

ДОСЛІДЖЕННЯ З ФІЗІОЛОГІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ В ІНСТИТУТІ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА СТЕПОВОЇ ЗОНИ НААН УКРАЇНИ

Т. М. Сатарова, Г. Л. Філіпов, доктори біологічних наук;

О. Є. Абраїмова, кандидат біологічних наук

ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України

Розглянуто етапи становлення, розвиток та подальші перспективи фундаментальних і прикладних досліджень лабораторії біотехнології, фізіології та методів селекції ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України.

Ключові слова: кукурудза, сорго, фізіологія рослин, культура *in vitro*, молекулярно-генетичні дослідження, подвоєні гаплоїдні лінії.

Фундаментальні та прикладні дослідження у напрямку біологічного удосконалення кукурудзи і сорго в ДУ Інститут сільського господарства степової зони сьогодні виконує лабораторія біотехнології, фізіології та методів селекції.

Роботи з фізіології кукурудзи у Всесоюзному науково-дослідному інституті кукурудзи (нині добре відома наукова установа – Інститут сільського господарства степової зони НААН України) започатковані ще в 1956 р. кандидатом сільськогосподарських наук М. Я. Трегубенком. Першим вагомим напрацюванням лабораторії стало визначення величини водоспоживання кукурудзи у різні періоди вегетації, встановлення транспіраційних коефіцієнтів залежно від вологості ґрунту та мінерального живлення (Непомнящий В. І.). Того часу особлива увага приділялась удосконаленню методів постановки вегетаційних дослідів з рослинами цієї цінної зернової культури. Одночасно багато уваги придалось дослідженням з вивчення посівних і врожайних властивостей різних фракцій насіння, отриманих шляхом калібрування посівного матеріалу в заводських умовах у зв'язку з переходом на технологію мехнізованого вирощування кукурудзи (Фаюстов І. Г.). На підставі результатів цієї роботи зроблено висновок про рівноцінність насіння різних фракцій і обґрунтовано перехід на 6 фракцій калібрування. До того ж в шістдесятих роках ХХ ст. широко проводились дослідження з вивчення водного режиму і формування продуктивності у рослин кукурудзи залежно від рівня вологозабезпеченості та мінерального живлення (Філіпов Г. Л.). Встановлено, що визначальними факторами ефективності мінеральних добрив у посушливому Степу є тривалість і сила посухи та строки її настання відносно до фаз розвитку рослин культури. Глибокі дослідження по з'ясуванню фізіолого-біохімічних особливостей різновікового насіння стали основою для встановлення строків збирання врожаю кукурудзи на насіння і фуражне зерно, визначення режимів сушіння та умов зберігання (Омельянець В. П.).

Дальший розвиток досліджень з фізіології рослин пов'язаний з організацією у 1970 р. лабораторії фізіології кукурудзи. У цей період значна увага приділяється з'ясуванню шляхів підвищення ефективності використання води, добрив та енергії сонячної радіації посівами зрошуваної кукурудзи (Вишневський М. В.). Особливості фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи у зв'язку з умовами вирощування і особливостями гібридів вивчались як в умовах північного (Максимова Л. О.), так і південного Степу (Єремко Л. С.). Результатом цих досліджень стало еколого-фізіологічне обґрунтування комплексу заходів з ефективного використання води, добрив та фотосинтетично активної радіації посівами кукурудзи в умовах зрошення і розробка на цій основі фізіологічних паспортів для різних за скоростиглістю гібридів. Встановлено, що за рахунок загущення посіву до 80–100 тис. рослин/га можна досягти фотосинтетичного потенціалу 3,5–4,0 млн м²/діб/га. Доведена можливість підвищення ККД фотосинтезу посіву зрошуваної кукурудзи до 3,5–4,0 % за рахунок вирощування стійких до загущення гібридів, особливо при звуженні міжрядь і хвилеподібній структурі посіву.

У зв'язку з тим, що лабораторія фізіології кукурудзи з 1978 р. ввійшла до складу відділу селекції кукурудзи, співробітники спрямували свої зусилля на виконання цільових ком-

плексних програм зі створення високопродуктивних гібридів, стійких до стресових умов вирощування. Результатом цієї напруженої роботи стала розробка еколого-фізіологічної моделі посухостійкого гібрида кукурудзи. Вперше були чітко визначені територіальні межі в умовах СРСР, де можливо отримати високі та стійкі врожаї зерна кукурудзи. При визначенні межі тепло- та вологозабезпеченості кукурудзи за основу взято, з одного боку, ізотерму суми ефективних температур 900°C, а з іншого – ізолінію суми опадів 200 мм за період травень – серпень.

