

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Інститут овочівництва і баштанництва



О. М. Могильна, І. М. Підлубенко,
О. М. Біленька, Н. О. Кирюхіна, Л. Ю. Штепа

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ
прискорення
селекційного процесу
СОРТІВ **КВАСОЛІ**
ЗВИЧАЙНОЇ

Методичні
рекомендації

Київ
АГРАРНА НАУКА
2021

*Рекомендовано до друку
вченою радою Інституту овочівництва і баштанництва НААН
16 грудня 2020 р. (протокол № 9)*

Рецензенти:

О. В. Куц –

доктор сільськогосподарських наук, заступник директора з наукової роботи
(Інститут овочівництва і баштанництва НААН);

І. М. Митенко –

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
лабораторії генетики, генетичних ресурсів і біотехнології
(Інститут овочівництва і баштанництва НААН)

Методичні основи прискорення селекційного процесу сортів

М 54 **квасолі звичайної**: методичні рекомендації. О. М. Могильна,
І. М. Підлубенко, О. М. Біленька, Н. О. Кирюхіна, Л. Ю. Штепа.
Київ: Аграрна наука, 2021. 48 с.

ISBN 978-966-540-526-9

У методиці науково обґрунтовано екологічні ніші бульбочкових бактерій, бобово-ризобіальний симбіоз та біологічно-ботанічні особливості квасолі звичайної. Встановлено динаміку утворення кількості за фазами справжнього листка, цвітіння, наливу бобу бульбочок та наростання їх біомаси залежно від дії генотипу зернового й овочевого типу ранньо- і середньостиглих та одного кольору насіння. Представлено науковий матеріал щодо взаємодії генотипів квасолі звичайної з азотфіксувальними бульбочковими мікроорганізмами у природній агроєкосистемі залежно від дії метеорологічних факторів (гідротермічного коефіцієнта) та агрономічної стабільності за удосконаленим методом добору зразків, виділено джерела подальшої селекції за стійкістю основних цінних ознак. Встановлено кореляційні зв'язки між масою і кількістю бульбочок та продуктивними ознаками фенотипу, врожайністю, продуктивністю і біохімічним складом у фазі технічно стиглого бобу та фізіологічно стиглого насіння. Виділено джерела за цінними господарськими ознаками та бульбочкоутворювальною здатністю. Удосконалено прискорену методику добору джерел і створення сортів квасолі звичайної зі збільшеним потенціалом азотфіксувальних бактерій та комплексом цінних господарських ознак. Дослідження проведено у лабораторії селекції дворічних і малопоширених рослин Інституту овочівництва і баштанництва НААН.

Методичні рекомендації можуть бути використані науковцями, викладачами, студентами та аспірантами.

УДК 635.652/.654

ISBN 978-966-540-526-9

© Інститут овочівництва
і баштанництва НААН, 2021
© Державне видавництво
«Аграрна наука» НААН, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	5
-------------	---

1.

ЕКОЛОГІЧНІ НІШІ, ЗНАЧЕННЯ ТА БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИЙ СИМБІОЗ, БОТАНІКО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗРАЗКІВ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ КУЩОВОГО ТИПУ.....	10
---	----

1.1. Екологічні ніші бульбочкових бактерій	11
1.2. Вплив абіо- і біотичних чинників на бобово- ризобіальний синтез та симбіоз	15
1.3. Біологічні та ботанічні особливості зразків квасолі звичайної кущового типу.....	19

2.

МЕТОДИКА ДОБОРУ ДЖЕРЕЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ ЗІ ЗБІЛЬШЕНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ ТА ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК.....	25
--	----

2.1. Вплив метеорологічних умов на динаміку формування маси і кількості азотфіксувальних бульбочкових бактерій (ризобій) зразків квасолі звичайної та удосконалення методу добору джерел за стійкістю до гідротермічних умов у фазі «справжній листок».....	27
---	----

2.2. Симбіоз з азотфіксувальними бактеріями зразків квасолі звичайної залежно від дії ГТК у фазі «цвітіння»	34
2.3. Вплив генотипу і гідротермічності на бобово- ризобіальний апарат квасолі звичайної у фазі «налив бобу»	36
2.4. Внутрішньовидова міжсортова агрономічна стабільність цінних господарських ознак у період наростання бульбочок зразків квасолі звичайної кущового типу	38
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Квасоля звичайна – незамінне джерело білкових компонентів у фізіологічно стиглому насінні (має незамінні амінокислоти) та вітаміни у зелених бобах, необхідних для повноцінного харчування і які рекомендовано включати в раціон людям з хворобами печінки та жовчного міхура [1]. За аналізом робіт відомих вчених П. М. Минюка, І. І. Литвиної, білок впливає на побудову тканин і бере участь у синтезі ферментів, гормонів, захисті організму; вуглеводи (крохмаль) – є основним джерелом енергії для роботи організму; клітковина – регулює метаболізм та рівень холестерину, допомагає відтоку жовчі; мінеральні речовини – беруть участь у клітинному обміні; вітаміни – впливають на кровотворення та обмін речовин.

Збирання та створення банку генетичних джерел в Україні розпочато з 1960-х років. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, внесено сім сортів квасолі звичайної селекції Інституту овочівництва і баштанництва НААН, які нині недостатньо реалізують свій генетичний потенціал, а саме: з недостатнім накопиченням корисних хімічних речовин, стійкістю проти основних хвороб, екстремальних чинників зовнішнього середовища та непридатністю до механізованого збирання врожаю. Як наслідок – не забезпечують добову норму поповнення цінними компонентами, необхідними для функціонування організму людини. Варто зазначити, що ці сорти мають низький вміст білків і вітамінів,

особливо у фазі зелених бобів. Наразі у колекційному розсаднику Інституту овочівництва і баштанництва НААН перебуває 21 зразок квасолі звичайної. Крім того, щоб виявити джерела високої якості, потрібно оптимізувати методи визначення крохмалю, клітковини, білка, цукру та розробити ефективні методи оцінювання і добору джерел з комплексом цінних продуктивних ознак для селекції й виробництва.

Нині селекційну діяльність науковців спрямовано на створення нових конкурентоспроможних сортів квасолі звичайної овочевого і зернового напрямку споживання з високими господарськими кількісними та якісними показниками; знаходження джерел зі стабільними параметрами вмісту цукру, крохмалю, сухої речовини, вітамінів. Важливим завданням залишається встановлення закономірностей проходження процесів формоутворення (габітусу куща), особливо створення батьківських штабових форм, у яких дружно визрівають боби. Слід розробити методи оцінки джерел для селекції завдяки встановленню кореляційних зв'язків між продуктивністю, вмістом корисних хімічних речовин, дружним визріванням та архітектонікою куща [16].

Одним з актуальних завдань щодо збільшення насінневого потенціалу генотипів є встановлення зв'язку параметрів хімічного складу (загальний цукор, крохмаль, білок) у насінні та технічно стиглому бобі.

Існуючі методи селекції (гібридизація, мутагенез та індивідуальний добір) включають у себе вивчення колекційного вихідного матеріалу упродовж трьох років та подальшого добору, штучне індухтування батьківських пар, їх гібридизації (штучне запилення) та ізольоване розмноження доборів і ліній упродовж 7–8 поколінь. Недоліком цих методів є доволі тривалий період (26 років) на отримання вирівняного лінійного матеріалу та оцінки на адаптивність і стабільність ознак, їх залежність одне від одного у поколінні.

У зв'язку з насиченням ринку іноземними сортами, які непристосовані до ґрунтово-кліматичних умов країни, сьогодення потребує прискорення селекційного процесу створення ліній і сортів вітчизняних, які мають високу адаптивність, якість продукції та дружну віддачу врожаю, що вкрай важливо за проведення механізованого вирощування та збирання [8].

Виходячи з цього, виникли важливі завдання щодо виділення цінних генотипів за комплексом адаптивних, продуктивних, якісних ознак з високим потенціалом до симбіозу рослин з бульбочковими бактеріями та розроблення ефективних методів селекції.

Задля цього нам потрібно на першому етапі досліджень науково обґрунтувати біохімічні і генетичні особливості азотфіксувальних бульбочкових бактерій та бобово-ризобіального симбіозу. Як довів дослід відомих учених Н. А. Проворова, Е. Н. Мішустіна, П. М. Дорошинського та інших, бульбочкові бактерії забезпечують не лише ґрунтозбереження, але є основним джерелом накопичення рослинного білка, тобто впливають на здоров'я людини [2–7].

Доведено, що бобово-ризобіальний синтез проходить три стадії: передінфекційну, інфекційну та утворення бульбочок. Перша стадія – за проростання насіння, у цей час корінець виділяє хемоатрактанти–речовини, які «принаджують» бульбочкові бактерії (ризобії): у гороху, наприклад, це аспарагінова та глутамінова кислоти. За концентрацією цих кислот у корневих виділеннях дводенного проростка гороху можна визначити рівень азотфіксаційної здатності рослини: чим вища концентрація, тим більше азоту може зв'язати рослина.

Симбіоз між бобовою рослиною і бульбочковими бактеріями починається з «приклеювання» ризобій до корневих волосків за допомогою лектинів – специфічних білків, які знаходяться на поверхні кореня і зв'язуються з полісахари-

дами клітин тільки «свого» виду *Rhizobium*. Таким способом рослина й бактерії ідентифікують одне одного.

