

УДК 633.791:
631.527:631.524.85
© 2019

ОЦІНКА АДАПТИВНИХ ОЗНАК СОРТІВ ТА НОМЕРІВ ХМЕЛЮ

І. П. Штанько

*кандидат сільськогосподарських наук
Інститут сільського господарства Полісся НААН
Київське шосе, 131, м. Житомир, 10007, Україна
e-mail: shtanko_hop@meta.ua*

Надійшла 22.10.2018

Мета. Провести оцінювання параметрів урожайності, адаптивності нових генотипів і зареєстрованих сортів (стандартів) хмелю різного селекційного походження та виділення на його основі найбільш цінних для селекції і виробництва генотипів. **Методи.** Польові — для визначення ознак рослин сортів та номерів за методиками селекційних досліджень з хмелем ІСГП та методиками УРОВ; математико-статистичні — для виявлення параметрів екологічної пластичності і стабільності, достовірності дослідів; системного аналізу та узагальнення. **Результати.** Використано метод, що ґрунтується на випробуванні генотипів у багаторічному дослідженні при різних умовах середовища (року) за показниками коефіцієнта регресії (екологічної пластичності), за варіюванням стабільності ознаки (відхилення від лінії регресії) та за узагальненою баловою оцінкою практичної значимості. Середня врожайність по досліді становила 1,88 т/га, а найвищу продуктивність продемонстрували селекційні номери 7031 (2,29 т/га), 6007 (2,23 т/га), А–265 (2,10 т/га), врожайність на рівні 2,0 т/га була у номерів 7042, 5970а та 7007. Ці самі генотипи мали позитивні показники генотипового ефекту прояву ознаки. Виділено номери з більшим коефіцієнтом регресії ($b_i > 1,0$): А-265, 6007, 7009, 7042 та 7043. Слов'янка та 7007 характеризуються середнім рівнем екологічної пластичності ($b_i \approx 1$). Альта, Промінь, Гайдамацький, 5970а, 6034, 7031 слабо реагують на зміну умов вирощування і мають нижчу екологічну пластичність ($b_i < 1,0$). За стабільністю урожайності (квадратичне відхилення від регресії S_i^2 близьке до нуля) визначено сорти Альта, Слов'янка, Промінь, Гайдамацький і номери 5970а, 6034, 7031, які мають середню та низьку екологічну пластичність. Для номерів А-265, 6007, 7009, 7042, 7043 з високим рівнем екологічної пластичності характерним є більш значиме варіювання стабільності досліджуваної ознаки ($S_i^2 0,12 - 0,94$). **Висновки.** За узагальненою оцінкою практичної значимості найбільш пристосованими до змін умов вирощування в зоні Полісся слід вважати генотипи 6007, А-265, 7042.

Ключові слова: селекція хмелю, добір, генотип, урожайність, пластичність, адаптивність, стабільність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-08>

Хмелярство є важливою галуззю сільськогосподарського виробництва, продукція якої має безліч застосувань, починаючи від пивоваріння і закінчуючи косметологією. Територіально в Україні основна маса

хмільників зосереджена в Поліській та Лісостеповій (північ) зонах, які вирізняються умовами достатнього зволоження та мають сприятливі ґрунтово-кліматичні умови. Але глобальні та регіональні зміни клімату,

з дедалі більшою кількістю несприятливих для виробництва погодних чинників, зокрема високі температури і тривалі посушливі періоди, не сприяють стабільності врожайності та роблять вирощування хмелю більш ризикованим. Одним із вирішальних факторів одержання високих, стабільних та якісних урожаїв хмелю є селекційний сорт [1–3].

Селекція хмелю — це складний, трудомісткий процес, який потребує кропіткої селекційної роботи з рослинами жіночої і чоловічої статей, його тривалість від 10 до 15 років [4–7]. Завдяки значній гетерозиготності рослини хмелю не зберігають стабільність генома при розмноженні через насіння. Кожний новий генотип є унікальним з погляду його генетичного складу, тому для розмноження хмелю використовують методи клонування (вегетативного розмноження). Кожна ознака нової форми, яка отримана методами гібридогенного характеру, варіює в межах комбінації та норми реакції прояву основних ознак хмелю в певному регіоні вирощування. Рослина хмелю дуже чутлива до тривалості світлового дня та місцевих умов і, як наслідок, сорти, не завжди пристосовані до умов за межами країни, де вони були створені, бо варіювання ознак продуктивності і якості в змінних умовах є вагомим. Головними факторами зовнішнього середовища, які визначають врожайність та якість шишок хмелю, є температура, вода і поживні речовини. Оскільки регіон Полісся має певні зміни погодних умов, то актуальним завданням селекції нині є добір сортів з підвищеною стійкістю до абіотичних чинників, що знижують врожайність і погіршують якість продукції [4].

