

УДК 635.757:631.461.63:631.53.04

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.15>

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ТА СТРОКІВ СІВБИ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ФЕНХЕЛЮ ЗВИЧАЙНОГО

Макуха О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри ботаніки та захисту рослин, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Фенхель звичайний (*Foeniculum vulgare* Mill.) вирощують для комерційних цілей у всьому світі завдяки високій прибутковості, широкому використанню у фармацевтичній промисловості. Успішне культивування фенхелю вимагає науково обґрунтованого удосконалення технології вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов зони та їх впливу на рослини. Наші дослідження присвячено визначенню впливу передпосівної бактеризації насіння фосфатмобілізуючими біопрепаратами та строків сівби на тривалість вегетаційного періоду, основні біометричні показники рослин фенхелю в неоповних умовах Південного Степу України. Польові досліди проводились у 2017–2019 роках у Херсонській області на темно-каштанових ґрунтах, типових для зони. Схема досліду включала такі фактори та їх варіанти: Фактор А – передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами на основі фосфатмобілізуючих бактерій: контроль (без інокуляції), «Альбобактерин», «Поліміксобактерин»; фактор В – строк сівби: ранній (третья декада березня, при настанні фізичної стиглості ґрунту), середній (перша декада квітня), пізній (друга декада квітня). Довжина вегетаційного періоду фенхелю звичайного становила 122–133 дні залежно від впливу досліджуваних факторів. Перенесення сівби з третьої декади березня на першу – другу декади квітня призвело до скорочення вегетаційного періоду культури на 4–9 днів. Передпосівна бактеризація насіння мікробними препаратами «Альбобактерин» та «Поліміксобактерин» спричинила зниження даного показника на 1–3 дні порівняно з контролем (без інокуляції). Висота рослин фенхелю звичайного змінювалась по варіантах досліду від 77,4 до 102,9 см, площа листкової поверхні – від 23,7 до 29,3 тис. м²/га. Мінімальні значення даних показників були відмічені при сівбі необробленим біопрепаратами насінням в другій декаді квітня. Досліджувані показники досягали найвищих значень у варіанті взаємодії передпосівної інокуляції насіння біопрепаратом «Поліміксобактерин» та ранньовесняної сівби. Отже, сприятливі умови росту і розвитку фенхелю звичайного забезпечила сівба в третій декаді березня насінням, інокульованим мікробним препаратом «Поліміксобактерин».

Ключові слова: фенхель звичайний, фосфатмобілізуючі біопрепарати, інокуляція насіння, «Альбобактерин», «Поліміксобактерин», строк сівби, тривалість вегетаційного періоду, біометричні показники рослин, висота рослин, площа листкової поверхні рослин.

Makukha O.V. The impact of biopreparations and sowing dates on the growth and development of fennel

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) has now been cultivated for commercial purposes throughout the world due to its economic importance and significant pharmaceutical industry applications. Successful cultivation of fennel requires scientific improvement of growing technology, taking into account soil-climatic conditions of the zone and their effect on the plants. The study was devoted to determining the effect of presowing seeds bacterization with phosphate mobilizing biopreparations and sowing dates on the duration of the vegetative period, the basic biometric characteristics of fennel plants under arid conditions of the southern Steppe of Ukraine. Our field experiments were carried out in 2017-2019 in the Kherson region on dark chestnut soils typical for the zone. The experimental design included the following factors and their variants: Factor A – presowing seeds inoculation with biopreparations: control (without inoculation); inoculation with Albobakteryn; inoculation with Polimiksobakteryn; Factor B – sowing date: early (the third ten-day period of March at the right soil tith stage); mid-time (the first ten-day period of April); late (the second ten-day period of April). The length of the vegetative period of fennel was 122-133 days depending on the investigated factors. Postponing sowing from the third ten-day period of March to the first-second ten-day periods of April led to a shorter vegetative period of fennel by 4-9 days. Presowing seeds bacterization with microbial preparations albobakteryn and polimiksobakteryn resulted in a decrease of this index by 1-3 days compared to the control (without inoculation). The height of fennel plants changed in the context

of variants from 77.4 to 102.9 cm, the leaf surface area of plants – from 23.7–29.3 thousand m²/ha. The minimum values of these indicators were recorded when fennel was sown without seeds bacterization in the second ten-day period of April. These characters reached the highest values in the variant of the interaction of presowing seeds inoculation with polimiksobakteryn and early spring planting. Thus, favourable conditions for growth and development of fennel were ensured by sowing in the third ten-day period of March after seeds inoculation with microbial preparation polimiksobakteryn.

