ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Україні належить перше місце в Європі за площею та валовим виробництвом сої. Для планомірного збільшення посівів і врожайності культури необхідно створити більш високопродуктивні, адаптовані до конкретних умов сорти і науково обґрунтовати їх розміщення в умовах України, що забезпечить більш повну реалізацію потенційних можливостей генотипів і обумовить раціональне використання біокліматичного і ресурсного потенціалів.

Сорт є винятково важливим фактором у виробництві сої й найбільш доступним і дешевим засобом підвищення її врожайності. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є добір джерел адаптивності до несприятливих факторів довкілля, створення за їх участі високопродуктивних сортів, пристосованих до різних умов вирощування. Цій проблемі надавали увагу більшість селекціонерів України: А. К. Лещенко, В. Г. Михайлов, В. І. Січкар, В. М. Колот, О. З. Щербина, Л. Р. Медвєдєва, В. Г. Охватенко, Г. Д. Лаврова, Н. Ф. Григорчук, С. С. Рябуха та інші.

Створення сортів із залученням вихідного матеріалу сої (*Glycine max. (L.)* Merr.) з високим генетичним потенціалом урожайності та адаптивними властивостями уможливлює більш ефективне впровадження їх у всіх кліматичних зонах України, що є на сьогодні досить важливим для економіки країни. На сучасному етапі сільськогосподарського виробництва селекційно-генетичне поліпшення сої набуває особливої актуальності.

Добір джерел господарсько-цінних ознак серед сучасного генофонду сої та залучення їх в селекційні програми є необхідною умовою створення нових високоадаптивних сортів сої для різних кліматичних умов України.

Водночас для успішної реалізації програми створення нових сортів сої потрібні поглиблені дослідження з визначення частки внеску окремих ознак у формування врожаю. Саме вирішенню питань, пов’язаних із селекційно-генетичним поліпшенням сої, присвячені дослідження за темою дисертаційної роботи.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано автором особисто у відділі селекції і агротехніки польових культур ДП ДГ «Красноградське» ДУ Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук впродовж 1991–2001 рр. та в лабораторії селекції, насінництва і сортової агротехніки сої навчально-виробничого підрозділу із селекції і насінництва Полтавської державної аграрної академії Міністерства освіти і науки України впродовж 2002–2018 рр. згідно з завданнями науково-технічних програм (НТП) та програм наукових досліджень (ПНД), в яких здобувач була на різних етапах відповідальним виконавцем, чи науковим керівником: «Розробити теоретичні принципи створення нового селекційного матеріалу, створити високопродуктивні імунні сорти та гібриди, пристосовані до механізованого збирання та забезпечити одержання високоякісного посівного матеріалу» (1991–1995 рр.), № держреєстрації 0193U035647; «Створити та передати до державного сортовипробування високоврожайні сорти та гібриди кукурудзи,

зернових та олійних культур для різних зон вирощування» згідно НТП «Зернові культури та олійні культури» (1996–2000 рр.), № держреєстрації 0197U000092; «Розробити ефективні та екологічно безпечні прийоми вирощування продукції рослинництва продуктів дитячого і дієтичного харчування» (2001–2007 рр.), № держреєстрації 0104U003675; «Створити нові високоврожайні сорти сої, адаптовані до умов Лісостепу України різних напрямів використання, з високою якістю продукції та розробити схеми їх насінництва і сортові технології вирощування» (2010–2015 рр., з продовженням до 2020 р.), № держреєстрації 0110U004466.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було селекційно-генетичне поліпшення сої та створення нових високоадаптивних сортів для умов Лісостепу України шляхом виявлення особливостей сортів сої, встановлення ефективності внутрішньовидових схрещувань, аналіз їх за господарсько-цінними ознаками.

Для реалізації робочої гіпотези вирішували наступні задачі:

– визначити мінливість, залежно від умов років, селекційно-цінних ознак сортів та кореляції між ними;

– установити екологічну стабільність і пластичність сортів найбільш поширених в зоні Лісостепу України;

– підібрати пари для схрещування за умови використання батьківських форм різної генетичної та географічної віддаленості та визначити селекційно-генетичні особливості одержаного гібридного матеріалу за проявом гетерозису в F_1, ступінь і частоту трансгресій у гібридних популяціях F_2–F_4;

– установити ефекти загальної і специфічної комбінаційної здатності сортів та співвідношення їх варіанс у схрещуваннях сої;

– розширити генетичне різноманіття селекційного матеріалу сої за рахунок схрещування сортів із колекційними зразками, які вирізняються відсутністю опушення на всіх частинах рослини;

– розробити моделі дуже скоростиглого та скоростиглого сортів сої для вирощування в Лісостепу України;

– установити селекційну цінність гібридних комбінацій для використання в практичній селекції як генетичних джерел бажаних ознак;

– надати характеристику перспективних ліній;

– створити сорти сої з комплексом господарсько-цінних ознак і властивостей;

– визначити сортові особливості сої за інокуляції насіння комплексними поліфункціональними біопрепаратами та встановити рівень їх впливу на головні посівні якості;

– визначити економічну й енергетичну ефективність вирощування нових сортів сої та перспективних ліній.

Об'єкт досліджень – закономірності рекомбінаційних процесів у міжсортових схрещуваннях, ефективність селекції за гібридизації сої різного еколого-географічного походження, особливості мінливості та успадкування цінних господарських ознак у гібридних популяцій F_1–F_4; екологічна

стабільність і пластичність сортів сої за комплексом цінних господарських ознак та встановлення особливостей їх прояву.

Предмет досліджень. Селекційно-генетичне поліпшення господарсько-цінних ознак сої в умовах Лісостепу України.

Методи досліджень. У ході виконання роботи використовували загальноприйняті та спеціальні методи дослідження. Польові, лабораторні, селекційні, зокрема методи внутрішньовидової гібридизації, морфологічного та морфо-фізіологічного аналізу, генетичного аналізу для визначення закономірностей прояву ознак, успадкування, комбінаційної здатності сортів і ліній; статистичні − кореляційний, варіаційний, дисперсійний, регресійний аналізи для визначення достовірності результатів, які здійснювали за використання комп'ютерних програм «Microsoft Office Excel» та «Statistica».

Наукова новизна одержаних результатів. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому, на основі експериментального вивчення сортів сої, проведення внутрішньовидових схрещувань і аналізу їх гібридів за господарсько-цінними ознаками вирішено актуальну проблему селекційно-генетичного поліпшення та створення нових високоадаптивних сортів сої для умов Лісостепу України.

Вперше в умовах Лісостепу України:

– визначено екологічну стабільність і пластичність сучасних сортів сої;

– виділено колекційні зразки різного еколого-географічного походження зі стабільно високим рівнем гомеостатичності та селекційної цінності. Кращі з них залучено до гібридизації з новоствореними сортами;

– проведено аналіз гібридів, одержаних у топкросних схрещуваннях, виявлено сорти з високими ефектами загальної та специфічної комбінаційної здатності, які забезпечують вдале поєднання генів у конкретних комбінаціях схрещувань;

– виявлено високу диференціюючу здатність тестерів Аметист і Алмаз;

– встановлено селекційно-генетичні особливості одержаного гібридного матеріалу за проявом гетерозису в F_1, мінливістю та успадкуванням цінних господарських ознак;

– проаналізовано ступінь і частоту позитивних трансгресій у гібридних популяціях F_2–F_4. Виділені трансгресивні форми використано як вихідний матеріал з метою добору цінних генотипів;

– створено нові лінії сої без опушення, визначено їх селекційну цінність та обґрунтовано напрями застосування;

– створено високопродуктивні, стійкі проти абіотичних чинників, високотехнологічні, з високою якістю зерна сорти сої;

– доведено сортову особливість позитивної взаємодії сої з біокомплексами та її вплив на урожайність, вихід кодиційного насіння, масу 1000 насінин і лабораторну схожість насіння.

Набуло подальшого розвитку: розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу за застосування внутрішньовидових схрещувань; найбільш цінні створені лінії сої готуються до передачі на державну кваліфікаційну

експертизу для їх реєстрації; підбір ефективних комплексів біопрепаратів для підвищення посівних якостей насіння.

Удосконалено: модель дуже скоростиглого і скоростиглого сортів сої для умов Лісостепу України.

Практичне значення одержаних результатів. За період досліджень створено у співавторстві 11 сортів сої (Аметист, Агат, Артеміда, Вінні, Вежа, Алмаз, Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин, Аквамарин), які відрізняються скоростиглістю, високим вмістом в насінні білка (38–45 %) й жиру (20–26 %), їх занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

За результатами Державної кваліфікаційної експертизи ці сорти адаптовані до різних ґрунтово-кліматичних умов України. Це гарантує отримання стабільного та якісного врожаю насіння й перевищення стандарту за врожайністю на 0,3–0,9 т/га.

Створено гібридні комбінації з підвищеними показниками продуктивності, які є джерелом цінних властивостей, їх залучено до селекційної роботи Лабораторії селекції, насінництва та сортової агротехніки сої Полтавської державної аграрної академії.

Виділено кращі лінії, які за результатами трирічного конкурсного сортовипробування перевищували стандарт. Новостворені форми без опушення оцінюються в різних ланках селекційного процесу з метою створення сортів укісного та овочевого напрямів використання.

Дванадцять селекційних ліній та сорт сої Антрацит передано до Національного центру генетичних ресурсів рослин України для використання в селекційному процесі.

Розроблені рекомендації щодо використання новостворених сортів сої у виробництві; описано їх морфо-біологічні особливості та господарсько-цінні ознаки.

Встановлено селекційно-генетичні особливості сортів сої, на основі чого розроблено модель дуже скоростиглого та скоростиглого сортів сої для умов Лісостепу України. За результатами побудови графічної моделі продуктивності досліджуваних сортів встановлено, що параметри ознак продуктивності зумовлені біологічними особливостями конкретного сорту.

З урахуванням особливостей створених сортів і поліпшення їх основних господарських ознак проведено індивідуальне вивчення та оцінювання сучасних біопрепаратів та їх комплексів для кожного з сортів.

Для формування регіональних сортових ресурсів сої, протягом 2004–2018 рр. створені сорти пройшли на демонстраційнах полігонах екологічне сортовипробування в дослідних установах країни в різних ґрунтово-кліматичних зонах, результати їх поширення відображені у довідках «Української асоціації виробників і переробників сої».

Особистий внесок здобувачки. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора, яка виконана впродовж 1991–2018 рр. Узагальнено світову літературу за темою дисертації, обґрунтовано науковий напрям, визначено мету й завдання досліджень, розроблено програму досліджень. Проведено польові та

лабораторні досліди, виконано статистичну обробку одержаних експериментальних даних, сформовано висновки й рекомендації виробництву, підготовлено до друку наукові публікації (як особисто, так і в співавторстві) та рукопис дисертації. Авторство здобувачки у співавторстві становить 50–80 %. Права співавторів не порушено.

До Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН передано зразки сої, з яких створено та занесено до Державного реєстру рослин, придатних для поширення в Україні: у 2000 р. сорт Агат (частка авторства здобувачки 50 %); у 2001 р. сорт Артеміда (частка авторства здобувачки 50 %); у 2010 р. сорти Вінні та Вежа – частка авторства здобувачки 50 %.

У Полтавській державній аграрній академії МОН України створено та занесено до Державного реєстру рослин, придатних для поширення в Україні сорти: у 2007 р. – Алмаз, у 2011 р. – Антрацит, у 2013 р. – сорти Адамос і Александрит, у 2015 р. – сорти Аквамарин і Авантюрин (частка авторства здобувачки 80 %).

Здобувачка брала участь у виконанні всіх етапів селекційного процесу зазначених сортів, передачі їх до сортовипробування з оформленням пакету документації та веденням первинного насінництва.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертації обговорено на засіданнях наукових конференцій викладачів Полтавської державної аграрної академії (м. Полтава, 2002–2018 рр.) та міжнародних науково-практичних конференціях: «Современные вопросы создания и использования сортов и гибридов масличных культур» (м. Запоріжжя, 2002 р.); «Сучасні проблеми виробництва і використання рослинного білка: глобальні зміни та ризики» (м. Вінниця, 2008 р.); «Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України в світі вчення про ноосферу» (м. Полтава, 2009 р.); «Історія освіти, науки і техніки в Україні» (м. Київ, 2009 р.); «Інтродукція, селекція та захист рослин» (м. Донецьк, 2009 р.); «Соя: Селекція, виробництво і використання для розв'язання глобальної продовольчої проблеми» (м. Вінниця, 2011 р.); «Інтродукція, селекція та захист рослин» (м. Донецьк, 2012 р.); «Селекційно-генетична наука і освіта» (м. Умань, 2013 р.); «Конкурентоспроможне насіння – стабільний урожай» (м. Полтава, 2013 р.); «Селекція, генетика та насінництво сільськогосподарських культур» (м. Полтава, 2013 р.); «Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи» (м. Одеса, 2014 р.); «Генофонд рослин та його використання в сучасній селекції» (м. Полтава, 2015 р.); «Сучасний стан та перспективи розвитку овочівництва» (сел. Селекційне, Харківська область, 2017 р.); «Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва» (м. Харків, 2018 р.).

Публікації. За результатами проведених досліджень опубліковано 90 наукових праць, у т. ч. 3 – у колективних монографіях, 37 статей – у фахових наукових виданнях України, 5 – у фахових іноземних виданнях (Росія, Молдова, Грузія), наукові праці, що додатково відображають результати – 6, тез доповідей у міжнародних, всеукраїнських та науково-практичних конференціях – 25, отримано 11 свідоцтв про авторство на сорт рослин та 1 свідоцтво Національного центру генетичних ресурсів рослин України про реєстрацію зразка генофонду

рослин в Україні; науково-практичні і методичні рекомендації – 2, в т.ч. співавторство у довіднику «Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max. (L.)* Merr.» (м. Харків, 2004).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 403 сторінках загального тексту комп'ютерного набору, у т. ч. основного тексту 296 сторінок, містить анотацію українською та англійською мовами, вступ, вісім розділів, висновки, практичні рекомендації, список використаних джерел у кількості 499 найменувань, із них 113 латиницею та 31 додаток. Робота ілюстрована 55 таблицями та 89 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Результати селекційно-генетичних досліджень зі створення сортів сої і формування їх урожайності (огляд літератури)

В розділі висвітлено та узагальнено стан і результати досліджень зарубіжних і вітчизняних вчених щодо селекційно-генетичного поліпшення сої культурної (*Glycine max. (L.)* Merr.). Складною та актуальною частиною селекційного процесу залишається вузька екологічна пристосованість існуючих сортів. Сучасний підхід до створення високопродуктивних сортів повинен базуватися на їх адаптивності й пластичності. За умови сучасної моделі скоростиглого сорту він повинен бути стійким проти комплексу стресових факторів, мати оптимальні показники господарської придатності. За результатами проведеного огляду визначено та обгрунтовано напрями досліджень, щодо розробки нових та удосконалення сучасних методів селекції, що й становить актуальність досліджень за темою дисертації.

Умови, матеріал та методика проведення досліджень

Дослідження проведені в ДП ДГ «Красноградське» ДУ ІЗК НААН України (1991–2001 рр.) та 2002–2018 рр. на Дослідному полі Полтавської державної аграрної академії. Грунт – чорнозем опідзолений, утворений на карбонатному лесі. Наявність карбонатів у лесі доходить до 13 %. Вміст гумусу (по Тюріну) у шарі ґрунту 0–20 см становить 3,07–3,63 %. Ґрунти мають слабо-кислу реакцію, pH 5,8–6,0. Клімат м'який з нестійкими умовами зволоження. Середньорічна температура повітря і сума опадів у роки досліджень відрізнялися від середньобагаторічних. Найбільш несприятливими зі значним підвищенням температури повітря, ґрунтовою та повітряною посухою (кількість опадів за вегетацію – менше 280 мм) були 1995, 1996, 1998–2002, 2005, 2006, 2009, 2013–2014, 2017, 2018 роки. Оптимальними для вирощування сої були 2000, 2001, 2011, 2012, 2016 рр. Середньорічна температура повітря в зоні Лісостепу підвищилася на 1,4–1,8 °С у порівнянні з середньобагаторічними значеннями і становить в средньому 8,5–9,5 ºС. Зменшилась кількість атмосферних опадів за період 1998–2014 рр. в середньому на 55,5 мм за рік. Середня їх сума за квітень – серпень становила 240 мм. Середня температура найтепліших місяців – липень – серпень становила 20,5–23,0 ºС. Сума ефективних температур вище 10 ºС – 2550–2850 ºС. Такі контрастні умови сприяли об'єктивному оцінюванню селекційного матеріалу за важливими ознаками.

Матеріалом для проведених досліджень слугувала колекція зразків сої різного еколого-географічного походження (Китай, Японія, Молдова, Росія, Швеція, Канада, Білорусь, провідних селекційних установ НААН України), різних груп стиглості, яка представлена джерелами комплексу господарсько-цінних ознак, зокрема, стабільно високих за роками значень структури врожаю та якості насіння. Значна частина селекційного матеріалу накопичена автором у процесі наукової праці, зокрема, гібридні популяції від внутрішньовидової гібридизації.

Польові дослідження проводили за загальноприйнятими методиками польового експерименту з урахуванням зональних особливостей вирощування культури. Сіяли дрібноділянкові досліди ручною саджалкою, розмір ділянки – 1 м^2. Інші – сівалкою «Клен» з міжряддям 45 см. Площа ділянки – 2,25–5,40 м^2. Під час вегетації провели фенологічні спостереження та аналіз елементів структури врожайності (Л. Щелко, Т. Седова, В. Корнейчук и др., 1990; Н. И. Корсаков, О. П. Адамова, В. И. Буданова и др., 1975). Ідентифікацію морфологічних ознак сої робили за методикою UPOV. Штучні схрещування проводили за методикою, з кастрацією та ізоляцією запилених бутонів. Врожай збирали вручну. Аналіз структури врожаю здійснювали згідно загальноприйнятої методики й кількісно-ваговим методом. Для всебічного вивчення гібридних рослин F_1 розраховували гіпотетичний та істинний гетерозис і ступінь домінування ознак (G. M. Beil, R. E. Atkins, 1965, B. Griffinq (1956), ступінь та частоту трансгресії кількісних ознак вираховували за формулами Г. С. Воскресенської і В. І. Шпоти (1967), А. П. Орлюка і В. В. Базалія (1998), В. И. Глазко, Г. В. Глазко (2000).