Урожай і якість продукції в кінцевому варіанті — це системний ефект, який виступає як результат взаємодії в процесі росту, розвитку, формотворення макросистеми з динамікою зміни середовища існування. Адаптивність показує реакцію біологічної системи на зміну середовища шляхом перебудови ланцюга морфогенетичних ефектів, який закінчується формуванням конкретної ознаки рослини. Таким чином, генетичний ефект адаптивної реакції на ліміти або надлишок факторів зовнішнього середовища зводиться до регуляції ланцюгів

метаболических і морфогенетичних процесів і може виражатися у взаємодії продуктів генів на різних рівнях біологічної організації рослини [8]. Тому при оцінюванні продуктивності рослин хмелю в змінних умовах середовища важливо знати характер реакції окремих генотипів (сортів чи номерів) на їх коливання. Визначення параметрів адаптивності і стабільності генотипу при реалізації рівня розвитку продуктивних ознак є важливим завданням на етапі його селекційного вивчення та сортової оцінки придатності до поширення.

Мета досліджень — оцінювання параметрів врожайності, екологічної адаптивності нових генотипів і зареєстрованих сортів (стандартів) хмелю різного селекційного походження та виділення на його основі найбільш цінних для селекції і виробництва генотипів.

Матеріали та методи досліджень. У дослідженнях використано 4 сорти хмелю, занесені в Державний реєстр сортів рослин в Україні: Альта — ранньостиглий; Слов'янка — середньостиглий; Промінь — середньостиглий; Гайдамацький — пізньостиглий; 9 генотипів (номерів) хмелю, отриманих від складних схрещувань за використання сортів вітчизняної і зарубіжної селекції та чоловічих і жіночих генотипів різного селекційного походження, з яких 6 — середньостиглих, 2 — середньопізних та 1 пізньостиглий.

Дослідження проведено у 2010–2014 рр. у відділі селекції та інноваційних технологій хмелю Інституту сільського господарства Полісся НААН (ІСГП) в умовах конкурсного сортовипробування. Закладали дослідні ділянки впродовж 2009 р. на обладнаній хмелешпалерою плантації № 221 однорічними саджанцями, вирощеними із живців. Схема досліджень — рендомізована, кожна ділянка сорту чи номера сформована з 10-ти рослин із площею живлення 3×1 м, повторність — 4-разова. Всі спостереження і обліки на дослідних ділянках виконували відповідно до методик, загальноприйнятих для оцінювання рослин хмелю [9, 10] та згідно з НСТУ 2027–2009 «Селекція хмелю. Методи випробувань. Технічні умови» [11].

На основі даних багаторічного вивчення 9-ти номерів порівняно з 4-ма стандартними

сортами хмелю визначали статистичні показники дисперсії урожайності по кожному року і загалом за період досліджень за методикою, викладеною Б.О. Доспеховим (1985) [12]. Установлювали ефект генотипу E_i (різниця середнього показника кількісної ознаки по набору генотипів до відповідного значення конкретного генотипу) і параметри екологічної пластичності b_i (коефіцієнт регресії) та стабільності S_i^2 (середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії), які розраховували за методикою S.A. Eberhart, W.A. Russel (1966) [13].

Результати та обговорення. Роки проведення досліджень різнилися за гідротермічним режимом, що дало можливість оцінити адаптивність досліджуваних сортів і номерів хмелю до кліматичних умов Полісся, які протягом останніх десятиріч набувають більш посушливого характеру з тривалими періодами без опадів та з підвищеними температурами повітря (+1,5–2,0°C відповідно багаторічної норми). За період досліджень зафіксовано, що у 2011 р. вологозабезпеченість рослин хмелю (упродовж травня — серпня) була критично низькою — лише 7%

норми. Для 2010, 2012 та 2013 рр. також характерною була недостатня вологозабезпеченість — під час вегетації випало 82–85% опадів від норми. У 2014 р. був найбільш вологий період під час вегетації (107% норми опадів). Для формування врожаю хмелю в пункті досліджень температурний режим складався також несприятливо. Зокрема, в усі роки спостережень зафіксовано підвищення температури повітря загалом за період вегетації на 10–20% багаторічної норми. Особливо критичні періоди з високими температурами та недостачею вологи відзначено у червні — липні, коли рослини проходили фази цвітіння та формування шишок.

