полісся НААН

Спостереження за стадіями розвитку рослин, ураження сисними шкідниками проводили згідно загальноприйнятих у хмелярстві методик експертизи сортів хмелю. **Результати.** Проведено дослідження стійкості генотипів селекційного розсадника до основних біотичних патогенів хмелю в порівнянні зі стандартними сортами. Залежно від своїх біологічних особливостей, зокрема від групи стиглості та походження, селекційні генотипи та стандарти неоднаково заселяються сисними шкідниками, а також уражуються несправжньою борошністою россою. Генотипи 7003, 5967, А–252, А–365 та 6007 мали достовірно нижчий ступінь ураження хворобою, а А–365, 7006, 7007 — ураження сисними шкідниками відносно середнього в досліді. **Висновки.** Завдяки оцінці досліджуваних генотипів виділено групу селекційних номерів, які мають вищий генетичний потенціал стійкості для використання в селекційних програмах.

Ключові слова: Хміль звичайний, селекція, генотип, стійкість, сисні шкідники, псевдопероноспороз.

Постановка проблеми. Хміль (*Humulus lupulus* L.) – багаторічна рослина, шишки якої використовуються переважно в пивоварній промисловості, що обумовлено наявністю в них специфічних компонентів, які мають відмінні смакові та ароматичні якості для пінного напою, покращують стійкість і освітлення пива, а також мають виражені антибіотичні та лікувальні властивості [1, С.6-22; 2]. Для зони Полісся і північного Лісостепу України хміль є традиційною прибутковою культурою, яка здатна забезпечувати вітчизняну пивоварну промисловість сировиною, сприяти зайнятості сільського населення та розвитку сільськогосподарських підприємств різних форм власності [3–5].

Хміль вирощується тривалий час (15–20 років) в монокультурі, що сприяє значному накопиченню патогенних організмів у ґрунті плантацій, на рослинах хмелю та рослинності, яка межує з насадженнями. Найбільш небезпечними серед біотичних патогенів хмелю є: несправжня борошніста роса (*Pseudoperonospora humuli* Wilson), хмельова попелиця (*Phorodon humuli* Schrk.) і павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.). Значне ураження хворобами чи шкідниками може повністю знищити врожай хмелю, а виникнення епіфітотій можуть бути пов'язані як зі

ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ГЕНОТИПІВ СЕЛЕКЦІЙНОГО РОЗСАДНИКА ДО ОСНОВНИХ БІОТИЧНИХ ПАТОГЕНІВ ХМЕЛЮ

Вступ. Для нових сортів хмелю важливою вимогою є підвищення їх стійкості до патогенів, а найактуальнішим напрямком в селекції хмелю залишається пошук джерел та донорів з генетичним захистом урожаю від хвороб і шкідників. **Мета і завдання.** Провести оцінку стійкості генотипів селекційного розсадника до основних біотичних патогенів хмелю, зокрема визначити ступінь ураженості рослин різного селекційного походження несправжньою борошністою россою, хмельовою попелицею і павутинним кліщем та визначити найбільш перспективні генотипи для селекційної роботи. **Матеріали та методи досліджень.** У дослідження були включені селекційні номери, отримані від складних схрещувань, та стандарти: Альта, Гайдамацький.

У дослідження були включені селекційні номери, отримані від складних схрещувань, та стандарти: Альта, Гайдамацький. У дослідження були включені селекційні номери, отримані від складних схрещувань, та стандарти: Альта, Гайдамацький.

змінюю погодних умов, так і через використання у виробництві нестійких до патогенів сортів хмелю. Так, наприклад, у США в 1997 році понад 1200 га хмеленасаджень, незважаючи на прийняті захисні заходи, загинули від борошністої роси, лише через посадки нестійких сортів [6, 7]. Рослини хмелю, уражені борошністою россою, накопичують менше альфа-кислот у шишках на 12–25%, отже погіршується також якість, а не тільки кількість урожаю [8]. Однією з основних вимог до селекціонерів від виробників є наявність нових сортів, стійких до хвороб, особливо для зменшення кількості обробок пестицидами, які використовуються для забезпечення високої якості хмелю [9].