Для визначення параметрів стабільності (агроекологічна оцінка сортів сої) використовували метод S. A. Eberhart & W. A. Rassel (1966). Вміст білка в насінні визначали методом К'єльдаля, жиру – гравіметричним методом С. В. Рушковського. Розподіл зразків за цими показниками проводили за шкалою Широкого уніфікованого класифікатора роду *Glycine max (L.)* (2004). Статистичну обробку даних здійснювали на ПК за допомогою пакета ліцензійних програм Microsoft Office, MS Excel 7.0 та Statistika 6,0 – методами дисперсійного, варіаційного, кореляційного аналізів та методом оцінювання істотності різниці середніх вибірки по t-критерію (Б. О. Доспєхов, 1985). Достовірність різниці даних оцінювали за критеріями Стьюдента і Фішера (1978).

Створення сортів сої, адаптованих до умов Лісостепу України

В ході виконання НТП (1991–2001 рр.) в ДП ДГ «Красноградське» ДУ ІЗК НААН України проведено пошук і виявлення джерел адаптивності до лімітуючих факторів середовища. Виділені генотипи були залучені нами до гібридизації в 1991–1995 рр. Отримано 30 селекційних ліній, які вивчали у попередньому та конкурсному сортовипробуванні. На першому етапі селекційно-генетичного поліпшення сої з селекційного матеріалу, за результатами державного сортовипробування зареєстровані сорти Аметист (1998 р.), Агат (2000 р.), Артеміда (2001 р.).

Подальше вивчення новоствореного матеріалу та колекційних зразків сої проводили в умовах Полтавщини (2002–2014 рр.). У 2007 році Лінію № 2/99 під назвою Алмаз занесено до Державного реєстру рослин, придатних для поширення в Україні.

Багаторічні дослідження колекційних зразків та сортів сої, дозволили виділити джерела за комплексом господарсько-цінних ознак, які формували стабільно високу врожайність (Аметист, Алмаз, Антрацит, Білосніжка, Альтаїр, Красноградська 86, Мяо-Ян-Доу, Агат, Юг-30, Краса Поділля, Романтика, Аквамарин та ін.).

За результатами вивчення екологічної стабільності та пластичності сортів установлено, що високопластичними були сорти Алмаз, Антрацит, Аметист, а стабільними – сорти Білосніжка Легенда, Діона (рис. 1).

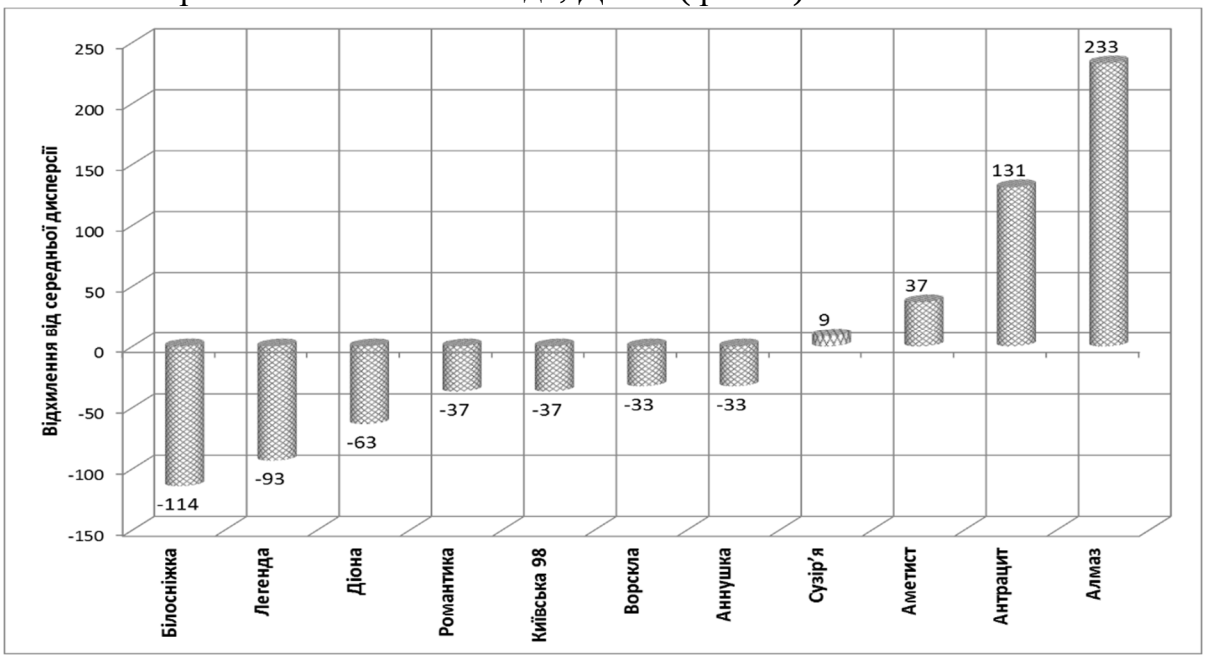


Рис. 1 Ступінь стабільності врожайності сортів сої за показником відхилення від загальної дисперсії в різних екологічних умовах вирощування, 2009–2011 рр.

Неопушені форми сої та їх використання в селекційному процесі. Створено шляхом гібридизації новий вихідний матеріал без опушення (близько 50 ліній). Новостворені селекційні лінії мають широкий спектр кольору насіннєвої оболонки, масу 1000 насінин у межах 110–230 г, різну тривалість вегетаційного періоду та біохімічний склад. Частина цінних ліній у 2005 р. була передана в Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Проведено кількісну оцінку господарських ознак у неопушеної нової лінії Анаконда у порівнянні із материнською формою Кобра та національним стандартом Юг-30 (табл. 1).

Встановлено, що лінія Анаконда за тривалістю вегетаційного періоду, як і стандарт, належить до групи скоростиглих сортів (91–100 діб) і має вищі показники кількості бобів, маси насіння на рослині та урожайності, порівняно із національним стандартом та вихідною формою.

Таблиця 1 – Кількісна оцінка господарських ознак нової лінії сої Анаконда, 2009–2010 рр.

Господарсько-цінна ознака	Рівень вираження ознаки				
	Юг-30, st.		Анаконда	Кобра, вихідна форма	
	показник	± до лінії Анаконда	Неопушена лінія	показник	± до лінії Анаконда
Вегетаційний період, діб	95	-5	100	105	+5
Висота рослини, см	85	+5	80	70	-10
Прикріплення нижнього бобу, см	10	-2	12	8	-4
Кількість бобів на рослині, шт.	40	-15	55	32	-18
Маса насіння з рослини, г	14	-4	18	9	-9
Маса 1000 насіння, г	185	+20	165	170	+5
Урожайність, т/га	2,1	-0,3	2,4	1,0	-1,4

Виявлено, що у насінні лінії сої Анаконда міститься більше білка ніж у сортів-стандартів (Аннушка, Устя, Юг-30), а вміст жиру – вищий ніж у вихідної форми (сорт Кобра) (табл. 2).

Таблиця 2 – Хімічний склад насіння сої, % від абсолютно сухої речовини (2009–2010 рр.)

Сорт, сорт (st.), зразок	Білок	Жир	Клітковина	Зола	Безазотисті екстрактивні речовини
Адамос – сорт	32,38	22,18	6,91	5,96	32,57
Алмаз – сорт	33,61	22,54	7,77	5,97	30,11
Аметист – сорт	30,58	23,31	7,98	6,20	31,93
Анаконда – лінія	36,83	21,25	7,01	5,60	29,31
Аннушка, st.	29,57	24,27	8,42	6,47	31,25
Антрацит – сорт	35,71	25,52	6,92	5,48	26,37
Кобра – вихідна форма	33,78	20,68	8,37	6,34	30,83
Устя, st.	35,63	21,92	8,84	6,15	27,46
Юг-30, st.	32,05	23,12	8,46	6,07	30,30
$НІР_{05}$	0,61	1,13	0,13	0,12	0,37

Вміст лінолевої кислоти в олії новоствореної лінії Анаконда та вихідної форми Кобра (до стандарту Юг-30) середній. Вміст олеїнової кислоти в олії лінії Анаконда та сорту Кобра достовірно вищий, ніж у національних стандартів. Таким чином, новостворена неопушена лінія Анаконда за основними показниками господарської придатності переважала національні стандарти Аннушка, Юг-30 та Устя. Частина новостворених неопушених ліній, перевищували стандарт Юг- 30 за урожайністю насіння на 15–20 %, зеленої маси

– на 20–25 %, були стійкі проти фузаріозу, бактеріозу та осипання – 9 балів, з вегетаційним періодом – 100–120 діб. Лінії (№ 1, № 2, № 3, № 8, № 9, Анаконда) мали показники якості насіння на рівні сортів-стандартів (Устя, Юг-30, Аннушка), а в окремих випадках значно їх перевищували.

Проведено повний агрохімічний аналіз зеленої маси кращих нових ліній без опушення в лабораторії моніторингу якості кормів та сировини ІК та СГП НААН (табл. 3).

Таблиця 3 – Хімічний склад зеленої маси у нових неопушених ліній сої від абсолютно сухої речовини, % (2013–2014 рр.)

Лінія	Походження	Протеїн	Жир	Клітковина	Зола	Безазотисті екстрактивні речовини
№ 1	Аметист×Кобра	12,95	4,12	30,98	8,50	43,45
№ 2	(Юг-30×Fiskeby) × Кобра	13,32	3,19	30,36	8,17	44,96
№ 3	Адамос×Анаконда	14,80	4,67	30,08	7,74	42,70
№ 4	Аквамарин×Анаконда	15,74	2,93	31,03	7,01	43,29
№ 5	Авантюрин×Анаконда	15,57	2,81	32,06	6,90	42,66
№ 6	Александрит×Анаконда	14,83	4,40	31,35	9,04	40,39
№ 7	Аметист×Анаконда	15,22	5,26	29,58	7,17	42,76
№ 8	Анаконда	15,60	2,10	30,59	8,75	42,96
варіювання		12,95–15,74	2,10–5,26	29,58–32,06	6,90–9,04	40,39–44,96
$НІР_{05}$		*0,8*	*1,1*	*0,8*	*0,5*	*2,1*

Вміст протеїну у зеленій масі у всіх ліній був нижче 16 %, з найвищими значеннями (15,22–15,74 %) у ліній № 4, № 5, № 7, № 8. Вміст жиру становив 2,1–5,3 %, з максимальними значеннями (4,67–5,26 %.) у ліній № 3 і № 7. Дуже низький вміст жиру (2,1–2,93 %) відмічено у ліній № 4, № 5 і № 8.

Нові неопушені лінії оцінюються в різних ланках селекційного процесу з метою створення кормових сортів укісного, зернофуражного й овочевого напрямів використання.

Селекційно-генетичні аспекти продуктивності сої

Генетична детермінація елементів структури врожаю сої й комбінаційна здатність компонентів гібридизації. Використовували двотестерний топкрос, який дав змогу оцінити як ЗКЗ-, так і СКЗ-ефекти п’яти досліджуваних сортів: Агат, Романтика, Краса Поділля, Мяо-ян-Доу та Альтаїр, які відрізняються рівнем прояву господарсько-цінних ознак і еколого-географічним походженням. Оцінювання здійснювали за ознаками: «висота рослин», «висота прикріплення

нижнього бобу», «кількість гілок на рослині», «кількість продуктивних вузлів на головному стеблі», «кількість бобів на рослині», «кількість насінин на рослині». Отримано гетерозисні гібридні комбінації, які є вихідним матеріалом для доборів в наступних поколіннях трансгресивних форм. Виділено сорти з високими ефектами ЗКЗ і СКЗ, які можна використовувати для цілеспрямованого добору пар для гібридизації. Встановлено високі ефекти ЗКЗ за ознакою «висота рослин» у сортів Агат, Мяо-ян-доу і тестера Аметист; за ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» – у сорту Альтаїр і тестера Аметист; за ознакою «кількість гілок на рослині» – у сортів Романтика, Мяо-ян-доу і тестера Алмаз; за ознакою «кількість вузлів на головному стеблі» – у сорту Агат; за ознакою «кількість бобів» – у сортів Романтика, Мяо-ян-доу, Альтаїр і тестера Алмаз; за ознакою «кількість насінин на рослині» – у сортів Альтаїр, Романтика і тестера Алмаз. Виявлено, що переважаючими у генетичному контролі ознак «кількість вузлів на головному стеблі» та «висота рослин» були адитивні ефекти генів, а ознак «кількість насінин на рослині», «кількість бобів на рослині», «кількість гілок на рослині», «висота прикріплення нижнього бобу» – неадитивні ефекти взаємодії генів. Виявлена висока диференціююча здатність тестерів Аметист і Алмаз.

Значення кількості насіння на рослині у міжсортових гібридів на фоні двох тестерів показали значну варіабельність ознаки (158–737 шт.) при 95 шт. у сорта-стандарта Юг-30 (табл. 4).

Таблиця 4 – Кількість насіння на рослині у міжсортових топкросних гібридів сої, 2005–2006 рр.

Топкросна гібридна комбінація	Кількість насіння на рослині, шт.	Відхилення			
		від середньої**		від стандарту	
		шт.	%	шт.	%
Агат × Аметист	327	2,6	0,8	231,7*	243,0
Агат × Алмаз	314	-10,4*	-3,2	218,7*	229,4
Романтика × Аметист	392	67,6*	20,8	296,7*	311,2
Романтика × Алмаз	400	75,6*	23,3	304,7*	319,6
Краса Поділля × Аметист	253	-71,1*	-21,9	158,0*	165,7
Краса Поділля × Алмаз	352	27,6*	8,5	256,7*	269,2
Мяо-ян-Доу × Аметист	273	-51,4*	-15,9	177,7*	186,4
Мяо-ян-Доу × Алмаз	267	-57,4*	-17,7	171,7*	180,1
Альтаїр × Аметист	158	-166,4*	-51,3	62,7*	65,7
Альтаїр × Алмаз	737	412,6*	127,2	641,7*	673,1
Юг-30, st	95	-229,1*	-70,6	0	0

Примітка: * Статистично достовірні відхилення на 5 %-му рівні значущості;
** Від середнього значення ознаки всіх комбінацій

Найбільш продуктивною була гібридна комбінація Альтаїр × Алмаз (737 шт.) з відхиленням від середньопопуляційного значення 412,6 шт. (127,2 %). За цією ознакою комбінаційно здатними виявилися сорти Краса Поділля і Мяо-ян- Доу, які мали від'ємно високий ефект ЗКЗ (-44,67* і -77,33*), а також сорт

Агат (-26,83*), проте сорти Альтаїр і Романтика у процесі гібридизації підвищували значення ознаки (ефекти ЗКЗ були +48,67* і 100,17*). У даному досліді сорт Алмаз, який слугував тестером, був комбінаційно здатним (ефект + 66,67*) (табл. 5).

Таблиця 5 – Ефекти ЗКЗ і СКЗ сортів і тестерів сої із ознакою «кількість насіння на рослині»

Сорти	Ефект ЗКЗ сортів	Ефект СКЗ		Константа (Варіанса)	
		тестер 1 Аметист	тестер 2 Алмаз	СКЗ сортів	ЗКЗ сортів
Агат	-26,83*	73,17*	-73,17*	5345,04	713,38
Романтика	48,67*	62,67*	-62,67*	3918,79	2361,79
Краса Поділля	- 44,67*	17,33*	-17,33*	292,13	1988,46
Мяо-ян-Доу	-77,33*	69,67*	-69,67*	4845,13	5973,79
Альтаїр	100,17*	-222,83*	222,83*	49646,38	10026,71
Ефекти ЗКЗ тестерів		-66,67*	66,67*	середні константи	
Константи (варіанси) ЗКЗ тестерів		4442,78	4442,78	СКЗ сортів =12809,5	
Константи (варіанси) СКЗ тестерів		12804,50	12804,5	СКЗ тестерів =12804,5	

Примітка: * Ефекти достовірні на 5 %-му рівні значущості

У ході випробування даного набору з'ясувалося, що внесок взаємодії батьківських компонентів був найвищим і становив 59,7 %, у той час як адитивні ефекти сортів і тестерів були втричі нижчими й майже рівними між собою, відповідно, 19,6 і 20,7 % (рис. 2).