Одним з важливих напрямків фізіологічних досліджень в Інституті стає вивчення стійкості селекційного матеріалу кукурудзи до стресових чинників (посухи, холоду, спеки, загушення, вилягання). У зв'язку з цим науковці лабораторії зосереджують увагу на розробці методів комплексної оцінки селекційного матеріалу на адаптивну стійкість. Їхні розробки захищені 8 авторськими свідоцтвами і патентом. Ними модифіковано ряд класичних методів добору селекційного матеріалу кукурудзи на адаптивну стійкість, які доцільно залучати при значних обсягах оцінки зразків. В основу діагностики і добору генотипів на холодостійкість покладено здатність насіння проростати при пороговій температурі 6 °С. Доведено також необхідність добору на стійкість рослин до нічних понижених температур повітря (Черноусова Н. М.). Діалельний і топкросний аналізи успадкування ознаки холодостійкості показали, що використання ідентифікованих холодостійких ліній як материнських форм ще не гарантує отримання холодостійких гібридів. Зроблено висновок, що у ході масової діагностики вихідних ліній на стійкість до холоду, потрібна окрема додаткова перевірка комбінаційної здатності за даною ознакою (А. с. № 1717015, ССРСР, 1991; Вишневський М. В., Губенко В. О.).

Однією з актуальних проблем селекції на стійкість до стресових факторів є добір форм, стійких до високотемпературного стресу. З метою її вирішення науковці лабораторії розробили простий експрес-метод оцінки та добору генотипів на жаростійкість за здатністю насіння проростати при пороговій температурі 43 °С. Плідна робота увінчалась одержанням деклараційного патенту (№ 58693, UA, 2003; Гаркава О. М.), що відкрило широкі можливості для проведення не тільки оцінки, а й добору жаростійких форм на вегетуючих рослинах за збереження життєздатності пилку при дії на нього температури в межах 40–41 °С. Для відбору селекційного матеріалу на стійкість до загушення розроблено два методи: за характеристикою оптичних властивостей листового апарату (А. с. № 1055418 ССРСР, 1983) та потужністю кореневої системи (А. с. № 1423059 ССРСР, 1988). За результатами вивчення фізіологічних особливостей селекційного матеріалу зародкової плазми Айодент модифіковано метод і схему добору на посухостійкість при пророщуванні насіння в осмотичних розчинах сахарози при поступовому зростанні їхньої концентрації з кожним циклом добору (Грабовська Т. О.).

Отже, головний напрямок підвищення врожайності кукурудзи в умовах глобального потепління клімату – це створення комплексно стійких за фізіологічними ознаками гібридів. Результатом комплексної діагностики стало виділення з вихідного селекційного матеріалу та включення до селекційної програми 190 стрес-стійких ліній. Ці дослідження дали можливість спільно з селекціонерами створити 18 гібридів, які занесені до Державного реєстру сортів рослин України. За роки існування лабораторії захищено 10 кандидатських та 1 докторська дисертації, опубліковано понад 300 статей, видано 6 методичних рекомендацій. Пріоритетним напрямом досліджень з фізіології кукурудзи і нині є розробка нових методів експрес-діагностики селекційного матеріалу на стійкість до несприятливих умов середовища, а також поглиблення напрацювань у площині теорії стійкості рослин при загущенні посівів, зокрема, відбір стрес-толерантних форм, що формують високу стійкість до загушення, пошук особливих генотипів зі здатністю до ефективного симбіозу з ґрунтовими азотфіксуючими і фосфатмобілізуєчими бактеріями.

Науково-дослідні роботи з біотехнології у Всесоюзному науково-дослідному інституті кукурудзи започатковані з середини 1985 р., коли за наказом директора установи – академіка В. С. Цикова складовою частиною лабораторії генетики (завідувач доктор біологічних наук Гонтаровський В. О.) стала група біотехнології. Самостійним підрозділом відділу селекції

кукурудзи лабораторія біотехнології є з січня 1986 р. У заснуванні лабораторії активну участь брали: перший завідувач лабораторії біотехнології, кандидат біологічних наук Г. Р. Піралов, кандидати біологічних наук Т. М. Сатарова, О. О. Назаренко та лаборанти: Д. І. Строгуш, Т. М. Петрищева та інші. Згодом в лабораторії плідно працювали такі науковці, як кандидат біологічних наук Н. М. Черноусова, Л. А. Байдак, О. Ю. Разумний, О. В. Медведєва, О. Є. Абраїмова, К. В. Деркач, В. В. Борисова.

