

## **ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДНОГО МАТЕРІАЛУ ХМЕЛЮ В СПРЯМОВАНИХ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ НА РАННІХ ЕТАПАХ СЕЛЕКЦІЇ**

*Розроблений агроекологічний режим вирощування гібридів хмелю на ранніх етапах селекції.*

### **Постановка проблеми**

Хміль звичайний (*Humulus lupulus* L.) еволюційно виник як витка рослина в природних лісових екосистемах. У цих умовах він розмножувався та поширювався виключно через насіння. Внаслідок природної гібридизації, під впливом спонтанного запилення, в окремих ареалах сформувалися європейський і американський (*H. l. var lupuloides* L.) різновиди. Згодом ці різновиди стали генетичною основою культурних сортів. Серед європейського різновиду спочатку візуально, а з розвитком біологічної науки і експериментально, стали чітко розрізняти чеський, баварський, англійський, російський і інші екотипи. Таким чином, в самому геномі різних форм хмелю еволюційно закладено їх зв'язок з конкретними умовами зовнішнього середовища.

Поєднання цінних біологічних і господарсько-корисних ознак і властивостей генетично різновіддалених рослин хмелю було завжди головною метою селекціонерів. Актуальною частиною цієї проблеми є також агротехнологія вирощування гібридного матеріалу, повноцінного в селекційному і господарському плані. Вирішення цієї проблеми з самого початку було б неможливим без штучного створення агроекологічних умов, ідентичних або близьких до природних, з метою ефективного пророщування насіння і вирощування сіянців. Крім генетичних, важливе значення при цьому мають також фактори агроекологічного характеру. До генетичних належить, передусім, вдалий підбір селекційних пар для схрещувань, з

метою одержання нащадків, екологічно адаптованих до місцевих умов вирощування. Справа в тому, що дикий хміль, як відомо, має більш стабільну, більш консервативну спадковість, ніж культурні сорти. Тому процес успадкування ознак саме дикого хмелю є домінуючим, що веде до утворення адаптивних, але малопродуктивних нащадків. Засоби впливу на подолання негативних наслідків знаходять в еколого-генетичному потенціалі чоловічої форми. Визначення генотипного потенціалу чоловічої рослини-запилювача в схрещуваннях тепер стало доступним завдяки методу, розробленому в Інституті сільського господарства Полісся [1].

В селекції хмелю шляхом гібридизації часто виникали труднощі з пророщуванням насіння та вирощуванням сіянців. Ці труднощі були зв'язані з екологічними факторами, які селекціонер повинен спрямовувати в оптимальне русло різними технічними і агротехнічними способами та прийомами. Слід відмітити, що за ботанічним визначенням насінина хмелю являє собою плід "горішок" з дуже твердою і щільною оболонкою. Це обумовлено еволюційно життєвою необхідністю пристосування рослинного організму до негативних умов середовища. Для проростання, насіння повинно потрапити в екологічно сприятливі умови та пройти стадію стратифікації. Ювенільні рослини-сіянці, у свою чергу, повинні пройти стадію яровизації, яка супроводжується у природі змінами світлового дня і перепадами температури. У природних популяціях хмелю звичайного згадані фактори зовнішнього середовища, такі як вільне запилення, зволоження ґрунту, зміна температур, тривалість дня і ночі тощо, спрямовані на самовідтворення і збереження виду. В штучних умовах, з метою прискорення селекційного процесу, селекціонери змушені вишукувати різні підходи для створення оптимальних умов для проростання насіння і одержання з нього повноцінних рослин. Так, для поліпшення процесів скарифікації і стратифікації примінялись різні способи зруйнування оболонки – скальпування верхівок насіння, обробка його концентрованою сірчаною кислотою, посів під зиму тощо [2]. Такі прийоми були малоефективними і трудомісткими: при скальпуванні ушкоджувались верхівки бруньок, під дією сірчаної кислоти ушкоджувалися, відмиralи корінці сіянців. Посів під зиму, хоч і сприяв процесам скарифікації і стратифікації, але дуже залежав від пересихання верхнього шару ґрунту весною. У результаті такі підходи та маніпуляції призводили до зменшення кількості і якості гібридного матеріалу.

