

УДК 635.655:631.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.19>

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ ТА НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

Фурман В.А. – к.с.-г.н., директор,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Саливонківське»
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

Фурман О.В. – к.с.-г.н., агроном із насінництва,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Саливонківське»
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

Губар М.І. – к.с.-г.н., с.н.с., головний агроном,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Саливонківське»
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук України

Свистунова І.В. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри кормовиробництва,
меліорації і метеорології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті висвітлено результати досліджень із вивчення впливу удобрення та інокуляції насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*) на формування симбіотичної та насінневої продуктивності посівів сортів сої.

Польові дослідження проводили впродовж 2013–2015 рр. на дослідному полі ДП «ДГ «Саливонківське» ІБКіЦБ НААН України на чорноземах типових малогумусних середньосуглинкових у правобережному Лісостепу України. У досліді вивчали скоростиглий сорт сої Вільшанка та середньостиглий сорт Сузір'я. Під час проведення експерименту використовували кількісний, вимірально-ваговий, розрахунковий методи та метод монотів, а також загально визнані в Україні методики та методичні рекомендації.

У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено позитивний вплив удобрення та інокуляції насіння препаратом Фосфонітранін на тривалість загального та активного симбіозу і його продуктивність. Визначено, що бактеризація насіння препаратом, що містить штами бульбочкових бактерій і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів сприяла подовженню тривалості активного симбіозу на 5 діб, роздільне внесення азотних добрив $N_{15-30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації – на 3-6 діб, залежно від сорту. Однократне внесення азотних добрив у дозі N_{15-30} на фоні $P_{60}K_{60}$ майже не впливало на тривалість роботи симбіотичного апарату сої.

Доведено, що оброблення насіння препаратом Фосфонітрагін на фоні внесення $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації сприяє формуванню як максимальної симбіотичної продуктивності посівів сої (кількість накопиченого біологічного азоту у сорту Вільшанка – 124,2 кг/га, у сорту Сузір'я – 130,3 кг/га;), так і найбільшого в досліді урожаю насіння – 2,91 т/га у скоростиглого сорту та 3,17 т/га – у середньостиглого сорту.

Ключові слова: соя, інокуляція, Фосфонітрагін, удобрення, тривалість симбіозу, біологічний азот, урожайність.

Furman V.A., Furman O.V., Hubar M.I., Svystunova I.V. Influence of inoculation and fertilizing on the symbiotic and seed productivity formation of soybean

The article highlights the results of studying the effect of fertilizing and seeds inoculation with a preparation based on strains of nodule bacteria (*Br. japonicum*) and phosphate-mobilizing microorganisms (*B. mucilaginosus*).

Field research was conducted in 2013–2015 on the research field of SE «RF «Salivonkivske» of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets NAAS of Ukraine on typical low-humus medium

loam chernozems of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. The experiments examined the early-maturing soybean variety Vilshanka and the medium-ripening variety Suzirya. During the experiment, quantitative, measuring and weighing, calculation and method of monoliths were used, as well as methods and methodological recommendations generally accepted in Ukraine.

As a result of the experimental studies, a positive effect of fertilizing and seeds inoculation with the drug Phosphonitratin on the duration of general and active symbiosis and its productivity was determined. It was determined that seeds bacterization with a preparation containing strains of nodule bacteria and phosphate-mobilizing microorganisms prolonged the duration of active symbiosis by 5 days, fractional application of nitrogen fertilizers $N_{15-30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ in the budding phase – by 3-6 days, depending on the variety. A single application of nitrogen fertilizers at a dose of N_{15-30} at the background of $P_{60}K_{60}$ had almost no effect on the duration of the symbiotic apparatus of soybeans.