Інфекційна стадія – проникнення бульбочкових бактерій у корінь через клітинну оболонку, яку вони розчиняють власними ферментами. Бактерії проникають у корінь через кореневі волоски і розмножуються в цитоплазмі. Клітини, переповнені бактеріями, починають посилено ділитися й активізують поділ навколишніх клітин. Тканина коріння навколо інфікованих клітин розростається, утворюючи стовщення різних розмірів і форми так звані бульбочки. Перші бульбочки у більшості бобових рослин виникають через 7–8 (рідше 10) днів після появи сходів. З віком паличкоподібні клітини бульбочкових бактерій перетворюються на бактероїди – стовщені клітини різної форми: розгалужені, сферичні, грушоподібні та ін., у квасолі звичайної – округлі [19].

Синтез азотистих сполук з використанням атмосферного азоту відбувається у клітинах-бактероїдах під дією ферменту нітрогенази за наявності леоголобіну (леггемоглобіну). Азот спочатку відновлюється до амонію (NH_4^+), який використовується для синтезу амінокислот, витрачається велика кількість енергії, яку постачає рослина – хазяїн у вигляді органічних сполук.

Синтезовані бактероїдами амінокислоти рослина використовує для власних потреб (створення білків та інших азотистих сполук). Частина азотистих сполук залишається в ґрунті у вигляді корневих виділень та післяжнивних решток, збагачуючи його азотом. Леоголобін (рожевий пігмент), найбільша кількість якого утворюється у фазу цвітіння, за хімічним складом (містить залізо), функціями (переносник кисню) і структурою подібний до гемоглобіну крові. Він забезпечує киснем бактероїди, і водночас захищає від кисненітрогеназу, яка руйнується за його наявності. Бульбочки з неактивними бактероїдами зеленкуваті.

Бульбочкові бактерії утворюються тільки на коренях рослин певного роду або групи родів. За відсутності в ґрунті відповідних видів бульбочкових бактерій бобові рослини можуть розвиватися і без них, однак перетворюються з нагромаджувачів атмосферного азоту на споживачів ґрунтового азоту, що нерідко призводить до зниження врожайності.

Бульбочкові бактерії виробляють вітаміни, ферменти, ростові речовини; оздоровлюють та підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів; поліпшують життєдіяльність інших корисних мікроорганізмів; виділяють у ґрунт специфічні органічні речовини тощо. Для активної азотфіксації сприятливими є: нейтральна реакція ґрунтового розчину (рН 6,8–7,4), хороші вологозабезпеченість (70–80 % ППВ) та аерація ґрунту, забезпеченість макро- і мікроелементами, температура ґрунту не вище 28 °С [13].

Для підвищення ефективності азотфіксації слід створювати сприятливі умови для розвитку рослин: чим активніше здійснюється фотосинтез, тим більше накопичується біомаси, тим активніші бульбочкові бактерії.

Наведений вище матеріал спонукає нас до більш достатнього вивчення бобово-ризобіального симбіозу. Важливим завданням нашої дослідної роботи було виділити джерела з комплексом корисних продуктивних і біохімічних ознак, придатних для органічного виробництва, переробки, з формуванням збільшеного потенціалу азотфіксувальних бактерій, які будуть використані у подальшій селекційній роботі.

Для створення дружновизріваючих продуктивних ліній квасолі звичайної, придатних до механізованого збирання насіння та переробки зі збільшеним потенціалом азотфіксуючих бактерій необхідно розробити **методичні основи прискорення селекційного процесу.**

1.
ЕКОЛОГІЧНІ НІШІ,
значення
та бобово-ризобіальний
симбіоз, ботаніко-біологічні
особливості зразків

КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

КУЩОВОГО ТИПУ



У

становлено, що у ході еволюції та розвитку екосистем відбувалася взаємна адаптація окремих груп організмів, у результаті якої кобїонти навчилися оптимальніше використовувати ресурси навколишнього середовища. Яскравим прикладом коеволуції організмів є симбіотичні відносини бульбочкових бактерій з бобовими рослинами [6].

1.1.

Екологічні ніші бульбочкових бактерій

Кожна популяція макро- і мікроорганізмів займає певне місце в екосистемі та вирізняється такими показниками, як місце проживання й екологічна ніша. Екологічна ніша характеризує ступінь екологічної спеціалізації цієї популяції, її місце в біогеоценозі як функціональної одиниці. За образним виразом відомого еколога Ю. Одума, місце мешкання – це «адреса» організму, а ніша – його «професія». Е. Піанка розглядає екологічну нішу як загальну суму адаптацій організму або як усі різноманітні способи пристосування його до умов навколишнього середовища.

У життєвому циклі бульбочкових бактерій можна виділити дві стадії: вільно існуючих гетеротрофів та симбіотичної взаємодії з бобовими рослинами. Під час сапрофітного існування (*explanta*) екологічною нішею для ризобій є ґрунт,

який забезпечує їх необхідними елементами живлення. Після проникнення мікроорганізмів у корені бобових (*inplanta*) екологічною нішею для бульбочкових бактерій стає рослина, фізіологічні та генетичні особливості якої безпосередньо впливають на мікросимбіонта.

Дослідженнями багатьох вчених доведено, що бульбочкові бактерії широко розповсюджені в ґрунтах. Поширення бульбочкових бактерій у різних ґрунтах визначають також за наявністю кореневих бульбочок. Зазначені методи дають змогу врахувати лише вірулентні штами ризобій, які селекціонуються рослиною-живителем. Незважаючи на те, що в ґрунті у значній кількості можуть бути наявні невірулентні бактерії, саме вірулентні ризобії вносять найбільший вклад у накопичення біологічного азоту [16]. У зв'язку з дослідженням розмірів та різноманіття популяцій останнім часом увагу дослідників привертає вивчення нуклеотидних послідовностей ДНК, отриманої безпосередньо з ґрунту, а також використання селективних середовищ для прямого виділення ризобій з ґрунту.

Незважаючи на те, що бульбочкові бактерії є одним із головних компонентів агроecosистем бобових рослин, вони становлять відносно невелику частину ґрунтових мікроорганізмів. Так, штами *Rhizobium* і *Bradyrhizobium* становлять 0,1–8 % загальної кількості бактерій у ризосфері та 0,01–0,14 % їх біомаси [10].

Експериментально доведено, що ризобії здатні тривалий час залишатися у ґрунті без рослин і функціонувати як сапрофіти. Чисельність бульбочкових бактерій у різних ґрунтах значно варіює і залежить від низки абіотичних, біотичних та антропогенних факторів.

Окультування ґрунтів, особливо пов'язане з внесенням органічних добрив або вапнуванням, покращує умови для розмноження та розвитку ризобій. Активні штами цих бакте-

рій частіше трапляються у нейтральних ґрунтах (чорноземах, окультурених дерново-підзолистих) [19].

У ґрунті водночас можуть існувати як вірулентні, так і фенотипічно наближені до них невірулентні штами, а також значна кількість рекомбінантних генотипів. Важливу роль у процесі формування структури популяцій бульбочкових бактерій та забезпеченні їх гетерогенності має перенос плазмід між штамами у ґрунті. Плазмиди ризобій можуть виступати у ролі векторів для переносу хромосомних генів цих мікроорганізмів. Якщо чисельність ризобій у ґрунті становить 10^8 бактеріальних клітин, то за добу може утворюватися не менш як 100 нових генотипів мікроорганізмів. Характер успадкування симбіотичних ознак істотно залежить від таксономічної спорідненості штамів [10]. Згідно з моделями популяційної динаміки бульбочкових бактерій, запропонованими М. Проворовим [30], нові рекомбінантні штами, які характеризуються розширеними екологічними властивостями *inplanta*, повністю витисняють з мікробного ценозу батьківські авірулентні форми, а штами з розширеними екологічними властивостями *explanta*, як правило, не можуть повністю витиснути ізогенні батьківські форми.

На частку бульбочкових бактерій у ґрунті істотно впливає рослина-живитель. Це зумовлено: 1) впливом корневих виділень; 2) розмноженням бульбочкових бактерій у бульбочках з наступним виходом їх у ґрунт; 3) здатністю рослини-живителя «вибирати» певні генотипи ризобій з ґрунтової популяції.

За наявності рослини відбувається різке збільшення чисельності специфічних бульбочкових бактерій, оскільки у ризосфері бобових культур створюються більш сприятливі умови для їх розвитку, ніж у ґрунті, віддаленому від коренів. Існування ризобій у прикореневій зоні значною мірою залежить від корневих виділень, які містять різноманітні по-

живні речовини та біологічно активні сполуки. Експериментально доведено, що кореневі екsudати сприяють активному руху ризобій до коренів. Звертає на себе увагу той факт, що у ризосфері деяких бобових може спостерігатися пригнічення неспецифічних ризобій, що пов'язано зі здатністю рослини обирати собі мікросимбіонта [11].

Варто зауважити, що збільшення чисельності ризобій за наявності рослини може бути зумовлено як специфічною, так і неспецифічною стимуляцією розвитку мікробних популяцій корневими екsudатами.

Доцільно зазначити, що серед бобових культур існують форми (афганський горох та безбульбочкова соя), які не вступають у симбіотичні відносини із специфічними ризобіями [20].

Після переходу до симбіотичного стану бульбочкові бактерії ведуть зовсім інший «спосіб життя», екологічною нішею для них стають бульбочки. Вони захищають бактерії від дії зовнішніх несприятливих факторів та забезпечують їх поживними речовинами у вигляді рослинних фотоасимілятів. Бактерії, своєю чергою, надають рослинам продукти біологічної фіксації азоту, необхідні для побудови рослинного організму. У результаті взаємодії генетично гетерогенної популяції вірулентних ризобій з рослиною-живителем у ній збільшується частка штамів, здатних активно фіксувати азот повітря. Згідно з «альтруїстичною» моделлю відбір на підтримку генів азотфіксації відбувається завдяки «альтруїзму» не бактерій відносно рослини, а одних бактеріальних клітин (бактероїдів) відносно інших (недиференційованих бактерій).