Для визначення екологічної пластичності та стабільності провели математично-статистичний аналіз параметрів урожайності генотипів і зареєстрованих сортів (стандартів) хмелю різного селекційного походження за результатами конкурсного сортовивчення в умовах пункту досліджень (м. Житомир) упродовж 2010–2014 рр. (табл. 1).

Найкращі умови для росту і розвитку рослин були у 2013 і 2014 рр. Це підтверджує

1. Урожайність сортів та номерів хмелю у 2010–2014 рр. в умовах конкурсного сортовивчення ІСГП

Сорт, номер	Урожай сухого хмелю за роками, т/га						Генотиповий ефект	
	2010	2011	2012	2013	2014	Середнє по сорту, номеру \bar{X}_i	E_i	Ранг
Альта	1,19	1,17	1,15	1,52	1,43	1,29	-0,59	3
Слов'янка	1,39	1,84	1,83	1,65	1,79	1,70	-0,18	2
Промінь	1,44	1,67	1,77	1,71	1,69	1,66	-0,23	2
Гайдамацький	1,48	1,83	1,68	1,79	1,64	1,68	-0,20	2
A-265	1,49	2,34	2,09	2,32	2,28	2,10	0,22	2
5970a	1,80	2,33	1,99	1,92	2,06	2,02	0,14	2
6007	1,78	2,09	2,28	2,50	2,51	2,23	0,35	1
6034	1,65	2,16	1,87	1,89	1,81	1,88	-0,01	2
7007	1,61	1,82	2,35	1,89	2,33	2,00	0,12	2
7009	1,20	1,98	1,88	2,48	2,30	1,97	0,09	2
7031	2,18	2,04	2,23	2,55	2,47	2,29	0,41	1
7042	1,52	2,03	2,19	2,24	2,19	2,03	0,15	2
7043	1,03	1,41	1,75	1,97	1,79	1,59	-0,29	3
Середнє за рік, \bar{X}_i	1,52	1,90	1,93	2,03	2,02	1,88	-	-
НІР ₀₅	0,31	0,23	0,22	0,30	0,31	0,24	-	-
Індекс умов року, E_i	-0,36	0,02	0,05	0,15	0,14	-	-	-

2. Параметри екологічної адаптивності сортів та номерів хмелю

Сорт, номер	Середня врожайність, \bar{X}_i , т/га	Коефіцієнт пластичності		Варіанса стабільності, S_i^2	Сума рангів
		b_i	ранг		
Альта	1,29	0,46	3	0,01	6
Слов'янка	1,70	0,71	2	0,02	4
Промінь	1,66	0,54	3	0	5
Гайдамацький	1,68	0,48	3	0,01	5
A-265	2,10	1,60	1	0,26	3
5970a	2,02	0,41	3	0,02	5
6007	2,23	1,37	1	0,14	2
6034	1,88	0,44	3	0,02	5
7007	2,00	1,03	2	0,18	4
7009	1,97	2,25	1	0,94	3
7031	2,29	0,54	3	0,03	4
7042	2,03	1,39	1	0,13	3
7043	1,59	1,65	1	0,31	4

позитивне значення показника індексу умов року ($E_{j2013}=0,15$, $E_{j2014}=0,14$) та висока середня врожайність сортів і номерів у ці роки — 2,03, 2,02 т/га. 2011 і 2012 рр. виявилися менш сприятливими для вегетації хмелю ($E_{j2011}=0,02$, $E_{j2012}=0,05$), відповідно була зафіксована менша врожайність у досліджуваної вибірки генотипів. Найбільш несприятливим роком виявився 2010, коли мало місце від'ємне значення індексу умов року ($E_{j2010}=-0,36$) та найнижчий середній показник урожайності (1,52 т/га).

Середня врожайність в цілому за період досліджень по досліді становила 1,88 т/га, а найвищу продуктивність продемонстрували селекційні номери 7031 (2,29 т/га), 6007 (2,23 т/га), A-265 (2,10 т/га). Врожайність на рівні 2 т/га відзначено для номерів 7042, 5970a та 7007, яка переважала показники стандартних сортів і середнє значення по досліді. Позитивні показники генотипового ефекту номерів продемонстрували зазначені вже генотипи з найвищою (відповідно — 0,41, 0,35, 0,22 т/га) та високою (відповідно — 0,15, 0,14, 0,12 т/га) продуктивністю.