Пошук донорів стійкості до хвороб серед світового генофонду продовжується тривалий час із початку селекційних робіт у Вай Коледжі, Англія (Salmon, 1906), коли були відібрані перші сорти хмелю, які характеризувались певним рівнем стійкості до основних хвороб [10]. У результаті аналізу наявних генетичних колекцій хмелю наукових установ світу було виділено низку перспективних генотипів для використання в селекційних програмах для поліпшення сортів [9, 11–14]. Ряд пошуків було проведено і в напрямку визначення біохімічних складових стійкості

сортів хмелю до шкідників. Так, зокрема, при аналізі колекції генофонду хмелю та вивченні біохімії сортів [15, 1] було визначено кореляції між вмістом поліфенолів та стійкістю сортів хмелю до ураження хмельовою попелицею [1, С. 157-162].

В Україні значні втрати врожаю хмелю фіксуються через ураження рослин промислових плантацій несправжньою борошністою росю, грибковими хворобами та вірусами, відчутно погіршують якість хмелю сисні шкідники (хмельова попелиця та павутинний кліщ). Тому нині однією з головних в переліку вимог до сортів є підвищення їх стійкості, а найактуальнішим напрямком в селекції хмелю залишається пошук джерел та донорів цієї ознаки і створення на їх основі адаптованих сортів з генетичним захистом рослин хмелю від хвороб і шкідників, впродовж їх багаторічного функціонування та щорічних вегетаційних циклів росту і розвитку [16].

Мета досліджень – провести оцінку стійкості генотипів селекційного розсадника до основних біотичних патогенів хмелю, зокрема визначити ступінь ураженості рослин різного селекційного походження несправжньою борошністою росю, хмельовою попелицею і павутинним кліщем та визначити найбільш перспективні генотипи для селекційної роботи.

Умови та методика досліджень. Дослідні ділянки розміщені на плантації № 221 Інституту сільського господарства Полісся НААН. Географічні координати пункту досліджень: 50°17' пн. ш. і 28°45' сх. д. Пункт характеризується помірно континентальним, переважно м'яким кліматом. Тривалість вегетаційного періоду складає 200–230 днів. Середньорічна кількість опадів складає 594 мм з діапазоном 470–610 мм, найбільша частка яких (360–400 мм) випадає у весняно-літній період з максимумом у липні (96 мм). Впродовж 2011–2016 рр. погодні умови характеризувались значним відхиленням від показників норми за температурним режимом, зокрема для всіх років у середньому зафіксовано підвищені температури повітря протягом червня-серпня на 1,5–2,3°C відносно норми. За кількістю опадів протягом вегетації близькими до багаторічних показників були 2012, 2013, 2014 роки (82%, 90% та 94% від норми опадів), посушливі роки – 2011 та 2016 (67% та 62%) і аномально сухий рік – 2015 (33%). Ґрунти ділянок типові для перехідної ґрунтово-кліматичної зони Полісся Житомирської області: дерново-підзолисті,

супіщані і піщані, збіднені – вміст гумусу в орному шарі – 1,3–2,3 % (за І. В. Тюрніним).

Впродовж 2011–2016 років у дослідження були включені селекційні номери, отримані у відділі селекції та інноваційних технологій хмелю від складних схрещувань із залученням жіночих генотипів базової колекції генофонду хмелю та селекційного матеріалу різного генетичного походження. У якості стандартів використані сорти Альта та Гайдамацький.