Слід також відмітити, що симбіоз бобових рослин з бульбочковими бактеріями є вигідним для макросимбіонта тільки за умов дефіциту зв'язаних форм азоту, а за наявності азотомісних сполук утворення бульбочок не завжди покращує

розвиток рослин. Відносини бульбочкових бактерій із зовнішнім середовищем у цей період регулюються рослиною-живителем, а вплив ґрунту проявляється тільки опосередковано. Фактори, які негативно діють на рослину, таким самим чином діють і на розвиток бульбочкових бактерій та функціонування бульбочок [13].

У бактероїдній тканині бульбочок ризобії повністю домінують, а після відмирання рослин вони формують місцеву популяцію бульбочкових бактерій. Перехід *inplanta* → *explan- ta* викликає виникнення популяційної хвилі, що призводить до елімінації частини популяції ризобій у ґрунті внаслідок індивідуального добору. У більшості випадків ґрунт виконує функцію підтримання популяції бульбочкових бактерій до моменту інфікування ними відповідної бобової рослини.

Отже, бульбочкові бактерії належать до мікроорганізмів, здатних до гетеротро- та симбіотрофного способу життя. У результаті взаємовигідного співіснування зростає екологічний потенціал обох партнерів симбіозу, один з яких (макросимбіонт) отримує нову метаболічну функцію – фіксацію молекулярного азоту повітря, а інший (мікросимбіонт) – захист від дії факторів зовнішнього середовища та елементи живлення.

1.2.

Вплив абіо- і біотичних чинників на бобово-ризобіальний синтез та симбіоз

На взаємовідносини бульбочкових бактерій з рослиною-живителем впливають різноманітні екологічні фактори: абіотичні, біотичні та антропогенні. Ці фактори регулюють утворення бобово-ризобіального симбіозу та нерідко відіграють визначальну роль у реалізації потенційних можливостей симбіонтів і ефективності цієї системи [5].

Оскільки бульбочкові бактерії тривалий час існують у ґрунті як сапрофіти, на їхній розвиток, фізіологічні властивості і здатність вступати у симбіотичні взаємовідносини з рослинами істотно впливає механічний склад ґрунту та вміст у ньому гумусу. Тип ґрунту та його властивості можуть обмежувати або, навпаки, сприяти розповсюдженню й домінуванню в ньому бактерій, різних за активністю.

Одним із головних екологічних факторів для бульбочкових бактерій є температура. Вони стійкі до низьких температур і гинуть за температури вищій 50 °С [26]. Значне підвищення температури призводить до зниження чисельності *V. japonicum* у ґрунті. Оскільки ризобії та бобові рослини по-різному реагують на температурний стрес, вплив температури на симбіоз визначається сортоштамовою взаємодією. Ю. Стояновою встановлено, що із збільшенням температури від 18 до 28 °С підсилюється ріст рослин сої в 1,4–1,7 раза, фіксація молекулярного азоту – в 1,3–4,2 та підвищується урожайність в 1,9–3,6 раза. Натомість, у польових умовах зниження температури під час вегетації затримує розвиток рослин сої та уповільнює процес бульбочкоутворення [11].

Дефіцит вологи або перезволоження негативно впливає як на рослину-живителя, так і на бульбочкові бактерії. Вважається, що оптимальна вологість, необхідна для формування та ефективного функціонування симбіотичної системи, становить 60–70 % повної вологості. Так, у період посухи у бобових рослин знижується азотфіксувальна активність та поглинання мінерального азоту кореневою системою. За умов нестачі або надлишку вологи у бульбочкових бактерій порушується респіраторна функція, внаслідок чого зменшується їх чисельність в екоотопі.

На ріст та розвиток бульбочкових бактерій також істотно впливає аерація ґрунту. Вважається, що за кисневого го-

лодування для виживання ризобій у ґрунті велике значення можуть мати окиси азоту, які використовуються як акцептори електронів. Зниження концентрації кисню біля коренів призводить до слабкого розвитку кореневої системи та зменшення кількості бульбочок і рівня поглинання коренем калію, кальцію й фосфору.

Варто зауважити, що симбіотичні системи дуже чутливі до реакції ґрунтового розчину. Оптимальне значення рН для ефективного функціонування симбіозу становить 6,5–7. У більшості випадків низькі значення рН призводять до зниження активності та вірулентності бульбочкових бактерій або до їх загибелі. Водночас існують штами, які витримують низькі значення рН (на рівні 4,5) і при цьому мають високу нодуляційну здатність. Вапнування кислих ґрунтів дає змогу підвищити рН і створити сприятливі умови для розвитку симбіозу, у результаті чого врожайність зерна сої може збільшитися більш ніж на 50 %. Важливо підкреслити роль рослини-живителя як екологічного фактора, який корегує вплив кислотності ґрунту на вірулентність та активність ризобій [17].

Багато дослідників вивчали специфіку азотного живлення бобових рослин та вплив різних доз азотних добрив на взаємовідносини їх із бульбочковими бактеріями. Встановлено, що соя та квасоля належать до групи бобових культур, у яких однаково виражена активність авто- і симбіотрофного типів живлення. Коефіцієнт ефективності у них наближається до 100 %. Переважання симбіотрофного азотного живлення над автотрофним виявлено у вики мохнатої та конюшини східної. Внесення мінерального азоту, як правило, знижує рівень використання молекулярного азоту пропорційно використаній дозі добрива [14, 15].

Істотний вплив на бобово-ризобіальний симбіоз має вміст у ґрунті фосфору, калію та мікроелементів. Відмічено

позитивний вплив мікроелементів на ріст і розвиток бульбочкових бактерій, процеси нодуляції та функціонування леггемоглобіну і нітрогенази. Недостатня кількість цих елементів у ґрунті призводить до порушення нормального розвитку бульбочок та зниження активності азотфіксації.

Серед біотичних факторів найбільше значення для ризобій мають кореневі виділення бобових рослин. Вони можуть істотно впливати на популяції бульбочкових бактерій в екоотопі, стимулювати або пригнічувати їхню активність [29].

Антропогенний вплив на бульбочкові бактерії проявляється у застосуванні в сільськогосподарській практиці речовин, які порушують природну взаємодію ризобій з рослиною-живителем, що може призвести до спрощення біологічних систем. До найбільш вивчених ксенобіотиків належать пестициди, які широко застосовують з метою захисту рослин від хвороб, шкідників тощо. Вони відіграють роль потужного екологічного фактора, викликають зміни чисельності, морфологічних ознак мікроорганізмів та нерідко проявляють мутагенну активність і є генетичною загрозою для ґрунтової мікробіоти. Використання пестицидів у технологіях вирощування сої призводить до істотного зниження активності симбіотичної азотфіксації та зменшення частки біологічного азоту в урожаї. Однак бульбочкові бактерії сої здатні пристосовуватися до дії деяких гербіцидів і активно їх метаболізувати. Показано також, що деякі пестициди, які використовують у технологіях вирощування бобових культур, пригнічують утворення бульбочок, проте не є токсичними для макро- і мікросимбіонтів. Пояснюється це тим, що ці пестициди за своєю структурою нагадують флавоноїдні сполуки – пригнічувачі бульбочкоутворення. Отже, негативний вплив пестицидів може бути набагато ширшим, ніж токсична післядія ксенобіотиків [13].

Отже, сьогодення потребує від аграрних країн світу дедалі більше приділяти увагу розвитку екологічно безпечного землеробства, стратегія якого потребує вдосконалення окремих ланок зональних систем землеробства, серед яких однією з найважливіших є сівозміни, поліпшувати які можна насиченням від 20 до 40 % багаторічними бобовими травами (конюшиною, еспарцетом, люцерною, буркуном, люпином та ін.). Бобові трави є дуже цінним, високовітамінним кормом для всіх видів тварин, особливо для молодняка та птиці цінним є сінне борошно з багаторічних бобових трав, є найкращим попередником для вирощування зернових і овочевих культур. Внаслідок азотфіксації у ґрунті накопичується близько 100–250 кг азоту за вирощування буркуну білого, еспарцету, люцерни, конюшини лучної. При розширенні посівів бобових культур стає реальним зменшення доз азотних добрив під культури сівозміни, що запобігає проникненню їх у підґрунтові води.

1.3.

Біологічні та ботанічні особливості зразків квасолі звичайної кущового типу

Згідно з керівництвом з апробації та класифікації Г. П. Яковлева і Н. Р. Іванова, Квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) належить до родини Бобові (*Leguminosae* Juss.), підродини Метеликові (*Papilionoideae*), підколіна Квасолєві (*Phaseolinae* Faub.). Це теплолюбна, однорічна, короткодобова, самозапильна рослина, належить до стародавніх культур Південної Америки. Рід Квасоля включає всебі види – звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), лімська (*Phaseolus lunatus* L.), багатоквіткова (*Phaseolus multiflorus* Willd.), тепарі (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) [1].

Основні ознаки роду: трійчасті листки, спірально закручений кльовик у човника, наявність мозолеподібного потовщення на насінні з однієї сторони від рубчика і здібність виткого стебла та витких верхівок рослин витися зліва направо [21, 22]. Вегетаційний період 75–130 діб. Вимоглива до тепла, не жаростійка, не переносить посуху, особливо у період цвітіння. В умовах Лісостепу України тривалість вегетаційного періоду: ультраскоростиглі – <65 діб, скоростиглі – 65–70, середньоранні – 71–80, середньостиглі – 81–85, середньопізні – 86–90, пізньостиглі – 91–120, дуже пізні – >120 діб. Різні сорти квасолі звичайної неоднаково реагують на тривалість світового дня, хоча більшість їх сортів квасолі віднесено до короткодобових. Існують сорти довгого дня та нейтральні [18].