It is proved that seeds treatment with the Phosphonitratin at the background of $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ in the budding phase promotes formation of maximum symbiotic productivity of soybean crops (the amount of accumulated biological nitrogen in the variety Vilshanka – 124.2 kg/ha, in the variety Suzirya – 130.3 kg/ha;), and the highest yield in the experiment – 2.91 t/ha in the early-ripening variety and 3.17 t/ha – in the medium-ripening variety.

Key words: soybean, inoculation, Phosphonitratin, fertilizers, symbiosis duration, biological nitrogen, yield.

Постановка проблеми. Соя (*Glycine max (L) Merrill*) – головна зернобобова культура світового землеробства ХХІ століття, оскільки її вирощування сприяє вирішенню проблеми дефіциту білка, поповненню ресурсів олії та запасів азоту в ґрунті. Однією з умов зростання обсягів виробництва цієї культури є розробка та впровадження таких технологій її вирощування, які найбільш повно відповідають генетичним особливостям сорту та враховують взаємодію рослинного організму з гідротермічними умовами та антропогенними факторами [5; 16].

Нині завдяки досягненням селекціонерів з'явилося багато високотехнологічних, високопродуктивних та стійких до хвороб сортів сої. Проте рівень реалізації потенціалу їх насіннєвої продуктивності значною мірою зумовлюється ґрунтово-кліматичними особливостями та адаптованою технологією вирощування [9; 18].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значною мірою розкрити потенціал продуктивності сої дозволяє внесення мінеральних добрив. Особливо важливим є оптимальне забезпечення рослин елементами живлення в критичні періоди росту та розвитку рослин: цвітіння-формування бобів. Нестача хоча б одного з елементів призводить до абортивності квіток, зав'язей та формування малої кількості і недостатньо виповненого насіння [18]. Та найбільш дискусійним залишається питання доцільності застосування під сою азотних добрив [8; 20].

Завдяки азотфіксації, рослини сої частково або навіть повністю можуть задовольняти свою потребу в азоті. Однак симбіотична взаємодія між мікро- і макросимбіотом щодо фіксації молекулярного азоту не завжди високоефективна, оскільки багатьом сортам сої властива низька сприйнятливність до інокуляції активними штамами бульбочкових бактерій, внаслідок чого їх кореневу систему заселяють спонтанні малоактивні місцеві раси [16; 17; 21].

На рівень активності та продуктивність симбіозу, окрім комплементарності симбіотичних партнерів, істотно впливають гідротермічний режим, азотне живлення та інші чинники [14–16], тому в процесі вирощування високоінтенсивних сортів сої не завжди вдається повною мірою забезпечити їх рослини азотом за рахунок лише біологічної азотфіксації. У результаті азотне живлення сої, яке ґрунтується суто на споживанні біологічно фіксованого азоту, піддається певному ризику, оскільки необхідну кількість азоту рослини можуть одержати лише за умови достатнього розвитку симбіотичного апарату та активної його діяльності. У разі браку біологічного азоту соя з культури, що акумулює фіксований азот, перетворюється на

культуру, яка споживає азот ґрунту [12]. Тому застосування бактеріальних препаратів не виключає внесення помірних доз азотних мінеральних добрив, оскільки недостатня концентрація цього елемента живлення, особливо на початкових етапах росту рослини, часто є причиною низької інтенсивності процесу фотосинтезу [3; 4; 14]. Проте точні норми, дози і строки внесення азотних добрив під сою істотно залежать від сорту та умов вирощування, що зумовлено складністю та багатоетапністю формування і функціонування бобово-ризобіальних структур [4; 6; 10].

Багатьма вченими визначено, що високі концентрації мінерального азоту в ґрунті інгібують формування симбіозу, знижують його ефективність або й зовсім призводять до повного припинення симбіотичних взаємовідносин внаслідок зменшення розміру бактероїдів та швидкого старіння бактероїдних тканин [1; 4; 8; 10; 11]. При цьому невеликі «стартові» дози азотних добрив (20–30 кг/га), навпаки, можуть бути необхідними для рослин на перших етапах їх розвитку до формування симбіотичної системи [8; 20].