Key words: fennel, biopreparations of phosphate mobilizing bacteria, seeds inoculation, allobakteryn, polimiksobakteryn, sowing date, duration of the vegetative period, biometric characteristics of plants, height of plants, leaf surface area of plants.

Постановка проблеми. Фенхель звичайний (*Foeniculum vulgare* Mill.) – цінна ефіроолійна, лікарська, пряносмакова культура, яку вирощують у всьому світі завдяки високій прибутковості, широкому використанню у фармацевтичній, парфумерно-косметичній, харчовій та інших галузях промисловості [1, с. 274; 2, с. 46].

З 2011 року проводяться наукові дослідження та відбувається введення фенхелю звичайного в культуру в неполивних умовах Південного Степу України. Фенхель належить до перспективних високорентабельних культур, тому його вирощування навіть на незначних площах дозволить суттєво покращити показники виробничої діяльності господарств регіону, особливо фермерських, які тяжіють до виробництва екологічно чистої продукції. Його можна буде використовувати як страхову культуру від можливих економічних ризиків [3, с. 196; 4].

Успішне вирощування фенхелю звичайного в зоні Південного Степу України вимагає науково обґрунтованого удосконалення елементів технології з метою покращення умов росту і розвитку рослин, підвищення їх адаптивних властивостей та насінневої продуктивності [5, с. 77].

Важливою умовою реалізації потенціалу продуктивності сучасних сортів сільськогосподарських культур є забезпечення оптимального живлення рослин, що залежить від наявності поживних речовин в ґрунті, а також від ступеня їх доступності [6, с. 154]. Перетворення складних сполук у прості, доступні для живлення рослин, відбувається завдяки життєдіяльності мікроорганізмів, тому виникає необхідність впровадження заходів збільшення їх чисельності та активності в кореневій зоні рослин, зокрема проведення передпосівної інокуляції насіння сільськогосподарських культур екологічно безпечними мікробними біопрепаратами [6, с. 157; 7, с. 120].

Вивільнення ґрунтових резервів фосфору може бути реалізоване шляхом застосування агрономічно цінних штамів мікроорганізмів, здатних трансформувати важкорозчинні органічні та мінеральні сполуки у форми, які легко засвоюються рослинами. Дія таких препаратів еквівалентна внесенню 30–40 кг д.р. фосфорних добрив. Крім того, обробка насіння біопрепаратами дозволяє захистити рослини від фітопатогенних грибів за рахунок корисної антагоністичної мікрофлори [7, с. 121; 8, с. 76].

Наукові дослідження впливу мікробних фосфатмобілізуючих біопрепаратів на ріст і розвиток рослин фенхелю звичайного при вирощуванні в неполивних умовах Південного Степу України є перспективними й актуальними, мають важливе теоретичне і практичне значення. В умовах дефіциту вологи особливого значення набуває дослідження ефективності біопрепаратів з урахуванням впливу строків сівби, які опосередковано впливають на вологозабезпеченість рослин у фазу сходів, на початкових етапах росту та розвитку, а також на строки проходження та гідротермічні умови міжфазних періодів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією із першочергових проблем сучасного агровиробництва України є оптимізація фосфорного живлення посівів сільськогосподарських культур, пов'язана із важливою роллю фосфору в продукційних

процесах рослин та низьким природним вмістом його рухомих сполук у ґрунті. Останнім часом в Україні значна увага приділяється науковому обґрунтуванню ефективного застосування в технологіях вирощування сільськогосподарських культур біопрепаратів різного спектру дії, у тому числі фосфатмобілізуючих. Передпосівна інокуляція насіння мікробними препаратами є дієвим і екологічно безпечним засобом покращення умов мінерального живлення, росту і розвитку рослин, фітосанітарного стану посівів, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [9, с. 3].