Коренева система стрижнева і проникає у ґрунт до 1 м. Стебло квасолі трав'янисте, слабко дерев'яніє біля основи, в'ється від неї, а частіше – на певній висоті, колір зелений, рожевий або фіолетовий. Довжина основного стебла у кущових форм 25–45 см, у форм з виткими верхівками – 50–75 см, у напіввитких – до 1,5, у витких – від 2 до 5 м. У сильновитких тропічних і субтропічних зразків довжина стебла може перевищувати 15 м. Довжина стебла і розгалуженість змінюються залежно від вимог культури, географічної широти місцевості та погодних умов року вирощування. У вологі роки довжина стебла збільшується порівняно із середнім значенням, а у сухі – знижується на 30–40 %. Для витких сортів, за дощової погоди у другій половині літа, характерне подовження стебла з витягнутими міжвузлями. Крім того, існують сорти кущової форми з виткими верхівками тонких пагонів. Ступінь опушеності вегетативних частин рослини різний. Для кущових сортів важлива ступінь галузнення і кількість галузок [23].

Розмір бобів квасолі звичайної від 7 до 28 см, за формою прямі або зігнуті, мече-, шабле- і серпоподібні, плоскі або

циліндричні, гладенькі, зморшкуваті, щіткоподібні. За наявністю пергаментного шару у стулках зелених бобів розрізняють форми: *луцильні* – з грубим, товстим пергаментним шаром; *напівцукрові* – зі слабorozвиненим або він з'являється пізніше, *цукрові* – без пергаментного шару.

Насіння квасолі звичайної починає проростати за температури 8–10 °С, оптимальна температура 12–15 °С. Дуже вимоглива до світла, особливо у перші фази розвитку. За нестачі світла і тепла, надлишку вологи насіння формується більш світлих кольорів. Білі насінини під дією дощів у період збирання жовтіють. За перестигання у полі колір може збліднути. Для темнокольорових сортів колір насіння квасолі є важливим фактором, який визначає дію температур на рослину, що залежить від форми антоціанів, які є антибіотиками, підвищують холодостійкість клітин і знищують гнилісні організми, чим захищають насіння за проростання від загнивання.

Квасоля не стійка до приморозків, дорослі рослини можуть переносити приморозки -2...-3 °С, сходи гинуть при -1 °С. Дуже чутлива до зниження температур у період цвітіння, за нестачі тепла та сирієї погоди у цей період квіти опадають, знижуючи врожай. Витка квасоля більш стійка до приморозків, ніж кущова, оскільки рослини є вищими. Критична фаза щодо температурного режиму та біотичних факторів «сходи–цвітіння». Зі збільшенням середньодобової температури повітря скорочується фаза «цвітіння–визрівання». Оптимальна температура в період бутонізації і цвітіння 20–25 °С, але не нижче 15 °С, за низьких температур повітря затримується ріст квасолі і знижується стійкість проти хвороб. Стадія яровизації квасолі звичайної проходить 6–8 діб за температури 8–12 °С, а у південних форм – при 25 °С, за температури менше 8 °С насіння квасолі повільно сходить або загниває. Рослини квасолі вимогливі до світла у

молодому віці, а в період цвітіння чутливі до посухи і високої температури повітря. У ранніх фазах розвитку рослини краще переносять жару, ніж у період цвітіння і зав'язування бобів, високі температури знищують зав'язь [24].

Квасоля вимоглива до вологи ґрунту, насіння при проростанні набухає і споживає 100–120 % вологи своєї маси. Оптимальна вологість на різних ґрунтах 25–75 % повної вологості, на перегнійному ґрунті – 75, глиняному – 50, піщаному – 25, на суглинковому – 25–75 %. Посухостійка культура, не переносить перезволожених ґрунтів. Особливо вимоглива до зволоження у фазі проростання насіння, появи сходів, бутонізації, цвітіння і визрівання. Овочева квасоля за нестачі вологи у період зав'язі бобів утворює неякісні боби (грубі, сухі), а насіння формується мілке. Насіння, зібране у вологі роки, погано зберігається і швидко втрачає схожість. При перезволоженні 2–3 см на поверхні ґрунту впродовж чотирьох діб квасоля зовсім не утворює насіння.

Первинні (примордiальні) два листки – прості, серцеподібні. Справжні листки трійчасті, з листочками різної форми, жовто-зеленого, зеленого, темно-зеленого й антоціанового кольору [25].

Квасоля – рослина південних широт і краще розвивається в умовах короткого дня та довгої ночі. Деякі сорти пізньостиглі мають нейтральну реакцію на тривалість доби. Вирощування короткодобових сортів в умовах тривалого дня призводить до затримки цвітіння і подовження вегетаційного періоду. Квасоля вимоглива до світла у молодому віці, а в період цвітіння чутлива до посухи і високої температури повітря. При затіненні рослини витягуються, тоншають, слабшають і помітно знижують врожай. При кулісних посівах з кукурудзою, картоплею в міжряддях фруктових дерев вона мириться із затіненням і формує нормальний врожай. За мінімального освітлення (2400 лк) продуктивність фото-

синтезу дорівнює використанню органічних речовин у процесі дихання, що є нормальним для розвитку і плодоношення рослин квасолі звичайної [9].

Листки рослини здатні підніматися й опускатися, чим регулюють використання світла і не допускають їх перегріву у спеку. Вранці і ввечері листки приймають положення, за якого промені сонця потрапляють на них вертикально і вони достатньо освітлені, але з настанням темряви черешок листка піднімається, а пластинки листка поникають верхівками донизу. Під час посухи пластинка листка відвисає, таким чином зменшуючи перегрів поверхні. У північних широтах листки квасолі розташовані так, щоб максимально використовувати світло, а у південних, навпаки, листки у денний час опущені [8].

Квасоля є просапною культурою, її місце в сівозміні, як і інших бобових культур, визначають головним чином за здатністю підвищувати родючість ґрунту. Високі врожаї можна одержати, якщо попередники залишають поле чистим, без бур'янів. Тому кращим місцем для квасолі у просапних сівозмінах є перше просапне поле і після озимих, які висівали за удобреним паром. Хорошим попередником для квасолі, особливо у більш північних районах вирощування, є картопля. У виробничих умовах після ярих квасоля дає менші врожаї, оскільки після них поля стають більш засміченими, ніж після озимих і просапних попередників. Не слід розмішувати квасолю після соняшнику. У цьому разі врожай і його якість різко знижуються через засмічення поля падалицею й ураження рослин білою і сірою гнилями. Недопустимо проводити повторні висіви на одній і тій самій ділянці, оскільки культура значно уражується хворобами, особливо вірусними. Повернення на поле повинно відбуватися не раніше, ніж через 5 років. Кореневі і поживні рештки її рослин відносно багаті азотом, легко та швидко розкладаються в ґрунті.

Квасоля дає високі врожаї на чорноземах, добре реагує на внесення органічних, калійних і фосфорних добрив, інокуляцію мікробними препаратами, у період сходів потребує азотних добрив, для підвищення врожаю насіння у фазу «бутонізації». Непридатні до вирощування квасолі важкі, глинисті, холодні перезволожені ґрунти.

2.

МЕТОДИКА ДОБОРУ
джерел для селекції

КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

за стійкістю до гідротермічних
умов зі збільшеним потенціалом
бульбочкових бактерій та цінних
господарських ознак



Т

ідротермічність є основним метеорологічним фактором, який контролює розвиток рослин та їх продуктивнокісний потенціал у період вирощування [19].

Дослідженнями відомої вченої Н. С. Харіної доведено, що гідротермічні умови в період вегетаційного періоду рослин здатні позитивно сприяти не лише формуванню бульбочкових азотфіксувальних бактерій на коренях, але й збільшують розвиток генеративних органів та продуктивність і якість зразків, що в цілому контролюється реакцією генотипу [11].

Така наукова гіпотеза викликала зацікавленість щодо дослідження такого явища на сортах квасолі звичайної овочевої кущового типу як ранньо-, так і середньостиглих зразків. Крім того, для дослідів було взято зразки, що різняться за гермоплазмою, а саме – сорти-бренди, яких тривалий час використовують у виробництві, знаходяться у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, у продовж десяти років: а саме – Шахія (стандарт ранньостиглості з білим кольором насінневої оболонки); лінії, зареєстровані у НЦГРРУ та колекційні зразки. Такий підхід використано нами для визначення здатності генотипів до формування бульбочкових бактерій у фазах вегетаційного періоду рослин – справжнього листка, цвітіння, наливу бобу, що до-

зволило нам виділити джерела за стиглістю і здатністю і пристосованістю до окремих фенофаз.

2.1.

Вплив метеорологічних умов на динаміку формування маси і кількості азотфіксувальних бульбочкових бактерій (ризобій) зразків квасолі звичайної та удосконалення методу добору джерел за стійкістю до гідротермічних умов у фазі «справжній листок»

Під час досліджень ми аналізували вплив метеорологічних умов у фазі «справжній листок» не лише на формування бульбочок, а також визначали, як вони у симбіозі впливають на розвиток рослин. Відомо, що основними метеофакторами є сума опадів й активні температури, які сумарно характеризують гідротермічні умови розвитку рослин. Для селекції це має велике значення, оскільки можливо визначити стійкість зразків до погодних умов. У зв'язку зі змінами екстремальних кліматичних умов виникає потреба проводити добір нових селекційних джерел за прискореною оцінкою. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) використано нами у попередніх дослідженнях 2015–2019 рр., що дало можливість створити стійкий до погодних умов вирощування за фенофазами з цінними господарськими ознаками лінійний матеріал (*табл. 2.1*).