Таким чином, незважаючи на значну кількість робіт, присвячених вивченню співвідношення автотрофного та симбіотичного азотного живлення рослин сої питання доцільності внесення азотних добрив під неї ще мало вивчене. А оскільки мінеральні добрива загалом є найвитратнішою складовою частиною технології, в контексті загальної проблеми ресурсозбереження пошук шляхів їх зменшення є актуальним науковим питанням.

Постановка завдання. Метою досліджень було проаналізувати вплив удобрення та інокуляції насіння комплексним бактеріальним препаратом Фосфонітрагін на формування симбіотичної та насіннєвої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного.

Польові дослідження проводили впродовж 2013–2015 рр. на дослідному полі ДП «ДГ «Саливонківське» ІБКіЦБ НААН України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий. Вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,56%, рН сольової витяжки – 6,7–7,2. Закладенням польового дослідження передбачалося вивчити дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт: Вільшанка (скоростиглий), Сузір'я (середньостиглий); Б – передпосівна обробка насіння: без інокуляції, Фосфонітрагін; В – удобрення: без добрив (контроль); $P_{60}K_{60}$; $N_{15}P_{60}K_{60}$; $N_{30}P_{60}K_{60}$; $N_{45}P_{60}K_{60}$; $P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. Площа облікової ділянки – 25 м², повторність – чотириразова. Агротехніка в досліді – загальноприйнята для правобережного Лісостепу України, за винятком факторів, що вивчалися. Попередник – пшениця озима. Система удобрення передбачала внесення фосфорних і калійних добрив (суперфосфат гранульований та сіль калійна) з розрахунку $P_{60}K_{60}$ під основний обробіток ґрунту, а також азотних (аміачна селітра) – згідно зі схемою дослідження: під передпосівну культивування та в підживлення рослин у фазі бутонізації. Сівбу проводили необробленим насінням і насінням, інокерованим комплексним бактеріальним препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосформобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*), розробником якого є ННЦ «Інститут землеробства НААН».

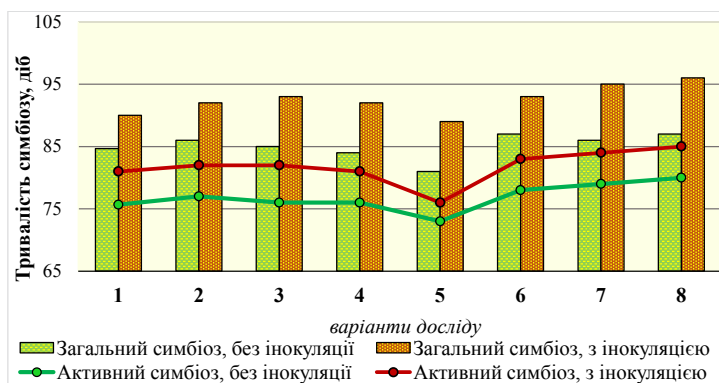
Дослідження проводили згідно з «Основами наукових досліджень в агрономії» [13]. Оцінку роботи симбіотичного апарату визначали відповідно до методики Г.С. Посипанова [19].

Погодні умови в роки проведення досліджень були різними. У 2013 році, залежно від тривалості вегетаційного періоду, ріст і розвиток рослин проходив за середньодобовою температурою 19,1–19,8 °С, суми опадів – 251,4–334,0 мм та суми активних температур (>10°С) – на рівні 2036,3–2258,7°С. У 2014 році значення зазначених

показників становили, відповідно, 18,6–19,5°C, 308,7–337,2 мм та 2020,4–2216,7°C, у 2015 році – 21,1–21,6°C, 135,3–166,5 мм та 2040,5–2324,4°C. В останній рік проведення досліджень вегетація сої відбувалась на фоні екстремальних гідротермічних умов – гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період становив 0,6–0,7 за оптимального значення для культури – 1,0–1,7 [18].