У багатьох країнах світу (Індії, Пакистані, Ірані, Єгипті та ін.) проводяться наукові дослідження з метою удосконалення елементів технології вирощування фенхелю звичайного – сортового складу, добрив, зрошення, строків та способів сівби, густоти стояння рослин, їх стійкості до хвороб, контролю засміченості посівів [10, с. 2].

Результати науково-патентного пошуку свідчать, що визначення впливу фосфатмобілізуючих біопрепаратів «Альбобактерин», «Поліміксобактерин» та строків сівби на ріст і розвиток рослин фенхелю звичайного є новим напрямом досліджень даної культури.

Постановка завдання. До задач дослідження входило визначення структури і тривалості вегетаційного періоду, біометричних показників рослин фенхелю звичайного залежно від впливу передпосівної інокуляції насіння мікробними фосфатмобілізуючими препаратами «Альбобактерин», «Поліміксобактерин» та строків сівби в умовах південного Степу України.

Досліди проводились у 2017–2019 роках на полях господарства «Світанок» Високопільського району Херсонської області з дотриманням загальноприйнятих вимог та рекомендацій [11, с. 38–200].

Схема досліді включала такі фактори та їх варіанти: Фактор А – передпосівна інокуляція насіння біопрепаратами на основі фосфатмобілізуючих бактерій: контроль (без інокуляції), «Альбобактерин», «Поліміксобактерин»; фактор В – строк сівби: ранній (третьа декада березня, при настанні фізичної стиглості ґрунту), середній (перша декада квітня), пізній (друга декада квітня). Дослід закладено методом розщеплених ділянок у чотирикратній повторності. Посівна площа елементарної ділянки другого порядку становила 70 м², облікова – 55 м².

Біопрепарати на основі фосфатмобілізуючих бактерій «Альбобактерин», «Поліміксобактерин» були розроблені в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України для покращення фосфорного живлення рослин, підвищення продуктивності посівів та якості врожаю. Діючим чинником «Альбобактерину» є бактерія *Achromobacter album* 1122, «Поліміксобактерину» – *Paenibacillus polymyxa* KB [12, с. 16–19]. Інокуляцію насіння біопрепаратами проводили за день до сівби ручним способом з використанням ранцевого обприскувача.

Фенологічні спостереження та вимірювання висоти рослин фенхелю проводили згідно з методикою [11, с. 166–177], визначення площі листової поверхні – з використанням ліцензійного програмного забезпечення [13].

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий слабкосолонцюватий середньосуглинковий, типовий для зони. В орному шарі ґрунту міститься гумусу – 2,31%, нітратів – 26, рухомого фосфору – 29, обмінного калію – 240 мг/кг ґрунту, рН водної витяжки – 7,0–7,2. Погодні умови в роки досліджень дещо різнились за температурним режимом, кількістю та розподілом атмосферних опадів, але в цілому були типовими для зони.

Агротехніка вирощування фенхелю звичайного в досліді була загальноприйнятою, окрім факторів та варіантів, що вивчалися. Попередником культури в досліді була пшениця озима. Під основний обробіток ґрунту вносили 60 кг д.р./га сульфату

амонію. Норма висіву становила 1,0 млн схожих насінин на 1 га, ширина міжряддя – 45 см, глибина загортання насіння – 2–3 см. Збирання врожаю проводили при достиганні плодів на центральному зонтику та зонтиках першого порядку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Динаміка ростових і продукційних процесів, формування врожаю сільськогосподарських культур перебуває в закономірній відповідності з етапами органогенезу та фазами розвитку рослин. Зовнішні морфологічні зміни рослин зумовлені послідовним виконанням генетичної програми їх онтогенезу.

Фенологічні спостереження за строками проходження фаз розвитку рослин дозволяють встановити біологічний контроль за станом посівів, визначити реакцію сільськогосподарської культури на погодні умови окремого року, різні варіанти взаємодії досліджуваних технологічних заходів.