З 1985 р. співробітники лабораторії поглиблено працюють над вирішенням широкої програми досліджень з культури ізольованих органів тканин та клітин кукурудзи *in vitro* з метою створення нетрадиційних технологій в галузі селекції. Так, один із важливих напрямків досліджень – це отримання морфогенної калусної тканини кукурудзи. У рамках цієї проблеми були відпрацьовані методи одержання короткоживучої калусної тканини типу I та рослин-регенерантів R₀ у високочутливих генотипів кукурудзи, а також соматональних варіантів R₁ (Байдак Л. А., Медведєва О. В., Черноусова Н. М.) [12].

Уперше в Україні з клітинних культур, які були індуковані непрямим методом з морфогенної калусної тканини та дисперговані до стану суспензії з поодинокими клітинами, одержані рослини-регенеранти високочутливої лінії Chi31 (Піралов Г. Р., Байдак Л. А.) [12]. Дослідження з отримання клітинних культур кукурудзи прямим методом (за допомогою диспергування подрібнених проростків) уможливило отримати та вивчити ембріогенні суспензії тривалого культивування, оптимізувати склад живильних середовищ для формування та диференціації клітинних культур, дослідити процеси їхнього росту та регенерації у різних генотипів кукурудзи і провести порівняльне дослідження особливостей прямого і непрямого формування клітинних культур (Піралов Г. Р., Абраїмова О. Є.) [18].

Ще одним суттєвим напрацюванням лабораторії стало розроблення та запровадження до широкого використання біотехнології збереження цінного селекційного матеріалу кукурудзи в умовах холоду з метою забезпечення консервації незрілих зародків в ембріокультурі протягом 8–10 місяців (Сатарова Т. М.) [14]. Важливим напрямком досліджень, спрямованих на прискорення селекційного процесу, виявився пошук методів отримання гаплоїдів кукурудзи в культурі ізольованих пиляків та пилку. Так, Т. М. Сатаровою розроблена технологія одержання андрогенних гаплоїдів *in vitro* в культурі пиляків, яка дає підстави для отримання гаплоїдних структур з метою генетичної трансформації та підтримання селекційного процесу. Глибоко досліджене успадкування здатності до андрогенезу в системі діалельних схрещувань і проведено аналіз генетичного контролю індукції новоутворень в культурі пиляків кукурудзи з участю вихідного матеріалу андрогенетичного походження. Визначено комбінаційну здатність самоzapилених ліній щодо андрогенезу. Вперше в Україні отримані рослини-регенеранти андрогенетичного походження, насінневий матеріал яких використаний у селекційних програмах Інституту [13].

Одним з перспективних напрямків практичної селекції стала розробка технології отримання чотирьох генерацій за рік на основі методу ембріокультури та умов штучного клімату. Створення такої технології потребувало вивчення впливу генотипу і віку незрілих зародків кукурудзи на проростання їх в умовах *in vitro*, розроблення оптимальних режимів культивування для одержання життєздатних проростків, вдосконалення основних параметрів *in vitro* і умов штучного клімату з метою досягнення оптимального розвитку рослин. Як результат – запропоновано шляхи використання ембріокультури кукурудзи в дальших дослідженнях з генетики і селекції. Спираючись на всі ці напрацювання науковцям вдалося отримати чотири генерації впродовж року і тим самим значно прискорити отримання ЦЧС-аналогів для ряду перспективних ліній кукурудзи, які увійшли до гібридів кукурудзи Дніпровський 335МВ, Дніпровський 453СВ (Сатарова Т. М., Піралов Г. Р.) [1,13].

Результатом спільних досліджень двох лабораторій – фізіології та генетики – стало вивчення особливостей калусогенезу і регенерації рослин лінії А357 та її стерильних аналогів молдавського, парагвайського та болівійського типів і на цій основі виявлення особливостей зниження морфогенного потенціалу при переведенні лінії на стерильну основу (Піралов Г. Р.) [11].