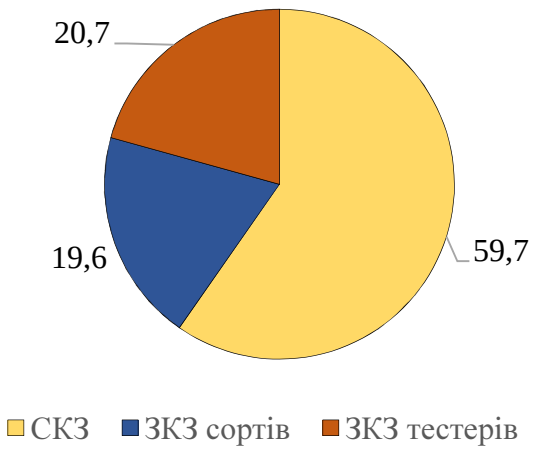


Рис. 2 Структура генотипової мінливості ознаки «кількість насіння на рослині» (2005–2006 рр.), %

Примітка: * СКЗ – специфічна комбінаційна здатність, ЗКЗ – загальна комбінаційна здатність

Рівень господарсько-цінних ознак і кореляції між ними в потомствах гібридних популяцій сої. Визначено кореляційні зв'язки між 16 показниками у гібридних популяціях. Установлено позитивну кореляцію середньої сили висоти рослин з висотою прикріплення нижнього бобу (r =0,37), із кількістю вузлів на рослині (r=0,31), товщини стебла в нижній частині з кількістю вузів на головному стеблі, кількістю вузлів на гілках, кількістю бобів на головному стеблі, кількістю бобів на гілках (r=0,34; r=0,63; r=0,54; r=0,66 відповідно). Виявлено сильну позитивну залежність між товщиною стебла в нижній частині й кількістю бобів на рослині (r =0,74), масою рослини (r =0,80), масою бобів із насінням (r =0,78) і масою насіння на рослині (r =0,78). Кількість гілок на рослині пов'язана сильною

позитивною кореляцією з кількістю вузлів на гілках (r= 0,87), кількістю бобів на гілках (r= 0,80), кількістю бобів на рослині (r= 0,74), масою рослини (r=0,70), масою бобів із насінням (r=0,71) та масою насіння (r=0,72). Відмічено позитивну залежність середньої сили між кількістю вузлів на головному стеблі й кількістю бобів на головному стеблі (r=0,67). Встановлено сильну позитивну залежність кількості вузлів на гілках з кількістю бобів на гілках (r=0,96), кількістю бобів на рослині (r=0,88), масою рослини (r=0,82), масою бобів з насінням (r=0,83) і масою насіння (r=0,83). Кількість бобів на головному стеблі має позитивні коефіцієнти кореляції середньої сили з кількістю бобів на рослині (r=0,61), з масою рослини (r=0,60), з масою бобів з насінням (r=0,61), з масою насіння (r=0,59) та кількістю насіння (r=0,60). Виявлено сильну позитивну кореляцію кількості бобів на гілках з кількістю бобів на рослині r=0,94, з масою рослини (r=0,88), з масою бобів з насінням (r=0,88), з масою насіння (r=0,88) та з кількістю насіння на рослині (r=0,91). Встановлено майже лінійну позитивну залежність кількості бобів на рослині із масою рослин (r=0,95), із масою бобів з насінням (r=0,95), і кількістю насіння на рослині (r=0,97). Маса рослини характеризувалася лінійною позитивною залежністю з масою насіння (r=0,99) і кількістю насіння на рослині (r=0,95), а з масою 1000 насінин коефіцієнт кореляції був середнім (r=0,40). Маса бобів з насінням залежала від маси насіння (r=0,99), кількості насіння на рослині (r=0,95) і мала середньої сили кореляцію з масою 1000 насінин (r=0,40). Маса насіння безпосередньо залежить від його кількості (r=0,95), а з масою 1000 насінин коефіцієнт був середній (r=0,44).

Фенотиповий прояв кількісних ознак у гібридних комбінаціях F_1 сої.

Проведено оцінку домінантності (h_p) у 9-ти гібридних комбінаціях з метою вивчення домінування господарсько-цінних ознак. Показано результати оцінки домінантності шести кількісних ознак у двох кращих гібридних комбінаціях, де за материнською формою був сорт Аметист, а батьківськими – китайський зразок Мяо-ян-Доу та український сорт Краса Поділля (табл. 6).

У комбінації Аметист × Мяо-ян-Доу за всіма досліджуваними ознаками, крім «висоти прикріплення нижнього бобу», спостерігали гетерозисний ефект значення домінантності (h_p) змінювалось в межах 1,39–3,22. За ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» у цій комбінації була виявлена депресія ознаки в гібридів F_1: h_p = -17,25.

У комбінації Аметист × Краса Поділля значення домінантності (h_p) змінювалось від 2,05 до 9,05 за ознаками «висота рослин», «кількість вузлів», «кількість бобів» та «кількість насінин на рослині». За ознаками «висота прикріплення нижнього бобу» і «кількість гілок» тип успадкування був проміжним (h_p відповідно 0,09 та -0,15). За середнього значення в F_1 кількості насінин на рослині (252,7 шт.), у потомстві спостерігали значну мінливість цього показника – від 87 до 425 насінин. За кількістю бобів на рослині амплітуда варіювання також була значною (57–215 шт.), тоді як батьківські компоненти мали невисокі показники – 59,6 шт. (Аметист) і 99,0 шт. (Краса Поділля). Високий ефект гетерозису – характерний для цієї комбінації і за ознакою «кількість вузлів на головному стеблі» (оцінка домінантності h_p = 9,05) з

амплітудою варіювання в межах гібридної популяції від 10 до 23 шт. за середнього значення 16,8.

Таблиця 6 – Значення домінантності (h_p) гібридних комбінацій F_1 на основі материнського сорту Аметист і контрастних за показниками батьківських форм, 2007 р.

Комбінація схрещування	Ознака	Материнська форма, P ♀	Батьківська форма, P ♂	Гібрид F_1	Значення домінантності, h_p	Тип успадкування
Аметист × Мяо-ян-Доу	висота рослин, см	82,9	97,6	101,2	1,50	гетерозис
	висота прикріплення нижнього бобу, см	9,5	9,9	6,3	-17,25	депресія
	кількість гілок на рослині, шт.	3,1	5,2	6,5	2,24	гетерозис
	кількість вузлів на головному стеблі, шт.	13,3	16,8	19,0	2,26	гетерозис
	кількість бобів на рослині, шт.	59,6	131,5	211,3	3,22	гетерозис
	кількість насіння на рослині, шт.	111,4	246,3	272,5	1,39	гетерозис
Аметист × Краса Поділля	висота рослин, см	82,9	66,3	103,9	3,53	гетерозис
	висота прикріплення нижнього бобу, см	9,5	6,0	7,9	0,09	проміжне успадкування
	кількість гілок на рослині, шт.	3,1	8,0	5,2	-0,15	проміжне успадкування
	кількість вузлів на головному стеблі, шт.	13,3	14,0	16,8	9,05	гетерозис
	кількість бобів на рослині, шт.	59,6	99,0	119,6	2,05	гетерозис
	кількість насіння на рослині, шт.	111,4	199,0	252,7	2,23	гетерозис

У гібридів F_1 комбінації Аметист × Романтика характер успадкування складових структури врожаю кваліфікувався як наддомінування, або ж позитивний гетерозис. Значення домінантності h_p змінювалися від 2,13 до 13,17. У вищезгаданій комбінації, а також у комбінації Алмаз × Альтаїр, значення h_p було найвищим і становило 13,17 і 40,32 відповідно.

За схрещування двох сортів, що належать до різних груп стиглості, – Аметист ♀ (ранньостиглий сорт) та Альтаїр ♂ (середньостиглий) гетерозис спостерігали за кількістю насіння (h_p=2,93), кількістю бобів (h_p=1,61), кількістю вузлів на головному стеблі (h_p=29), за висотою рослин (h_p=1,47). Селекційно цінною ознакою батьківської форми цієї комбінації була також «крупність насіння». Ознака «висота прикріплення нижнього бобу» успадковувалася гібридними нащадками за проміжним типом (h_p=-0,02). Для ознаки «кількість гілок» характерним було домінування більш низького показника батьківської форми (h_p=-0,52). За кількістю насіння на рослині спостерігали наддомінування,

хоча материнська і батьківська форми, не відрізнялися великою кількістю насінин (для P♀ 133–183 шт., для P ♂ – 63 шт.). У комбінації Аметист × Соєр 2-95 успадкування за трьома ознаками («кількість вузлів на головному стеблі», «кількість гілок на рослині» та «висота прикріплення нижнього бобу») було за типом домінування кращої батьківської форми (h_p становило, відповідно, 1,0; 0,85 та 0,82). За такими ознаками елементів структури урожаю, як «кількість бобів» і «кількість насіння на рослині», а також за морфо-метричним показником «висота рослин» значення домінантності h_p перевищувало 1, що свідчило про наддомінування, тобто позитивний гетерозис.

У комбінації Красноградська 86 × Альтаїр компоненти мали однакову тривалість вегетаційного періоду (середньостиглі) з раннім цвітінням батьківської (♂) форми. Проте особливістю їхніх гібридних нащадків було те, що вони були скоростиглими. За елементами структури урожаю та висотою рослин спостерігався гетерозис, але за різним рівнем його прояву (h_p змінювалось від 1,88 до 6,33). Ознаки «висота прикріплення нижнього бобу» та «кількість гілок» успадковувались за типом позитивного домінування (h_p відповідно 0,74 та 1,0).

У комбінації Алмаз × Соєр 2-95 спостерігали широкий спектр типів успадкування: гетерозис був характерним для ознак «висота рослин» (h_p=3,86), «кількість бобів» (h_p=3,95) і «кількість насіння на рослині» (h_p=8,38). Успадкування «кількості вузлів» і «кількості гілок» проходило за типом позитивного домінування, а «висоти прикріплення нижнього бобу» – за проміжним типом (h_p=0,06). Встановлено, що у комбінації Аметист × Агат мало місце позитивне домінування ознак «кількість гілок» і «кількість вузлів» (h_p відповідно 0,55 та 1,0), наддомінування і проміжний тип – для інших досліджуваних ознак. Тобто, у гібридних нащадків Алмаз × Соєр 2-95 та Аметист × Агат за всіма ознаками тип успадкування співпадав, хоча компоненти схрещування були різними. Аналіз частки гетерозисних комбінацій від схрещування сортів із різними морфометричними і господарсько-цінними показниками і рівнем сортових ознак надано на рис. 3.

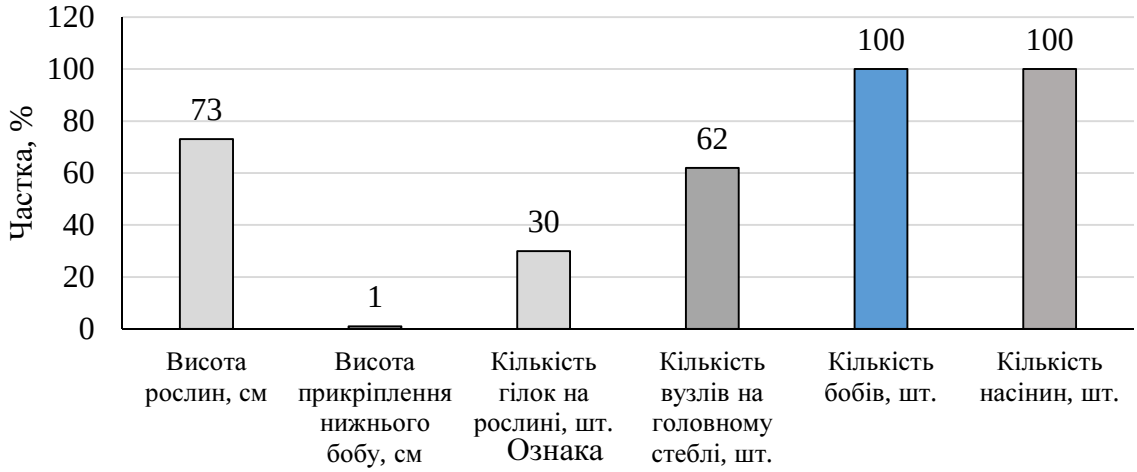


Рис. 3 Частка гетерозисних комбінацій у гібридів F_1 від схрещування різних за походженням і рівнем ознак сортів, 2007 р.

Так, наддомінування у 100 % випадків було характерним для таких елементів структури урожаю, як кількість бобів і кількість насіння на рослині. Найменша кількість гетерозисних комбінацій притаманна для ознаки «кількість

гілок» (33,3 %). За ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» гібридного потомства, яке б успадковувало її за типом наддомінування, нами не виявлено. В усіх комбінацій за ознаками «кількість бобів» і «кількість насіння на рослині» відмічено позитивний гетерозис.

Мінливість кількісних ознак сої в потомствах схрещувань F_2 та F_3. Виявлено, що у F_2 і F_3 середньомінливими ознаками були: «висота рослин» (V=17,2–21,9 %), «кількість вузлів на головному стеблі» (V=17,2–17,5 %) та «маса 1000 насінин» (V=11,7–16,4 %) (табл. 7).

Таблиця 7 – Мінливість ознак рослин гібридів сої F_2 і F_3 за показниками дистрибутивної статистики, 2008–2009 рр.

Ознака	Середня арифметична	Мінімум	Максимум	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації	Коефіцієнт асиметрії	Ексцес
Ознака гібридів F_2 (обсяг вибірки N = 107)								
Висота рослини, см	90,3	60,0	143	391	19,8	21,9	0,63	-0,28
Висота прикріплення нижнього бобу, см	8,1	1,0	22,0	14,1	3,76	46,7	1,51	3,06
Кількість гілок на рослині, шт.	3,6	0,0	9,0	3,3	1,81	50,0	0,74	0,48
Кількість вузлів на головному стеблі, шт.	11,8	7,0	18,0	4,3	2,07	17,5	0,72	1,00
Кількість вузлів на гілках, шт.	14,9	0,0	42,0	92,2	9,60	64,4	0,91	0,10
Кількість бобів на рослині, шт.	74,8	11,0	150	803	28,3	37,9	0,72	0,07
Кількість насіння на рослині, шт.	151	65,0	295	2729	52,2	34,6	0,73	0,18
Маса насіння на рослині, г	26,8	10,0	64,0	93,8	9,69	36,1	1,01	1,31
Маса 1000 насінин, г	178	123	238	431	20,8	11,7	0,20	0,55
Ознака гібридів F_3 (обсяг вибірки N = 1153)								
Висота рослини, см	87,6	49,0	132	228	15,1	17,2	0,21	-0,14
Висота прикріплення нижнього бобу, см	10,5	1,00	36,0	28,4	5,33	50,8	1,41	2,94
Кількість гілок на рослині, шт.	2,68	0,00	11,0	3,12	1,77	66,0	0,91	1,06
Кількість вузлів на головному стеблі, шт.	12,0	6,00	20,0	4,29	2,07	17,2	0,11	-0,06
Кількість вузлів на гілках, шт.	13,9	0,00	65,0	99,1	9,95	71,5	1,09	1,49
Кількість бобів на рослині, шт.	61,5	16,0	209	718	26,8	43,6	1,23	2,26
Кількість насіння на рослині, шт.	128	36,0	384	2985	54,6	42,8	0,98	1,06
Маса насіння на рослині, г	19,7	5,00	64,0	90,1	9,49	48,2	1,08	1,23
Маса 1000 насінин, г	153	89,3	323	625	25,0	16,4	1,03	2,86

Найбільшу варіабельність спостерігали за ознаками «кількість вузлів на гілках» (V=64,4–71,5 %) і «кількість гілок на рослині» (V=50,0–66,0 %).

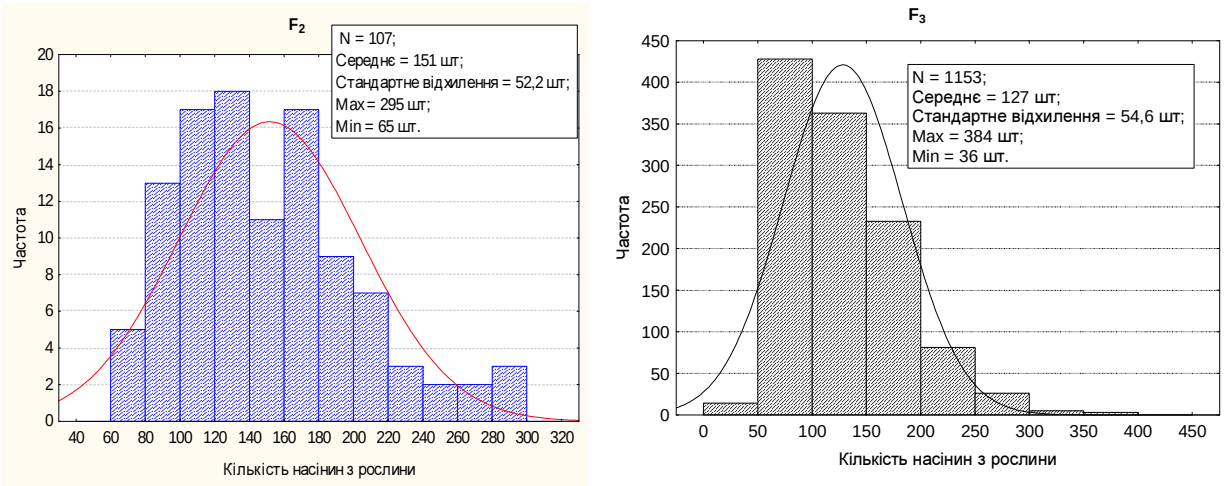
Дещо нижчий коефіцієнт варіації характеризував мінливість рослин за кількістю бобів на рослині (V=37,9–43,6 %) та за кількістю насіння на рослині – (V=36,1–48,2 %).

Визначено основні параметри кількісної мінливості морфо-біологічних ознак сої гібридів F_2 та F_3, а також відповідність теоретичного й емпіричного розподілу значень кожної з досліджуваних ознак.

Так, середня висота рослин гібридів сої другого покоління становила 90,3 см, а гібридів третього покоління – 87,6 см. Зниження висоти рослин сої в F_3 по відношенню до F_2 було незначним, у відсотковому відношенні воно становило 3 %, тобто F_3 – 97 % до показника F_2. У гібридних рослин сої F_3 спостерігали достовірне (на 2,4 см) підвищення висоти прикріплення нижнього бобу, порівняно з F_2 (відповідно, 8,1 і 10,5 см).

Максимальне значення висоти прикріплення нижнього бобу у рослин сої в F_2 становило 22 см, а в F_3 – 36 см. Високий коефіцієнт варіації (V=50,0–50,8) свідчить про значну індивідуальну мінливість цієї ознаки. Кількість гілок на рослинах сої гібридів F_3 була меншою, ніж у гібридів F_2 (2,7 та 3,6 шт. відповідно). У відсотковому відношенні F_3 щодо F_2 це становило 74 %. Максимальну кількість гілок (11 шт.) мали рослини сої у поколінні F_3. Середнє значення кількості вузлів на головному стеблі практично не змінювалося й становило 11,8 шт. у гібридних рослин сої F_2 і 12,0 шт. у гібридних рослин F_3. Кількість вузлів на гілках у рослин покоління F_3 порівняно з F_2 зменшилася на одиницю.