У середньому по досліді тривалість періоду сівби – сходів фенхелю звичайного дорівнювала 21 день, вегетаційного періоду – 127 днів. Питома вага окремих міжфазних періодів в структурі вегетаційного періоду культури становила (рис. 1): сходи – другий лист – 15 днів (11,8%), другий лист – розетка листя – 18 днів (14,2%), розетка листя – стеблуння – 23 дні (18,1%), стеблуння – цвітіння – 17 днів (13,4%), цвітіння – плодоутворення – 16 днів (12,6%), плодоутворення – стиглість – 38 днів (29,9%).

З метою встановлення закономірностей та ступеня впливу досліджуваних технологічних заходів на ріст і розвиток рослин фенхелю вищевказані міжфазні періоди доцільно інтегрувати в три основних періоди: сходи – стеблуння (тривалістю 56 днів, або 44,1% в структурі вегетаційного періоду); стеблуння – цвітіння (17 днів, або 13,4%); цвітіння – стиглість (54 дні, або 42,5%).

Діапазон варіювання довжини основних міжфазних періодів фенхелю звичайного залежно від взаємодії інокуляції насіння фосфатмобілізуєчими біопрепаратами та строків сівби склав: сходи – стеблуння – 52–59, стеблуння – цвітіння – 16–19, цвітіння – стиглість – 54–55 днів. Різниця між мінімальним та максимальним значеннями тривалості вищевказаних періодів становила 13,5; 18,8; 1,9%. Найменших змін під впливом технологічних заходів, що вивчались за даним показником, зазнав міжфазний період цвітіння – стиглості.

Тривалість вегетаційного періоду фенхелю звичайного в розрізі варіантів досліді становила 122–133 дні (рис. 2).

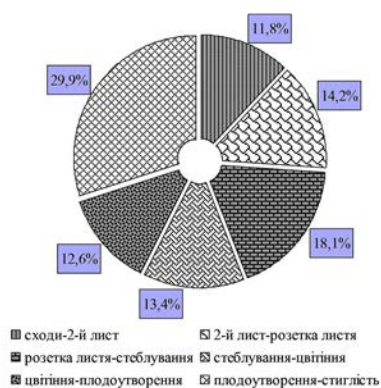


Рис. 1. Структура вегетаційного періоду фенхелю звичайного

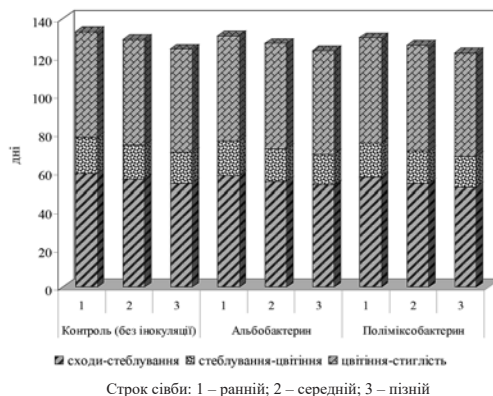


Рис. 2. Тривалість міжфазних і вегетаційного періодів фенхелю звичайного залежно від досліджуваних факторів, днів

Найбільший вплив на величину даного показника мали строки сівби. Проведення сівби в першій декаді квітня спричинило скорочення вегетаційного періоду культури на 4 дні, в другій декаді квітня – на 8–9 днів порівняно із ранньовесняним строком. Довжина вегетаційного періоду фенхелю у варіанті обробки насіння фосфатмобілізуючим біопрепаратом «Альбобактерин» зменшилась на 1–2 дні, «Поліміксобактерин» – на 2–3 дні відносно контролю (без інокуляції).

Ступінь впливу досліджуваних технологічних заходів у середньому по фактору А (інокуляція насіння біопрепаратами) знаходився в межах 2,1%, у середньому по фактору В (строк сівби) – 6,8%.

Серед біометричних показників у наукових дослідженнях значна увага приділяється висоті рослин. Це пов'язано із важливою роллю стебла у формуванні врожаю за рахунок участі в процесах транспортування та перетворення органічних і мінеральних речовин, фотосинтезу, а також завдяки розміщенню на стеблі генеративних органів. Висота рослин є генетично зумовленою ознакою культури і сорту, яка може варіювати в певних межах під впливом ґрунтово-кліматичних умов зони, погодних умов року, елементів технології вирощування.