Роботи у галузі клітинної інженерії постійно супроводжуються цитологічними дослідженнями з вивчення особливостей морфогенезу *in vitro*. У рамках цих досліджень глибоко вивчений процес індукції клітинних суспензій прямим (з проростків) та непрямим (з крихкої калусної тканини) методами, виявлено здатність клітин в суспензії формувати ембріоподібні структури (Піралов Г. Р.). На цитоембріологічному рівні досліджено процеси, що відбуваються у пилкових зернах під час холодової передобробки, значно розширено уявлення про морфофізіологічні процеси, що мають місце у проембріональний та ембріональний періоди розвитку пилкових зерен за спорофітним напрямом, а також вперше охарактеризовано гістологічні особливості будови різних типів пилкових ембріодів (Сатарова Т. М.). Важливим доробком стало дослідження цитологічних та гістологічних особливостей формування калусної тканини різних типів з незрілих зародків кукурудзи, органогенезу, соматичного ембріогенезу та процесів диференціації і регенерації в культурі *in vitro* (Черноусова Н. М.) [13, 18].

У галузі клітинної інженерії розроблено теоретичні основи калусогенезу та регенерації рослин в культурі *in vitro* перспективних у селекційному відношенні генотипів кукурудзи, створено біотехнології одержання рослин-регенерантів. До того ж проведено оптимізацію складу живильних середовищ для індукції та підтримання калусної тканини з урахуванням специфічних потреб основних типів зародкової плазми кукурудзи, визначено особливості експлантації незрілих зародків, сезонної динаміки росту калусної тканини у більш ніж 200 ліній, гібридів та соматональних варіантів, які належать до 12 типів зародкової плазми 5 підвидів кукурудзи. Розроблено методи для одержання морфогенної калусної тканини кукурудзи типу I та II, надано рекомендації з практичного застосування обох типів калусів, створено колекцію калусної тканини ліній і гібридів кукурудзи тривалого пасування для дальшого її використання в роботах з клітинної селекції, генетичної інженерії та отримання соматональних варіантів. На основі результатів досліджень вперше запропоновано біотехнологію калусогенезу і регенерації рослин та норми біотехнологічних процесів індукції, субкультивування, регенерації рослин з морфогенної калусної тканини типу I і II та дорощування рослин-регенерантів R_0 для основних типів зародкової плазми кукурудзи (Абраїмова О. Є., Деркач К. В.) [2, 4, 6–8].

Важливим напрацюванням лабораторії стало обґрунтування молекулярно-генетичного та фенотипового аналізу потомства рослин-регенерантів, одержаних в культурі калусних тканин для сучасних типів зародкової плазми кукурудзи та визначення ключових факторів, які контролюють появу, виживаність і спектр соматональних варіантів серед рослин-регенерантів. Крім цього, виявлено зміни в довжині фрагментів ампліфікації рослин-регенерантів R_0 порівняно з вихідним генотипом, що свідчить про виникнення мінливості спадкового матеріалу в процесі калусогенезу (Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є.) [2]. Тривають сумісні дослідження з Інститутом клітинної біології та генетичної інженерії НАН України щодо генетичної трансформації кукурудзи на основі калусних тканин вітчизняних ліній і гібридів (Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є.) [5, 16].

Нині в лабораторії широко розгорнуті дослідження з молекулярно-біологічної оцінки вихідного та елітного селекційного матеріалу кукурудзи і сорго за маркерами одонуклеотидного поліморфізму (SNP-аналіз) та за SSR-маркерами методом полімеразної ланцюгової реакції. Складено електронну базу SNP-паспортів 450 вітчизняних ліній кукурудзи. Експериментально обґрунтовано методичні принципи використання аналізу одонуклеотидного поліморфізму ДНК для оптимізації селекційного процесу. Спільно з селекціонерами Інституту сільського господарства степової зони та НВФГ-Компанія «Маїс» створено і передано на держсортотпробування гібриди кукурудзи ДМС1511, ДМ Вікторія, РедВайн, ДМ Нейтів та ДМ Вінсенте (Сатарова Т. М., Борисова В. В., Гончаров Ю. О.) [3, 9, 17].