Спостереження за стадіями розвитку рослин, обліки та описи в дослідах з визначення ступеню розвитку несправжньої борошністої роси, ураження сисними шкідниками хмелю проводили в декілька етапів росту і розвитку рослин згідно з ДСТУ 7027:2009 «Селекція хмелю. Технологічний процес. Методи випробувань», «Методики проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС). Технічні та кормові культури» (2000), «UPOV TG /227/1» (2006) та методик відділу захисту хмелю [17, 18]. Селекційні номери та сорти вирощувалися в польових дослідах на фоні загальноприйнятої агротехніки вирощування і захисту хмелю. Кожен генотип представлений 3–5-ма рослинами. Візуальний контроль кількості павутинного кліща та хмельової попелиці проводили в три етапи: «перед цвітінням», «після цвітіння», «перед збиранням врожаю шишок», ступінь розвитку несправжньої борошністої роси визначали на етапах «формування бічних гілок та цвітіння» і «формування та досягання шишок». Ступінь ураження патогенними організмами оцінювали за 9-бальною шкалою [18]. Оцінку достовірності дослідів визначали математично – статистичними методами [19].

Результати досліджень. Тривалі дослідження біологічних особливостей розвитку патогенів у різних регіонах показали, що в залежності від метеорологічних умов року їх шкідливий вплив може змінюватися, при чому були зафіксовані умови, у яких патоген (хвороба чи шкідник) досягав масштабного розвитку й поширення на культурі, та такі умови, в яких розвиток патогенних організмів на хмелю фіксувався на мінімальних рівнях заселення чи розвитку. Зокрема, визначено критерії змін в умовах Полісся інтенсивності заселення шкідниками та поширення несправжньої борошністої роси в залежності від метеорологічних умов року [20]. Важливим фактором інтенсифікації сортовивчення на первинних етапах селекцій-

ного процесу може стати оцінювання наявних генотипів у селекційному розсаднику на стійкість до основних біотичних патогенних організмів, що надасть змогу більш швидко сформувавши базу оцінки нових відібраних форм за параметрами генетичних передумов стійкості та провести більш деталізований добір за цією ознакою серед претендентів на конкурсне сортовивчення.

У 2011 – 2016 роках проведено дослідження стійкості генотипів селекційного розсадника до основних біотичних патогенів хмелю в порівнянні зі стандартними сортами. У залежності від своїх біологічних особливостей, зокрема від групи стиглості та родоходу, селекційні генотипи та сорти-стандарті неоднаково заселяються сисними шкідниками, а також уражуються несправжньою борошністою росю. Досліджувані генотипи представляють в основному середньостиглу групу (72% від загальної кількості варіантів), чотири генотипи – відносяться до ранньостиглої

групи (Альта, 5967, 6007, 7002) та два генотипи представляють групу пізньостиглих – Гайдамацький і 5970а.

За роки досліджень не було відмічено рослин з повною відсутністю симптомів поширення несправжньої борошністої роси (таблиця 1).

Незважаючи на коливання погодних умов впродовж дослідження, для більшості генотипів є характерним слабкий або середній рівень ураження несправжньою борошністою росю, в тому числі і для стандартних сортів. У 40% генотипів відмічено сильне ураження хворобою (6 – 7 балів). Генотипи 7003, 5967, А – 252, А – 365 та 6007 мали достовірно нижчий ступінь ураження хворобою з незначним відхиленням від показників стандартів. Для генотипів 6004, 3142, 5970а, 5975, 7001, 7005, 7006, 7008, 6008 зафіксовано сильне ураження несправжньою борошністою росю. Слід відмітити, що два номери — 5967 та 6007 з групи ранньостиглих клонів мали низький

Таблиця 1. Оцінка ступеня ураження генотипів селекційного розсадника хмелю несправжньою борошністою росю