Як довели отримані результати, тісний кореляційний зв'язок з ГТК спостерігали у фазі «сівба–масові сходи» у двох ранньостиглих зразків – Шахня і Дар ($r=0,94$ і $r=0,97$), а у фазі «справжній листок – поява галузки» – відповідно $r=0,95$ і $r=0,97$. А це означає, що критичні фази розвитку рослин тісно корелюють з ГТК і залежать від вологи у цей період. За проходження фенофаз зразками «масові схо-

**Таблиця 2.1. Кореляційні зв'язки фенофаз ранньостиглих зразків
квасолі звичайної кущового типу
(середнє за 2015–2019 рр.)**

Показник	ГТК	Сорт	
		Шахиня	Дар
Фаза «сівба–масові сходи», діб			
Середнє X, діб	0,34	13	14
Коефіцієнт кореляції* r з ГТК	–	0,94	0,97
Фаза «масові сходи–справжній листок», діб			
Середнє X, діб	0,77	9	9
Коефіцієнт кореляції r з ГТК	–	-0,83	-0,69
Фаза «справжній листок–поява галузки», діб			
Середнє X, діб	0,59	11	11
Коефіцієнт кореляції r з ГТК	–	0,95	0,97
Фаза «поява галузки–технічно стиглий зелений біб», діб			
Середнє X, діб	0,46	44	43
Коефіцієнт кореляції r з ГТК	–	-0,65	-0,76
Фаза «технічно стиглий зелений біб–фізіологічно стигле насіння», діб			
Середнє X, діб	0,66	17	17
Коефіцієнт кореляції r з ГТК	–	-0,16	0,59

* Коефіцієнти кореляції істотні на 5 %-му рівні.

ди – справжній листок» ($r=-0,83$ і $r=-0,69$), «поява галузки – технічно стиглий зелений біб» ($r=-0,65$ і $r=-0,76$) відмічено зворотний високий кореляційний зв'язок, тобто збільшення ГТК призводить до зменшення вегетаційного періоду або навпаки. Для проведення добору важливим моментом є слабка залежність від ГТК, яка є показником стійкості зразків до гідротермічних умов. Отже, сорти Шахиня і Дар – нестійкі до гідротермічних умов. Надалі буде встановлено залежність впливу ГТК на формування маси та кількості бульбочок у фазах розвитку рослин.

Одним із завдань нашого дослідження було проаналізувати як за два роки змінювалися цінні господарські ознаки та

виділити джерела зі збільшеними цінними господарськими показниками. За основу взято два фактори – активна температура за період вегетації рослин і сума опадів, оскільки ці метеорологічні фактори є критеріями у визначенні стабільності й пластичності генотипів.

Коефіцієнт ГТК визначали за формулою Г. С. Селянінова – відношення суми опадів до суми активних температур, зменшену у 10 разів.

За роки досліджень ГТК за фазами розвитку рослин «поява справжнього листка», «цвітіння», «налив бобу», коли формуються бульбочкові бактерії, становив відповідно у 2019 р. 0,92; 0,88; 0,80, тоді як у 2020 р. – 0,79; 0,28; 0,47 у ранньостиглих зразків (табл. 2.2).

За фазами вегетаційного періоду у середньостиглих зразків ГТК у 2019 р. становив до: справжнього листка – 0,88, цвітіння – 0,72 і наливу бобу – 0,68, за вегетаційний період – 0,96; у 2020 р. відповідно – 0,75; 0,22; 0,31 і 0,39. За шкалою Г. С. Селянінова розподілу ГТК за параметрами: ГТК менше від 0,7 до 1,0 характеризують умови дуже посушливі; ГТК від 1,0 до 1,3 – недостатньо вологі; ГТК від 1,3 до 1,6 – вологі; ГТК від 1,6 до 2,0 – дуже вологі; ГТК понад 2,0 – надмірно вологі. Як довели результати наших досліджень, реакція сортів та їх ознак на метеорологічні умови можна визначити

Таблиця 2.2. Коефіцієнт ГТК за фенофазами зразків квасолі звичайної

Фенофаза	Зразок					
	Ранньостиглі			Середньостиглі		
	2019 р.	2020 р.	$X_{\text{сеп}}$	2019 р.	2020 р.	$X_{\text{сеп}}$
До: справжнього листка	0,92	0,79	0,86	0,88	0,75	0,82
цвітіння	0,88	0,28	0,58	0,72	0,22	0,47
наливу бобу	0,80	0,47	0,64	0,68	0,31	0,50
За вегетаційний період	0,91	0,27	0,59	0,96	0,39	0,68

за кореляційним зв'язком їх параметрів до гідротермічного коефіцієнта [4].

Якщо порівнювати гідротермічні умови років, варто зосередити увагу на тому, що ранньостиглі зразки вирощували за середньою з коефіцієнтом ГТК у 2019 р. до: справжнього листка – 0,86, цвітіння – 0,58, наливу бобу – 0,64 і за вегетаційний період – 0,59, тоді як середньостиглі відповідно – 0,82, 0,47, 0,50, 0,68. Таким чином, за стиглістю овочеві зразки мають різні вимоги до погодних умов вирощування, оскільки у 2019 р. середньостиглі зразки більш стійкі до коефіцієнта ГТК за фазами – -0,04, -0,12, -0,12. У 2020 р. відношення цієї групи зразків теж зменшили потреби на 0,03, 0,04 і 0,06 відповідно. Цей фактор дуже важливий для селекційної практики щодо створення середньостиглих зразків, оскільки вони більш стійкі до посухи й жару, і тим самим прискорити селекційний процес добору жаростійких джерел.

За результатами досліджень встановлено, що зразки порізногому реагували на гідротермічні умови вирощування у динаміці першого справжнього листка з формуванням кількості й маси бульбочок (табл. 2.3).

У фазі «справжній листок» агрономічна стабільність (As) за два роки досліджень у ранньостиглих зразків квасолі звичайної була високою: Українка – 97,6 %, Белісімо – 90,2 %. У середньостиглій групі рослин виділився зразок Краплинка – 92,5 %. Кореляційна залежність від ГТК за масою бульбочок у зразків була високою – $r > 0,7$, окрім сорту Українка.

За кількістю бульбочок на коренях рослин за показником агрономічної стабільності виділено ранньостиглий сорт Українка (92,1 %) та середньостиглий зразок Княгиня (85,9 %) які перевищували стандарти. Середня залежність від погодних умов вирощування була у зразків середньостиглої групи Мавка ($r=0,61$) і Княгиня ($r=0,69$).

2. Методика добору джерел
для селекції квасолі звичайної за стійкістю до гідротермічних умов

Таблиця 2.3. Бульбочкоутворювальна здатність зразків квасолі звичайної у фазі «справжній листок» для органічного виробництва

№ кат.	Зразок	Фаза «справжній листок»					
		Маса бульбочок, мг			Кількість бульбочок, шт.		
		X _{сер}	As, %	Кореляція з ГТК*	X _{сер}	As, %	Кореляція з ГТК
Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння білого кольору							
566	Шахиня, St	11,30	68,1	0,98	5,0	71,7	1,00
539	Ксенія	15,25	89,1	1,00	5,0	85,9	0,98
540	Українка	16,35	97,6	0,57	4,5	92,1	0,73
Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння коричневого кольору							
545	Зірочка	13,75	77,6	1,00	4,5	76,4	0,89
Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння фіолетового кольору							
543	Сюїга	13,65	76,4	0,99	5,0	71,7	1,00
572	Белісімо	15,55	90,2	1,00	5,0	85,9	0,85
Середньостиглі зернові, оболонка насіння фіолетового кольору							
567	Гайдарська, St	15,40	85,3	0,92	5,0	71,7	0,89
576	Гайдарська добір	16,10	89,9	0,85	5,5	80,7	0,97
Середньостиглі зернові, оболонка насіння білого кольору							
574	Отрада	11,40	75,2	0,98	4,5	76,4	0,99
580	Мавка	12,20	76,8	1,00	4,0	64,6	0,61
571	Княгиня	18,95	99,1	0,99	7,5	85,9	0,69
3622	МД-10	11,80	79,6	0,94	4,0	64,6	0,78
554	Б/н (04)	11,60	70,7	0,88	5,0	71,7	0,97
Середньостиглі зернові, оболонка насіння бежевого кольору							
3624	Чарівниця	12,55	82,8	0,97	4,5	76,4	0,89
Середньостиглі зернові, оболонка насіння біла з коричневою плямою							
574	Краплинка	14,65	92,5	0,86	5,0	71,7	0,89
Середньостиглі зернові, оболонка насіння коричневого кольору							
573	Пепі	15,50	87,7	0,99	5,5	80,7	0,89
562	Сакса	11,90	75,0	0,99	3,5	69,7	0,89
Середньостиглі зернові, оболонка насіння біла з бордовою плямою							
552	Б/н (08)	12,40	81,8	0,93	4,5	76,4	0,99
Середньостиглі зернові, оболонка насіння ряба							
556	Б/н (01)	11,85	74,0	0,90	4,5	60,7	0,89
555	Б/н (03)	12,85	83,2	0,97	4,5	76,4	0,75

* Коefіцієнти кореляції істотні на 5 %-му рівні.

Учені-бактеріологи засвідчують, що бульбочкові бактерії бувають різні за кольором, тобто серед популяції з'являються, наприклад, темно-коричневого забарвлення, рожевого, сірого або зеленого [7]. Оскільки насіння квасолі має різне забарвлення, то для нас важливим моментом було встановити, чи впливають різні за кольором генотипи на формування бульбочок і виділити їх за призначенням до виробництва. Досліджувані зразки представлено у *табл. 2.4*.