Розроблена і з успіхом застосовується в селекційних програмах технологія прискореного отримання подвоєних гаплоїдних ліній кукурудзи на основі матроклітинної гаплоїдії та генетичного маркірування, що уможливорює зменшити тривалість створення гомозиготної лінії кукурудзи з 5–7 до 2–3 років, а отже, значно прискорити селекційний процес. Одержані на цій основі гомозиготні подвоєні гаплоїдні лінії кукурудзи передаються до відділу селекції

Інституту сільського господарства степової зони для включення в селекційні програми (Сатарова Т. М.) [10].

За результатами науково-дослідних робіт лабораторії біотехнології захищено докторську (Сатарова Т. М. «Андрогенез та ембріокультура *in vitro* у кукурудзи») та дві кандидатські дисертації (Абраїмова О. Є. «Біотехнологія отримання морфогенних калусів та рослин-регенерантів для генетично різнорідних форм кукурудзи (*Zea mays* L.)» і В. В. Борисова «Селекційні аспекти застосування SNP-аналізу у кукурудзи») [2, 3, 13]. Співробітники лабораторії є співавторами 10 гібридів кукурудзи, 1 авторського свідоцтва і 5 патентів на корисну модель. Результати фундаментальних досліджень з біотехнології кукурудзи опубліковані у більш ніж 300 друкованих працях в Україні та закордоном. Підсумком багаторічних досліджень стало написання і видання у 2013 р. монографії «Кукуруза: биотехнологические и селекционные аспекты гаплоидии» (Сатарова Т. М., Черчель В. Ю., Черенков А. В.), за яку авторський колектив був удостоєний премії Національної академії аграрних наук «За видатні досягнення в аграрній науці» [15].

Зараз лабораторію біотехнології, фізіології та методів селекції очолює доктор біологічних наук, професор Т. М. Сатарова. Співробітники лабораторії – доктор біологічних наук, професор, головний науковий співробітник Г. Л. Філіпов, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник О. Є. Абраїмова, кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник В. В. Борисова, науковий співробітник К. В. Деркач, аспірант Ю. О. Гончаров і лаборанти С. Л. Деревяшкіна, М. О. Любченко, О. А. Бородінова – працюють над розробкою новітніх технологій створення і оцінки селекційного матеріалу із застосуванням методів клітинної, генетичної інженерії та молекулярної біології, а також передових методів фізіології рослин.

Бібліографічний список

1. А. с. 1695855 СССР, МКИ А01Н 4/00 Способ выращивания растений кукурузы *in vitro* / Т. Н. Сатарова, Г. Р. Пиралов. – Заявка № 4719631/13 від 06.05.89; Опубл. 07.12.91, Бюл. № 45. – 3 с.
2. Абраїмова О. Є. Біотехнологія отримання морфогенних калусів та рослин-регенерантів для генетично різнорідних форм кукурудзи (*Zea mays* L.): дис. ... канд. біол. наук: 03.00.20; Одеський нац. ун-т ім. І. І. Мечникова / О. Є. Абраїмова. – Одеса, 2013. – 192 с.
3. Борисова В. В. Селекційні аспекти застосування SNP-аналізу у кукурудзи: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / В. В. Борисова; ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України. – Дніпропетровськ, 2015. – 231 с.
4. Вплив хлориду натрію на калусогенний і регенераційний потенціал ліній кукурудзи плазми Ланкастер / К. В. Деркач, О. Є. Абраїмова, Я. В. Степневська, Т. М. Сатарова // Физиология и биохимия культурных растений. – 2013. – Т. 45, № 1. – С. 45–52.
5. Біолістична трансформація незрілих зародків кукурудзи / І. О. Нітовська, О. Є. Абраїмова, Т. М. Сатарова [та ін.] // Фактори експериментальної еволюції організмів: [зб. наук. пр.]. – К.: Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова, 2014. – Т. 15. – С. 112–117.
6. Пат. на корисну модель 56325, Україна, А01Н 4/00 Спосіб індукції калусогенезу в культурі незрілих зародків кукурудзи / [О. Є. Абраїмова, Г. Р. Пиралов, К. В. Деркач, Т. М. Сатарова]; заявник і власник Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН України; заявл. 17.06.2010; опубл. 10.01.2011. Промислова власність. – 2011. – Бюл. № 1.
7. Пат. на корисну модель 58347, Україна, А01Н 4/00 Спосіб експлантації незрілих зародків кукурудзи *in vitro* / [Абраїмова О. Є., Пиралов Г. Р., Деркач К. В., Сатарова Т. М.]; заявник і власник Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН України; заявл. 20.09.2010; опубл. 11.04.2011. Промислова власність. – 2011. – Бюл. № 7.
8. Пат. на корисну модель 73966, Україна, А01Н 4/00 Спосіб адаптації рослин-регенерантів кукурудзи у ґрунті / [Деркач К. В., Абраїмова О. Є., Гармаш С. М., Сатарова Т. М.]; заявник і власник ДУ Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН України, Держ. вищ. навч. заклад «Укр. держ. хіміко-технологіч. унт»; заявл. 09.04.2012; опубл. 10.10.2012. Промислова власність. – 2012. – Бюл. № 19.
9. Пат. на корисну модель 61602, Україна, С12N 15/00 Спосіб визначення трансгенної лінії

