

БІОЛОГІЯ

УДК 633.819.2:581.33

П. В. Литвак

д. б. н., професор

Державний агроекологічний університет

І.Б. Поліщук

к. б. н.

Ю. В. Жигadlo

молодший науковий співробітник

Інститут сільського господарства Полісся

ДОБІР ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ БІОТИПІВ РОСЛИН МЕТОДОМ ПИЛКОВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

На основі багаторічних досліджень і селекційної практики показана можливість визначати потенціал урожайності, якості, адаптивності різних видів рослин за показниками морфоструктурного складу тилку, які є спадковими ознаками біотипу. Розроблені і апробовані методи пилкової ідентифікації форм і сортів різних сільськогосподарських культур. Рекомендується для застосування в селекції, насінництві і сортовипробуванні.

В селекції сільськогосподарських культур за останні 30 років зосереджений великий експериментальний матеріал, що є основою для її наступного розвитку. Зокрема, розроблено моделі сортів рослин високої продуктивності для злакових, зернобобових, овочевих, ягідних та інших культур. В основу цих моделей покладено морфологічні кількісні спадкові ознаки складових урожаю – довжина і маса колоса, кількість колосків у колосі, кількість квіток у колосі, довжина, маса і кількість насінин у бобі, ягід і т.п. [1,2,3]. Сучасні ринкові відносини спонукають вчених до створення більш продуктивних сортів плодово-ягідних і овочево-баштанних культур з крупноплодною, естетично-привабливою і високоякісною продукцією. Від селекції хмелю, польових та кормових культур, характерних для зони Полісся, сільське господарство очікує високопродуктивних і конкурентноздатних сортів, адаптованих до місцевих умов вирощування. Ці завдання селекція зможе вирішити, розвиваючись у різних напрямках, серед яких виняткове значення матимуть розробки ефективних методів створення і добору принципово нових форм та прогресивних селекційних технологій.

У цьому руслі розвивається і пилкова селекція як один із напрямків загальної селекційної науки і практики.

Пилок, або чоловічий гаметофіт є одним з найінформативніших об'єктів фітобіологічних досліджень, оскільки несе в собі спадкову генетичну інформацію. Його вивчення започатковане ще на початку XIX століття роботами Амічі [4]. У XX столітті дослідження пилку сприяло розвитку еволюційної систематики, побудові філогенетичних систем, генетики і селекції рослин. Селекція, в свою чергу, завдячна досягненням цитоембріології, цитогенетиці, молекулярній біології, біотехнології, генній інженерії тощо. Предметом вивчення цих дисциплін був також і пилок. Пилок як об'єкт фітобіологічних досліджень і досі привертає до себе увагу вчених тому, що він є надійним засобом передачі спадкових ознак і властивостей, має дуже чутливу структуру до дії фізичних і хімічних мутагенних факторів. В зв'язку з цим його широко використовують для досліджень стійкості рослин проти різних біотичних і абіотичних стрес-факторів [5, 6, 7]. Такі дослідження набули інтенсивного розвитку в Молдавії наприкінці 80-х років [8]. Тут вперше з'явився термін “пилкова селекція” як новий напрямок досліджень стійкості рослин до патогенів (Балашова та ін., 1986). Аналогічні дослідження в цьому напрямку велись і за кордоном [9]. В цьому ж напрямку досліджень виникли нові словосполучення – такі як “гаметна” і “зиготна” селекція [10, 11]. Ці поняття виявились більш точними у випадках, коли стійкість рослин визначають не за пилком, а за довжиною пилкових трубок та характером проникнення гамет у зав'язь з утворенням зиготи.

У наших дослідженнях об'єктом є власне пилок (гаметофіт), і тому термін “пилкова селекція” у цьому разі повністю відповідає об'єкту досліджень і напрямку

селекційної роботи. Добір при цьому ґрунтується на морфоструктурній характеристиці пилку, де основними показниками є діаметр і кількість пор в екзіні пилкових зерен, фракційний склад, (число і співвідношення фракцій), гістохімічні особливості запасних речовин тощо.