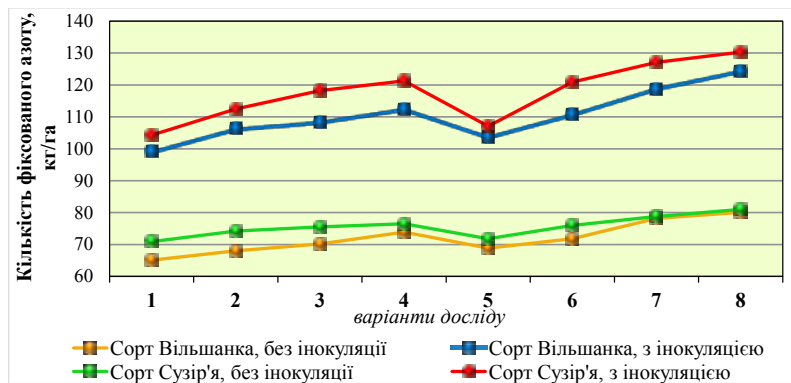
Виклад основного матеріалу дослідження. При обрахунку симбіотичної продуктивності посівів сої надзвичайно важливим є визначення періоду активної роботи бульбочок, коли вони фіксують вільний азот атмосфери. Тривалість загального симбіозу визначали від появи перших бульбочок на коренях сої до повного їх розпаду, тривалість активного симбіозу – від появи червоного пігменту в бульбочках до його руйнування [19].

Згідно з отриманими нами експериментальними даними встановлено позитивний вплив досліджуваних елементів технології вирощування на тривалість загального та активного симбіозу (рис. 1, 2).



Зміст варіантів: 1 – контроль, 2 – P₆₀ K₆₀, 3 – N₁₅ P₆₀ K₆₀, 4 – N₃₀ P₆₀ K₆₀, 5 – N₄₅ P₆₀ K₆₀, 6 – P₆₀ K₆₀ + N₁₅, 7 – N₁₅ P₆₀ K₆₀ + N₁₅, 8 – N₃₀ P₆₀ K₆₀ + N₁₅

Рис. 1. Тривалість загального й активного симбіозу рослин сої сорту Вільшанка залежно від удобрення та інокуляції, днів (середнє за 2013–2015 рр.)



Зміст варіантів: 1 – контроль, 2 – P₆₀ K₆₀, 3 – N₁₅ P₆₀ K₆₀, 4 – N₃₀ P₆₀ K₆₀, 5 – N₄₅ P₆₀ K₆₀, 6 – P₆₀ K₆₀ + N₁₅, 7 – N₁₅ P₆₀ K₆₀ + N₁₅, 8 – N₃₀ P₆₀ K₆₀ + N₁₅

Рис. 2. Тривалість загального й активного симбіозу рослин сої сорту Сузір'я залежно від удобрення та інокуляції, днів (середнє за 2013–2015 рр.)

Визначено, що в середньому за три роки тривалість активного симбіозу в сортів сої Вільшанка та Сузір'я, порівняно з загальною його тривалістю, була на 8–13 діб коротшою.

У середньостиглого сорту, для якого характерний триваліший вегетаційний період, у досліді були довшими і періоди загального (90–104 діб) та активного симбіозу (81–96 діб), які в скоростиглого сорту тривали, відповідно, 81–96 та 73–85 діб.