- GA21 кукурудзи за допомогою полімеразної ланцюгової реакції / [Моргун Б. В., Банникова М. О., Сатарова Т. М., Борисова В. В., Кучук М. В.]; заявник і власник Ін-т клітинної біології та генетичної інженерії НАН України; заявл. 23.12.2010; опубл. 25.07.2011. Промислова власність. – 2011. – Бюл. № 14.
10. Пат. на корисну модель 75192, Україна, А01Н 1/04 Спосіб отримання подвоєно-гаплоїдних ліній кукурудзи / [Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Сатарова Т. М., Боденко Н. А., Максимова Л. О., Абраїмова О. Є., Федько М. М., Рябченко Е. М., Рябченко О. П.]; заявник і власник ДУ Ін-т сіл. госп-ва степової зони НААН України; заявл. 28.04.2012; опубл. 26.11.2012. Промислова власність. – 2012. – Бюл. № 22.
 11. Пиралов Г. Р. Исследование линии кукурузы А357 и её ЦМС-аналогов в культуре ткани / Г. Р. Пиралов, Л. А. Байдак, В. А. Гонтаровский // Бюл. Ин-та кукурузы. – 1992. – № 75. – С. 7.
 12. Пиралов Г. Р. Некоторые итоги исследований кукурузы в культуре *in vitro* / Г. Р. Пиралов, Т. М. Сатарова, Л. А. Байдак // Теоретические и прикладные аспекты биотехнологии: [сб. науч. ст.]. – К., 1991. – С. 58–60.
 13. Сатарова Т. Н. Андрогенез та ембріокультура у кукурудзи *in vitro*: дис. ... доктора біол. наук: 03.00.20 / Т. Н. Сатарова; Ін-т зерн. госп-ва. – Дніпропетровськ, 2002. – 586 с.
 14. Сатарова Т. Н. Реакция незрелых зародышей кукурузы в культуре *in vitro* на длительное воздействие холода / Т. Н. Сатарова, Д. Е. Струнин, П. Н. Галуцак // Вісн. Дніпропетровського ун-ту. – 2007. – Т. 1, № 3. – С. 150–155. – (Сер. Біологія. Екологія).
 15. Сатарова Т. Н. Кукуруза: биотехнологические и селекционные аспекты гаплоидии [монография] / Т. Н. Сатарова, В. Ю. Черчель, А. В. Черенков. – Днепропетровск: Новая идеология, 2013. – 552 с.
 16. Компетентность к агробактериальной трансформации каллусных культур, полученных из незрелых зародышей и апикальных меристем побегов инбредных линий кукурузы (*Zea mays* L.) / Д. Е. Струнин, О. Е. Абраїмова, Л. Пэрри, Е. Н. Тищенко // Вісн. Укр. т-ва генетиків і селекціонерів. – 2008. – Т. 6. – С. 150–156.
 17. SNP-маркирование признака раннеспелости у кукурузы / В. Ю. Черчель, Т. Н. Сатарова, Б. В. Дзюбецький, О. Є. Абраїмова, Ю. А. Гончаров, В. В. Борисова // Materialele conf. intern. consacrate jubileului de 40 ani de la data fondării [«Institutul de Fitotehnie «Porumbeni» – 40 ani de activitate științifică], (Pașcani, 17 sept. 2014). – Chișinău: S. n., 2014. – P. 119–126.
 18. Piralov G. R. The examination of the direct method of obtaining of embryogenic cell suspension of maize / G. R. Piralov, O. E. Abraimova // Maize Genetics Cooperation. News Letter. – 1999. – № 73. – P. 29.