Отже, бульбочкоутворювальна здатність у фазі «справжній листок» зразків тісно позитивно корелює на зростання ГТК, маси і кількості бульбочок, незалежно від стиглості, хоча і потребує різних гідротермічних умов у період вегетації.

Аналіз у фазі «справжній листок» у ранньостиглих джерел овочевого напрямку довів, що маса бульбочок була за сортами середньою, а їх кількість – 3,5–5 шт. з оболонкою насіння білого кольору, тоді як у коричневого 12,45 мг і 3,5 шт. відповідно, і фіолетового – 16,65 мг і 5 шт. А відтак колір насіння не впливав на формування мааси бульбочок, а лише у цій групі спостерігали реакцію сорту, за якої найбільше сприяли утворенню сорти Ксенія – 15,25 мг, Українка – 16,35, Белісімо – 15,55 мг. За кількістю штук більше бульбочок утворювали сорти Ксенія і Белісімо – по 5 шт. фіолетового та білого кольору насіння Ксенія і Шахиня – по 5 шт. Отже, добір слід робити за виходом маси бульбочок з насінням фіолетового кольору як для селекції, так і для харчового напрямку.

А відтак, зразки квасолі овочевої з усіма кольорами насінневої оболонки сприяли формуванню маси бульбочок *мін* 11,3 мг, *макс* – 16,35 мг і кількості 4,5–5 шт.

За аналізом формування бульбочок середньостиглих зразків з насінням фіолетового кольору зернового напрямку доведено, що за два роки досліджень сформовано бульбочки середньою масою 15,4–16,1 мг і кількістю 5–5,5 шт., з обо-

Таблиця 2.4. Характеристика досліджуваних зразків квасолі звичайної за генотипом, стиглістю, типом рослин, кольором оболонки насіння та призначенням

№ кат.	Зразок	Гено-тип	Стиглість	Тип рослини	Колір оболонки насіння	Призначення
566	Шахиня, St	Сорт	Рання	Кущовий	Білий	Овочеве
3584	Присадибна	«	«	«	«	«
539	Ксенія	«	«	«	«	«
540	Українка	«	«	«	«	«
564	Палаті	Зразок	«	«	«	«
545	Зіронька	Сорт	«	«	Коричневий	«
543	Сюїта	«	«	«	Фіолетовий	«
572	Белісімо	Лінія	«	«	«	«
567	Гайдарська	Сорт	Середня	«	«	Зернове
576	Гайдарська добір	Лінія	«	«	«	«
574	Отрада	Сорт	«	«	Білий	«
580	Мавка	«	«	«	«	«
571	Княгиня	Лінія	«	«	«	«
3622	МД-10	«	«	«	«	«
554	Б/н (04)	Зразок	«	Виткий	«	«
3624	Чарівниця	«	«	«	Бежевий	«
574	Краплинка	Лінія	«	Кущовий	Білий з коричневою плямою	«
573	Пепі	«	«	«	Коричневий	«
562	Сакса	Зразок	«	«	«	«
552	Б/н (08)	«	«	«	Білий з бордовою плямою	«
556	Б/н (01)	«	«	Виткий	Рябий	«
555	Б/н (03)	«	«	«	«	«

лонкою насіння білого кольору (4 колекційні зразки і лінія Княгиня) встановлено, що лінія Княгиня сформувала найбільшу кількість бульбочок з масою 18,95 мг і перевищила інші зразки цієї групи на 6–7 мг, що вкрай важливо для бобово-ризобіального симбіозу.

2.2.

Симбіоз з азотфіксувальними бактеріями зразків квасолі звичайної залежно від дії ГТК у фазі «цвітіння»

За роки досліджень (2019–2020 рр.) маса бульбочок на коренях рослин у фазі «цвітіння» за показником агрономічної стабільності була найвищою у ранньостиглого овочевого сорту Українка – 99 %, у середньостиглих зразків становила у сортів Белісімо 96,6 %, Чарівниця – 97,6 %, тоді як у стандартів Шахиня вона була на рівні – 60 % та Гайдарська – 87,4 % (табл. 2.5).

За масою бульбочок найменша залежність від гідротермічних умов вирощування була характерною для зразків Ксенія ($r=0,38$) і Палаті ($r=0,36$). Формування кількості бульбочок відмічено з найменшою залежністю від ГТК у зразка Палаті ($r=0,37$).

Крім того, за стабілізацією формування у фазі «цвітіння» маса бульбочок характеризувалась за найменшим інтервалом min-max за роки досліджень у групі ранньостиглих зразків сорт Українка, Ксенія, Палаті, Белісімо, тоді як за їх кількістю – Ксенія, Українка, Зіронька і Белісімо.

У групі середньостиглих зернових зразків за середнім значенням років маси бульбочок виділено у фазі «цвітіння» сорти Княгиня добір – 113,1 мг і Пепі – 109,8 мг, а за кількістю їх – Княгиня добір – 11,5 шт. і Пепі – 12 шт. (див. табл. 2.5). За роки досліджень у 2019 і 2020 рр. при збільшенні формування

Таблиця 2.5. Бульбочкоутворювальна здатність зразків квасолі звичайної у фазі «цвітіння» для органічного виробництва

№ кат.	Зразок	Фаза «цвітіння»					
		Маса бульбочок, мг			Кількість бульбочок, шт.		
		X _{ср}	As, %	Кореляція з ГТК	X _{ср}	As, %	Кореляція з ГТК*
<i>Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння білого кольору</i>							
566	Шахиня, St	74,3	60,0	1,00	13,0	83,7	0,76
3584	Присадибна	101,8	93,5	0,79	10,0	85,9	0,94
539	Ксенія	114,5	93,0	0,38	9,0	92,1	0,65
540	Українка	114,1	99,0	-0,22	9,0	92,1	0,65
564	Палаті	109,8	94,6	0,36	12,0	88,2	0,37
<i>Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння коричневого кольору</i>							
545	Зіронецька	106,1	95,0	0,91	11,0	93,6	0,98
<i>Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння фіолетового кольору</i>							
543	Сюїта	100,9	92,7	0,63	11,0	93,6	0,61
572	Белісімо	111,0	96,6	0,69	9,0	92,1	0,99
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння фіолетового кольору</i>							
567	Гайдарська	75,9	87,4	0,99	8,5	87,5	0,98
576	Гайдарська добір	80,3	91,3	0,88	9,0	92,1	0,99
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння білого кольору</i>							
574	Отрада	54,7	92,4	1,00	7,0	89,9	0,92
580	Мавка	81,4	74,8	0,71	7,5	85,9	0,83
571	Княгиня добір	113,1	95,5	1,00	11,5	90,8	0,83
3622	МД-10	84,5	76,6	0,68	10,0	100,0	-0,38
554	Б/н (04)	88,4	84,0	1,00	7,4	75,2	0,92
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння бежевого кольору</i>							
3624	Чарівниця	78,0	97,6	0,72	9,0	92,1	0,61
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння біла з коричневою плямою</i>							
574	Краплинка	84,3	94,9	0,96	9,0	92,1	0,92
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння коричневого кольору</i>							
573	Пепі	109,8	94,6	0,98	12,0	88,2	0,78
562	Сакса	66,5	87,2	-0,98	8,5	87,5	0,61
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння біла з бордовою плямою</i>							
552	Б/н (08)	93,0	86,6	0,76	10,0	85,9	0,78
<i>Середньостиглі зернові, оболонка насіння ряба</i>							
556	Б/н (01)	92,5	86,2	0,82	8,0	91,2	0,99
555	Б/н (03)	96,4	85,9	0,64	8,5	87,5	0,98

* Коефіцієнти кореляції істотні на 5 %-му рівні.

бульбочок виділено відповідно сорти Княгиня добір і Пепі як джерела для селекції.

Таким чином, для селекції виділено на середньостиглість зернового напрямку споживання за збільшеним бульбочково-ризобіальним апаратом джерела – лінії Княгиня добір і Пепі, які слід передати для кваліфікаційної експертизи до державного сортовипробування.

2.3.

Вплив генотипу і гідротермічності на бобово-ризобіальний апарат квасолі звичайної у фазі «налив бобу»

Для органічного виробництва за формуванням збільшеного потенціалу азотфіксувальних бульбочкових бактерій у фазі «налив бобу» за середньою масою бульбочкових бактерій визначено зразки Ксенія і Українка – 146,3 і 139,7 мг з білим насінням та кількістю бульбочок 49 і 37 шт. відповідно та лінію Палаті – 48 шт. (табл. 2.6). Відповідно ГТК=0,80 і ГТК=0,47 у 2020 р. в період наливу бобу зафіксовано ту саму тенденцію до збільшення маси бульбочок та їх кількості у 2019 р. з інтервалом 10,4–37,0.

Сорт Українка, навпаки, знизив потенціал на 10,4 мг, хоча у середньому він був за масою, що свідчить про процес відчуження ризобій у ґрунт. Стабільними були зразки за позитивом Ксенія з інтервалом 14,2 мг, Зіронька – 7,6 мг та кількістю Ксенія та Белісімо. Високу пластичність довели зразки Палаті – 35,3 мг і кількістю бульбочок з інтервалом 16 шт. і Сюїта з інтервалом 14 шт. Отже, для селекції являють собою інтерес зразки з позитивною реакцією до утворення бульбочок Ксенія, Українка і Палаті.