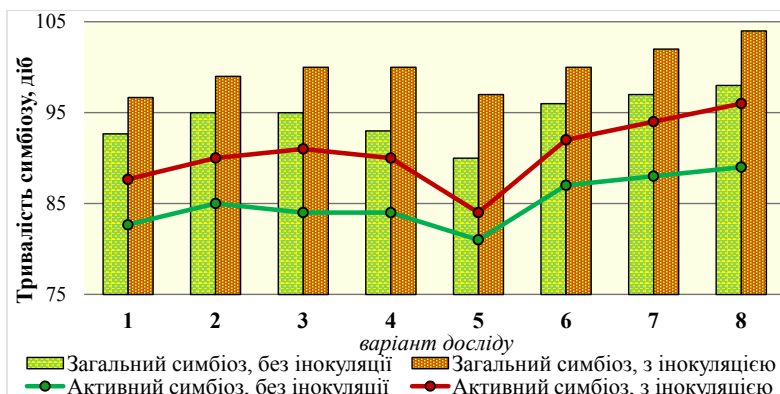
Проведення інокуляції насіння препаратом Фосфонітрагін подовжувало тривалість загального симбіозу в сорту Вільшанка на 5 діб щодо контрольного варіанту, в сорту Сузір'я – на 4 доби. Тривалість активного симбіозу зростала на 5 діб в обох сортів.

Відомо, що ефективність бобово-ризобіального симбіозу тісно пов'язана з особливостями азотного живлення рослин [6; 11; 21]. У нашому досліді однократне внесення азотних добрив у дозі N_{15-30} на фоні $P_{60}K_{60}$ не змінювало тривалість активного симбіозу в скоростиглого сорту та подовжувало його на 1 добу в середньостиглого сорту. Роздільне внесення азотних добрив $N_{15-30}P_{60}K_{60}+N_{15}$ збільшувало тривалість активного симбіозу в сорту Вільшанка на 3–4 доби, в сорту Сузір'я – на 5–6 діб.

Найбільш тривалі періоди як загального, так і активного симбіозу були зазначені на варіантах досліді, де проводили передпосівну обробку насіння Фосфонітрагіном та вносили $N_{15-30}P_{60}K_{60}+N_{15}$ у фазі бутонізації. У результаті сумісної дії зазначених технологічних факторів у скоростиглого сорту Вільшанка активний симбіоз тривав 84–85 діб, у середньостиглого сорту Сузір'я – 94–96 діб.

У наших дослідженнях ми вивчали також вплив мінеральних добрив та інокуляції насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів (*B. mucilagenosus*) на кількість симбіотично фіксованого азоту, використовуючи для розрахунків значення активного симбіотичного потенціалу та питомого активного симбіозу.

За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільшу кількість біологічного азоту в досліді фіксували посіви сої сорту Сузір'я – 70,9–130,3 кг/га (рис. 3).



Зміст варіантів: 1 – контроль, 2 – $P_{60}K_{60}$, 3 – $N_{15}P_{60}K_{60}$, 4 – $N_{30}P_{60}K_{60}$, 5 – $N_{45}P_{60}K_{60}$, 6 – $P_{60}K_{60}+N_{15}$, 7 – $N_{15}P_{60}K_{60}+N_{15}$ у фазі бутонізації, 8 – $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{15}$ у фазі бутонізації

Рис. 3. Кількість фіксованого азоту рослинами сої залежно від елементів технології вирощування, кг/га (середнє за 2013–2015 рр.)

На посівах обох сортів у середньому за три роки найнижча кількість симбіотично фіксованого азоту була відмічена на контрольних варіантах – 65,1 кг/га в сорту Вільшанка та 70,9 кг/га в сорту Сузір'я. Бактеризація насіння істотно поліпшувала симбіотичну продуктивність агрофітоценозу сої, в результаті чого рівень накопичення біологічного азоту зростає у скоростиглого сорту – на 34,1 кг/га, у середньостиглого сорту – на 33,4 кг/га, або на 52,4 та 47,1% відповідно.

Проте величина біологічно фіксованого азоту зумовлюється не лише фотосинтетичною та симбіотичною активністю, але й гідротермічними умовами року, забезпеченістю посівів поживними речовинами та біологічними особливостями рослин щодо умов мінерального живлення [7].