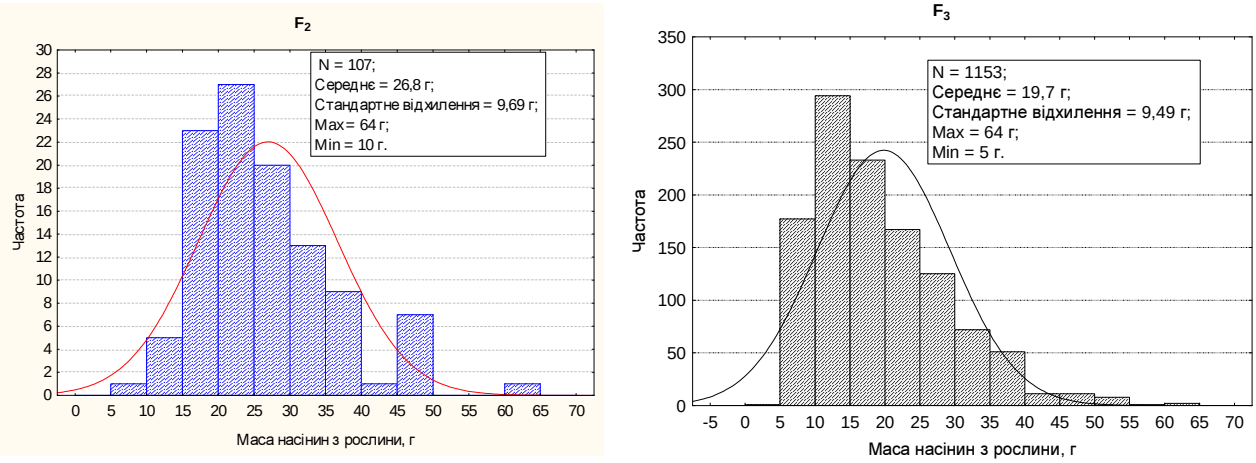
У гібридних рослин сої F_3 спостерігали зниження значень кількості бобів і кількості насінин на рослині, порівняно з гібридними рослинами F_2.. Так, у гібридів сої F_2 спостерігали низьку частоту класу 140–160 шт. насінин на рослині (рис. 4). У цьому ж поколінні зустрічалися рослини сої з високим значенням цього показника (понад 300 шт.). У гібридів сої F_3 максимальна кількість насіння на рослині була 384 шт.



а) б)

Рис. 4 Теоретичний і емпіричний розподіли значень ознаки «кількість насіння на рослині» в поколіннях сої F_2 (а) і F_3 (б), 2008–2009 рр.

Середня маса насіння на рослині у гібридів сої F_2 становила 26,8 г., а у гібридів сої F_3 – 19,7 г. (рис. 5), тобто зниження показника становило 26,4 %, що можна пояснити нормою реакції рослин й особливостями умов вегетаційного періоду.



а) б)

Рис. 5 Теоретичний та емпіричний розподіли ознаки «маса насіння на рослині» у поколіннях сої F_2 (а) і F_3 (б), 2008–2009 рр.

У F_3 відмічено високий коефіцієнт варіації цієї ознаки (V=48,2 %). Коефіцієнт асиметрії свідчив про зміщення варіаційного ряду у бік підвищення, як у F_2, так і в F_3. Коефіцієнт ексцесу в F_2 і F_3 практично не змінився і становив відповідно 1,31 і 1,23.

Трансгресія господарсько-цінних ознак у потомствах міжсортових гібридів сої. Розрахунок ступеня і частоти трансгресій у гібридних популяціях сої F_2–F_4 показав, що вони змінювалися залежно від гібридної комбінації і покоління. Виявлено найбільшу частоту трансгресивних форм і найвищий ступінь трасгресій у F_4: за висотою рослин – у комбінації Аметист × Краса Поділля (56,6; 21,6); за висотою прикріплення нижнього бобу – у комбінації Аметист × Агат (95,2; 61,4); за ознакою «кількість гілок на рослині» – у комбінації Аметист × Агат (33,3; 42,0); за ознакою «кількість вузлів на головному стеблі» у комбінації Аметист × Мяо-ян-Доу (18,9; 12,7); за ознакою «кількість вузлів на гілках» – у комбінації Аметист × Романтика (50,0; 35,9).

На рис. 6 відображена частота трансгресій у гібридних популяціях, що розщеплюються за ознакою «кількість бобів», «кількість насінин на рослині», «маса насіння на рослині».

У потомствах трьох гібридних комбінацій спостерігали різке зниження частоти трансгресій у F_3 порівняно з F_2, а далі – її підвищення в F_4. Ця тенденція була характерна для потомств гібридів Аметист × Альтаїр, Аметист × Романтика та Аметист × Мяо-ян-Доу. В останній комбінації за ознаками «кількість бобів» та «кількість насінин на рослині» частота трансгресій у другому поколінні становила, відповідно, 38,1 та 42,9 %, залишаючись найвищими у наборі зразків, що досліджувались. За цими ж ознаками у гібридних потомствах комбінації Аметист × Романтика частота трансгресій у поколінні F_4 виявилася вищою, ніж у поколіннях F_2 –F_3. За кількістю бобів цей показник у потомстві гібридної комбінації Аметист × Агат залежно від покоління майже не змінювався (12,0–14,3 %).

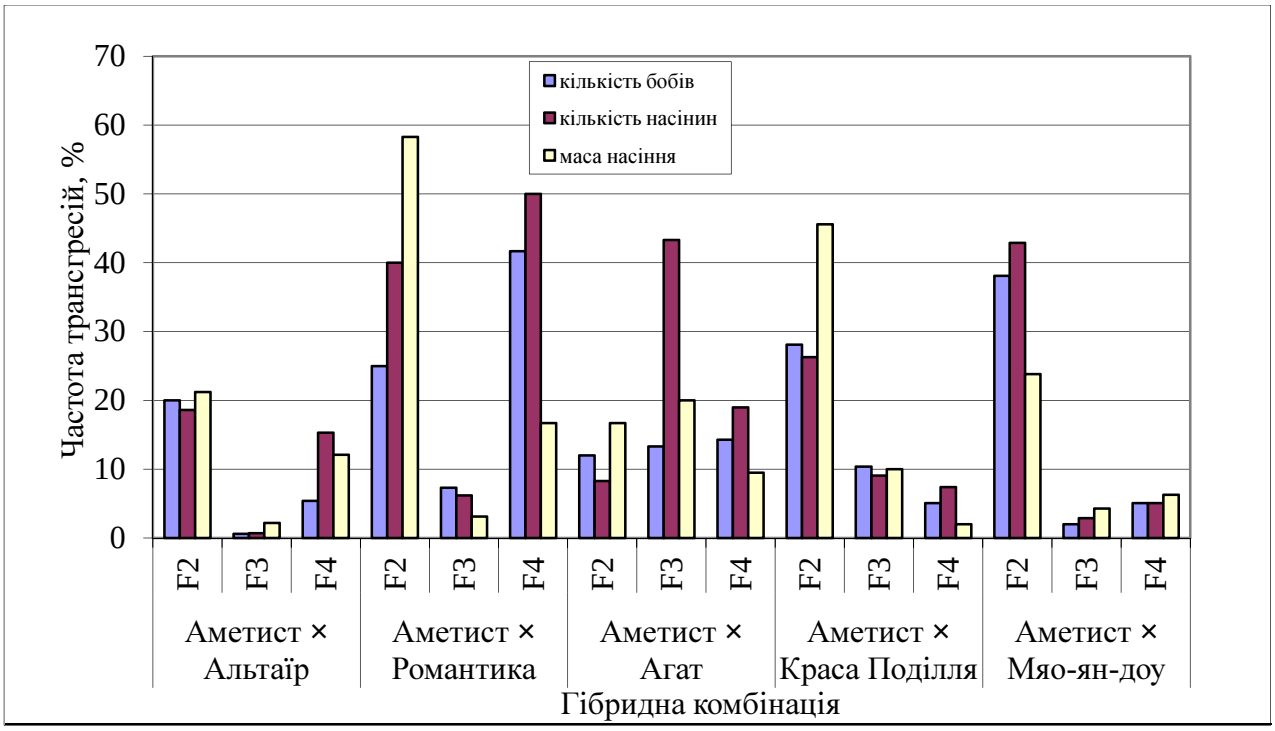


Рис. 6 Частота трансгресивних форм у гібридних комбінацій поколінь F_2–F_4, 2008–2010 рр.

Ця ж комбінація характерна тим, що в її потомстві у другому поколінні за ознакою «маса насіння на рослині» спостерігали найвищу кількість виділених трансгресивних форм (58,3 %). Дещо нижча частота трансгресії в F_2 була характерна для цієї ж ознаки і для потомства гібрида Аметист × Романтика (45,6 %).

За частотою виділення трансгресивних форм за елементами продуктивності залежно від покоління потомство комбінації Аметист × Краса Поділля переважає інші досліджувані комбінації, оскільки цей показник із кожним наступним поколінням знижувався. У комбінації Аметист × Агат за ознакою «кількість насінин на рослині» у гібридній популяції F_3 спостерігали різке збільшення частоти трансгресій порівняно з F_2 (43,3 проти 8,3 %), що було винятком у порівнянні з динамікою цього показника у всіх інших досліджуваних комбінацій.

Кращою комбінацією за комплексом ознак визнано Аметист × Агат, у якої за двома ознаками («кількість бобів» і «кількість насінин на рослині») спостерігалося підвищення ступеня трансгресії, відповідно, з 1,9 до 42,5 і з 5,6 до 51,1 %. За масою насіння ступінь трансгресії у гібридних поколіннях F_3 та F_4 був найвищим серед усіх гібридних поколінь інших комбінацій і становив, відповідно, 45,8 % та 27,1 %.

Характеристика сортів та перспективних ліній сої, їх продуктивність та якість насіння. Створено 11 високопродуктивних сортів сої, які зареєстровані в Україні (табл. 8).

Таблиця 8 – Сорти сої, що занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, 1998–2015 рр.

№ заявки	Сорт	Рік реєстрації	Авторське свідоцтво	Зона вирощу-вання*	Група стиглості	Напрям викорис-тання
749399	Аметист	1998	А. с. № 679	СЛ	рс	зерновий
94018017	Агат	2000	А. с. № 1004	СЛ	ср	зерновий
97018003	Артеміда	2001	А. с. № 1326	С	ср	зерновий
04018013	Алмаз	2007	А. с. № 07020	Л	рс	зерновий
06018012	Вінні	2010	А. с. № 10127	СЛ	ср	зерновий
06018013	Вежа	2010	А. с. № 10126	С	ср	зерновий
08018003	Антрацит	2011	А. с. № 110612	С	рс	зерновий
09018008	Александрит	2013	А. с. № 130239	СЛП	рс	зерновий
09018009	Адамос	2013	А. с. № 130240	СП	рс	зерновий
12018006	Авантюрин	2015	А. с. № 150897	Л	рс	зерновий
12018007	Аквамарин	2015	А. с. № 150898	ЛП	рс	зерновий

Примітка : *Зона вирощування: С – Степ, Л – Лісостеп, П – Полісся;
група стиглості: ср – середньорання, рс – ранньостигла

Ці сорти мають тривалість вегетаційного періоду 85–120 діб:

– ранньостиглі: Аметист, Алмаз, Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин, Аквамарин;

– середньоранні: Агат, Артеміда, Вінні, Вежа.

Сорти Аметист, Агат, Вінні рекомендовані для вирощування в Степу і Лісостепу України; Артеміда, Вежа, Антрацит – для Степу; Алмаз і Авантюрин – для Лісостепу; Александрит – для Степу, Лісостепу і Полісся; Адамос – для Степу і Полісся, Аквамарин – для Лісостепу і Полісся.

Надана коротка морфо-біологічна характеристика та показники сільськогосподарської придатності створених нами сортів сої.

За показниками якості насіння створені сорти та лінії сої мали середній вміст білка (36–37 %) і підвищений вміст жиру (21–26 %). Високий вміст жиру за роки досліджень мали сорти Юг-30, Алмаз, Агат та перспективні лінії № 15 (Юг- 30 × Білосніжка), № 22 ((Bravalla × Білосніжка) × Альтаїр), № 23 ((Бєльцька × Fiskeby) × Альтаїр).

Встановлено, що співвідношення жирних кислот найбільш наближене до ідеального у нового високоолійного сорту сої Алмаз і селекційних ліній № 15, № 22, № 23, у яких вміст олеїнової кислоти найвищий (32,9–35,0 %), а ліноленової – найменший (4,4–4,6 %) (табл. 9).

Доведено, що кращі 6 новостворених ліній сої відрізнялися комплексом господарсько-цінних ознак й відмінністю окремих показників.

Надано показники сільськогосподарської придатності кращих новостворених ліній сої (табл. 10).

Урожайність насіння у ліній становила 2,68–2,92 т/га з достовірним перевищенням стандарту (сорт Аметист). Максимальну врожайність формували лінії сої № 2, № 3 та № 4 відповідно 2,92 т/га, 2,89 т/га, 2,86 т/га.

Таблиця 9 – Жирнокислотний склад олії в насінні перспективних ліній та сортів сої (2002–2005 рр.), %

Сорт, лінія	Насичені жирні кислоти в олії		Ненасичені жирні кислоти в олії				Співвідношення лінолева: ліноленова
	пальмітинова С16:0	стеаринова С18:0	пальміто-олеїнова С16:1	олеїнова С18:1	лінолева С18:2	ліноленова С18:3	
Аметист	13,4	6,1	1,7	28,5	43,6	6,7	6,5:1
Агат	12,7	4,4	2,1	24,8	49,8	6,2	8,0:1
Артеміда	14,9	5,4	1,8	23,5	47,4	7,0	6,8:1
Київська 27	12,6	4,3	1,6	23,6	51,1	6,8	7,5:1
Юг - 30	14,9	5,3	2,2	28,8	43,2	5,6	7,7:1
Романтика	14,3	5,4	1,8	26,8	44,9	6,8	6,6:1
Устя	12,6	4,9	2,1	26,6	47,8	6,0	8,0:1
Алмаз	14,2	5,3	2,3	32,9	40,7	4,6	8,8:1
Альтаїр	13,1	5,0	1,7	24,2	49,5	6,5	7,6:1
Іванка	13,1	4,2	2,1	24,7	49,6	6,3	7,9:1
Мрія	13,8	5,2	1,8	25,4	46,9	6,9	6,8:1
Аркадія одеська	13,2	4,9	2,0	22,6	50,2	7,1	7,1:1
Лінія № 15	13,9	5,6	2,2	34,8	39,0	4,5	8,7:1
Лінія № 22	13,0	5,3	1,5	35,0	40,6	4,6	8,8:1
Лінія № 23	13,6	5,5	1,9	33,4	42,2	4,4	9,6:1

Таблиця 10 – Показники сільськогосподарської придатності перспективних ліній, 2014–2016 рр.

Лінії	Походження лінії	Показники сільськогосподарської придатності						
		Урожайність, т/га	Вегетаційний період, діб	Стійкість до вилягання, бал	Стійкість до осипання, бал	Стійкість до посухи, бал	Вміст в насінні, %	
							білка	жиру
№ 1	Аметист × Агат	2,74	105	9	9	9	42,46	19,40
№ 2	Аметист × Краса Поділля	2,92	102	9	9	9	42,41	20,31
№ 3	Аметист × Краса Поділля	2,89	95	9	9	9	41,25	20,39
№ 4	Аметист × Мяо-Ян-Доу	2,86	95	9	9	9	36,32	20,89
№ 5	Аметист × Краса Поділля	2,75	104	9	9	9	41,08	20,04
№ 6	Аметист × Краса Поділля	2,68	100	9	9	9	40,14	21,61
	Аметист (st.)	2,48	98	9	9	9	35,27	21,67
НІР $_{05}$		0,18	2,6	-	-	-	2,8	1,5

Усі лінії відрізнялись високою стійкістю до посухи, вилягання, розтріскування бобів (9 балів). Встановлено, що нові лінії мали більший вміст білка в насінні (36,32–42,46 %) порівняно з сортом-стандартом Аметист (35,27 %).

Модель сорту сої для умов Лісостепу України

Модель дуже скоростиглих сортів сої. Показано, що ознака «висота рослин» дуже скоростиглих сортів сої становила 70,5–78,4 см, а варіабельність ознаки – на рівні середнього рівня варіації (13,0–16,6); «висота прикріплення нижнього бобу» змінювалася від 10,5 до 12,9 см, а варіація ознаки у сорту сої Аквамарин значна (18,4), у сорту Аннушка – велика (26,1).

Показник «кількість гілок на рослині», в середньому для досліджуваних сортів, становив 2 шт. / рослину, однак відсутність варіабельності ознаки спостерігалася лише у сорту сої Аквамарин (2,0); параметри показника «кількість вузлів на рослині» були на рівні 11,9–13,0 шт. за слабкого та помірного рівнів варіації (3,0–9,5).

Встановлено, що в середньому по досліду рослини сої формували 60,1–73,6 шт. бобів за значної варіабельності у сортів Авантюрин та Аквамарин (16,3; 19,4 відповідно) і великої – у сорту Аннушка (32,4).

На рослинах формувалося від 103,0 до 137,0 шт. насінин за значної (22,2) у сорта Авантюрин та великої (23,8) – у сорту Аннушка варіабельності досліджуваного показника. Варіабельність маси насіння на рослині була в усіх сортів значною, за середніх значень показника на рівні 14,5–23,5 г. Варіабельність показників маси 1000 насінин була слабкою й помірною для всіх досліджуваних сортів сої. Проведено кореляційний аналіз за показниками: кількість гілок, кількість вузлів на рослині, кількість бобів на рослині, кількість насіння на рослині, висота прикріплення нижнього бобу, висота рослини, маса 1000 насінин.

За результатами проведених розрахунків, побудовані моделі прояву ознак продуктивності досліджуваних сортів Авантюрин, Аквамарин, Аннушка. Узагальнено отримані дані й отримано загальногрупові особливості реалізації біологічного потенціалу дуже скоростиглими сортами.