№ з/п	Генотипи (сортостандарті, селекційні клони) хмелю	Ступінь ураження генотипів несправжньою борошністою росю за фазами розвитку рослин (середнє за 2011–2016 рр.), бали		
		Формування бічних гілок та цвітіння	Формування та досягання шишок	Середній бал ураження за вегетацію
1.	Гайдамацький	2,8	4,7	3,7
2.	Альта	3,9	3,9	3,9
3.	7003	3,5	4,5	4,0
4.	5967	4,2	4,7	4,4
5.	А–252	4,2	4,5	4,4
6.	А–365	3,9	5,0	4,5
7.	6007	5,0	4,2	4,6
8.	А–274	5,0	5,6	5,3
9.	5895	5,3	5,8	5,5
10.	5981	5,0	6,1	5,5
11.	6034	5,8	5,3	5,5
12.	7002	5,3	6,1	5,7
13.	7007	5,0	6,4	5,7
14.	6004	5,8	6,4	6,1
15.	3142	5,8	6,7	6,3
16.	5970а	6,1	6,7	6,4
17.	5975	5,3	7,6	6,4
18.	7001	5,8	7,0	6,4
19.	7005	6,4	6,7	6,5
20.	7008	5,8	7,6	6,7
21.	7006	6,1	7,6	6,8
22.	6008	7,3	7,6	7,4
$X_{ср} \pm t_{0,5} S_x$		5,15±0,473	5,94±0,537	5,53±0,474

Таблиця 2. Оцінка ступеню пошкодження генотипів селекційного розсадника хмелю сисними шкідниками

№ з/п	Генотипи (сорт-стандарти, селекційні клони) хмелю	Ступінь ураження генотипів сисними шкідниками за фазами розвитку рослин (середнє за 2011–2016 рр.), бали							
		Перед цвітінням		Після цвітіння		Перед збиранням врожаю		Середній бал ураження за вегетацію	
		Хмельова попелиця	Павут. кліщ	Хмельова попелиця	Павут. кліщ	Хмельова попелиця	Павут. кліщ	Хмельова попелиця	Павут. кліщ
1.	Альга	1,50	3,68	1,00	4,42	1,00	4,14	1,25	3,87
2.	Гайдамацький	1,50	3,82	1,50	4,23	1,25	3,86	1,45	3,95
3.	A-252	1,50	3,91	1,50	4,47	1,25	4,14	1,45	4,19
4.	A-274	1,50	3,99	1,25	4,45	1,00	4,47	1,35	4,21
5.	A-365	1,50	4,05	1,25	4,04	1,25	4,24	1,30	4,11
6.	3142	1,40	3,63	1,25	4,23	1,25	3,96	1,30	3,97
7.	5895	1,50	3,92	1,25	4,19	1,00	3,82	1,30	4,01
8.	5967	1,54	3,86	1,25	4,83	1,00	4,45	1,25	4,23
9.	5970a	1,45	3,63	1,25	4,22	1,25	3,85	1,30	3,91
10.	5975	1,50	3,83	1,00	4,47	1,00	4,44	1,20	4,17
11.	5981	1,45	3,71	1,25	4,23	1,25	3,88	1,35	3,95
12.	6004	1,25	3,44	1,00	3,67	1,00	3,19	1,10	3,43
13.	6007	1,35	3,41	1,25	3,88	1,25	4,05	1,35	3,77
14.	6008	1,35	3,30	1,00	3,63	1,00	3,19	1,20	3,41
15.	6034	1,50	3,94	1,37	4,61	1,25	4,01	1,40	4,21
16.	7001	1,40	3,45	1,25	4,15	1,00	3,88	1,20	3,67
17.	7002	1,40	3,61	1,25	4,13	1,25	3,86	1,30	3,95
18.	7003	1,25	3,00	1,00	3,41	1,00	3,22	1,10	3,31
19.	7005	1,50	4,22	1,50	4,44	1,25	4,55	1,45	4,37
20.	7006	1,50	3,77	1,50	4,17	1,25	4,50	1,45	4,23
21.	7007	1,50	4,11	1,37	4,27	1,00	4,15	1,45	4,15
22.	7008	1,20	3,11	1,00	3,35	1,00	3,19	1,10	3,23
	$X_{\text{сеп.}} \pm t_{0,5} S_x$	1,43± 0,020	3,70± 0,140	1,24± 0,078	4,16± 0,161	1,12± 0,056	3,96± 0,193	1,29± 0,052	3,92± 0,145

ступінь ураження хворобою, а для групи середньостиглих генотипів відмічено значну диференціацію ступеня сприйняття хвороби.