У наших дослідженнях мінеральні добрива, порівняно з обробленням насіння інокулянтном, менш ефективно впливали на показники азотфіксації – залежно від варіанту удобрення кількість біологічно фіксованого азоту в сорту Вільшанка зростала лише на 2,9–15,0 кг/га, у сорту Сузір'я – на 3,3–10,1 кг/га. При цьому слід зазначити, що за рівнем накопичення біологічного азоту, з усіх варіантів, які передбачали внесення азотних добрив, найменш продуктивними були ті, де вносили $N_{45}P_{60}K_{60}$, що пояснюється пригнічуючою дією підвищених доз азотних добрив на активність процесу азотфіксації.

Найінтенсивніше накопичення біологічного азоту відбувалось за комплексної дії мінеральних добрив та оброблення насіння Фосфонітрагіном, внаслідок чого на посівах сорту Вільшанка кількість фіксованого азоту становила 106,3–124,2 кг/га, сорту Сузір'я – 112,5–130,3 кг/га, що перевищувало значення контрольних варіантів на 58,7–83,8%.

Максимально продуктивними за рівнем накопичення біологічного азоту в досліді були симбіотичні системи скоростиглого (124,2 кг/га) та середньостиглого (130,3 кг/га) сортів на варіантах із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації та проведенням бактеризації насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*).

Нарівні з дією чинників, що вивчали відповідно до схеми досліді, значний вплив на формування симбіотичної продуктивності здійснювали гідротермічні умови року. Згідно з проведеними розрахунками найбільша кількість симбіотично фіксованого азоту (77,2–145,6 кг/га) була отримана у 2013 році, який характеризувався достатньою кількістю та рівномірним випаданням опадів на фоні помірних середньодобових температур. Умови 2015 року впродовж вегетації сої були несприятливими для ефективної роботи симбіотичного апарату. У результаті малої кількості опадів і високих середньодобових температур рівень накопиченого біологічного азоту не перевищував 49,6–107,5 кг/га. На думку науковців [10], у разі недостатнього водозабезпечення відбувається порушення тонких механізмів кисневого контролю в бульбочках, що призводить до їх старіння. Зокрема, зменшується проникність бар'єра дифузії кисню в кортексі бульбочок, що призводить до зниження доступу кисню в бактероїди.

Оцінити ефективність тих чи інших агротехнічних заходів дозволяє аналіз отриманого рівня урожаю. У середньому за 2013–2015 рр. найвищу врожайність сорти сої формували за умови поєднання інокуляції насіння Фосфонітрагіном та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення з підживленням рослин N_{15} у фазі бутонізації, що дало змогу отримати на посівах сорту Вільшанка 2,91 т/га насіння, сорту Сузір'я – 3,17 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність насіння сої залежно від інокуляції та норм мінеральних добрив, т/га (середнє за 2013–2015 рр.)

Удобрення	Інокуляція	Сорт Вільшанка			Сорт Сузір'я		
		урожайність, т/га	прибавка		урожайність, т/га	прибавка	
			т/га	%		т/га	%
Без добрив (контроль)	б/і*	1,89	-	-	2,19	-	-
	і	2,16	0,27	14,3	2,43	0,24	11,0
P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,05	0,16	8,5	2,46	0,27	12,3
	і	2,40	0,51	27,0	2,65	0,46	21,0
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,18	0,29	15,3	2,53	0,34	15,5
	і	2,46	0,57	30,2	2,71	0,52	23,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,33	0,44	23,3	2,66	0,47	21,5
	і	2,70	0,81	42,9	2,84	0,65	29,7
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,47	0,58	30,7	2,73	0,54	24,7
	і	2,73	0,84	44,4	2,88	0,69	31,5
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,23	0,34	18,0	2,58	0,39	17,8
	і	2,50	0,61	32,3	2,74	0,55	25,1
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,48	0,59	31,2	2,79	0,60	27,4
	і	2,81	0,92	48,7	3,02	0,83	37,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	б/і	2,54	0,65	34,4	2,91	0,72	32,9
	і	2,91	1,02	54,0	3,17	0,98	44,7
<i>НІР_{0,05} загальна</i>		0,54					
<i>НІР_{0,05} сорт</i>		0,14					
<i>НІР_{0,05} удобрення</i>		0,28					
<i>НІР_{0,05} інокуляція</i>		0,14					

* Примітка: б/і – варіанти досліду без застосування інокуляції; і – варіанти досліду із застосуванням передпосівної інокуляції.