Дослідження в напрямку саме пилкової (гаметофітної) селекції тривалий час не викликали практичної зацікавленості у вчених через те, що морфологічні ознаки пилку вважались модифікаційними, а самі пилкові зерна – однорідними в генотипічному плані. Існували уявлення, що причиною варіювання розмірів пилкових зерен є зовнішні умови середовища, такі як живлення, освітлення, температурний режим тощо [12, 13].

Вперше результати дослідження пилку знайшли практичне застосування в роботі Дейтера і Мейцера (1980), котрі за морфоструктурними ознаками пилкових зерен зуміли вибракувати малопродуктивні форми цукрового буряка [14]. Вслід за ними Кумар і Саркар (1983) опублікували результати багаторічних досліджень пилку у 114 самозапильних ліній кукурудзи, вісім з яких вирощували в різних умовах – на рівнині і в горах. Вони прийшли до висновку, що діаметр пилкового зерна не залежить від зовнішніх факторів, а є стабільною спадковою ознакою, що характеризує генотип [15]. Інші дослідники (Фесенко, 1985), показали, що за фракційним складом пилку можна розподіляти гомостильні форми гречки на окремі групи [16], а за Ризаєвою та ін., (1985) доведено, що міжвидові гібриди бавовнику, різні за походженням і плоідністю, можна відрізнити за діаметром і кількістю пор в екзіні пилкових зерен [17].

Метою наших досліджень у цьому напрямку була і селекційна апробація методу пилкової ідентифікації чоловічих форм хмелю, та експериментальна перевірка його придатності для селекційної роботи з іншими видами рослин.

Методика досліджень

Об'єктом вивчення був пилкок різних форм і сортів хмелю, картоплі, озимого жита, кормового гороху і яблуні. Матеріал для досліджень відбирали на селекційних ділянках інституту, на державних сортовипробувальних станціях і дільницях Житомирської області. Квітки і суцвіття відбирали для аналізу в пору повного цвітіння і пиління, висушували при кімнатній температурі і видаляли пилкок. Аналізували по три зразки кожного сорту за морфоструктурними ознаками з попереднім гістохімічним тестом на фертильність реактивом Люголя. Вимірювали діаметр у 100 пилкових зерен і за цією ознакою визначали число фракцій і підфракцій, частку пилку з кількістю пор більше 3-х у відсотках до загального обсягу його в сортозразку. В ході аналізу встановлювали число фракцій і підфракцій пилкових зерен. Підфракції об'єднували у фракції – дрібну, середню і крупну. Кількість підфракцій залежить від ступеня гомо- чи гетерозиготності сорту: у гетерозиготних форм кількість їх більша, ніж у гомозиготних. В основу методики досліджень покладено метод пилкової ідентифікації чоловічих форм хмелю (патент України № 5434, 1995р.).

Результати

Селекція хмелю звичайного (*Humulus lupulus* L) у значній мірі ускладнена дводомністю рослин. Оскільки чоловічі форми не піддаються прямому визначенню потенціалу продуктивності і якості, бо не мають господарської цінності, то це завжди було причиною того, що батьківські пари в схрещуваннях підбирались лише за ознаками материнської форми. Вирішення цієї проблеми стало можливим після наших фундаментальних досліджень генеративної сфери чоловічих і жіночих рослин, на основі чого було розроблено способи створення і добору селекційно-цінних форм за морфоструктурою пилку. Наші дослідження чоловічих нащадків хмелю гібридного, мутантного і поліплоїдного походження показали, що морфоструктурні показники пилку – діаметр і фракційний склад є стабільною сортовою ознакою [18]. Проведені дослідження дозволили нам приступити до створення чоловічого сорту – аналогу високосмольного жіночого сорту хмелю Буліон [19, 20].

Слід відмітити, що спрямована селекція сортів на підвищення смольності розпочалась саме з введенням в гібридизацію жіночих і чоловічих форм американського

різновиду хмелю (*Humulus lupulus* var *lupuloides* S.) англійським селекціонером Сальмоном ще в 1919 році [21]. Тоді вперше були виведені сорти Бреверс Гольд, Буліон, Норден Бреверс, які за продуктивністю вдвічі перевершили вихідні форми. Урожайність зросла з 15-20 до 25-30 ц/га, а вміст альфа-кислот – з 3,4-4,5 до 6-9%.