Середньостигла група зразків зернового напрямку теж активно реагувала на гідротермічність у фазі «налив бобу»,

Таблиця 2.6. Формування бобово-ризобіального апарату зразків квасолі звичайної у фазі «налив бобу»

№ кат.	Зразок	Фаза «налив бобу»					
		Маса бульбочок, мг			Кількість бульбочок, шт.		
		2019 р.	2020 р.	X _{сер}	2019 р.	2020 р.	X _{сер}
Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння білого кольору							
566	Шахиня, St	138,2	101,2	119,7	38	32	35,0
3584	Присадибна	120,3	105,1	112,7	38	29	33,5
539	Ксенія	153,4	139,2	146,3	49	49	49,0
540	Українка	134,5	144,9	139,7	42	32	37,0
564	Палаті	129,7	94,4	112,1	56	40	48,0
Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння коричневого кольору							
545	Зіронька	120,1	112,5	116,3	50	44	47,0
Ранньостиглі овочеві, оболонка насіння фіолетового кольору							
543	Сюїга	136,4	109	122,7	42	28	35,0
572	Белісімо	132,5	112,9	122,7	38	37	37,5
Середньостиглі зернові, оболонка насіння фіолетового кольору							
567	Гайдарська	112,5	98,5	105,5	51	34	42,5
576	Гайдарська добір	128,7	120,1	124,4	53	35	44,0
Середньостиглі зернові, оболонка насіння білого кольору							
574	Отрада	110,5	112,4	111,5	42	30	36,0
580	Мавка	124,5	86,3	105,4	48	24	36,0
571	Княгиня	172,6	151,0	161,8	55	40	47,5
3622	МД-10	119,5	94,5	107,0	46	35	40,5
554	Б/н (04)	144,2	120,1	132,2	44	32	38,0
Середньостиглі зернові, оболонка насіння бежевого кольору							
3624	Чарівниця	138,5	108,5	123,5	44	40	42,0
Середньостиглі зернові, оболонка насіння біла з коричневою плямою							
574	Краплинка	144,1	110,5	127,3	35	21	28,0
Середньостиглі зернові, оболонка насіння коричневого кольору							
573	Пепі	142,3	114,5	128,4	30	30	30,0
562	Сакса	80,5	111,2	95,9	56	40	48,0
Середньостиглі зернові, оболонка насіння біла з бордовою плямою							
552	Б/н (08)	129,4	111,5	120,5	32	29	30,5
Середньостиглі зернові, оболонка насіння ряба							
556	Б/н (01)	149,5	93,4	121,5	38	24	31,0
555	Б/н (03)	152,4	102,2	127,3	42	25	33,5

де сформувала найбільшу масу бульбочок 8,6–56,1 мг за ГТК=0,68 у 2019 р. і ГТК=0,31 – у 2020 р. (див. табл. 2.6). Такі зразки, як Отрада інтервал (-1,9), Сакса (-30,7) знизили масу бульбочок у 2020 р. За більшою масою бульбочок було виділено лінію Княгиня – 161,8 мг, зразки Краплинка – 127,3 і Пепі – 128,4 мг. Найбільшу пластичність – 50,2 і 56,1 мали зразки Б/н (01) і Б/н (03) з рябою оболонкою насіння. Стабільність відмічено у добору к 576 з інтервалом 8,6 мг. Зразок Пепі зберігав свої властивості на одному рівні за кількістю бульбочок (30 шт.).

2.4.

Внутрішньовидова міжсортова агрономічна стабільність цінних господарських ознак у період наростання бульбочок зразків квасолі звичайної кущового типу

Міжсортова внутрішньовидова мінливість ознак і зразків є основним статистичним показником встановлення стійкості зразків до умов під час наростання бульбочок на коренях у період вегетації рослин. Екологічну мінливість встановлюють за порівнянням формування господарських ознак зразка на різних агрофонах й умовах за роки, які характеризуються відповідними параметрами ґрунтово-кліматичних факторів. Визначають екологічну мінливість ймовірно статистичними моделями: за *агрономічною стабільністю* (A_s), яку обраховують за формулою

$$A_s = 100 - V, \%$$

де V – коефіцієнт варіабельності ознаки, який вираховують дисперсійним аналізом [3, 4], та *селекційною цінністю* (S_c) зразків, що визначають за В. В. Хангільдіним:

$$S_c = X/X_{opt} - X_{lim},$$

де X – середнє значення показника за роки; X_{opt} – максимальне; X_{lim} – мінімальна цінність генотипу.

За результатами попередніх досліджень нами доведено ефективність використання доборів за агрономічною стабільністю (A_s), де застосовували чотирирічні дані, що потребувало додаткових витрат. До задачі наших досліджень входило скоротити цей термін завдяки оцінці A_s за дворічними даними і тим самим скоротити добір джерел для селекції вдвічі. Дослідження проводили на 12-ти зразках квасолі звичайної, які мали різну генотипну основу – сорти, лінії, колекційні зразки. За збільшеною агрономічною стабільністю ознаки врожайності за два роки виділено колекційні зразки – Ксаво, Сакса, які з урожайністю 9,40 і 10,12 т/га зелених бобів поступилися стандарту (10,87 т/га). Такий факт підтверджує стійкість цих зразків до погодних умов і їх потрібно передавати до кваліфікаційної експертизи.

Конкурентоспроможність стабільності зразків за врожайністю підтверджує й найбільша селекційна цінність Ксаво – 18,20 і Сакса 22,49, тоді як у стандарту – 97,8, що засвідчує гарантоване використання їх для селекційної стійкості за врожайністю (табл. 2.7).

За дворічними дослідженнями встановлено, що зразки Лаура, Ольга, Палаті, Ксаво і Сакса довели стабілізацію вмісту сухої речо-

Таблиця 2.7. Селекційна цінність і агрономічна стабільність урожайності зелених бобів квасолі звичайної овочевої (середнє за 2019–2020 рр.), т/га

Зразок	$X_{сер}$	S_c , мг/100 г	A_s , %
Шахиня, St	10,89	16,01	97,8
Білозерна 361	12,15	18,69	98,1
Ксеня	11,66	12,67	97,2
Українка	11,72	15,63	97,7
Сюїга	12,90	12,29	97,1
Зіронька	13,22	11,40	96,9
Дар	11,80	13,41	97,4
Белісімо	12,80	20,32	98,3
Лаура	11,96	8,31	95,7
Ольга	9,88	15,44	97,7
Палаті	8,74	11,35	96,9
Ксаво	9,40	18,20	98,1
Сакса	10,12	22,49	98,4

вини за агрономічною стабільністю до 96–97 % при 96,7 % у стандарту. Зразки Ксаво і Сакса перевищили стандарти на 20 %, за вмістом сухої речовини – на 13,99, 14,34 % відповідно, що гарантує їх у кандидати на сорт без подальшого оцінювання. Варто зауважити, що у зразка Ксаво селекційна цінність становила 233,17, тобто він здатний зберігати свої властивості на одному рівні. Агрономічна стабільність колекційних зразків за вмістом загального цукру перевищувала стандарт на 3–6 %, за наявністю – на 2,33–2,80 % при 2,75 % у стандарту. За селекційною цінністю (S_c) вмісту загального цукру колекційні зразки перевищували стандарт, але поступилися сорту Білозерна – 43,17 мг/100 г, Сюїта – 13,39, Зіронька – 22,67, Дар – 16,50, Палаті – 15,63, Ксаво – 11,10, Сакса – 9,03 мг/100 г (табл. 2.8).

Таблиця 2.8. Агрономічна стабільність та селекційна цінність вмісту сухої речовини і загального цукру в технічно стиглих зелених бобах ранньостиглих зразків квасолі звичайної овочевого напряму споживання

Зразок	Суша речовина			Загальний цукор		
	$X_{\text{сер}}$	As, %	S_c , мг/100 г	$X_{\text{сер}}$	As	S_c , мг/100 г
Шахія, St	12,84	96,7	10,61	2,75	91,9	4,37
Білозерна 361	13,31	96,5	10,16	2,59	99,2	43,17
Ксенія	10,42	94,5	6,39	2,61	90,0	3,53
Українка	11,38	99,7	103,45	2,64	91,5	4,19
Сюїта	14,25	96,5	10,04	2,41	97,4	13,39
Зіронька	12,67	97,5	14,08	2,72	98,4	22,67
Дар	11,96	97,8	15,74	2,64	97,9	16,50
Белісімо	12,47	99,5	69,28	2,72	93,9	5,79
Лаура	10,69	97,0	11,75	2,56	97,2	12,80
Ольга	11,84	96,4	9,95	2,46	93,7	5,59
Палаті	10,60	93,7	5,61	2,50	97,7	15,63
Ксаво	13,99	99,8	233,17	2,33	96,8	11,10
Сакса	14,34	96,0	8,74	2,80	96,1	9,03

Агрономічна стабільність за вмістом вітаміну С ранньостиглих зразків була найвищою – 96,6 і 98,7 % у досліджуваних зразків Ксенія й Українка. Селекційна цінність у них становила 26,88 і 10,19 мг/100 г (табл. 2.9). За вмістом вітаміну С найбільші параметри були у стандарту Шахія – 18,24 мг/100 г і сорту Білозерна 361 – 18,94 мг/100 г.

Перевищувала стандарт лінія Белісімо – 19,66 мг/100 г. За вмістом вітаміну С колекційні зразки (13,18–18,59 мг/100 г) поступилися стандарту за агрономічною стабільністю і селекційною цінністю. Виділено колекційний зразок за селекційною цінністю при значенні у стандарту (6,10) – Сакса – 7,89, сорти Ксенія – 26,88 та Українка – 10,19 мг/100 г (див. табл. 2.9).