Оцінку параметрів екологічної пластичності та стабільності для досліджуваних генотипів наведено у табл. 2.

Коефіцієнт регресії (b_i) характеризує реакцію сорту чи номера на зміну умов

середовища і дає можливість прогнозувати зміну досліджуваної ознаки, у даному випадку урожайності рослин хмелю, в межах змін фактичних умов досліді. Більша величина коефіцієнта регресії вказує на кращу норму реакції генотипу при зміні умов вирощування, яка є результатом взаємодії макросистеми (рослини) з динамікою зміни середовища.

За методикою оцінки параметрів екологічної пластичності і стабільності [7] взаємодія кожного сорту чи номера з умовами середовища ділиться на дві частини: лінійний компонент регресії (b_i) та нелінійний компонент, який визначається середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії (S_i^2). Варіанса стабільності досліджуваної ознаки показує наскільки надійно сорт чи селекційний номер у серії дослідів відповідає пластичності за оцінкою коефіцієнта регресії b_i . В наших дослідженнях визначено, що до генотипів інтенсивного типу із підвищеною реакцією на покращення умов вирощування відносяться номери з найвищим коефіцієнтом регресії. В цю категорію потрапили селекційні номери A-265, 6007, 7009, 7042 та 7043. Стандартний сорт Слов'янка та номер 7007 характеризуються середнім рівнем екологічної пластичності ($b_i \approx 1$). Сорти Альта, Промінь, Гайдамацький та номери 5970a, 6034, 7031 з низьким коефіцієнтом

регресії слабо реагують на зміну умов вирощування і мають нижчу екологічну пластичність серед досліджуваних генотипів. Високою стабільністю урожайності виділялися генотипи з показниками S_i^2 близькими до нуля (сорт — Альта, Слов'янка, Промінь, Гайдамацький, номери — 5970а, 6034, 7031), тобто генотипи з низькою та середньою екологічною пластичністю. Для номерів із високим рівнем екологічної пластичності характерним є більш значиме варіювання стабільності досліджуваної ознаки.

Результати оцінок дисперсійного аналізу свідчать, що більшість сортів і номерів мають достовірний лінійний відгук на коливання екологічних умов, оскільки $F_{\text{регр.}} > F_{05\text{теор.}}$. Урожайність змінюється відповідно до змін умов росту і розвитку рослин (індексу умов E_i), але існують відмінності за ступенем реакції генотипів.

Оцінку практичної значимості окремих генотипів неможливо зробити, спираючись лише на значення генотипових ефектів (E_i) або на оцінки реакції номерів на умови середовища (b_i). Провели ранжування довірчих інтервалів $\gamma_{E_i - E_i}$ і $\gamma_{b_i - b_i}$ для сортів і номерів дослідів. Довірчі межі γ для параметра E_i розраховували, виходячи з параметра $NI\bar{P}_{05}$ для дослідів в цілому (табл. 1), $\gamma_{E_i - E_i} = \pm NI\bar{P}_{05} = \pm 0,24$; для параметра b_i

$\gamma_{b_i - b_i} = 1 \pm t_{05} S_b = 1 \pm 0,38$. За генотиповим ефектом ранг одиниця надавали номерам, у яких $E_i > 0,24$, тобто номерам, що мають ефект, достовірно переважаючий середній ефект для вибірки досліджуваних сортів; ранг 2 — номерам, у яких $-0,24 < E_i < 0,24$ і 3 — номерам, у яких: $-0,24 < E_i$. За ступенем вираження відгуку, тобто за пластичністю в генотиповому розумінні, надавали ранг одиниці номерам з $b_i > 1,38$, два — з $0,62 \leq b_i \leq 1,38$ і три — з $b_i < 0,62$. Суми рангів дали можливість отримати індекс оцінки практичної значимості номерів. Найбільш цінним у дослідженні визначено номер 6007, який має мінімальну суму рангів (достовірно перевищення за урожайністю — 2,23 т/га), високу екологічну пластичність ($b_i = 1,37$) та невелике відхилення від лінії регресії (0,14). Серед генотипів, які набрали суму 3 бали, найбільш цінними є номери А-265 та 7042 (висока врожайність, пластичність та незначне варіювання ознаки), а от номер 7009, при високій урожайності (1,97 т/га) і найвищому коефіцієнті екологічної пластичності (2,25), вирізнявся дуже значним варіюванням стабільності ознаки (0,94). Також заслуговують на увагу номери 7007 та 7031, які мають загальний бал оцінки 4, але за врожайністю і пластичністю переважають стандартні сорти.