В Україні високосмольні іноземні сорти гіркового типу з'явилися лише в 1967-1968 рр. Застосування їх у схрещування істотно вплинуло на розвиток вітчизняної селекції хмелю. Особливість ведення селекції хмелю шляхом направленої гібридизації полягає у тому, що селекційний процес здійснюється паралельно як з жіночими, так і з чоловічими формами. Одержання в процесі роботи запилювача з цінними ознаками є найважливішим моментом у вирішенні конкретної селекційної задачі.

Досліджуючи чоловічі форми місцевих сортів, ми спочатку виявили тільки чотири фракції пилкових зерен діаметром 18, 21, 24 і 27 мкм. У процесі роботи з залученням в схрещування високосмольних сортів, діаметр пилку збільшився до 42 мкм. Одночасно з цим зросла і продуктивність новостворених сестринських форм [22]. Цьому сприяло примінення методів інбридингу і бекросу, що як відомо, є важливими чинниками посилення формотворних процесів, особливо, коли дія їх поєднується [23]. Згодом під впливом направлених схрещувань розміри пилку збільшилися і виникла необхідність поділити його на два види: звичайний (*pollen vulgare*) і новоутворений (*pollen de novo*).

Пилок звичайний, як виявилось, є характерним для диких популяцій і близьких їм культурних форм хмелю [22]. Діаметр 3-порових пилкових зерен цього виду знаходиться в межах 18-33 мкм. У американського різновиду є 4-поровий пилок.

Пилок новоутворений з діаметром 36-51 мкм став ознакою новостворюваних селекційних форм, одержаних шляхом гібридизації, чи одержаних методами штучного мутагенезу і поліплоїдизації.

У результаті спрямованого підбору для схрещування селекційно-цінних запилювачів за морфоструктурою пилку, а жіночих – за спадковими біохімічними ознаками, в потомствах виникли ще значніші зміни в морфоструктурі пилку з адекватною фенотипічною мінливістю новостворюваних селекційних форм. У чоловічих потомствах з'явилися запилювачі, у яких пилкові зерна досягли розмірів 54-60 мкм. При цьому ускладнилась морфоструктура їх з 12 до 15 фракцій, збільшилась доля крупного пилку, з'явилися пилкові зерна середнього розміру з 5 і 6 порами в еквіні, що фактично привело до утворення ще новішого виду пилку – *super de novo*.

Таблиця 1

Ускладнення морфоструктури пилку чоловічих форм і зростання урожайності хмелю під впливом направлених прийомів комбінаційної селекції

Роки створення та вивчення	До 1968р			1969-1994рр.									1995-1997рр.		1998-2000рр.				
	vulgare 18-33мкм.			de novo 36-51 мкм.									super de novo 54-60 мкм.						
Фракції пилку	дрібна			середня			крупна			дрібна			середня			дрібна		середня	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Підфракції пилку																			
Потенційна урожайність сортів і селекційних форм	10-20			21-30						31-40			очікується 41-50						

Встановлено, що кожен вид пилку – *vulgare*, *de novo* і *super de novo* складається з 3-х фракцій: дрібної, середньої і крупної, кожна з яких, у свою чергу, включає в собі дві підфракції андропилку і гінепилку, що обумовлено різними статевими хромосомами [22].

Ускладнення морфоструктури пилку чоловічих форм супроводжується різними формотворними змінами морфотипу і хемотипу жіночих рослин в сибсових потомствах. Особливо корисні морфологічні зміни рослин проявляються в беккросних і конвергентних комбінаціях [24]. Під впливом направлених комбінаційних прийомів схрещувань – від простих до складних – у потомствах зростає кількість селекційно-цінних жіночих та чоловічих форм з ускладненою морфоструктурою пилку [25]. Наші дослідження показали, що разом з укрупненням пилку зростає число пор в екзіні. Виявлена закономірність успадковується нащадками, особливо при використанні в схрещуваннях сортів від американського різновиду хмелю. У цих випадках з'являються пилкові зерна з 5–6 поровою апертурою (рис.3) Такі зміни ведуть до підвищення вмісту гірких речовин і ефірної олії в шишках хмелю [26] та накопичення ефірних олій у гібридних нащадків ефіроолійних культур [27]. Наявність певного обсягу дрібного пилку характеризує сорти і форми хмелю з підвищеною адаптивністю рослин до зовнішніх умов. За нашими спостереженнями, відсутність дрібної фракції при домінуванні середньої корелює з ознаками низькорослості, укороченими міжвузлями стебел, зниженою урожайністю, але з крупними шишками.