Висота рослин фенхелю звичайного у фазу розетки листя становила у середньому по досліді 19,3 см, у фазу стеблуння – 57,4 см. Найвищого значення даний показник досягав у фазу цвітіння – 88,9 см, після чого лінійний ріст рослин припинявся.

Висота рослин фенхелю змінювалась залежно від досліджуваних варіантів взаємодії фосфатмобілізуючих біопрепаратів та строків сівби в межах 77,4–102,9 см. Мінімальне значення даного показника було зафіксоване при сівбі в пізній строк необробленим мікробними препаратами насінням, максимальне – на ділянках передпосівної інокуляції насіння біопрепаратом «Поліміксобактерин» за ранньовесняної сівби в третій декаді березня (рис. 3).

У середньому по фактору А приріст висоти рослин фенхелю звичайного під впливом фосфатмобілізуючого препарату «Альбобактерин» становив 2,1 см (або 2,4% відносно контролю), на ділянках передпосівної інокуляції біопрепаратом «Поліміксобактерин» – 3,2 см (або 3,7%).

Середньофакторіальні значення досліджуваного показника при сівбі в першій та другій декадах квітня зменшились порівняно із ранньовесняним строком на 13,6 см (13,5%) та 22,3 см (22,1%).



Рис. 3. Висота рослин фенхелю звичайного залежно від досліджуваних факторів, см

Найбільший приріст висоти рослин під впливом фосфатмобілізуючих біопрепаратів, що вивчались, спостерігався у варіантах сівби в ранній строк у третій декаді березня і становив для «Альбобактерину» 2,9 см (3,0%), для «Поліміксобактерину» – 4,6 см (або 4,7% відносно контролю без інокуляції).

Ефективність досліджуваних біопрепаратів при сівбі в середній і осо-

бливо пізній строки була нижчою. Приріст висоти рослин фенхелю під впливом мікробного препарату «Альбобактерин» становив порівняно з контролем 1,8 см (2,1%) та 1,5 см (1,9%), «Поліміксобактерин» – 3,1 см (3,6%) та 1,9 см (2,5%).

Формування високих урожаїв сільськогосподарських культур є результатом фотосинтезу. Вирішальним фактором продуктивності фотосинтезу, тобто кількісних та якісних показників урожаю, є потужність асиміляційного апарату рослин і тривалість його активної діяльності. Площа листової поверхні залежить від біометричних параметрів рослин та агрокліматичних умов середовища. Наші дослідження свідчать про вплив інокуляції насіння фосфатмобілізуючими біопрепаратами та строків сівби на величину даного показника.

Площа листової поверхні рослин фенхелю збільшувалась протягом вегетаційного періоду і становила у середньому по досліді у фазу розетки листя 3,7 тис. м²/га, у фазу стеблуння 26,2 тис. м²/га. У фазу цвітіння культури було відмічене зниження досліджуваного показника до 21,4, плодоутворення – до 15,6, стиглості – до 2,3 тис. м²/га.

Площа листової поверхні рослин фенхелю звичайного становила 23,7–29,3 тис. м²/га залежно від впливу елементів технології вирощування, що вивчались. Найменша величина асиміляційного апарату рослин спостерігалась у варіанті без застосування інокулянтів з проведенням сівби в пізній строк, найбільша – на ділянках передпосівної бактеризації насіння «Поліміксобактерином» за сівби в третій декаді березня (рис. 4).

Обробка посівного матеріалу фосфатмобілізуючими біопрепаратами забезпечила закономірне збільшення площі листової поверхні рослин фенхелю. Ступінь впливу мікробного препарату «Альбобактерин» на величину даного показника становив у середньому по фактору А 1,1 тис. м²/га (4,3%), «Поліміксобактерин» – 1,7 тис. м²/га (6,7% відносно контролю).

Результати досліджень свідчать про істотну перевагу ранньовесняної сівби в третій декаді березня порівняно з іншими строками, що вивчались, тобто у першій та другій декадах квітня. Проведення сівби в середній та пізній строки спричинило зменшення площі асиміляційного апарату рослин відносно раннього строку на 2,3–3,9 тис. м²/га (8,1–13,8%).