Висновки

Для підвищення результативності добору на адаптивні ознаки використано метод оцінки сортів та номерів хмелю, заснований на випробуванні генотипів у багаторічному дослідженні за різних умов середовища (року) за показниками: коефіцієнт регресії (екологічної пластичності), що свідчить про відповідну норму реакції; варіювання стабільності ознаки (відхилення від лінії регресії); узагальнена балова оцінка практичної значимості досліджуваних генотипів.

До генотипів інтенсивного типу із підвищеною реакцією на покращення умов вирощування відносяться номери з більшим коефіцієнтом регресії ($b_i > 1,0$): А-265, 6007, 7009, 7042 та 7043. Слов'янка та 7007 характеризуються середнім рівнем екологічної пластичності ($b_i \approx 1$). Альта,

Промінь, Гайдамацький, 5970а, 6034, 7031 слабо реагують на зміну умов вирощування і мають нижчу екологічну пластичність ($b_i < 1,0$). За стабільністю урожайності (квадратичне відхилення від регресії S_i^2 близьке до нуля) відзначено сорти: Альта, Слов'янка, Промінь, Гайдамацький. Номери 5970а, 6034, 7031 мають середню та низьку екологічну пластичність. Для номерів А-265, 6007, 7009, 7042, 7043 з високим рівнем екологічної пластичності характерним є більш значиме варіювання стабільності досліджуваної ознаки ($S_i^2 0,12 - 0,94$).

За узагальненою оцінкою практичної значимості найбільш пристосованими до змін умов вирощування в зоні Полісся слід вважати генотипи 6007, А-265, 7042.

Штанько І.П.*Інститут сільськогосподарського господарства Полісся НААН, Київське шосе, 131, г. Житомир, 10007, Україна; e-mail: shtanko_hop@meta.ua***Оценка адаптивных признаков сортов и номеров хмеля**

Цель. Провести оценку параметров урожайности, адаптивности новых генотипов и зарегистрированных сортов (стандартов) хмеля разного селекционного происхождения и выделить на ее основе наиболее ценных для селекции и производства генотипов. **Методы.** Полевые — для определения признаков растений сортов и номеров по методикам селекционных исследований с хмелем ИСГП и методикам УРОВО; математико-статистические — для выявления параметров экологической пластичности и стабильности, достоверности опытов; системного анализа и обобщения. **Результаты.** Использован метод, основанный на испытании генотипов в многолетнем исследовании при разных условиях среды (года) по показателям коэффициента регрессии (экологической пластичности), за варьированием стабильности признака (отклонение от линии регрессии) и по обобщенной балльной оценке практической значимости. Средняя урожайность по опыту составила 1,88 т/га, а наивысшую производительность продемонстрировали селекционные номера 7031 (2,29 т/га), 6007 (2,23 т/га), А-265 (2,10 т/га). Урожайность на уровне 2,0 т/га отмечена для номеров 7042, 5970а и 7007. Эти же генотипы имели позитивные показатели генотипического эффекта проявления признака. Выделены номера с большим коэффициентом регрессии ($b_1 > 1,0$): А-265, 6007, 7009, 7042 и 7043. Славянка и 7007 характеризуются средним уровнем экологической пластичности ($b_1 \approx 1$). Альта, Проминь, Гайдамацкий, 5970а, 6034, 7031 слабо реагируют на изменение условий выращивания и имеют меньшую экологическую пластичность ($b_1 < 1,0$). По стабильности урожайности (квадратичное отклонение от регрессии S_1^2 близко к нулю) выделены сорта Альта, Славянка, Проминь, Гайдамацкий и номера 5970а, 6034, 7031, которые имеют среднюю и низкую экологическую пластичность. Для номеров А-265, 6007, 7009, 7042, 7043 с высоким уровнем экологической пластичности характерным является более значимое варьирование стабильности исследуемого признака ($S_1^2 0,12-0,94$). **Выводы.** По обобщенной оценке практической значимости наиболее приспособленными к изменениям условий выращивания в зоне Полісся следует считать генотипы 6007, А-265, 7042.