Таблиця 2

**Фракційний склад пилку та врожайність і цукристість плодів яблуні
(дані Інституту садівництва УААН, 1996 рік)**

Сорти	Вміст пилку, %			Співвідношення фракцій д:ср:кр	Число підфракцій	Урожайність, ц/га	Середня вага плодів, г	Урожайність, %
	дрібна	середня	крупна					
Зона Лісостепу. Дані Інституту садівництва УААН 1996 рік								
Антоновка	4	96	-	1:24:0	3	135	180	7,5
Сльоньок	-	84	16	0:5:1	3	137	230	11,2
Зоря Поділля	3	88	9	0:10:1	4	190	175	7,6-12
Айдаред	5	78	17	1:16:3	5	230	150	9,2-11
Деліція	8	89	3	1:9:0	5	250	170	9,53
Росавка	6	89	5	1:18:1	6	327	180	7,9-8,6
Шафран краснокутський	11	77	12	1:8:1	6	286	185	9,3-11,4
Уманське зимове	26	40	34	1:1,5:1	8	315	170	9,5-13,5
Зона Полісся. Дані Житомирської ДСВ. 1995–97 рр.								
Дика форма	76	24	-	3:1:0	5	-	-	-
Зоя	-	85	15	0:6:1	4	12,3	-	-
Макінтош	28	72	-	1:2,3:0	6	35,3	-	-
Голден Делішес	16	79	5	3:16:1	6	46,0	-	-
Пам'ять Артема	12	88	-	1:9:0	4	98,8	-	-
Слава переможцям	19	78	3	1:4:0	6	130	-	-
Кальвіль сніговий	9	82	9	1:9:1	6	200	-	-

На підставі досліджень виявлено, що спрямований підбір батьківських пар в контрольованому селекційному процесі шляхом пилкової і біохімічної ідентифікації чоловічих і жіночих форм хмелю вказує на невичерпні можливості комбінаційних схрещувань у підвищенні урожайності. Незавершеність цього процесу підтверджується багаторічними результатами наших досліджень (табл.1).

Оскільки хміль – дводомна рослина і багато питань, зв'язаних з добром за пилком залишилися не вирішеними, ми провели аналогічні дослідження на інших культурах. Наслідки їх показали, що між морфоструктурою пилку і господарсько-корисними показниками та біологічними властивостями різних видів рослин існує закономірна взаємозалежність. Спільним для всіх видів, сортів і форм є те, що фракційний склад пилку є ознакою, яка характеризує їх рівень гомо- чи гетерозиготності. Збільшення кількості підфракцій означає підвищення гетерозиготності, а їх зменшення веде до гомозиготності. У самозапильних культур нараховується від 2 до 9, а у перехреснозапильних – від 2 до 15. Крім хмелю, найбільшу кількість підфракцій (12-15), ми виявили у високопродуктивних гібридів кукурудзи.

Мінімальним числом підфракцій відрізняються дикі і еволюційно близькі до них форми і сорти хмелю, яблуні, картоплі тощо. Тут виявляється також найбільша частка дрібного пилку в загальному обсязі зразка (табл. 2 і 3).

Відсутність дрібної фракції пилку є ознакою порівняно нижчої врожайності досліджуваних нами сортів яблуні, гороху і жита (табл. 2, 4, 5). Значна частка (20 – 50%) дрібного, і разом з тим, стерильного пилку є характерною ознакою для багатьох сортів картоплі (табл. 3), кормового гороху (табл. 4) і характеризує переважний розвиток вегетативної маси над генеративною.

Встановлено, що збільшення обсягу крупного пилку, що відбувається в спрямованому селекційному процесі, призводить до підвищення якості продукції. Так, у гібридах хмелю збільшується вміст гірких речовин, а також ефірної олії як у хмелю, так і в ефіроолійних рослинах [24, 26].