Діапазон ефективності досліджуваних біопрепаратів «Альбобактерин» та «Поліміксобактерин» у контексті їх впливу на величину площі листової поверхні рослин становив 3,4–5,5% та 5,1–8,1% залежно від взаємодії з фактором В (строком сівби). Найвищим ступінь позитивного впливу біопрепаратів був у варіантах ранньовесняної сівби.

Висновки і пропозиції. Тривалість вегетаційного періоду фенхелю звичайного в розрізі ва-

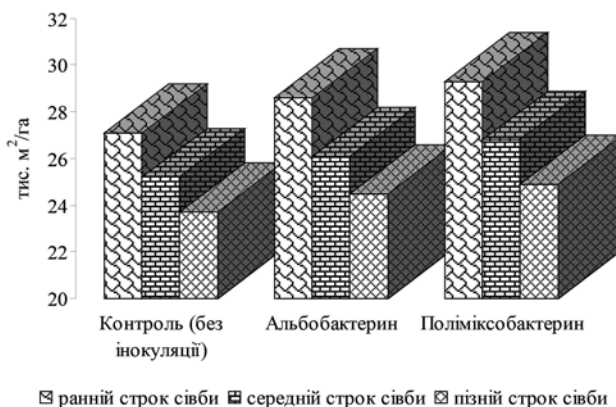


Рис. 4. Площа листової поверхні фенхелю звичайного залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га

ріантів досліду дорівнювала 122–133 дні. Найбільший вплив на величину даного показника мали строки сівби. Передпосівна інокуляція насіння фенхелю фосфатмобілізуєчими біопрепаратами сприяла збільшенню висоти рослин та площі листової поверхні, особливо при застосуванні «Поліміксобактерину». Перенесення сівби з третьої декади березня на першу – другу декади квітня спричинило зниження досліджуваних біометричних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bown D. Encyclopedia of herbs & their uses. London: Dorling Kindersley Limited, 1995. 383 p.
2. Khan M., Musharaf S. *Foeniculum vulgare* Mill. A Medicinal Herb. *Medicinal Plant Research*. 2014. Vol. 4, No. 6. P. 46–54.
3. Федорчук М.І., Макуха О.В. Економічна оцінка технології вирощування фенхелю звичайного при інтродукції в умовах Південного Степу України. *Зрошування землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 194–196.
4. Макуха О.В. Рост и развитие растений фенхеля обыкновенного. *Аэкономика: экономика и сельское хозяйство*. 2018. № 5 (29). URL: <http://aeconomy.ru/science/agro/rost-i-razvitie-rasteniy-fenkheleya>.
5. Макуха О.В. Особливості формування сухої речовини фенхелю звичайного залежно від агротехнічних заходів в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 76–83.
6. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
7. Токмакова Л.М. Мікробіологічні засоби поліпшення фосфорного живлення рослин та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба*. 2008. С. 120–122.
8. Сучасні органічні технології – шлях екологізації сільськогосподарського виробництва / Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Сіпун О.Л., Мамєдова Е.І. *Аграрний вісник Півдня*. Одеса, 2014. Вип. 1. С. 74–78.
9. Phosphate nutrition and yield of winter wheat under the influence of fertilizers and Polimiksobakteryn / Volkohon V.V., Tokmakova L.M., Kovpak P.V., Trepach A.O., Lereha O.P. *Agricultural Science and Practice*. 2015. № 2 (2). P. 3–8.
10. Badgujar S.B., Patel V.V., Bandivdekar A.H. *Foeniculum vulgare* Mill.: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application, and Toxicology. *BioMed Research International*. 2014. Article ID 842674. P. 1–32.
11. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Київ : Дія, 2005. С. 38–200.
12. Біологічні препарати, насіння зернових і зернобобових культур та насіннева картопля Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Чернігів, 2018. С. 3–19.
13. Пермяков А.Н. Програма “AreaS” 2.1. URL: <http://www.ssa.ru/index.php?id=proekt&sn=06>.