Поряд з оцінкою стійкості генотипів селекційного розсадника до несправжньої борошнистої роси, була проведена оцінка ступеню ураження генотипів хмелю сисними шкідниками (таблиця 2).

За результатами проведеної оцінки визначено, що пошкодження хмельовою попелицею та павутинним кліщем для всіх генотипів дослідження була в межах слабого (для хмельової попелиці) та середнього (для павутинного кліща). При аналізі пошкодження генотипів сисними шкідниками за фазами розвитку рослин встановлена певна диференціація ступеню пошкодження. Це дозволило виділити генотипи, для яких характерні достовірно нижчі бали пошкодження сисними шкідниками, зокрема, це сорти Гайдамацький та Альга, а також генотипи A – 365, 7006, 7007.

Значна кількість генотипів показали ступінь пошкодження хмельовою попелицею

в межах середньостатистичного показника в досліді. Сім генотипів (6007, 7003, 5975, 5970a, 6004, 6034, A – 252) хоч і мали незначний ступінь пошкодження, але їх показник статистично перевищував середній бал у досліді, тобто, ці сорти виявились найбільш нестійкими до пошкодження хмельовою попелицею. Подібна ситуація була зафіксована і при оцінці пошкодження генотипів павутинним кліщем, зокрема: 11 номерів (50% від загальної кількості) знаходились в межах середнього статистичного досліді, 6 генотипів (A – 252, 6008, 7001, 5967, 6004, 3142) найбільш нестійкі до пошкодження цим шкідником.

Встановлено залежність розвитку шкідливих об'єктів та інтенсивності заселення шкідниками на різних етапах розвитку рослин хмелю: найбільший бал заселення хмельовою попелицею припадає на період «перед цвітінням» і в подальшому знижується, а найбільший бал пошкодження павутинним кліщем зафіксований в період «після цвітіння».

Диференціація досліджуваних генотипів за ступенем ураження несправжньою борошнистою россою (*Pseudoperonospora humuli Wilson*), пошкодження хмелевою попелицею (*Rhododop humuli Schrk.*), павутинним кліщем (*Tetranychus urticae Koch.*) дозволила виділити групу селекційних номерів, які наділені генетичним потенціалом стійкості проти