Таблиця 3

Фракційний склад пилку та урожайність і вихід крупних бульб у різних сортів картоплі, 1988 – 2000 рр.

Сорти	Вміст пилку, %			Співвідношення фракцій др.:ср.:кр	Число підфракцій	Урожайність, ц/га	Вихід крупних бульб, %
	др.	ср.	кр.				
Буяна	20	80	0	1:4:0	4	133,7+38,8	39,3
Дзвін	54	46	0	1:1:0	4	180,9+62,5	16,6
Косень	54	36	10	5:4:1	7	185,4+86,0	56,5
Діта	30	50	20	1,5:25:1	8	200,3+49,2	44,0

Таблиця 4

Фракційний склад пилку та урожайність сортів кормового гороху (за даними Черняхівської ДСВ, 1997р.)

Сорти	Фракційний склад, %			Співвідношення фракцій др.:ср.:кр	Кількість підфракцій	Урожайність, ц/га		Маса 1000 насінин, г
	др.	ср.	кр.			зелена маса	зерна	
Кросет	-	38	62	0:1:1,5	6	203,3	8,2	189,6
Харківський 302	-	65	35	0:2:1	6	222,0	10,3	205,2
Харківський 320	21	70	9	1:3,5:0,5	7	232,0	11,8	198,9
Богун	22	53	25	1:2:1	7	234,1	12,2	176,6
Універсал	-	74	21	0:3,5:1	7	174,6	15,9	137,1

У сортів яблуні – Шафран краснокутський, Слоньонок, Айдаред і Уманське зимове підвищується цукристість (табл. 2). Найчастіше у всіх культурних рослин найбільшу частку складає середня фракція пилку. Очевидно, ця фракція еволюційно виникла після одомашнення диких форм і пилко продовжує збільшуватись в діаметрі під природнім і селекційним впливом. З цією ознакою корелюють розміри плодів яблуні і бульб картоплі, а також рівень урожайності форм і сортів усіх видів рослин, взятих на дослідження (2-5).

Досліджуючи морфоструктурні особливості пилку різних польових культур у взаємозв'язку з їх біологічними і господарсько-цінними властивостями, ми виявили основні закономірності, що є характерними також і для дводомних рослин хмелю. Основною ознакою добору цінних біотипів усіх видів рослин можна вважати співвідношення дрібної, середньої і крупної фракції між собою. Ця ознака характеризує найбільш сприятливе поєднання властивостей біотипу, його продуктивний і адаптивний потенціал. Найбільш оптимальним співвідношенням фракцій пилку 1:n:1, де n>1, виділяються сорти яблуні Росавка, Шафран краснокутський, Уманське зимове (табл.2), сорт гороху Богун (табл.4), сорти жита – Харківське 97, і близькі до оптимальної моделі

пилку - Боротьба і Вирій (табл.5) та сорт картоплі Діста (табл.3). Оптимальне співвідношення пилку цих сортів є адекватним до їх господарсько-цінних показників.

Таблиця 5

Фракційний склад пилку та врожайність сортів озимого жита
(дослідне поле Інституту с.-г. Полісся, с. Грозіно Коростенського району)

Сорти	Вміст фракцій пилку, %			Співвідношення фракцій др. ср. кр.:	Число підфракцій	Урожайність, ц/га					Маса 1000 зерен, г
	дрібна	середня	крупна			1995 р.	1996 р.	1997 р.	1998 р.	середнє	
Верхняцьке 38	-	80	20	0:4:1	5	30.8	44.7	41.5	42.5	39.9	30.5
Харківське 78	5	31	64	0:1:2	6	39.4	49.5	42.4	38.8	42.5	30.8
Харківське 97	10	83	7	1:8:1	6	-	52.7	41.3	45.5	46.4	31.8
Боротьба	14	63	22	1:4:1,5	8	49.9	56.4	46.8	44.3	49.3	31.9
Вирій	8	80	12	1:10:1,5	8	-	-	47.1	47.8	47.4	34.3
Корона	6	60	34	0:2:1	9	-	49.7	45.5	-	42.6	34.8

Завдяки одержаним даним, ми виявили, що найбільш цінні біотиби хмелю слід шукати в комбінаціях, де більшість чоловічих рослин дає таке ж співвідношення між фракціями пилку 1:n:1, як і у інших рослин (табл.6). Високоврожайні жіночі рослини такої комбінації 17/98, виявили найкращу стабільність (табл.7), а з неї три високосмольні номери знаходяться зараз у конкурсному сортовипробуванні.