З метою одержання насіння з високим екогенетичним потенціалом перевагу надавали місцевим сортам як компонентам у схрещуваннях. Для одержання селекційно повноцінного і фізіологічно здорового насіння та вирощених з нього гібридних сіянців усі технічні і агротехнологічні заходи і прийоми при їх вирощуванні спрямовувалися на поліпшення умов середовища.

### Результати досліджень

У результаті селекційної роботи багатьох дослідників був розроблений і перевірений на практиці режим пророщування насіння і вирощування гібридного матеріалу в лабораторно-тепличних і польових умовах. Процес у цілому відбувається в наступній хронологічній послідовності:

1. 8–10 лютого – насіння (неочищені плодики) закладали на стратифікацію в холодильник. Насіння поміщали в капронову тканину і клали у зволожений пісок. Туди ж клали пластмасові етикетки з викарбованими на них номерами комбінацій схрещувань. Стратифікація відбувалась при  $t+2$  °С, експозиція – не менше одного місяця.

2. 25–26 березня – насіння промивали в проточній воді протягом доби і видаляли недорозвинуті та пошкоджені насінини. Насіння обробляли 0,5 %-им розчином жовчі медичної для зруйнування оболонки і прискорення пророщування і промивали в 0,05 %-ому розчині марганцево-кислого калію.

3. 27–28 березня – насіння висівали в кювети з прожареним і зволоженим піском і розміщували їх в освітлених і теплих (18–20 °С) кімнатних умовах. Пісок в кюветах періодично зволожували. Кювети прикривали смужками прозорої плівки, для зменшення випаровування вологи.

4. 7–8 квітня проводили пікірування проростків насінин по 2 штуки в поліетиленовий перфорований пакет розміром 10x12 см з торфомінеральною сумішшю (торф + пісок = 3 : 1). Вирощували розсаду в світлому приміщенні (можна в опалювальній теплиці) на стелажах при кімнатній температурі (20–22 °С). (Якщо теплиця не опалюється, розсаду в пакетах доцільно до неї переносити тільки 4–5 травня). Коли була загроза приморозків на ніч рослини прикривали плівкою. Пакети з сіянцями періодично поливали і один-два рази підживлювали слабким розчином нітрофоски (20–30 г. на 10 л води). 20–22 травня сіянці з 2–3 парами листків перевозили на ділянку гібридного розсадника.

Для закладення гібридного розсадника на хмільниковій шпалері заздалегідь готували площу, обробляючи ґрунт до стану грядки. Сіянці з поживним субстратом виймали з пакетів і висаджували у ґрунт за схемою 3x1 м в неглибокі ямки, куди вносили 12–15 г нітрофоски. Посадку доцільно проводити у похмуру чи дощову погоду. При необхідності здійснювали полив рослин. У процесі вегетації рослини двічі підживлювали кільцевим способом: перший раз – аміачною селітрою (30–40 г) після заведення стебел на підтримки (фаза інтенсивного росту), а другий раз – нітрофоскою (50–60 г) в період формування шишок.

На молодих рослинах висотою від 0,3 до 1 м проводили 2–3-разове пасинкування бокових пагонів і видаляли нижнє листя. Решту технологічних операцій догляду за рослинами і ґрунтом здійснювали згідно з загальноприйнятими агрорекомендаціями за плодоносними хмільниками.

У гібридному розсаднику сіянці хмелю розщеплюються за статтю. Вихід чоловічих і жіночих рослин та співвідношення між ними має істотне практичне значення для формування повноцінних селекційних насаджень. Тому в процесі вирощування гібридного матеріалу доцільно враховувати екологічні фактори для регулювання процесів розщеплення і проявлення статі.

У зв'язку з тим, що чоловічі і жіночі суцвіття хмелю розмежовані в просторі на окремих рослинах, тому і процеси цвітіння, запилення та запліднення у них часто не співпадають у часі. Асинхронність фенофаз росту і розвитку є істотною перешкодою в гібридизації, що погіршує можливості виконання запланованих комбінацій схрещувань. Поряд з цим існують певні можливості окремо впливати на ріст і розвиток дводомної рослини різними прийомами. Так, щоб затримати цвітіння намічених компонентів схрещувань, підтримки з чоловічими рослинами знімають з верхньої шпалери на початку бутонізації і, згорнувши кільцем, залишають на ґрунті до настання стиглості пилку. Для досягнення синхронності цвітіння жіночих і пиління чоловічих форм, ми для схрещувань використовували також молоді рослини з розсадника вегетативного розмноження, що цвітуть пізніше. В інших випадках для цього використовували молоду кореневу поросль або суцвіття з нижніх бокових гілок маточних кущів, де цвітіння також проходить пізніше, враховуючи, що при відборі зразків пилку для схрещувань, нижній ярус рослини забезпечує меншу, а верхівка – більшу частку андропилку в пробі, тобто місце відбору пилку по висоті стебла рослини істотно впливає на вихід чоловічих форм.