Порівняно з абсолютним контролем приріст урожаю на цих варіантах становив, відповідно, 1,02 та 0,98 т/га, або 54,0 та 44,7%.

На формування насінневої продуктивності позитивно впливала бактеризація насіння – на ділянках без внесення добрив прибавка урожаю від проведення інокуляції в сорту Вільшанка становила 0,27 т/га, або 14,3%, в сорту Сузір'я – 0,24 т/га, або 11,0%. При застосуванні лише мінеральних добрив рівень урожаю в скоростиглого сорту зростав на 0,16–0,65 т/га, або 8,5–34,4%, у середньостиглого сорту – на 0,27–0,72 т/га, або 12,3–32,9%, стосовно абсолютних контролів. За рівнем приросту врожаю насіння сорти сої мали подібну залежність від проведення інокуляції насіння Фосфонітрагіном та внесених норм мінеральних добрив.

Висновки і пропозиції. Таким чином, встановлено, що в умовах Лісостепу правобережного України на чорноземі типовому малогумусному тривалість функціонування симбіотичного апарату сої та його продуктивність до певної міри можна регулювати агротехнічними прийомами. Рівень урожайності насіння сої

зумовлювався ефективністю роботи симбіотичного апарату. Максимально продуктивними як за рівнем накопичення біологічного азоту (124,2–130,3 кг/га), так і за урожайністю насіння сої (2,91–3,17 т/га) були ділянки, де вносили мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації та проводили бактеризацію насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів (*B. mucilagenosus*).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д.Г., 2012. 436 с.
2. Бахмат О.М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 7. С. 27–30.
3. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобияльный симбиоз : монографія у 4 т. / С.Я. Коць и др. Киев : Логос, 2010–2011. Т. 2. 523 с.
4. Біологічний азот : монографія / за ред. В.П. Патики. Київ : Світ, 2003. 424 с.
5. Вожегова Р.А. Селекційно-технологічні аспекти вирощування сої в умовах зрошення півдня України. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : матеріали Міжнародної наукової конференції, м. Вінниця, 11–12 серпня 2016 р. Вінниця : Діло, 2016. С. 16–17.
6. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. Київ : Аграрна наука, 2007. 144 с.
7. Волкогон В.В., Комок М.С. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН*. 2010. № 39. С. 89–93.
8. Глянько А.К., Митанова Н.Б. Физиологические механизмы отрицательного влияния высоких доз минерального азота на бобово-ризобияльный симбиоз. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія : «Біологія»*. 2008. Вип. 2 (14). С. 26–41.
9. Іванюк С.В. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 21. С. 50–55.
10. Коць С.Я., Береговенко С.К., Кириченко Е.В., Мельникова Н.Н. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов : монографія. Київ : Наукова думка, 2007. 316 с.
11. Коць С.Я., Михалків Л.М. Фізіологія симбіозу та азотне живлення люцерни : монографія. Київ : Логос, 2005. 300 с.
12. Крутило Д.В., Ковалевська Т.М., Колісник С.І., Булах Т.Д. Симбіоз штамів *Bradyrhizobium japonicum* із соєю за різних ґрунтово-кліматичних умов. *Агроекологічний журнал*. 2008. № 3. С. 70–74.
13. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Єщенко В.О. Київ : Дія, 2005. 288 с.
14. Патика В.П., Гнатюк Т.Т., Булеца Н.М., Кириченко Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 12–20.
15. Петриченко В.Ф., Кобак С.Я., Темрієнко О.О. Особливості симбіотрофного живлення та формування урожайності сортів сої в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 86. С. 77–86.
16. Петриченко В.Ф., Кобак С.Я., Чорна В.М., Колісник С.І., Лихочвор В.В., Піда С.В. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. *Мікробіологічний журнал*. 2018. Т. 80. № 5. С. 63–75.
17. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник НАН України*. 2014. № 3. С. 57–66.
18. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.

19. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие. Москва : Агропромиздат, 1991. 300 с.

20. Ткаліч І.Д., Шепілова Т.П. Вплив способів та строків внесення мінеральних добрив на урожайність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 50–53.

21. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом : монографія / С.Я. Коць та ін. Київ : Логос, 2001. 271 с.

УДК 632.931:632.7:633.16(477.46)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.20>

ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА СТРОКИ ПОЯВИ ОСНОВНИХ ШКІДНИКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Чухрай Р.В. – викладач кафедри захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень, проведених впродовж 2017–2020 років, щодо впливу абіотичних факторів на строки появи шкідників у посівах ячменю ярого. Під час проведення дослідів чітко прослідковувалась тенденція до зміщення кліматичних умов у бік більш посушливого клімату. Для підтвердження цих даних був розрахований гідротермічний коефіцієнт вологозабезпеченості Г.Т. Селянінова (ГТК). Установлено, що в період дослідження ГТК був нижчий від багаторічних даних у всі роки досліджень. Так, ГТК за травень був нижчим за багаторічний показник в 2017–2019 роках, у червні – за показник у 2017–2020 роках, у липні – за показник у 2017, 2019 та 2020 роках. Підвищення температури повітря як основного фактора впливу на розвиток комах призвело до зміщення строків появи шкідників в агроценозі ячменю ярого. Тому було уточнено строки появи основних шкідників у посівах ячменю ярого в умовах зміни ГТК. Після проведення обліків та спостережень встановлено відмінності від даних літератури. Шкідливий ентомокомплекс ячменю ярого в період проведення досліджень налічував 22 шкідливих види, що належать до шести рядів. Серед видів, що кожного року зустрічались в агроценозі ячменю, – такі шкідники, як *Phyllotreta vittula* Redt., *Trigonotylus ruficornis* Geoff., *Macrostelus laevis* Rib., *Haplothrips tritici* Kurd., *Oulema lichenis* Voet., *Phorbia secures* Tiensum., *Trachelus tabidus* F. залежно від року, з'являлись на одну декаду раніше від загальноприйнятих строків. Такі ж види, як *Brachycolus noxius* Mord., *Schizaphis graminum* Rond., *Zabrus tenebrioides* Goeze., *Aelia acuminata* L., *Agriotes sputator* L., *Opatrum sabulosum* L., мали незначні відхилення від строків появи в посівах культури, а отже, були більш стійкими до кліматичних змін.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що фітофаги ячменю ярого по-різному реагують на зміни клімату, що відбуваються в регіоні досліджень. Види, що розвиваються раніше, збільшують свою шкідливість, спричиняючи пошкодження в більш ранні строки розвитку культури. Для забезпечення сталих врожаїв ячменю ярого потрібно зважати на ці дані під час складання системи захисту культури від шкідливих організмів.

Ключові слова: фітофаги, захист рослин, ячмінь ярий, видовий склад, абіотичні фактори.

Chukhrai R.V. The influence of abiotic factors on the timing of appearance of the main pests of spring barley in the right-bank forest-steppe of Ukraine

The article presents the results of research conducted in 2017–2020 on the impact of abiotic factors on the timing of pest appearance on spring barley crops. During the experiments, there was observed a clear tendency to shift climatic conditions towards a drier climate. To confirm these data, the hydrothermal coefficient of moisture supply was calculated (HTC). It was found