Ключевые слова: селекция хмеля, отбор, генотип, урожайность, пластичность, адаптивность,

стабильность.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-08>**Shtanko I.***Institute of agriculture of Polissia of NAAS, Kyivske shose, 131, Zhytomyr, 10007, Ukraine; e-mail: shtanko_hop@meta.ua***Assessment of adaptive attributes of varieties and numbers of hop plant**

The purpose. To assess parameters of productivity, autoadaptivity of new genotypes and the registered varieties (standards) of hop plant of different selection parentage and selection on its basis of the most valuable ones for selection and production of genotypes. **Methods.** Field — for determination of attributes of plants of varieties and numbers by procedures of selection probes with hop plant of IAP and by procedures of UPOV; mathematical-statistical — for detection of parameters of ecological pliability and stability, reliability of experiences; system analysis and generalization. **Results.** They used method based on test of genotypes in long-term probe at different ecological conditions (year) on indexes of regression coefficient (ecological pliability), on variation of stability of an attribute (aberration from a regression line) and on generalized ball assessment of practical significance. Average productivity in experiment made 1,88 t/hectare, and top productivity demonstrated selection numbers 7031 (2,29 t/hectare), 6007 (2,23 t/hectare), А-265 (2,10 t/hectare). Productivity at the level of 2,0 t/hectare was registered for numbers 7042, 5970а and 7007. That very genotypes had positive indexes of genotypic effect of development of an attribute. Numbers with greater regression coefficient ($b_1 > 1,0$) were determined: А-265, 6007, 7009, 7042, and 7043. Slavianka and 7007 were characterized by average level of ecological pliability ($b_1 \approx 1$). Alto, Promin, Gaidamatskyi, 5970а, 6034, 7031 poorly react to change of conditions of growing and have smaller ecological pliability ($b_1 < 1,0$). As to stability of productivity (standard deviation from regression S_1^2 is close to null) were fixed the following varieties: Alto, Slavianka, Promin, Gaidamatskyi, and numbers: 5970а, 6034, 7031 which had average and low ecological pliability. Variation of stability of probed attribute ($S_1^2 0,12-0,94$) is more significant for numbers А-265, 6007, 7009, 7042, 7043 with high level of ecological pliability. **Conclusions.** Genotypes 6007, А-265, 7042 are the best ones for growing in zone of Polissia according to generalized assessment of practical significance.

Key words: selection of hop plant, takeoff, genotype, productivity, pliability, autoadaptivity, stability.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-08>

Бібліографія

1. Рудик Р.І., Проценко А.В., Свірчевська О.В. Високопродуктивні сорти — основа інноваційного розвитку галузі хмелярства. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 4. С. 63–66.

2. Данилова Ю., Крофта К., Рыжова Т. Отбор на экологическую устойчивость в селекции хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2010. № 4 (9). С. 4–9.

3. Turner S., Benedict C., Darby H., Hoagland L., Simonson P., Sirrine J.R., Murphy K. Challenges and Opportunities for Organic Hop Production in the United States. *Agronomy J.* 2011. V. 103. I.6. 1645–1654.

4. Штанько І.П. Досягнення селекції хмелю в світі та напрями удосконалення сортової структури насаджень в Україні. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2013. Вип. 6. С. 92–97.

5. Nesvadba V. Breeding programs and flavor hops in the Czech Republic. *Czech Hops 2012. Ministry of Agriculture of the Czech Republic*. 2012. P. 25–26.

6. Nesvadba V., Krofta K., Polončiková Z., Henychová A. Hop breeding in Czech Republic. *Scientific Commission International Hop Growers` Convention (I.H.G.C.)*. 2013. P. 11–14.

7. Darby P. Hop Breeding Principles. Great

Lakes Hops and Barley Conference. Kalamazoo. Michigan. USA. 2018. Wye Hops Ltd. 97 p.

8. Літун П.П., Кириченко В.В., Петренко-ва В.П., Коломацька В.П. Теорія і практика селекції на макроознаки. *Методологічні проблеми*. Харків: Магда LTD, 2004. 130 с.

9. *International union for the protection of new varieties of plants*. TG /227/1 HOP. UPOV Code: HUMUL_LUP. *Humulus lupulus* L. GENEVA. 2006. 24 p.

10. *Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС)*. Технічні та кормові культури; за ред. В.В. Волкодава. Держ. служба з охорони прав на сорти рослин. Київ: Алефа, 2000. 226 с.

11. *Селекція хмелю. Методи випробувань. Технічні умови (НСТУ) 2009–2027*. Держспоживстандарт України, 2011.

12. *Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 1966. V. 6, № 1. P. 36–40.