У проблемі вирощування гібридного матеріалу практичне значення має оптимальне співвідношення виходу жіночих і чоловічих рослин в різних комбінаційних схрещуваннях. Так, дослідження Д. А. Гарбузової [3] показали, що розщеплення за статтю у гібридному потомстві, одержаному від схрещувань сорту Клон 18 з різними чоловічими гібридними формами-запилювачами проходить по-різному. У цих дослідженнях запилювачі як компоненти схрещувань з сортом Клон 18 являють собою нащадків, одержаних в процесі гібридизації місцевих і зарубіжних сортів: Клон 18, Рогатинський, Густяк, Скороспілка, Житецький та інші.

Чоловіче потомство від таких схрещувань генетично відрізняється, що вплинуло на характер статевого розщеплення. Там, де обпилювання проводилось сумішшю пилку кількох чоловічих форм, у потомстві виявилось значно менше рослин чоловічої статі в порівнянні з жіночою. Співвідношення між жіночою і чоловічою групами склалось як 80 : 4,4 або 20 : 1. В інших випадках, при вільному запиленні і запиленні одним генотипом це співвідношення зсувається в сторону чоловічої статі і значно збільшується обсяг рослин, що не проявили стать (табл. 1).

Таблиця 1. Розщеплення за статтю у гібридних сіянцях від материнської форми Клон 18 в різних комбінаціях схрещувань і різних агроекологічних умовах вирощування

Комбінації схрещувань	Кількість сіянців, шт	Кількість рослин в групі, %				Рік досліджень
		жіночих	чоловічих	не проявили статі	гермафродити	
<b>I. Шкілка: висота шпалери 3м, схема посадки 1x0,3-0,4м</b> (за даними Д.А.Гарбузової, 1962)						
<b>1. Штучне запилення сумішшю пилку від трьох запилювачів</b>						
♀Клон 18x ♂4-51+8-10+3-27 (F <sub>1</sub> )	45	80	4,4	15,6	-	1958
<b>2. Штучне запилення пилком від одного запилювача</b>						
♀Клон 18x ♂3-27 (F <sub>1</sub> )	33	69,7	12,1	18,2	-	1958
♀Клон 18x ♂7-15 (F <sub>1</sub> )	7	42,8	28,6	28,6	-	1957
<b>3. Вільне запилення</b>						
♀Клон 18x ♂? (F <sub>1</sub> )	73	56,2	23,3	20,5	-	1957
♀Клон 18x ♂? (F <sub>1</sub> )	40	47,5	27,5	25,0	-	1958
<b>II. Шмільник: висота шпалери 7м, схема посадки 3x1м</b> (за даними групи пилкової селекції)						
♀Клон 18x ♂2-34x (F <sub>2</sub> В <sub>1</sub> )	60	80	10	8,2	1,8	1996-1998
♀Клон 18x ♂2-81x (F <sub>2</sub> В <sub>1</sub> )	92	76	14	0	10	1997-1998

З таблиці 1 видно, що там, де для схрещування були взяті теж сорт Клон 18, але як рекурентна форма в насичуючих схрещуваннях з синовніми запилювачами, розщеплення за статтю на жіночі і чоловічі рослини відбулось як 80:10 та 76:14, тобто 8:1 і 5:1. Тут близькоспоріднені схрещування, очевидно, стали причиною утворення гермафродитних рослин. Співставляючи результати досліджень Д. А. Гарбузової і групи пилкової селекції, проведені в різні періоди і за різних технологій, виявилось, що під впливом різних зовнішніх чинників та комбінаційних схрещувань по-різному проходить і розщеплення гібридів за статтю. Порівнюючи результати цих досліджень кількість рослин, що не проявили статі, зменшилась з 15–28 % (п. I) до 8,1 % (п. II), що пов'язано з покращанням агроекологічних умов вирощування гібридного матеріалу у другому періоді досліджень. Насичуючі близькоспоріднені схрещування в останньому випадку, очевидно, були причиною появи гермафродитних особин у потомствах F<sub>2</sub> В<sub>1</sub> (табл. 1).