Встановлено, що загальна кількість гілок слабко й негативно корелює з висотою рослин і кількістю вузлів головного стебла. Висота рослин помірно впливає на кількість вузлів на рослині ($r = 0,26$) і висоту прикріплення нижнього бобу ($r = 0,49$). Кількість вузлів на головному стеблі слабо корелювала з кількістю бобів. Виявлено, що кількість бобів на рослині впливає на кількість насіння на рослині; ці ознаки мають тісний позитивний зв’язок ($r = 0,64$). Кількість насінин на рослині позитивно й тісно корелює з масою насіння на рослині ($r = 0,94$).

Використовували біологічні параметри дуже скоростиглих рослин сої та аналізували погодні умови вегетаційних періодів відповідно до тривалості фенологічних фаз росту й розвитку сої в онтогенезі для побудови моделі. На рис. 7 зображено модель продуктивності дуже скоростиглих сортів сої під впливом погодних умов.

Етапи органогенезу:

I-III - диференціація стебла, закладання конуса, наростання конуса 2-го порядку.

III, IV - диференціація суцвіть.

IV, V - диференціація квіток.

VI-IX - утворення пилку, зав'язі, цвітіння, запліднення.

X-XII - формування і дозрівання насіння.

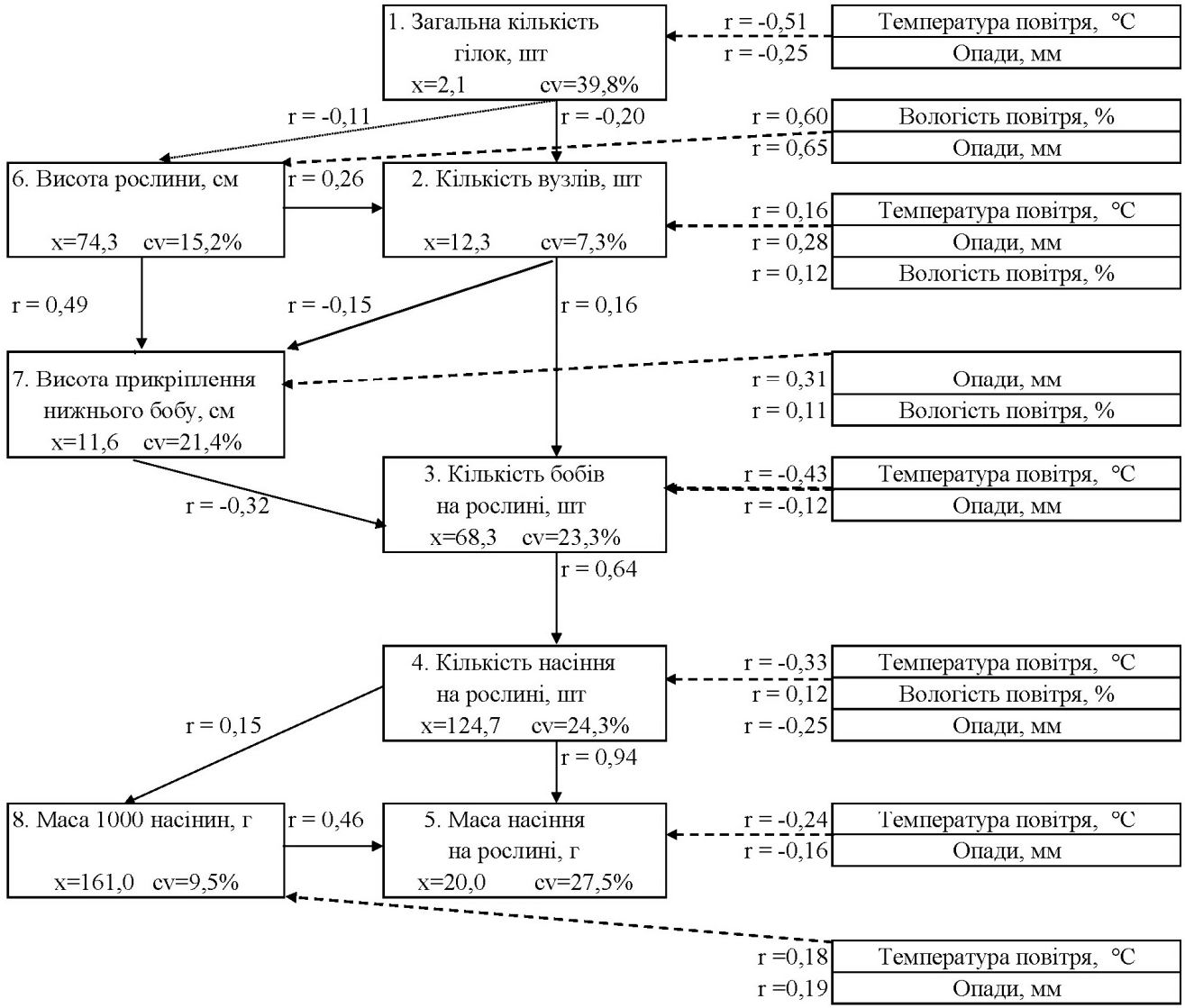


Рис. 7 – Модель продуктивності дуже скоростиглих сортів сої під впливом погодних умов, 2007–2013 р.

Подано лише достовірні коефіцієнти кореляції. Не зазначені коефіцієнти менше r = 0,10, які свідчили про досить слабкий або ж майже повністю відсутній зв'язок. Доведено, що загальна кількість гілок від'ємно корелює з температурою повітря (r = -0,51) і кількістю опадів (r = -0,25). Висота рослин визначається впливом кількості опадів та вологістю повітря, до того ж обидві ознаки тісно пов'язані між собою (r = 0,60, r = 0,65 відповідно). Установлено слабку позитивну залежність кількості вузлів на рослині від температури повітря, кількості опадів та вологості повітря. Виявлено, що висота прикріплення нижнього бобу помірно позитивно корелює з кількістю опадів (r = 0,31) і слабко – з вологістю повітря.

Досліджено від'ємну залежність середньої сили між кількістю бобів та температурою повітря (r = -0,43) та слабку – з кількістю опадів. Від'ємну кореляцію між температурою повітря та кількістю бобів на рослині можна охарактеризувати як помірну (r = -0,43), а з кількістю опадів цей показник має слабкий зв'язок оберненої сили.

Кількість насіння на рослині від'ємно корелює з температурою повітря (r = -0,33) та опадами (r = -0,25). Такий зв'язок може бути охарактеризований як помірний та слабкий, відповідно. Водночас цей показник позитивно корелює з вологістю повітря за слабкого рівня зв'язку.

Установлено, що на формування маси 1000 насінин позитивно впливає температура повітря (r = 0,18) та кількість опадів (r = 0,19), однак тіснота зв'язку на рівні слабкого не дає підстав розглядати ці фактори, як головні, у формуванні даної ознаки. Досліджено, що на головну ознаку продуктивності дуже скоростиглих сортів сої – «маса насіння на рослині» – слабкий вплив мають такі кліматичні фактори як температура повітря та кількість опадів.

Модель ранньостиглих сортів сої. Визначали показники кількісних ознак ранньостиглих сортів сої Алмаз, Антрацит, Адамос, Александрит, Київська 98, Юг-30, залучених у моделювання та рівень їх варіювання. Висота ранньостиглих сортів сої становила 66,9–82,8 см, за середнього рівня варіювання (10,4–13,7). Тільки рослинам сорту Алмаз був притаманний значний рівень варіювання ознаки (18,4).

«Висота прикріплення нижнього бобу» змінювалася від 10,0 до 11,8 см, а показники варіабельності були такими ж як у висоти рослин. «Кількість гілок» у ранньостиглих сортів сої змінювалася від 1,8 до 2,9 шт., однак ця ознака характеризувалася значним рівнем варіації (21,4–40,4) лише у сорту сої Адамос відхилення параметрів показника було на рівні середнього (16,8).

Ознака «кількість вузлів на рослині» змінювалася в межах від 11,3 до 13,3 шт., а найнижча варіабельність ознаки була у сортів сої Алмаз та Антрацит (4,5; 4,9 відповідно), середній рівень варіабельності – у сорту сої Київська 98 (10,5).

Ознака «кількість бобів на рослині» змінювалася з 57,4 до 75,5 шт., мінімальне варіювання її було у сортів сої Адамос (12,5) та Александрит (13,9), а сорти Київська 98 та Юг-30 мали високий рівень варіабельності показника (23,5; 26,3).

Встановлено, що, в середньому, на рослинах сої формувалося 113,5–138,1 шт. насінин, а максимально ознака варіювала у сорта Юг-30 (28,1). Її варіабельність у сортів Адамос та Київська 98 була середньою (15,5; 14,1 відповідно), а у сортів Алмаз, Антрацит та Александрит – значною (17,7; 19,2; 18,5 відповідно).

Мінливість ознаки «маса насіння на рослині» становила з 19,6 до 26,9 г, за значного рівня варіабельності (16,0–18,1) і лише у сорта Київська 98 цей показник був дещо нижчим (12,0). Маса 1000 насінин варіювала слабко та помірно в усіх сортів (3,4–8,2) окрім Юг-30, у якого відмічено середній рівень варіабельності (13,1).

Проведено кореляційний аналіз за показниками: кількість гілок, кількість вузлів на рослині, кількість бобів на рослині, кількість насіння на рослині, висота прикріплення нижнього бобу, висота рослини, маса 1000 насінин. За результатами зроблених розрахунків, побудовані індивідуальні математичні моделі досліджуваних нами ранньостиглих сортів Алмаз, Антрацит, Адамос, Александрит, Київська 98, Юг-30 (рис. 8).

Узагальнено отримані дані й одержано загальногрупові особливості реалізації біологічного потенціалу ранньостиглими сортами.

Встановлено позитивну кореляцію середньої сили (r = 0,35) загальної кількості гілок з кількістю вузлів головного стебла. Виявлено позитивний звязок висоти рослин: сильний – з кількістю вузлів (r = 0,76) і середній – з висотою прикріплення нижнього бобу (r = 0,35). Відмічено позитивну залежність середньої сили кількості вузлів з кількістю бобів (r = 0,43) і висотою прикріплення нижнього бобу (r = 0,42).

Доведено сильну позитивну кореляцію між висотою прикріплення нижнього бобу та кількістю бобів на рослині (r = 0,99).

Встановлено сильний позитивний зв’язок кількості насінин на рослині з кількістю бобів (r = 0,96) і з масою насіння на рослині (r = 0,79). З масою 1000 насінин ця ознака пов’язана середньою кореляцією оберненої сили (r = -0,34). Відмічено позитивну кореляцію середньої сили між масою 1000 насінин і масою насіння на рослині (r = 0,32).

Визначено тісноту впливу погодних умов на показники структури врожаю ранньостиглих сортів сої (рис. 8). Встановлено помірну від’ємну залежність кількості гілок від температури повітря (r = -0,33). На висоту рослин впливає кількість опадів та вологість повітря, до того ж обидві ознаки мають помірну тісноту кореляційного зв’язку (r = 0,47; r = 0,50 відповідно). Відмічено, що кількість вузлів на рослинах сої позитивно корелює з кількістю опадів, а кореляційний зв’язок між цими показниками перебуває на рівні слабкої залежності (r = 0,10).

Результати оцінювання рівня зв’язку погодних умов із параметрами висоти прикріплення нижнього бобу у ранньостиглих сортів сої показують, що існує слабка позитивна кореляційна залежність між кількістю опадів та вологістю повітря і помірна від’ємна – між температурою повітря (r = - 0,36). Установлено, що кількість бобів від’ємно та помірно корелює з температурою повітря (r = -0,47).

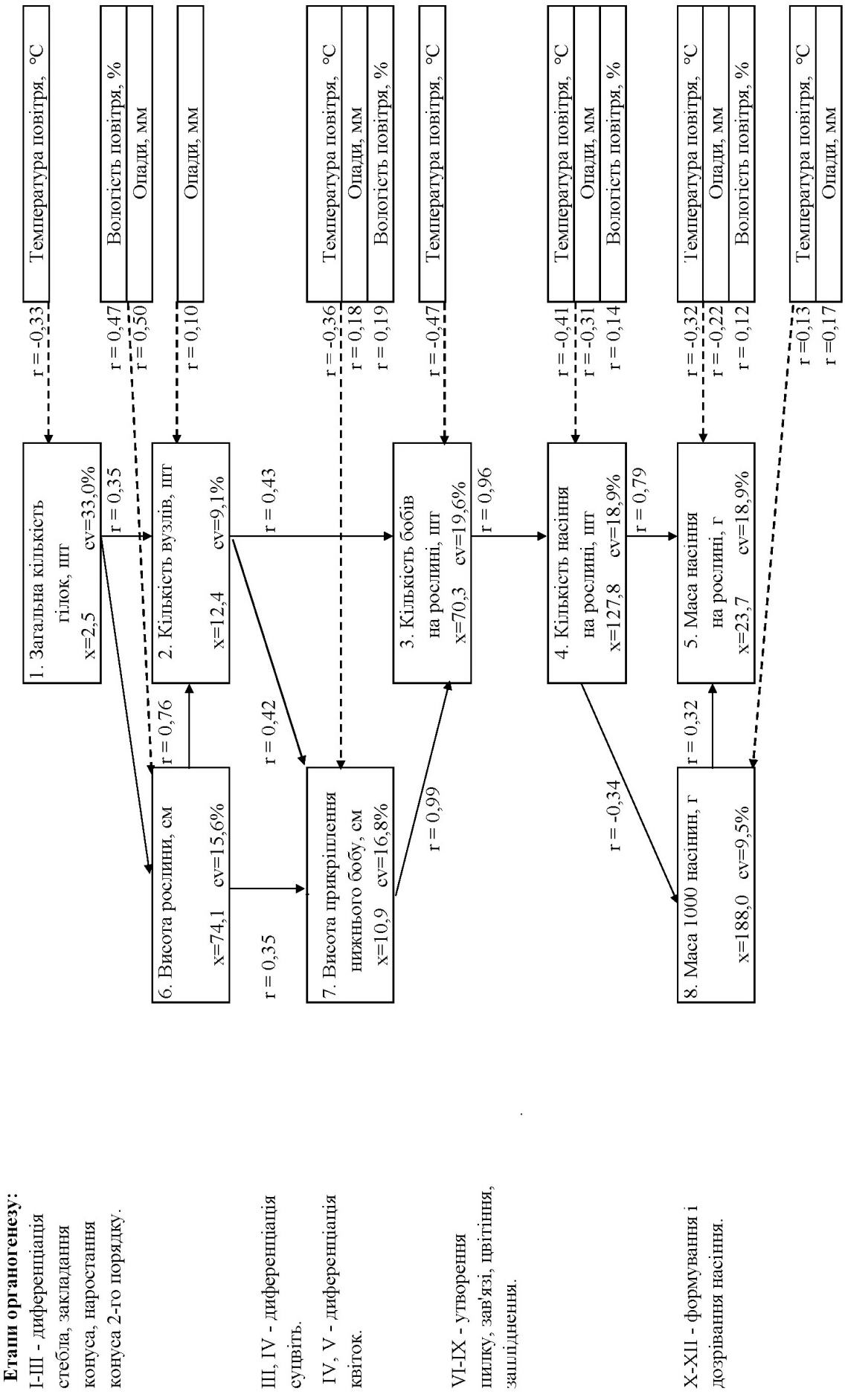


Рис. 8 – Модель продуктивності фенотипу ранньостиглих сортів сої під впливом погодних умов, 2007–2013 рр.

Кількість насіння на рослині має помірний зв'язок оберненої сили з температурою повітря (r = -0,41) та кількістю опадів (r = -0,31). А з вологістю повітря цей показник має позитивну кореляцію за слабкого рівня зв'язку (r = 0,14).

На формування маси 1000 насінин позитивно впливає температура повітря та кількість опадів, однак тіснота зв'язку на рівні слабкої кореляційної залежності унеможливлює розглядати ці фактори, як визначальні, у формуванні даної ознаки.

Виявлено, що на головну ознаку продуктивності ранньостиглих сортів сої – «масу насіння на рослині» впливає температура повітря (r =-0,32) та кількість опадів (r =-0,22), а вологість повітря має слабкий вплив. Як і у випадку з кількістю насіння на рослині, ці погодні фактори від'ємно корелюють, й лише вологість повітря має прямий тип зв'язку.

Взаємодія новостворених сортів сої із біопрепаратами комплексної дії та їх вплив на урожайність і посівні якості насіння. Використовували біопрепарати для передпосівної обробки насіння сої: Ризобофіт (бактерії штаму М-8), Фосфоентерин (бактерії штаму ФМБ 32-3), Біополіцид (біозахист від хвороб), Флавобактерин (біостимуляція та асоціативна азотфіксація), які внесені до Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.

Виявлено, що сорти сої специфічно реагували на біокомплекси в різні роки досліджень. За усередненими даними п'ятирічних досліджень встановлено, що такі фактори, як «рік», «сорт», «біопрепарат», а також їх взаємодії неоднаково впливали на показники урожайності. Доведено, що найбільше на мінливість урожайності впливали умови року і взаємодія факторів «сорт» і «рік» – відповідно 61,2 і 33,7 %. Фактор «сорт» був менш впливовим чинником (2,7 %). Всі інші взаємодії факторів, хоча і були суттєвими, все ж менше впливали на урожайність. Реакція сортів на погодні умови в найбільшій мірі визначає варіабельність урожайності сої. Максимальна середня урожайність отримана у 2007 р. – 2,47 т/га, а мінімальна – у 2008 р. (1,32 т/га).

Виявлено, що всі варіанти біокомплексів впливали на підвищення продуктивності рослин сої. На рис. 9 представлені дані урожайності сортів сої (2006–2010 рр.) за передпосівної обробки насіння біокомпексами. Максимальну врожайність відмічено у сортів сої за варіанту А+Б+В, який містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид: Аметист – 1,89 т/га, Агат – 1,86 т/га, Алмаз – 1,66 т/га.

Важливе значення у виробництві має вихід кондиційного насіння. Показано, що найбільшим він був у сортів Алмаз і Аметист за обробки біокомплексом А+Б+В – 1,53 та 1,73 т/га, відповідно.