Таблиця 2.9. Агрономічна стабільність та селекційна цінність вмісту вітаміну С у зелених бобах ранньостиглих зразків квасолі звичайної кущового типу

Зразок	$X_{\text{сеп}}$	As, %	$S_{\text{с}}$, мг/100 г
Шахія, St	18,24	94,2	6,10
Білозерна 361	18,94	83,6	2,16
Ксенія	17,20	98,7	26,88
Українка	16,81	96,5	10,19
Сюїта	17,15	86,0	2,53
Зіронька	17,48	90,9	3,88
Дар	17,68	93,8	5,68
Белісімо	19,66	91,3	4,09
Лаура	17,89	93,0	5,07
Ольга	18,59	94,1	6,02
Палаті	16,57	90,0	3,54
Ксаво	17,13	92,2	4,52
Сакса	13,18	95,5	7,89

ВИСНОВКИ

1. Встановлено вплив метеорологічних умов на динаміку формування маси і кількості азотфіксувальних бульбочкових бактерій (ризобій) зразків квасолі звичайної та удосконалено метод добору джерел за стійкістю до агрокліматичних умов у фазі «справжній листок».

За високою агрономічною стабільністю формування маси бульбочок виділено зразки: у фазі «справжній листок» – Українка, Белісімо, Краплинка; у фазі «цвітіння» – Українка, Белісімо, Чарівниця; у фазі «налив бобу» – Присадибна, Ксенія, Українка, Зіронька, Гайдарська, Гайдарська добір, Княгиня, Отрада.

За найменшою залежністю від вологозабезпечення у фазі «справжній листок» – Українка, у фазі «цвітіння» – Ксенія і Палаті; у фазі «налив бобу» – Гайдарська добір.

Високу агрономічну стабільність у період формування кількості бульбочок мали зразки у фазі «справжній листок» – Українка, Княгиня; у фазі «цвітіння» – Ксенія, Українка, Зіронька і Белісімо; у фазі «налив бобу» – Ксенія (100 %), Белісімо (99,1 %), у середньостиглих зразків – Б/н (08), Чарівниця, Пепі. Найменше реагували на погодні умови вирощування у фазі «справжній листок» – Мавка, Княгиня; у фазі «цвітіння» – Палаті, у фазі «налив бобу» – Ксенія, Сакса.

2. Виділено зразки за агрономічною стабільністю та селекційною цінністю цінних господарських ознак у період на-

ростання бульбочок ранньостиглих зразків квасолі звичайної кущового типу.

За збільшеною агрономічною стабільністю ознаки урожайності за два роки виділено колекційні зразки – Ксаво, Сакса, що підтверджує стабільність цих зразків до агрокліматичних умов вирощування. Найбільша селекційна цінність у зразків – Ксаво і Сакса, що засвідчує гарантоване використання їх у подальшій селекційній роботі.

Виділено джерела вмісту сухої речовини за агрономічною стабільністю 96–97 % – Лаура, Ольга, Палаті, Ксаво, Сакса, за селекційною цінністю – зразок Ксаво.

Агрономічна стабільність колекційних зразків за вмістом загального цукру перевищувала стандарт на 3–6 % і за наявністю 2,33–2,80 % при 2,75 % у стандарту. За селекційною цінністю виділено – колекційні зразки Білозерна 361, Сюїта, Зіронька, Дар, Палаті, Ксаво, Сакса.

Джерела за агрономічною стабільністю і селекційною цінністю вмісту вітаміну С – Ксенія та Українка.

3. Встановлено кореляційну залежність цінних господарських ознак рослин зразків квасолі звичайної овочевої за масою і кількістю бульбочок їх на коренях. Високу залежність встановлено між ознаками кількість насіння і середня маса бобу; довжина бобу і середня маса його; довжина бобу і кількість насіння у бобі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Овчарук О. В.* Квасоля – цінне джерело рослинного білка, зумовлене сортовими особливостями. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. № 1–2. С. 38–40.
2. *Овчарук О. В.* Особливості симбіотичної продуктивності сортів квасолі залежно від способів сівби в умовах Лісостепу Західного. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 89–91.
3. *Овчарук О. В.* Особливості формування врожаю квасолі залежно від 135 строків сівби і сорту в умовах південної частини Західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. Київ; Подільський, 2006. Вип. 14. С. 129–131.
4. *Січкач В. І.* Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 110–115.
5. *Полянська Л., Чалий О., Гуторова О.* Квасоля в сучасних умовах господарювання. *Пропозиція*. 2001. № 11. С. 44–45.
6. *Казыдуб Н. Г., Пучкова С. Ю., Рассказова Т. В.* Селекція фасолі овочної в южній Лесостепі західної Сибіри. *Сільськогосподарські науки*. 2013. № 1 (41). С. 9–13.
7. *Третьяков Н. Н., Кошкин Е. И., Макрушин Н. М. и др.* Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений; под. ред. Н. Н. Третьякова. Москва: Колос, 2000. 640 с.

8. Грищенко О. М., Тинкевич Т. О. Характеристика сортозразків квасолі овочевої (*Phaseolus vulgaris* L.) за показниками якості бобів у фазу технічної стиглості. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. 5 (27).
9. Поташова Л. М., Поташов Ю. М. Роль інокуляції та біостимуляції в підвищенні продуктивності квасолі. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2012. № 2. С. 100–105.
10. Коць С. Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2011. Т. 43. № 3. С. 212–225.
11. Харина Н. С. Экологическая оценка адаптивности сортов фасоли овощной по продуктивности и клубеньковообразующей способности в условиях Лесостепи «Приобья». *Мир науки и культуры, образование*. Новосибирский аграрный университет. 2012. № 5 (36). С. 239–332.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами математической обработки результатов исследований). 5-е изд. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. Коць С. Я., Моргун В. В., Патыка В. Ф. и др. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобиальный симбиоз: в 4-х т. Т. 2. Київ: Логос, 2011. 523 с.
14. Дідович С. В., Толкачова М. З., Бутвіна О. Ю. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. *Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. ІСГМ УААН*. 2008. Вип. 8. С. 117–125.
15. Глянько А. К. Фитогормоны и клубенькообразование у бобовых растений. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту*. 2015. Вип. 3 (36). С. 6–19 (*Сер. Біологія*).
16. Семенюшко А. А. Селекція квасолі в діяльності спеціалізованих дослідних установ України: методичні підходи

- та основні результати [Електронний ресурс] /
А. А. Семенюшко // *Історія науки і біографістика*.
2013. № 3. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB Title_2013_3_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2013_3_14).
17. Шкатула Ю., Краєвська Л. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах квасолі. *Вісник ДДАЕУ*. 2015. № 4 (38). С. 73–76.
 18. Кириченко В. В., Кобизєва Л. Н., Петренкові В. П. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця): навч. посіб. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2009. 117 с.
 19. Гайдай Л. С. Ефективність симбіотичної азотфіксації агроценозів квасолі звичайної в залежності від передпосівної обробки насіння. *Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки: XXVI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція*. Вінниця, 21 січня 2019 р. С. 9–11.
 20. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. *Агрономія сьогодні*. 2015. № 9. С. 23–25.
 21. *Овощи*. URL: <http://www.uaseed.com/Sad/369.htm> (дата звернення 15.12.2020).
 22. Чередниченко Л. І., Литвинюк Г. В. Ботанічна характеристика та біологічні особливості квасолі овочевої. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2017. № 5. С. 108–117.
 23. *Fagiolo-Phaseolus vulgaris*. URL: <https://www.giardinaggio.it/145/orto/singoleorticole/fagiolo/fagiolo.asp> (дата звернення 05.10.2020).
 24. *Fasola*. URL: <https://www.target.com.pl/porady-i-inspiracje/uprawu/warzywa/fasola> (дата звернення 03.05.2020).
 25. *Fasulye Yetitiricilipi: Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller*. Ankara, 2008. 44 p.
 26. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Гресь С. А. Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових

- культур в Україні. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 38–48.
27. *Казыдуб Н. Г., Кузьмина С. П., Боровикова М. А. и др.* Зернобобовые культуры в западной Сибири (фасоль и бобы овощные, нут): биология, генетика, селекция, использование: монография. Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина. Омск, 2020. 251 с.
28. *Надкернична О. В.* Азотфіксуєчі мікробно-рослинні симбіози. *Сільськогосподарська мікробіологія*: міжвід. темат. наук. зб. Чернігів, 2005. Вип. 1–2. С. 105–127.
29. *Харина Н. С., Паркина О. В.* Экологическая оценка адаптивности сортов фасоли по продуктивности к клубенькообразующей способности в условиях Лесостепи Приобья. *Мир науки, культуры, образования*. 2012. № 5 (36). С. 329–332.
30. *Проворов Н. А., Воробьев Н. И.* Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза. Санкт-Петербург: Информ-навигатор, 2012. 400 с.

МОГИЛЬНА Олена Миколаївна
ПІДЛУБЕНКО Ірина Михайлівна
БІЛЕНЬКА Ольга Миколаївна
КИРЮХІНА Наталія Олександрівна
ШТЕПА Лариса Юріївна

**МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ
прискорення селекційного процесу
СОРТІВ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ**

МЕТОДИЧНІ
РЕКОМЕНДАЦІЇ

Редактор *Т. В. Пономарьова*

Коректор *Л. П. Захарченко*

Художнє оформлення і комп'ютерна верстка
І. Г. Хорошого

Підписано до друку 28.09.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Папір офс. Гарнітура «Таймс». Друк офс.
Ум. друк. арк. 2,79.
Наклад 100 пр. Зам. №

Державне видавництво «Аграрна наука» НААН
Свідоцтво про державну реєстрацію № 4116 від 21.07.2011
вул. Васильківська, 37, Київ, 03022
Тел. (044) 257-85-27
E-mail: agrarnanauka@ukr.net

Віддруковано у Друкарні-видавництві «Твори»
вул. Келецька, 51-а, приміщення 143, м. Вінниця, 21027