основних шкідників та хвороб. Це стане передумовою для більш детального селекційного аналізу родоходів виділених генотипів з метою формування бази джерел стійкості до патогенів і їх використання в селекційних програмах створення нового вихідного матеріалу з покращеними ознаками стійкості до біотичних патогенів хмелю.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшенко Н.И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов. – Житомир: «Полися», 2002. – 385 с.
2. Хмель и его использование / Годованый А.А., Ляшенко Н.И., Рейтман Й.Г. и др. – К.: Урожай, 1990. – 336 с.
3. Приймачук Т.Ю. Хмелярство України: шляхи виходу з кризи / Т.Ю. Приймачук, А.В. Проценко, Р.І. Рудик, І.П. Штанько // Агропромислове виробництво Полісся. – 2016. – Вип.9. – С.54 – 60.
4. Шабликін В.В. Оцінка виробничого потенціалу сортів хмелю в регіональних випробуваннях / В.В. Шабликін, І.П. Штанько, К.П. Михайліченко // – Агропромислове виробництво Полісся. – 2009. – Вип. 6. – С.43 – 47.
5. Рудик Р. Стратегія виходу вітчизняної хмелепродукції на зовнішні ринки / Р.І. Рудик, Т.Ю. Приймачук, І.П. Штанько та ін. – Інститут сільського господарства Полісся НААН, 2017. – С.7 – 11.
6. Turechek, W.W., Mahafee, W.F., Ocamb, C.M. Development of Management Strategies for Hop Powdery Mildew in the Pacific Northwest. Plant Health Progress. – 2001. doi: 10.1094/PHP-2001-0313-01-RS.
7. Ocamb, C.M. First Report of Hop Powdery Mildew in the Pacific Northwest. Disease Notes / C.M. Ocamb, R. Klein, J. Barbour, J. Griesbach, W.F. Mahafee // Plant Disease, 83: 11. – 1999.
8. Krofta, K. How hop powdery mildew influences the quality of hops and beer? In: Proceedings of the Scientific Commission. / K. Krofta, V. Nesvadba // Ed. Seigner E. Dobrna – Žalec, Slovenia: International Hop Growers Convention. – 2003. – p.58 – 62.
9. Cerenak A., Kralj D., Javornik B. Compounds of essential oils as markers of hop resistance (*Humulus Lupulus*) to powdery mildew (*Podosphaera macularis*) // Acta agriculturae slovenica, 93. – 2009. – str. 267–273.
10. Darby, P. UK Research Offer Advice on Hop Powdery Mildew / P. Darby // Brewers Digest, 2. – 1998. – p.24 – 26.
11. Штанько І.П. Вивчення базової колекції генофонду хмелю звичайного (*Humulus lupulus L.*) // Агропромислове виробництво Полісся. – Вип.1. – 2008. – С.23-27.
12. Leonardi M. Characterisation of four popular Polish hop cultivars / M. Leonardi, U. Skomra, M. Agacka, A. Stochmal, K.E. Ambryszewska, W. Oleszek, G. Flamini, L. Pistelli // International Journal of Food Science and Technology. – Vol.48. – Issue8. – P.1770– 1774.
13. Фадеев А.А. Сохранение коллекции хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus L.*) и выделение источников для формирования рабочей генетической коллекции / А.А. Фадеев, З.А. Никонова, Ю.С. Осипова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2014 г. – № 4 (41). – С.21 – 25.
14. Каштанова О.А. Вредоносность ложной мучнистой росы хмеля и поиск устойчивых к патогену сортов / О.А. Каштанова, Л.Ю. Трейвас, О.Б. Ткаченко, Ю.С. Данилова // Бюллетень Главного ботанического сада. 2017. – № 2 (203). – С. 55-60.
15. Kralj, D. Marker-assisted hop (*Humulus lupulus L.*) breeding. / D. Kralj, M. Kač, M. Dolinar, M. Žolnir, S. Kralj // Monatsschrift für Brauwissenschaft, 7/8. – 1998. – p. 111–119.
16. Штанько І.П. Досягнення селекції хмелю в світі та напрями удосконалення сортової структури насаджень в Україні // Агропромислове виробництво Полісся. – Вип.9. – 2013. – С.92 – 97.
17. Венгер В.М. Захист хмелю від шкідників, хвороб і бур'янів: рекомендації / В.М. Венгер, О.М. Лапа, В.Г. Романчук та ін. За ред. В.М. Венгера – К.: Компанія Юнівест Маркетинг, 2004. – 90 с.
18. Технологія вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів / В.М. Венгер, С.О. Трибель, О.М. Лапа та ін. За ред. В.М. Венгера. – К.: Колообіг: Фенікс, 2011. – 196 с.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
20. Венгер В.М. Розвиток, поширення та шкідливість основних шкідників і хвороб хмелю залежно від метеорологічних умов / В.М. Венгер, Н.А. Лукашевич, О.В. Венгер, Н.А. Федорчук // Агропромислове виробництво Полісся. – 2008. – № 1. – С. 42 – 46.

Визначення стійкості генотипів селекційного розсадника до основних біотичних патогенів хмелю