У сорту Агат цей показник найвищим був за допосівної обробки насіння біокомплексом А+Б+Г, до складу якого входили Ризобофіт, Фосфоентерин і Флавобактерин – 1,69 т/га.

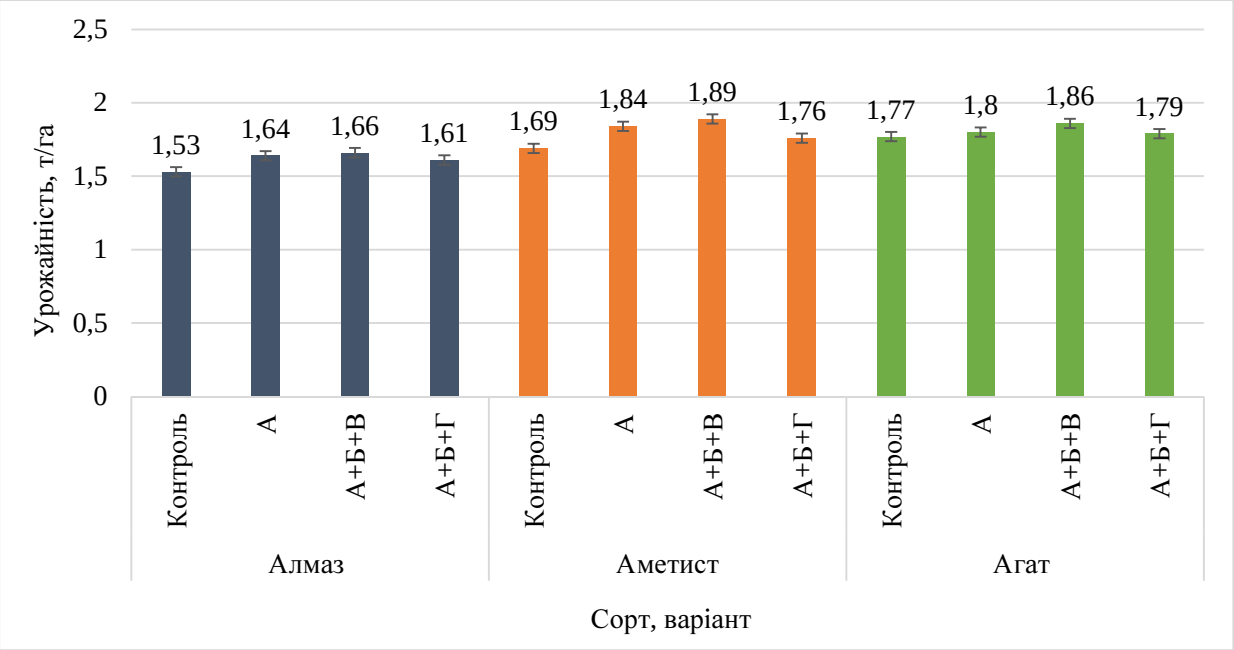


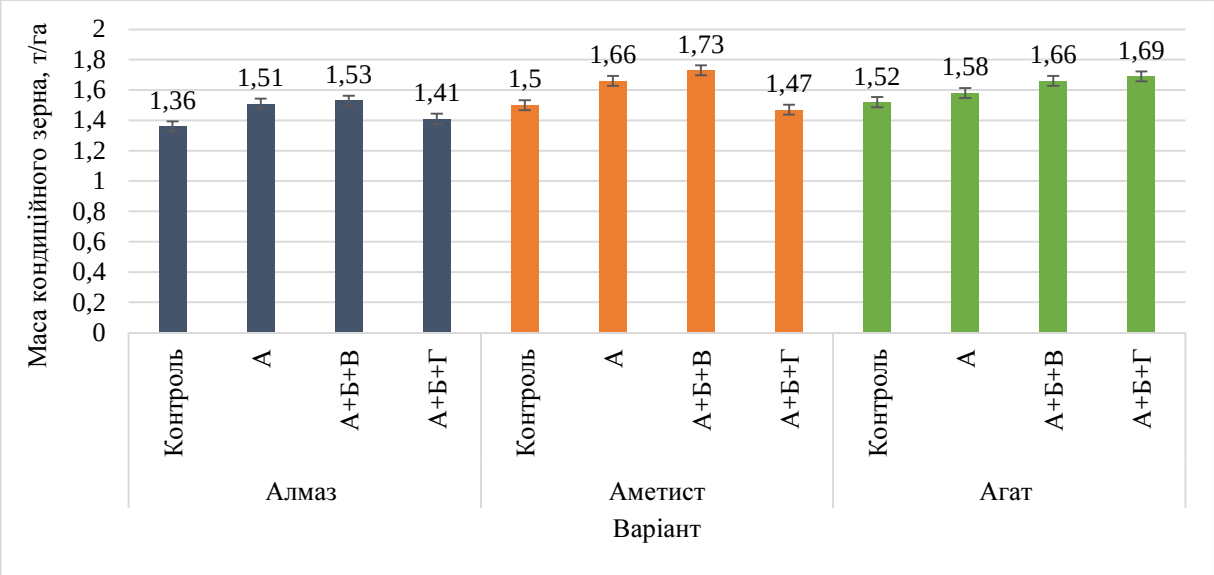
Рис. 9 – Урожайність сортів сої (2006–2010 рр.) залежно від допосівної обробки насіння біопрепаратами

Примітка: * **А** – Ризобофіт; **А+Б+В**: **А** (Ризобофіт) + **Б** (Фосфоентерин) + **В** (Біополіцид); **А+Б+Г**: **А** (Ризобофіт) + **Б** (Фосфоентерин) + **Г (**Флавобактерин)

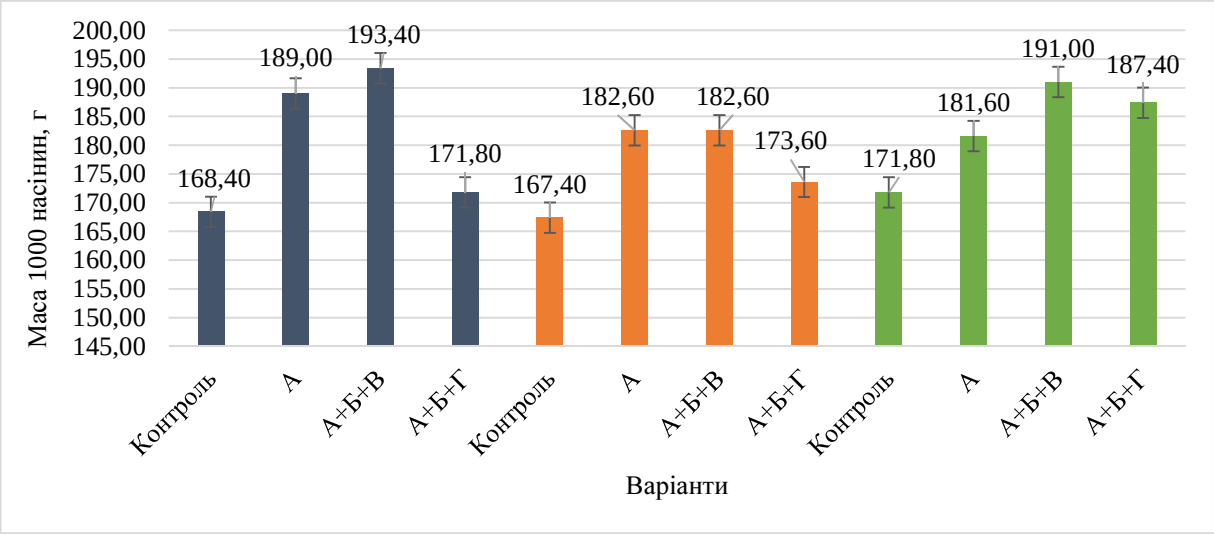
Встановлено вплив передпосівної обробки насіння біокомплексами на посівні якості досліджуваних сортів: масу 1000 насінин, лабораторну схожість насіння (рис. 9).

Відмічено, що маса 1000 насінин у сорту сої Алмаз була найвища за обробки біокомплексом, що містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид (варіант А+Б+В) – 193,4 г за її значення у контролі – 168,4 г, тобто приріст становив 25,0 г. У сорту Аметист найвищий рівень цього показника (182,6 г) був у варіантах А (обробка Ризобофітом) і А+Б+В, де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид, а на контролі – 167,4 г., тобто приріст склав 15,2 г. У сорту Агат максимальна маса 1000 насінин була за обробки біокомплексом, що містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид (А+Б+В) – 191,0 г, а в контролі – 171,8 г.

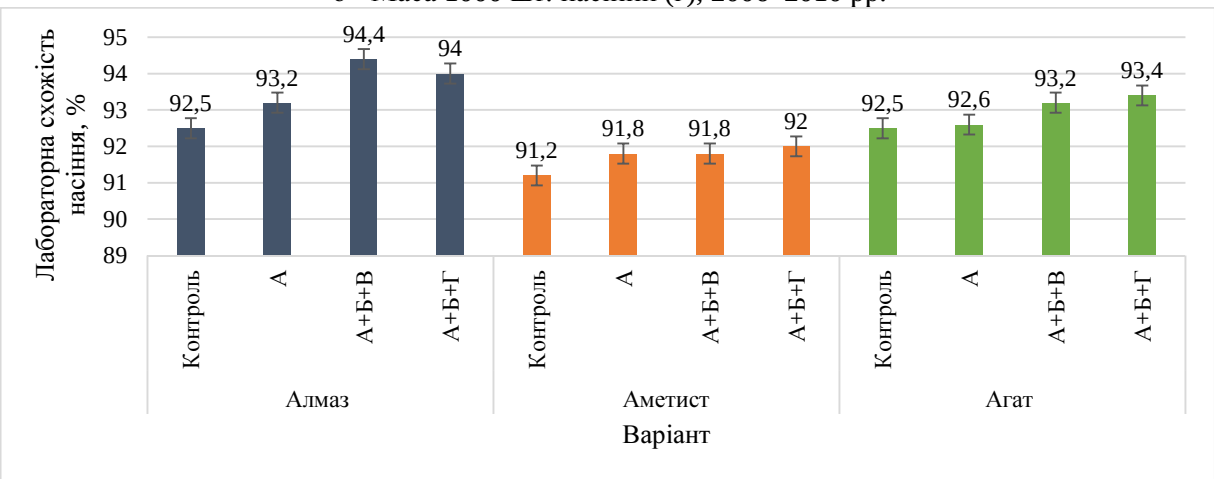
Виявлено вплив біокомплексів на лабораторну схожість посівного матеріалу (рис. 10). У досліджуваних сортів сої вона була наступна: Алмаз – 92,5–94,4 %, Аметист – 91,2–92,0 %, Агат – 92,5–93,4 %. Найвищу лабораторну схожість насіння спостерігали у сорту Алмаз – у варіантах А+Б+В, де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид і А+Б+Г, де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Флавобактерин, відповідно 94,4 і 94,0 %. У сортів Аметист і Агат, підвищення цього показника відмічено у варіанті А+Б+Г.



а – Маса кондиційного насіння (т/га), 2006–2010 рр.



б - Маса 1000 шт. насінин (г), 2006–2010 рр.



в - Лабораторна схожість насіння по сортах під дією біокомплексів

– сорт Алмаз, – сорт Аметист, – сорт Агат

Рис. 10 – Сортові відмінності посівних якостей насіння сортів сої на фоні застосованих біокомплексів, 2006–2010 рр.

Економічна ефективність отриманих результатів досліджень

Установлено, що за 2006–2010 рр. за середньої урожайності 1,69–2,07 т/га, найбільш рентабельним було вирощування сортів сої Алмаз і Артеміда (122,8 і 132,9 % відповідно). За період 2014–2016 рр. рівень рентабельності вирощування високопродуктивних сортів склав 128,3 % (сорт Адамос) і 130,1 % (сорт Аквамарин). Умовний прибуток за вирощування перспективних ліній був на 550–3740 грн більший ніж сортів. Найвищий прибуток й рентабельність одержано за вирощування лінії № 2 (3740 грн., 167,67 % відповідно).

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та практично вирішено важливу наукову проблему з селекційно-генетичного поліпшення сої для умов Лісостепу України на основі всебічного вивчення сортів, проведення внутрішньовидових схрещувань й аналізу їх гібридів за господарсько-цінними ознаками, в результаті чого створено нові високопродуктивні цінні лінії та сорти, впровадження яких у виробництво підвищує врожайність культури у сільському господарстві України.

1. Виділено для залучення у гібридизацію сорти різного еколого-географічного походження: Аметист, Краса Поділля, Білосніжка, Альтаїр, Красноградська 86, Алмаз, Антрацит, Мяо-Ян-Доу, Агат, Юг-30, Романтика, Аквамарин та ін., які за роки досліджень формували стабільно високу врожайність.

2. За результатами вивчення екологічної характеристики сортів, до високопластичних віднесено – Алмаз, Антрацит, Аметист, до стабільних – Білосніжка, Легенда, Діона.

3. Шляхом гібридизації створено нові форми без опушення. Новостворені селекційні лінії мають широкий спектр кольору насіннєвої оболонки, масу 1000 насінин в межах 110–230 г, різну тривалість вегетаційного періоду та біохімічний склад насіння. Неопушені перспективні лінії № 2 (Аметист × Кобра), № 3 (Алмаз × Кобра), № 7 (Аквамарин × Кобра) переважали за показниками господарської придатності національні стандарти і відповідали вимогам використання у кормовиробництві. Доведено, що новостворена неопушена лінія Анаконда перевищувала за основними показниками господарської придатності національні сорти стандарти Аннушка, Юг-30, Устя.

4. Виявлено високі ефекти ЗКЗ за ознакою «висота рослин» у сортів Агат, Мяо-ян-доу і тестера Аметист; за ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» – у сорту Альтаїр і тестера Аметист; за ознакою «кількість гілок на рослині» – у сортів Романтика, Мяо-ян-доу і тестера Алмаз; за ознакою «кількість вузлів на головному стеблі» – у сорту Агат; за ознакою «кількість бобів на рослині» – у сортів Романтика, Мяо-ян-доу, Альтаїр і тестера Алмаз; за ознакою «кількість насіння на рослині» – у сортів Альтаїр, Романтика і тестера Алмаз. Виявлено, що переважаючими у генетичному контролі ознак «кількість вузлів на головному стеблі» та «висота рослин» були адитивні ефекти генів, а ознак «кількість насіння на рослині», «кількість бобів на рослині», «кількість гілок на рослині»,

«висота прикріплення нижнього бобу» – неадитивні ефекти взаємодії генів. Виявлена висока диференціююча здатність тестерів Аметист і Алмаз.

5. Аналіз значень домінантності дозволив виявити комбінації схрещування, які виділяються наддомінуванням найбільш важливих ознак, тому вони становлять суттєву селекційну цінність: Аметист × Мяо-ян-доу, Аметист × Краса Поділля, Аметист × Агат.

6. Доведено, що в потомстві F_2–F_3 середньомінливими ознаками були: «висота рослин», «кількість вузлів на головному стеблі», «маса 1000 насінин»; високомінливими – «висота прикріплення нижнього бобу», «кількість вузлів на головному стеблі», «кількість бобів на рослині», «кількість насінин на рослині», «маса насіння на рослині». Всі ознаки, які є елементами структури урожаю, мали варіаційні ряди з безперервною мінливістю з правосторонньою асиметрією й позитивним ексцесом.

7. Виявлено високий рівень ступеня і частоти позитивних трансгресій у популяціях поколінь F_2–F_4 сої: за ознакою «висота прикріплення нижнього бобу» у комбінації Аметист × Агат; за ознакою «кількість гілок на рослині» у комбінаціях Аметист × Агат, Аметист × Краса Поділля, Аметист × Мяо-ян-Доу; за ознакою «кількість вузлів на головному стеблі» – у комбінаціях Аметист × Альтаїр та Аметист × Романтика; за ознаками «кількість вузлів на гілках», «кількість бобів на рослині», «кількість насіння на рослині», «маса насіння на рослині» – у комбінації Аметист × Агат. Кращою комбінацією за комплексом ознак визнано Аметист × Агат.

8. Шляхом внутрішньовидових схрещувань з використанням джерел стійкості до лімітуючих факторів довкілля створені сорти Аметист, Агат, Артеміда, Вінні, Вежа, Алмаз, Антрацит, Александрит, Адамос, Авантюрин, Аквамарин та конкурентоспроможні лінії сої, які виділяються комплексом господарсько-цінних ознак.

9. Доведено, що новостворені сорти та перспективні селекційні лінії мають середній вміст білка та підвищений вміст жиру. Співвідношення жирних кислот на користь олеїнової виявлено в олії сорту сої Алмаз та селекційних ліній № 15 (Юг- 30 × Білосніжка), № 22 ((Bravalla × Білосніжка) × Альтаїр), № 23 ((Бєльцка 3× Fiskeby) × Альтаїр), № 305 (Білосніжка × Fiskeby 840-5-3).

10. Виявлено у дуже скоростиглих сортів сої негативну слабку кореляцію кількості гілок із висотою рослин та помірну з кількістю вузлів ($r = -0,20$), а також слабкий негативни й зв’язок висоти прикріплення нижнього бобу з кількістю вузлів ($r = -0,15$) та помірний з кількістю бобів ($r = -0,32$). Кількість вузлів помірно позитивно корелює з кількістю бобів та висотою рослин ($r = 0,26$). Виявлено значний зв’язок ($r = 0,64$) кількості бобів і насіння на рослині. Кількість насіння позитивно та тісно корелює з масою насіння на рослині ($r = 0,94$).