Те, що процеси статевого розщеплення і зміщення статі в чоловічу чи жіночу сторону є наслідком кінетики генетичного характеру, не може викликати сумніву. А що стосується впливу агроекологічних факторів на процеси статевого розщеплення в рослинному світі, то заперечувати їх

немає підстав. Навпаки, існують хоч і обмежені, але переконливі літературні експериментальні дані про вплив едафічних факторів, зокрема елементів мінерального живлення, на обмін речовин в тканинах однодомних різностатевих рослин кукурудзи. Цими дослідженнями доведено, що при внесенні азотних добрив краще розвиваються жіночі генеративні органи, а при внесенні калійних – чоловічі. Таким чином, автори роблять висновки, що зовнішніми чинниками можна впливати на зміщення статі рослин в ту чи іншу сторону [4, 5].

В таблиці 2 приведені результати щорічного розщеплення гібридного матеріалу сумарно в різних комбінаційних схрещуваннях від простих  $F_1$  до складних:  $F_2J_1$ ,  $F_2 B_1$ ,  $F_3B_2$ ,  $B_2XB_1$ . Кількість жіночих рослин у цих випадках складає від 64 до 78 %, а чоловічих – від 15 до 23 %.

*Таблиця 2. Характер статевого розщеплення сіянців хмелю в гібридних розсадниках (1996–1998 рр.)*

Стан насаджень	ГР-1996		ГР-1997		ГР-1998		Середнє за 3 роки	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Висаджено	355	100	332	100	379	100	352	100
Прийнялось	349	98	291	90	337	90	325	92
З них: розщепилось на жіночі форми	273	80	190	65	217	65	227	70
на чоловічі форми	58	16	43	15	78	23	60	18
гермафродити	9	2	4	1	0	0	4	1
не проявили статі	9	2	54	18	42	12	36	11

Співвідношення жіночі : чоловічі форми, як це виявилось з даних таблиці 2 становило протягом трьох років як 5:1, 4:1, і 3:1. Кількість рослин, що не проявили статі була в межах від 2 до 18 %, з'являлись іноді окремі особини гермафродитного типу. Такий характер розщеплення сіянців за статтю не викликав істотних труднощів у процесі оцінки, добору і бракування рослин та формування селекційно-повноцінних насаджень. Рослини, що не проявляли статі, були, як правило, мало розвинутими, депресивними і не мали селекційної цінності, а тому бракувались в першу чергу. Нормальні чоловічі рослини підлягали ідентифікації за морфологією пилку, їх відбирали і переносили в чоловічий розсадник як сорти-запилувачі. Решту бракованих чоловічих форм викопували і на їх місце садили жіночі форми, ущільнюючи посадку. На звільненій площі вели вегетативне розмноження селекційних номерів.

У наступному році гібридний розсадник без пересадки переводили в категорію селекційного розсадника другого року вивчення. Такі підходи дозволяють скоротити обсяги проробки селекційного матеріалу і тривалість робіт з трьох-чотирьох до одного року. Процес досягався за рахунок ранньої діагностики чоловічих форм методом пилкової

ідентифікації генотипного потенціалу, а жіночих – методом добору цінних форм за кількістю лупулінових зерен в шишках хмелю [4].

На результативність роботи методом гібридизації істотний вплив завжди має не тільки загальний розвиток селекції як науки і практики, а й ті чи інші агроекологічні системи, що історично склалися адекватно технічному розвитку агротехнологій. Техногенний фактор, як відомо, відіграє неабияку роль для оптимізації життєдіяльності і життєздатності рослинних організмів.

Рослини з конкретним генотипним потенціалом краще проявляють корисні властивості в сприятливих умовах зовнішнього середовища. Тому селекціонери різних поколінь [2, 3, 7, 8] завжди намагались спрямувати зусилля таким чином, щоб генетичний і адаптивний потенціал рослин хмелю, уже з перших стадій селекції реалізувати в кращих агроекологічних умовах. Ми розуміємо, що якісно іншого управління адаптивним потенціалом рослини можна досягти через вплив на внутрішні, генетичні, системи організму, але не виключало можливості впливу і зовнішніх факторів, які можуть регулювати доступними агротехнологічними прийомами. З цією метою ми вирішили порівняти ефективність вирощування сіяньців хмелю у відкритому ґрунті при застосуванні різних агро технологій. Результати досліджень приведені в таблиці 3.