Таблиця 6

Морфоструктурний склад пилку чоловічих рослин хмелю комбінації № 17/98

Селекційні номери	Обсяг фракцій пилку, %			Співвідношення між фракціями	Число підфракцій
	дрібна	середня	крупна		
809	7	86	7	1:12:1	4
860	12	78	10	1:8:1	4
890	11	80	9	1:8:1	6
812	12	74	14	1:6:1	6
885	9	86	5	1:8:0,5	6
828	0	73	27	0:3:1	6
883	10	75	14	1:7,5:1	7

Таблиця 7

Продуктивність жіночих форм хмелю в комбінації №17/98

Селекційні номери	Урожай сирих шишок з однієї рослини, кг				Приріст до материнської форми	V, %
	1998 р.	1999 р.	2000 р.	середнє		
285 – мат. форма	2,5	2,3	1,5	2,1	-	30
821	3,5	5,0	2,0	3,5	+1,4	43
823	4,5	7,0	5,0	5,5	+3,4	27
824	7,0	5,5	5,0	5,8	+3,7	20
835	3,0	6,5	4,5	4,7	+2,6	36
839	4,5	5,0	4,0	4,5	+2,4	11
842	4,2	4,0	3,5	3,9	+1,8	10
855	6,5	5,0	5,0	5,5	+3,4	9
862	6,0	6,0	5,0	5,6	+3,5	12
885	3,0	7,5	2,5	4,3	+2,2	40

На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Пилок різних сільськогосподарських культур має свої видові і сортові особливості щодо діаметру, кількості пор в екзіні та фракційного складу.
2. Морфоструктурні показники пилоквих зерен є спадковими ознаками біотипу, що характеризують його потенціал продуктивності, якості і адаптивності. Фракційний склад пилку вказує на рівень гомо- і гетерозиготності вихідних і одержуваних селекційних форм.
3. Серед рослин з гермафродитним типом квіток в добір слід включати сорти і форми з найширшим фракційним діапазоном пилоквих зерен, з приблизно рівними частками дрібного і крупного пилку при переважаючому рівні середньої фракції. Оптимальне співвідношення фракцій має вигляд $1:n:1$, де $n > 1$.
4. У хмелю в добір слід включати жіночі форми з сибсових нащадків, де виявляється переважна більшість чоловічих форм з оптимальним співвідношенням дрібної, середньої і крупної фракції пилку та найбільшим числом підфракцій.
5. Метод пилкової ідентифікації біотипів рекомендується для застосування в селекції, насінництві і сортовипробуванні різних видів рослин з метою визначення їх урожайних, якісних і адаптивних властивостей що в цілому обумовлює конкурентоздатність селекційної продукції.