11. Відмічено обернену помірну залежність між кількістю опадів та кількістю гілок ($r = -0,25$), кількістю насіння ($r = - 0,25$), масою насіння на рослині ($r = -0,16$) і слабку з кількістю бобів. Установлено, що температура повітря значно впливає на кількість гілок на рослині ($r = -0,51$). Відмічено помірний зв’язок між температурою повітря та кількістю вузлів ($r = 0,16$) і масою 1000 насінин. Висота рослин тісно корелює з кількістю опадів ($r = 0,65$)

і вологістю повітря (r = 0,60). Виявлено помірну позитивну кореляцію кількості вузлів (r = 0,28) та висоти прикріплення нижнього бобу (r = 0,31) з кількістю опадів. Такий же тип зв'язку наявний між масою 1000 насінин і температурою повітря (r = 0,18) та кількістю опадів (r = 0,19).

12. Відмічено, що у ранньостиглих сортів кількість насіння на рослині пов'язана оберненою кореляцією середньої сили з масою 1000 насінин (r = - 0,34). Пряма кореляція середньої сили відмічена між масою 1000 насінин та масою насіння на рослині (r = 0,32); кількістю гілок і вузлів головного стебла (r = 0,35); висотою рослини і прикріплення нижнього бобу (r = 0,35); кількістю вузлів із висотою прикріплення нижнього бобу (r = 0,42) та з кількістю бобів (r = 0,43). Позитивно та тісно пов'язані висота рослин і кількість продуктивних вузлів (r = 0,76); кількість та маса насіння на рослині (r = 0,79); кількість бобів і насіння (r = 0,96), а також висота прикріплення нижнього бобу та кількість бобів на рослині (r = 0,99).

13. Установлено обернену кореляцію середньої сили між температурою повітря та кількістю гілок, бобів, насіння і висотою прикріплення нижнього бобу (r = -0,33, r = -0,47, r =- 0,41, r = -0,36). Показано середню залежність висоти рослин із кількістю опадів і вологістю повітря (r = 0,47, r = 0,50). Відмічено слабкий вплив опадів на висоту прикріплення нижнього бобу та масу 1000 насінин (r = 0,18, r = 0,17).

14. Виявлено, що за допосівної обробки насіння препаратами біокомплексів зумовлювало підвищення продуктивності рослин сої. Максимальну врожайність відмічено у всіх сортів у варіанті А+Б+В, де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид: Аметист – 1,89 т/га, Агат – 1,86 т/га, Алмаз – 1,66 т/га. Також встановлено, що найбільший вихід кондиційного насіння у сортів сої Алмаз і Аметист був за допосівної обробки насіння цим же біокомплексом – 1,53 та 1,73 т/га, відповідно. У сорту Агат цей показник найвищим був за допосівної обробки насіння біокомплексом, до складу якого входили Ризобофіт, Фосфоентерин і Флавобактерин – 1,69 т/га.

15. Відмічено, що маса 1000 насінин у сорту Алмаз була найвища за допосівної обробки насіння біокомплексом, що містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид (варіант А+Б+В) – 193,4 г за її значення у контролі – 168,4 г. У сорту Аметист найвищий рівень цього показника (182,6 г) був у варіантах А (обробка Ризобофітом) і А+Б+В де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид, а у варіанті без обробки (контроль) – 167,4 г. У сорту Агат максимальна маса 1000 насінин була за обробки біокомплексом, що містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид (А+Б+В) – 191,0 г, в контрольному варіанті – 171,8 г.

16. Досліджено вплив допосівної обробки насіння препаратами біокомплексів на лабораторну схожість посівного матеріалу. Найвищу лабораторну схожість насіння спостерігали у сорту Алмаз – у варіантах А+Б+В, де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид і А+Б+Г, де біокомплекс містив Ризобофіт, Фосфоентерин і Флавобактерин, відповідно 94,4 і 94,0 %. У сортів Аметист і Агат, підвищення цього показника відмічено у варіанті А+Б+Г.

17. Показано, що умовний прибуток за вирощування перспективних ліній був на 550–3740 грн більший ніж сортів. Найвищий прибуток й рентабельність одержано за вирощування лінії № 2 (Аметист × Краса Поділля) – 3740 грн, 167,67 % відповідно).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

1. Науково-дослідним установам:

– У селекційному процесі, при створенні сучасних сортів, слід використовувати розроблені моделі скоростиглих і дуже скоростиглих сортів сої на основі даних ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування.

– Використовувати в селекційному процесі створені сорти сої Александрит, Алмаз, Антрацит, Адамос, Авантюрин, Аквамарин, які адаптивні, високопластичні та мають високу якість товарного насіння.

– Залучати до гібридизації перспективні лінії: №1 (Аметист ×Агат), №2, №3, №5, №6 (Аметист × Краса Поділля), №4 (Аметист × Мяо-Ян-Доу) та сорти (Аметист, Агат, Діона, Білосніжка), які щорічно формують стабільно високу продуктивність в зоні їх поширення.

– Для поліпшення посівних якостей насіння сої слід обов’язково застосовувати в комплексі Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид, а також комплекс, до складу якого входить Ризобофіт, Фосфоентерин і Флавобактерин.

2. Навчальним закладам:

– Залучати до навчального процесу селекційні матеріали, снопові зразки, насіння сортів та документацію з первинного насінництва сортів сої полтавської селекції.

– Напрацювання лабораторії селекції, насінництва та сортової агротехніки сої ПДАА використовувати для виконання кваліфікаційних робіт та підготовки кандидатських дисертацій.

3. Підприємствам різних форм власності

– Суб’єктам насінництва та товаровиробникам пропонується вивикористовувати високоврожайні з високими показниками якості товарного насіння сорти сої – Алмаз, Антрацит, Адамос, Александрит, Аквамарин, Авантюрин.

– При виборі сортів сої для вирощування у зоні Лісостепу України керуватися їх характеристиками та виробничими рекомендаціями щодо адаптивності, стабільності та пластичності; використовувати багаторічні результати екологічного випробування у Полтавській, Харківській, Сумській областях.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧКИ

Наукові праці, в яких опубліковано основні результати дисертації:

Монографії

1. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист : монографія / В. Ф. Петриченко, В. П. Патика, Л. А Пасічник, Н. В. Житкевич, Г. Б. Гуляєва, І. П. Токовенко, К. С. Коробкова, Л. М. Лазаренко, Т. Т. Гнатюк,

О. О. Литвинчук, О. М. Захарова, Л. В. Кириленко, О. А. Демченко, Л. П. Бабенко, А. М. Кириченко, О. В. Корнійчук, С. В. Іванюк, С. І. Колесник, С. Я. Кобак, В. С. Задорожний, С. Я. Коць, П. М. Маменко, П. В. Писаренко, **Л. Г. Білявська,** Ю. В. Білявський, Д. В. Шерепітко, А. Бжозовська, А. В. Калініченко, О. А. Бойко, С. В. Пида / за ред. акад. В. Ф. Петриченка, В. П. Патики. Вінниця, 2016. 106 с. С. 11, 15–21. *(5 % авторства, написання розділу, 7 стор.).*

2. **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В. Сортова специфіка формування основної та побічної продукції у сої: Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії : монографія / за ред. О. О. Горба, Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб. Полтава : ПДАА, 2017. 326 с. С. 202–210. *(3 % авторства, написання розділу 9 стор.).*

3. **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В. Сортова специфіка сої та потенціал її рослинних решток. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : монографія / за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП Астрая, 2019. 603 с. С. 392–398. *(2 % авторства, написання розділу, 7 стор.).*

Статті у фахових наукових виданнях України

4. **Білявська Л. Г.** Селекція сої на стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища в умовах північного Степу України. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Київ : Аграрна наука, 1998. № 45. С. 68–69.

5. **Білявська Л. Г**. Новий сорт сої Артеміда. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2001. № 17. С. 84.

6. **Білявська Л. Г.** Нові сорти сої Красноградської селекції. *Збірник наукових праць Луганського Національного аграрного університету*. Серія «Сільськогосподарські науки». Луганськ, 2002. С. 77–79.

7. **Білявська Л. Г.** Реакція різних генотипів сої на інтенсивність інсоляції. *Біологічні науки і проблеми рослинництва* : зб. наук. пр. Уманського державного аграрного університету (спец. випуск). Умань, 2003. С. 395–397.

8. **Білявська Л. Г**. Результати адаптивної селекції сої на Красноградській дослідній станції ІЗГ УААН. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. Дніпропетровськ, 2005. С. 47–50.

9. **Білявська Л. Г.** Білявський Ю. В. Новий ранньостиглий сорт сої Алмаз. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2007. № 2. С. 56–57. *(90 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

10. **Білявська Л. Г**. Пилипенко О. В. Екологічне вивчення сортів сої української селекції в умовах Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2007. № 3. С. 109–113. *(80 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

11. **Білявська Л. Г**. Якісний склад насіння різних сортів сої української селекції. *Вісник ПДАА*. Полтава, 2007. № 4. С. 55–57.

12. **Білявська Л. Г**. Джерела адаптивних ознак сої та їх використання в селекції. *Зб. наук. праць СГІ – НЦНС*. Одеса, 2007. Вип. 10 (50). С. 184–188.

13. **Білявська Л. Г.** Новий сорт сої Алмаз. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. Запоріжжя, 2007. Вип. 12. С. 101–106.

14. **Білявська Л. Г**. Особливості адаптивної селекції сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2008. № 1. С. 38–40.

15. **Білявська Л. Г**. Аспекти адаптивної селекції сої в умовах зміни клімату. *Корми і кормовиробництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2008. Вип. 61. С. 10–16.

16. **Білявська Л. Г**. Селекція сої в Полтавській державній аграрній академії. *Зрошуване землеробство :* міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон, 2009. Вип. 51. С. 151–154.

17. **Білявська Л. Г.** Сучасні напрями та завдання в селекції сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2009. № 2. С. 38–40.

18. **Білявська Л. Г.** Діянова А. О., Пилипенко О. В. Нові неопушені селекційні лінії сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2009. № 4. С. 78–79. *(70 % авторства, проведення досліджень).*

19. Шерстобоєва О. В., Вусатий Р. О., Матвєєва О. Ю., **Білявська Л. Г**. Сортова чутливість сої до бактеризації за різних погодних умов. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2010. № 3. С. 68–71. *(30 % авторства, аналіз даних, підготовка статті).*

20. Шерстобоєва О. В., Білявський Ю. В., **Білявська Л. Г.** Реакція сортів сої до бактеризації насіння за різних погодних умов. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2010. № 4. С. 47–49. *(40 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

21. **Білявська Л. Г**. Адаптивність сортів сої полтавської селекції в умовах зміни клімату. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2010. Вип. 15. С. 33–38.

22. Шерстобоєва О. В., Чабанюк Я. В., Калинич О. М., Білявський Ю. В., **Білявська Л. Г**. Біологічна активність у ризосфері сої за комплексної інокуляції. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2011. № 2. С. 77–80. (*30 % авторства, аналіз даних, підготовка статті*).

23. **Білявська Л. Г**. Пилипенко О. В., Діянова А. О. Становлення, стан та перспективи селекції сої на Полтавщині. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 96–100. *(80 % авторства, проведення досліджень).*

24. Шерстобоєва О. В., Чабанюк Я. В., Калинич О. М., Білявський Ю. В., **Білявська Л. Г**. Реакція ризогенезу сої за комплексної інокуляції. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2011. № 3. С. 54–57. *(30 % авторства, аналіз даних, підготовка статті).*

25. **Білявська Л. Г.** Новий раньостиглий сорт сої Антрацит. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2012. № 2. С. 52–53.

26. **Білявська Л. Г**., Корнєєва М. О. Мінливість кількісних ознак сої в потомства міжсортових схрещувань F_2 та F_3. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ, 2012. Т. 10. № 1. С. 3–12. *(90 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

27. **Білявська Л. Г**., Корнєєва М. О. Фенотиповий прояв кількісних ознак у гібридних комбінаціях F_1 сої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*.

Київ, 2012. № 1 (15). С. 28–31. *(80 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

28. **Білявська Л. Г.**, Пилипенко О. В., Діянова А. О. Новостворені неопушені форми сої. *Генетичні ресурси рослин :* науковий журнал. Харків, 2013. № 10/11. С. 140–146. *(80 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).*

29. **Білявська Л. Г**. Трансгресія господарсько-цінних ознак у гібридів F_2- F_3 сої. *Корми і кормовиробництво* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2013. Вип. 76. С. 59–64.

30. **Білявська Л. Г.**, Корнєєва М. О. Структура генотипової мінливості кількісних ознак гібридів F_1 сої. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : НАН України, НААН України, НАМН України, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова / В.А. Кунах (голов. ред.) [та ін.]. Київ, 2003–2013. Т.13. 2013. С. 125–130. *(80 % авторства, проведення досліджень).*

31. **Білявська Л. Г**., Васецький Ю. П., Пилипенко О. В., Білявський Ю. В., Діянова А. О. Високоадаптивний сорт сої Аквамарин. *Вісник Полтавської ДАА*. Полтава, 2018. № 1 (88). С. 67–69. *(80 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних, підготовка статті).*

32. **Білявська Л. Г**., Васецький Ю. П., Білявський Ю. В., Діянова А. О. Скоростиглий сорт сої Авантюрин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2018. № 2 (89). С. 68–69. *(80 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

33**. Білявська Л. Г**., Рибальченко А. М. Колекційні зразки сої – цінний вихідний матеріал для селекції. *Таврійський науковий вісник* : наук. журнал. Херсон, 2018. Вип. 101. С. 9–15. *(20 % авторства, підготовка статті, аналіз).*

34. **Білявська Л. Г.**, Рибальченко А. М. Формування насіннєвої продуктивності у колекційних зразків сої в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 87–92. *(20 % авторства, підготовка статті, аналіз даних).*

35. **Білявська Л. Г.,** Присяжнюк О. І. Модель ранньостиглого сорту сої. *Новітні агротехнології*, 2018. № 6. С. 1–15. Режим доступу http://jna.bio.gov.ua/article/view/165365.

36. **Білявська Л. Г.,** Присяжнюк О. І. Модель дуже скоростиглого сорту сої. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. / Київ ФОП Корзун Д. Ю., 2018. Вип. 26. С. 120–132.

37. **Білявская Л. Г.,** Рибальченко А. М. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 65–72. *(20 % авторства, підготовка статті, аналіз даних).*

Статті у закордонних фахових виданнях

38. **Белявская Л. Г.** Проявление трансгрессивной изменчивости в потомствах межсортовых гибридов сои. *Масличные культуры*. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института

масличных культур. Краснодар. Издательство ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта. 2013. № 2. С. 43–49.

39. **Beliavskaya L.** The results of study of ecological stability and plasticity of Ukraian soybean varieties. *Annals of Agrarian Science*. Georgia. 2017. Vol. 15, lssue 2, P. 247–251.

40. **Белявская Л. Г**., Диянова А. А., Белявский Ю. В. Результаты оценки пластичности и стабильности сортов сои. Молдавский аграрный университет : *Lucrari Stiintifice. Universitatea agrara de stat din Moldova*, Кишинев, 2018. Вип. 52 (1). С. 190–195. *(90 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних).*

41. **Белявская Л. Г.**, Белявский Ю. В., Диянова А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои. *Зернобобовые и крупяные культуры* : научно-производственный журнал. Орел, 2018. № 4 (28). С. 42–49. *(90 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних).*

42. **Белявская Л. Г.,** Рыбальченко А. М. Скрининг коллекции сои по скороспелости и продуктивности в условиях левобережной Лесостепи Украины. *Зернобобовые и крупяные культуры :* научно-производственный журнал. Орел, 2019. № 1 (29). С. 63–69. *(20 % авторства, аналіз даних).*

Статті в наукометричних базах Scopus і Web of Science

43. **Білявська Л. Г.,** Білявський Ю. В. Взаємодія сучасних сортів сої з біопрепаратами комплексної дії та їх вплив на урожайність. *Мікробіологічний журнал*. Київ, 2016. Т. 78. № 3. С. 61–68. *(60 % авторства, проведення досліджень, підготовка статті).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації :

44. Bilous G. M., **Belyavskaya-Diyanova L. G.** Sojbean breeding for adaptivity to the limiting environmental factors. Simposium on Breeding of Oil and Protein Crops, Ukraine : Zaporozhye, 1996. С. 45. *(90 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

45. **Білявська Л. Г.** Селекція сої на адаптивність до лімітуючих факторів довкілля. *Методологические основы формирования, ведения и использования коллекций генетических ресурсов растений* : матер. междунар. симпозиума. Харьков, 1996. С. 116.

46. **Білявська Л. Г.** Селекція сої на Красноградській дослідній станції : *Тези доповідей міжнародної конф*., присв. 90-річчю заснування Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 1999. С. 12–13.

47. **Білявська Л. Г**., Білявський Ю. В. До питання селекції сої на стійкість проти склеротиніозу. *Современные вопросы создания и использования сортов и гибридов масличных культур* : сборник тезисов межд. конф. : Запорожье, 2002. С. 7. *(80 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

48. **Білявська Л. Г.** Аспекти адаптивної селекції сої в умовах зміни клімату. *Сучасні проблеми виробництва і використання рослинного білка: глобальні зміни та ризики*: тези допов. міжн. наук. конф., 18–19 червня 2008 р. Вінниця, 2008. С. 14–15.

49. **Білявська Л. Г.,** Діянова А. О. Нові неопушені лінії сої Полтавської селекції. *Інтродукція, селекція та захист рослин* : матер. другої міжнарод. наук. конф. (м. Донецьк, 6–8 жовтня 2009 р.). Донецьк, 2009. Т. 1. С. 77–78.

50. **Белявская Л. Г.**, Пилипенко А. В. Селекция сои в Полтавской государственной аграрной академии. *Управление продукционным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы* : матер. междунар. науч.-практич. конф. Белгород, 2010. С. 243–245. *(80 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

51. Білявський Ю. В., **Білявська Л. Г.** Сортова чутливість сої до бактеризації за різних кліматичних умов. *Соя: селекція, виробництво і використання для розв'язання глобальної продовольчої проблеми* : тези міжнар. наук.-практ. конф., (Вінниця, Україна, 8–9 серпня, 2011 р.) Вінниця, 2011. С. 17–18. *(70 % авторства, планування і виконання експериментів, написання тез).*

52. **Білявська Л. Г.** Новий сорт сої Антрацит для Степу України. *Інтродукція, селекція та захист рослин* : матер. ІІІ міжнародн. наук. конф. (м. Донецьк, 25–28 вересня 2012 р.). Донецьк, 2012. С. 25.