**Таблиця 3. Порівняльна ефективність екологічно спрямованих агроприймів та їх вплив на деякі показники вирощування гібридного матеріалу хмелю**

Дослідження 1957–1960 рр.		Дослідження 1996–2000 рр.	
Агротехнологічні прийоми	Показники	Агротехнологічні прийоми	Показники
Вирощування сіяньців у шкільці на шпалері висотою 3 м, схема посадки 1х0,3–0,4 м	Приживлюваність сіяньців – 70–80 %. висота рослин – 3–3,5м; вихід жіночих форм – 43–80 %; вихід чоловічих форм – 4,4–29 %; кількість не проявлених форм за статтю 15–29 %; ураження псевдопереноспозом 4 бали	Вирощування сіяньців на хмільниковій шпалері висотою 7м, схема посадки 3х1м.	Приживлюваність сіяньців – 92–100 %; висота рослин – 7–7,5м; вихід жіночих форм – 64–08 %. вихід чоловічих форм – 16–23 %; кількість не проявлених форм по статі 2–18 %; ураження переноспозомом 0–0,5 бала.

Дані таблиці 3 свідчать, що поліпшуючи технологічні процеси вирощування гібридних сіянців, оптимізуючи схему посадки і режим мінерального живлення і інші процеси і таким чином впливаючи на ріст та розвиток рослин зміною агроекологічних факторів, можна оптимізувати селекційний процес хмелю.

### Висновки

На основі багаторічних досліджень та селекційної практики дослідників різних поколінь розроблено і апробовано технологічний режим пророщування насіння і вирощування гібридних сіянців хмелю в екологічно спрямованих лабораторних і польових умовах. Це дозволило в комплексі з експрес-методами ранньої польової діагностики чоловічих та форм, обсяги проробки матеріалу, скоротити витрати і тривалість селекційного процесу на початкових етапах селекції з 4 до 1 року. Дослідженнями виявлена можливість впливу як генетичних, так і екологічних факторів на вирощування повноцінного гібридного матеріалу.

### Перспективи подальших досліджень

В подальших дослідженнях важливо виявити вплив едафічних факторів на збереження генотипного потенціалу різностатевих селекційних форм рослин хмелю та продуктивні і адаптивні властивості сортів цієї культури.

### Література

1. Литвак П. В., Поліщук І. Б., Жигadlo Ю. В. Добір високопродуктивних біотипів рослин методом пілкової ідентифікації. // Вісник ДААУ, вип.1., Житомир, 2002р. – С. 39–46.
2. Жидко Е.П. Внутривидовая гибридизация хмеля. // Труды ЖНИССХ, К-1959, Госсельхозиздат УССР, – вып. VI. – С. 39–46.
3. Д. А. Гарбузова, Наследование пола у однолетних гибридных сеянцев хмеля // Агробиология, № 3, 1962 р. – С. 464–466.
4. Поліщук І. Б., Заграфова М. И. Метод отбора необходимого материала хмеля по комплексу лупулиновых зёрен на генеративных органах // Хмелеводство, – К.: “Урожай”, 1986. вып. 8. – С. 5–9.
5. Минина Е. Г. Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. Изд. АН СССР, – М., 1952.
6. Мауриня Х. А. Влияние некоторых факторов воздействия на образование генеративных органов кукурузы и развитие потомства. // Общие закономерности роста и развития растений. Вильнюс – 1965, Изд. “МИНТИС”, – С. 201–205.
7. Заграфова М. И., Поліщук І. Б., Ляшенко Н. И. Создание исходного материала для селекции высокогетерозисных сортов хмеля // Хмелеводство. – К.: Урожай, 1988, – Вып. 10. – С. 8–13.



8. *Полищук В. Д., Полищук И. Б., Жигadlo Ю. В., Ляшенко М. І., Кравчук Н. Р.* Нові підходи до селекції конкурентноздатних сортів хмелю // Вісник аграрної науки. – К.: Аграрна наука, – 2003, – Вип. 12, С. 12–16.