Література

1. Султанов И. М. Долотовский И.М. Изменчивость корреляционных связей между количественными признаками растений яровой мягкой пшеницы в экологических и ценотипических градиентах. // С.-х. биол., 1998. №3. - С. 32-38.
2. Смирнов И. Ю. Корреляция между количественными признаками у сладкого перца. // Изв. ТСХА, 1997, вып 4, - С. 96-103.
3. Овсянников А. С., Андреева А. Н. Оценка урожайности малины в процессе селекции и сортоизучения; Тамбов, МЦНТИ, Инф. лис. №176-82, 1982г.
4. Amici G. B. Ovevation micros kopigues diverrecus espeses dip.99 (antes Am.Sen. natur Bot. 1824> 2p. 41-48).
5. Chapman G. P. Modified fertilisation inplants a strategy for directed genetic cenange? Out look Agr. // 1986, 15. - 1-27-32.
6. Rowe D. E., Storts D. L., Gillete D. S. Ajalfa pollen and callus respones to Fusarium. // Biotechnology and Ecology of Pollen .1985. - 101 - 106.
7. .Smith G. A. Sporofitic tolena i sugarfeet (Beta vulgaris L.) // Biotechnology end Ecology of Pollen. - 1986.-83-88.
8. Балашова Н. Н., Дараков О.Б., Гордей Н.Е., Суружску А. И. Перспективы пыльцевой селекции растений на устойчивость к патогенам. // Изд. Акад. Наук МССР., Сер. биол. и хим. 1986.5: - С. 3-6.
9. Rodrigues - Garay B., Barrow J. R. Pollen selection fir heat toberance in cotton. // Grop. Sci., 1988 - 28: 857 - 859.
10. Жученко А.А., Кравченко А.Н. Суружску А.И. Гаметный отбор на устойчивость к температурному фактору у томатов. // Генетические основы селекции с.-х. культур в Молдавии. Кишинев, 1986:4 - 11.
11. Кравченко Ф.Н., Лях В.А., Тодераш Л.Г. Методы гаметной и зиготной селекции томатов. // Кишинев, 1988.
12. Голубинский И.Н. Биология прорастания пыльцы. К.: Наукова думка, 1975.
13. Поддубная-Арнольди В.А. Цитозэмбриология покрытосеменных растений. // Наука, М., 1976, 508 с.
14. Detiter M., Meizer R. Em Metode zur Bestmung der Pollengualital von Zuckerruben (vol Mitt) Arhiv fur Zucht, 1980, №10, n 1 - s, 69-72.
15. Kumar D., Sarkar K. R. Factors affecting pollen grein diametrs in meize. // Indian S. Genet. And Plant Breeding. - 1983. - 43 № 2 - p. 156 - 159.
16. Фесенко Н.Н. Размеры пыльцы у гомостильных форм гречихи. // Повышение урожайности и качества крупяных культур методами селекции и технологии возделывания (гречиха), 1985 : - С. 58-63.

17. *Ризаева С.М., Ахметова М.Ж., Абдулаев А.Л.*, Жизнеспособность пыльцы и морфология пыльцевых зерен у межвидовых гибридов хлопчатника, различающихся происхождением и плоидностью. // С.-х. биология., 1985, 9 : - С. 63-65.
18. *Полищук И. Б.* Морфологические и эмбриологические исследования хмеля обыкновенного (*H. lupulus L.*) в связи с задачами селекции. Автореферат канд. дисс., Кишинев, 1985. - 28 с.
19. *Заграфова М.И., Полищук И. Б., Ляшенко Н. И.*, Создание исходного материала для селекции высокогетерозисных сортов хмеля. // Хмелеводство. К: Урожай, 1988.- вып.10. - С. 8-14.
20. *Заграфова М. И.* Використання методу зворотніх насичуючих схрещувань в селекції хмелю. // Хмелярство, -Київ, Урожай: 1992, - С. 8-11.
21. *Burgess A. S.* Hops. Botany, cultivation and utilisation. London, Interscience Publishers, New York, 1964, 271p.
22. *Полищук І.Б., Полищук В.Д.* Ідентифікація генотипу чоловічих рослин у селекції хмелю за морфологічними ознаками пилку. // Хмелярство, Київ, "Аграрна наука", 1996, №18, - С. 12-21.
23. *Корчинский А. А.* Эволюционная сущность совместного действия инбридинга и кроссбридинга в популяциях растений // Цитол. и генет. - 1987. - т.21. №5. - С. 363-371
24. *Полищук І. Б., Полищук В. Д., Жигадло Ю. В.* Створення та виявлення генотипів хмелю з високим потенціалом продуктивності. // Хмелярство, К.: Аграрна наука, 2001. № 20: - С. 21-31.
25. *Полищук І.Б., Полищук В. Д.* Генотипічні особливості чоловічих рослин хмелю в різних типах схрещувань. // Хмелярство. - К.: Аграрна наука, 2001- вип.21.
26. *Заграфова М. И., Полищук И. Б.*, Способ создания высокосольных гибридов хмеля. АС СССР № 1628984, 1990.
27. *Полищук И. Б., Работягов В. Д., Савченко Л. Ф.*, Способ создания и отбора растений с высоким содержанием эфирного масла. Патент Украины № 5434, 1995.