53. **Білявська Л. Г.** Пилипенко О. В., Діянова А. О. Неопушені форми – унікальний вихідний матеріал у селекції сої. *Селекційно-генетична наука і освіта* : тези доп. міжнар. наук. конф. (19 березня 2013 р.). Умань, 2013. С. 13–14. *(70 % авторства, планування і виконання експериментів, написання тез).*

54. **Білявська Л. Г**. Пилипенко О. В., Діянова А. О. Особливості насінництва сортів сої селекції ПДАА. *Конкурентноспроможне насіння – стабільний урожай* : тези міжнар. наук.-практ. конф., (30–31 січня 2013 р.). Полтава, 2013. С. 55–56. *(70 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

55. **Білявська Л. Г**. Пилипенко О. В., Діянова А. О. Інтродукція, селекція, насінництво сої на Полтавщині. *Селекція, генетика та насінництво сільськогосподарських культур* : тези міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 50-річчю селекції рослин в ПДАА (22–23 травня 2013 р.). Полтава, 2013. С. 10– 12. *(80 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

56. **Білявська Л. Г.** Модель сорту сої для Полтавщини. *Селекція та генетика бобових культур : сучасні аспекти та перспективи* : тези міжнар. конф. (23–26 червня 2014). Одеса, 2014. С. 43–46.

57. **Білявська Л. Г**., Діянова А. О. Специфічні завдання в селекції сої овочевої. *Сучасний стан та перспективи розвитку овочівництва* (до 70-річчя заснування інституту та пам'яті видатного вченого П. Ф. Сокола) : матер. міжнар. наук.-практ. конф. 26 липня 2017 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інст-т овочівництва і баштанництва НААН. 2017. С. 43–45. *(90 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

58. **Білявська Л. Г**., Рибальченко А. М. Оцінювання вихідного матеріалу сої за комплексом цінних господарських ознак в умовах Лісостепу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матер. ІІ міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 жовт. 2018 р. Харків, 2018. С. 40–43. *(50 % авторства, планування і виконання експериментів).*

59. **Білявська Л. Г.,** Білявський Ю. В., Діянова А. О. Історія культивування та селекції сої на Полтавщині. *Сучасні технології підвищення генетичного потенціалу рослин* : зб. тез міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 100-річчю НААН України та 110-річчю заснування ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН (4–5 липня 2018 р.) / ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2018. С.39–41.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації :

60. Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Іванюк С. В., **Білявська Л. Г**. Сорт сої Агат. *Регіональний центр наукового забезпечення – виробництву :* збірник наукових розробок. Вінниця, 2000. С. 42. *(20 % авторства, підготовка статті).*

61. Бабич А. О., Колісник С. І., Іванюк С. В., **Білявська Л. Г**. та ін. Продуктивний потенціал сортів сої для регіонів України. *Пропозиція*. 2000. № 11. С. 33–35. *(60 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних).*

62. **Білявська Л. Г.** Досвід вирощування сої в умовах Полтавської області : матер. облас. наук.-практ. конф. з питань ефективності ведення землеробства. Полтава, 2003. С. 69–72.

63. **Білявська Л. Г.,** Білявський Ю. В. Раньостиглий високоолійний сорт сої Алмаз. *Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України в світі вчення про неосферу* : матер. Всеукр. студент. наук.-практ. конф. Полтава, Астрая. 2009. С. 81. *(90 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

64. **Білявська Л. Г**. Аспекти адаптивної селекції сої в умовах Полтавщини. *Історія освіти, науки і техніки в Україні* : матер. п'ятої конф. мол. уч. та спец., м. Київ, 28 травня 2009 р. / УААН, ДНСГБ ; редкол. : В. А. Вергунов та ін. Київ, 2009. С. 15–17.

65. **Білявська Л. Г**. Історичні аспекти вирощування сої на Полтавщині. *Історія освіти, науки і техніки в Україні* : матер. VI Всеукр. конф. молод. уч. та спеціал., 27 травня 2011 р., м. Київ НААН, ДНСГБ редкол. : В. А. Вергунов та ін. Київ, 2011. С. 31–32.

66. **Білявська Л. Г.** Соя будущего. *Зерно*. 2013. №9 (90). С. 30–32.

67. **Білявська Л. Г.,** Пилипенко О. В., Діянова А. О. Високоадаптивні сорти сої Полтавської селекції. *Посібник українського хлібороба*. Мін. АПК. Інститут рослинництва ім. Юр'єва. 2013. Т. 2. С. 150–151. *(80 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних).*

68. **Білявська Л. Г.** Гетерозисний ефект кількісних ознак гібридних комбінацій сої. *Генофонд рослин та його використання в сучасної селекції* : матер. науково-практ. конф. присвяч. пам'яті проф. М. М. Чекаліна (22–23 квітня 2015 р.). Полтава, 2015. С. 70–71.

69. **Білявська Л. Г**., Пилипенко О. В., Васецький Ю. П. Новий високобілковий сорт сої Аквамарин : зб. наук.-практ. конф. профес.-виклад. складу ПДАА (за підсумками наук.-досл. роботи в 2015 році, 18–19 травня 2016 року). Полтава, 2016. С. 21–22. *(80 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

70. **Білявська Л. Г.** До історії культивування та селекції сої на Полтавщині. *Селекція, насінництво та виробництво сої : сучасні аспекти та*

перспективи : зб. тез всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (25–27 жовтня 2016 р.) / ПДАА МОН України. Полтава, 2016. С. 12–14.

71. **Білявська Л. Г**. Модель скоростиглого сорту сої / *Селекція, насінництво та виробництво сої: сучасні аспекти та перспективи* : зб. тез всеук. науково-практ. інтернет-конф. (25–27 жовтня 2016 р.) / ПДАА МОН України. Полтава, 2016. С. 15–17.

72. **Білявська Л. Г.**, Пилипенко О. В. Поради щодо вибору сорту сої для виробника. *Agroexpert*. 2016, № 3 (92). С. 26–27. *(80 % авторства, проведення досліджень, аналіз даних).*

73. **Білявська Л. Г**., Білявський Ю. В. До історії культивування та селекції сої. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання)* / ред. : О. О. Непочатенко та ін. Умань, 2017. С. 32–35. *(90 % авторства планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

74. **Білявська Л. Г.** Особливості якісного складу насіння сої за різних умов вирощування : *зб. наук. пр. наук.-практ. конф. проф.-виклад. складу ПДАА* (за підсумками наук.-досл. роботи в 2016 році, 17–18 травня 2017 року). Полтава, 2017. С. 193–194.

75. **Білявська Л. Г**., Діянова А. О. Результати оцінювання пластичності і стабільності сортів сої. *Науково-практ. конф. проф.-виклад. складу*, 16–17 травня 2018 р. : зб. наук. праць проф.-виклад. складу академії за підсумками наук.-досл. роботи в 2017 році. Полтава, 2018. С. 127–129. *(90 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

76. Воронянський С. І., Гарбузов Ю. Є., **Білявська Л. Г**. Сучасна селекція сої в Україні та її проблеми. *Селекційні досягнення в Україні: проблеми правової охорони та перспективи вдосконалення захисту* : зб. матер. всеукр. наук.-практ. конф. Полтава : ПДАА, 2018. Вип. 1. С. 46–48. *(90 % авторства, планування і виконання експериментів, аналіз результатів, написання тез).*

Авторські свідоцтва сортів сої, які зареєстровані в Україні

77. А. с. № 679. Соя Аметист / **Діянова Л. Г.**, Кірічек Ю. Ф. (Україна). 749399 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 1998 р. (*70 % авторства: створено, описано, заявлено).*

78. А. с. № 1004. Соя Агат / Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Іванюк С. В., **Діянова Л. Г.** (Україна). 94018017 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2001 р. (*60 % авторства: створено).*

79. А. с. № 1326. Соя Артеміда / Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Іванюк С. В., Темченко І. В., Колісник С. І., Бондарчук А. А., **Діянова Л. Г**, Кірічек Ю. Ф. (Україна). 97018003 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2001 р. (*60 % авторства: створено).*

80. А. с. № 10126. Соя Вежа / Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В., Темченко І. В., Колісник С. І., **Білявська Л. Г.** (Україна). 06018013 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2010 р. (*50 % авторства: створено).*

81. А. с. № 10127. Соя Вінні / Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В., Темченко І. В., Колісник С. І., **Білявська Л. Г.** (Україна). 06018012 ; занесено до

Державного реєстру сортів рослин України в 2010 р. (*50 % авторства: створено).*

82. А. с. № 07020. Соя Алмаз / **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В., Кобизєва Л. Н., Тимчук С. М. (Україна). 04018013 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2007 р. (*80 % авторства: створено, описано, заявлено).*

83. А. с. № 110612. Соя Антрацит / **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В., Діянова А. О. (Україна). 08018003 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2012 р. (*80 % авторства: створено, описано, заявлено).*

84. А. с. № 130239. Соя Александрит / **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В., Діянова А. О. (Україна). 09018008 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2013 р. (*80 % авторства: створено, описано, заявлено).*

85. А. с. № 130240. Соя Адамос / **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В., Діянова А. О., Пилипенко О. В. (Україна). 09018009 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2013 р. (*80 % авторства: створено, описано, заявлено).*

86. А. с. № 150897. Соя Авантюрин / **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В., Діянова А. О. (Україна). 12018006 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2015 р. (*80 % авторства: створено, описано, заявлено).*

87. А. с. № 150898. Соя Аквамарин / **Білявська Л. Г.**, Білявський Ю. В., Діянова А. О., Пилипенко О. В. (Україна). 12018007 ; занесено до Державного реєстру сортів рослин України в 2015 р. (*80 % авторства: створено, описано, заявлено).*

88. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 593 / **Л. Г. Білявська** // Сорт сої Антрацит, № каталогу ИД 0202221. Запит № 001693 від 14.04.08 р. Дата видачі свід-ва 16.11.2009 р.

Каталоги, методичні рекомендації

89. Кобизєва Л. Н., Рябчун В. К., Безугла О. М., Дрепіна Т. О., Дрепін І. М., Потьомкіна Л. М., Сокол Т. В., Божко Т. М., Садовой О. О., **Білявська Л. Г**. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max. (L.)* Merr. Complete unified classifier *Glycine max (L.)* Merr. Харків, 2004. 37 с. *(10 % авторства: підготовка матеріалів, описано сорт).*

90. Тищенко В. М., **Білявська Л. Г.,** Баташова М. Є., Барат Ю. М. Сорти сільськогосподарських культур селекції Полтавської державної аграрної академії : методичні рекомендації. Полтава, 2011. 63 с. (*30 % авторства: аналіз результатів, підготовка матеріалів).*

АНОТАЦІЯ

Білявська Л. Г. Селекційно-генетичне поліпшення сої в умовах Лісостепу України. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – «Селекція і насінництво» (201 – Агрономія). – ДУ Інститут зернових культур НААН України, Дніпро, 2020.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення наукової проблеми щодо селекційно-генетичного поліпшення вихідного матеріалу сої та створення нових високоадаптивних сортів для умов Лісостепу України на основі проведення внутрішньовидових схрещувань і аналізу отриманих гібридів за господарсько-цінними ознаками. Створено високопродуктивні сорти, впровадження яких у виробництво сприяє підвищенню урожайності сої, що має важливе значення для селекції і насінництва та сільського господарства України.

Виявлено сорти сої різного еколого-географічного походження, які поєднують стійкість до абіотичних чинників довкілля і цінні показники господарської придатності. Шляхом гібридизації створено якісно новий вихідний матеріал з якого виведено ряд сортів. Визначено рівень гомеостатичності та селекційної цінності новостворених сортів для залучення у селеційний процес за ознакою адаптивності. Шляхом аналізу гібридів, одержаних від внутрішньовидових топкросних схрещувань, установлено ступінь фенотипового домінування ознак продуктивності, загальну і специфічну комбінаційну здатність сортів і визначено джерела елементів продуктивності сої в умовах Лісостепу України. Встановлено високу диференціюючу здатність тестерів Аметист і Алмаз, доведена доцільність їх залучення для визначення генетичної цінності сортів сої.

Виявлено високий рівень ступеня і частоти позитивних трансгресій кількісних ознак у популяціях поколінь F_2–F_4 та виділено трансгресивні форми.

Створено новий вихідний матеріал сої без опушення та визначено напрями його використання.

Розроблено моделі сортів різних груп стиглості з урахуванням кліматичних показників, розраховано параметри емпіричних моделей.

Доведено вплив інокуляції посівного матеріалу сої поліфункціональними біологічними препаратами на урожайність, вихід кондиційного насіння, масу тисячі насінин та лабораторну схожість.

Створено 11 сортів сої, які занесено до Реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні. До Національної колекції генетичних ресурсів рослин України передано 12 новостворених ліній сої, що мають господарсько-цінні ознаки, а також зразок сорту Антрацит.

Ключові слова: *соя, селекція, сорт, зразок, лінія, вихідний матеріал, продуктивність, якість насіння, гібридизація, комбінаційна здатність, трансгресія, адаптивність, пластичність, біопрепарати, ефективність, насінництво.*

АННОТАЦИЯ

Белявская Л. Г. Селекционно-генетическое улучшение сои в условиях Лесостепи Украины. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – «Селекция и семеноводство» (201 – Агрономия). – ГУ Институт зерновых культур НААН Украины, Днепр, 2020.

В диссертационной работе представлено теоретическое обобщение и практическое решение научной проблемы по селекционно-генетическому улучшению исходного материала сои и созданию новых высокоадаптивных сортов для условий Лесостепи Украины на основе проведения внутривидовых скрещиваний и анализа полученных гибридов по хозяйственно-ценным признакам. Создано высокопродуктивные сорта, внедрение которых в производство способствует повышению урожайности сои, что имеет важное значение для селекции, семеноводства и для сельского хозяйства Украины.

Выявлены сорта сои различного эколого-географического происхождения, которые объединяют устойчивость к абиотическим факторам окружающей среды и ценные показатели хозяйственной пригодности. Путем гибридизации создано качественно новый исходный материал из которого получен ряд сортов. Определен уровень гомеостатичности и селекционной ценности новых сортов для вовлечения в селеционный процесс по признаку адаптивности. Путем анализа гибридов, полученных от внутривидовых топкроссных скрещиваний, установлено степень фенотипического доминирования признаков продуктивности, общую и специфическую комбинационную способность сортов и выделены источники элементов продуктивности сои в условиях Лесостепи Украины. Установлено высокую дифференциирующую способность тестеров Аметист и Алмаз, доведена целесообразность их вовлечения для определения генетической ценности сортов сои.

Выявлен высокий уровень степени и частоты положительных трансгрессий колличественных признаков в популяциях поколений F_2–F_4, и выделено трансгрессивные формы.

Создан новый исходный материал сои без опушення и определены направления его использования.

Разработаны модели сортов разных групп спелости с учетом климатических показателей, рассчитаны параметры эмпирических моделей.

Доказано влияние инокуляции посевного материала сои полифункциональными биологическими препаратами на урожайность, выход кондиционных семян, массу тысячи семян и лабораторную всхожесть.

Создано 11 сортов сои, которые занесены в Реестр сортов растений пригодных для распостранения в Украине. В Национальную коллекцию генетических ресурсов растений Украины передано 12 новых линий сои, которые имеют хозяйственно-ценные признаки, а также образец сорта Антрацит.

Ключевые слова : *соя, селекция, сорт, образец, линия, исходный материал, продуктивность, качество семян, гибридизация, комбинационная способность, трансгрессия, адаптивность, пластичность, биопрепараты, эффективность, семеноводство.*

ABSTRACT

Biliavska L. H. Plant-breeding and genetic improvement of soybean in the conditions of Ukrainian Forest-Steppe. – Manuscript.

The dissertation for scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences by the specialty 06.01.05 – “Breeding and Seed Production” – Poltava State Agrarian

Academy, Ministry of Education and Science of Ukraine, Poltava. – State Institution Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, Dnipro, 2019.

The dissertation presents the theoretical generalization and practical solution of the scientific problem of breeding and genetic improvement of soybean source material and creation of new highly adaptive varieties for the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine on the basis of interspecific crossings and analysis of the obtained hybrids according to the economically valuable traits. High-yielding varieties, the introduction of which into production increases soybean yield, have been created. This is important for plant breeding, seed production and agriculture of Ukraine.

Soybean varieties of different ecological and geographical origin, which combine resistance to abiotic environmental factors and valuable indicators of economic suitability have been identified. A new quality source material from which a number of varieties were derived has been created by hybridization. A level of homeostaticity and selective value of newly created varieties for involvement in the selection process on the basis of adaptability has been determined. By analyzing hybrids, obtained from interspecific topcross crossings, the degree of phenotypic dominance of productivity traits, general and specific combination ability of varieties and the sources of soybean productivity elements in the Forest-Steppe of Ukraine have been determined. A high differentiating ability of Ametyst and Almaz testers has been established, the expediency of their involvement in order to determine the genetic value of soybean varieties has been proved.

A high level of degree and frequency of positive transgressions of quantitative traits in populations F_2–F_4 have been revealed and the transgressive forms have been distinguished.

A new source material without pubescence has been created and the directions of its use have been determined as well.

The models of varieties of different maturity groups have been developed taking into account climatic indicators; parameters of empirical models have been calculated.

The influence of soybean seed inoculation with multifunctional biological preparations on productivity, standard seed yield, weight of 1000 seeds and laboratory germination has been proved.

11 soybean varieties have been created and included in State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine. 12 newly created soybean lines that have economically valuable traits as well as the sample of variety Antratsyt have been submitted to the National Collection of Plant Genetic Resources of Ukraine.

Keywords: *soybean, plant breeding, variety, sample, line, source material, productivity, seed quality, hybridization, combination ability, transgression, adaptability, plasticity, biological preparations, effectiveness, seed production.*