

УДК 631.53.027:635.65

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.29>

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНКРУСТАЦІЇ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ ХІМІЧНИМИ ТА БІОЛОГІЧНИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА РОЗМІРИ СИМБІОТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ ЗА РІЗНИХ УМОВ ЖИВЛЕННЯ

**Лемішко С.М.** – старший викладач кафедри агрохімії,  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Максимальний рівень азотфіксації був відмічений за інкрустації насіння препаратами фунгіцидної і рістрегулюючої дії, а саме, біопрепаратів Агат-25 К і Реаком-С боби. Під їх дією розміри симбіотичної фіксації у сорту Харківський янтарний були більше на фоні без застосування добрив, на 26 і 22 % більше, ніж на контролі (обробка водою). Ці препарати зберігали таку ж дію при децю менших показниках симбіотичної азотфіксації на фоні із застосуванням добрив ( $N_{20}P_{40}$ ). Приріст азотфіксації становив 14 та 26% від застосування Агат-25 К і Реаком-С боби на удобреному фоні в порівнянні з контролем. Ці залежності зберігалися на фоні із застосуванням добрив ( $N_{20}P_{40}$ ). Розміри азотфіксації були децю нижчими при вирощуванні гороху Харківський еталонний у порівнянні з показниками сорту Харківський янтарний на всіх варіантах досліді. Розміри симбіотичної азотфіксації у варіантах з інокуляцією насіння гороху бактеріальними препаратами на контролі були приблизно на тому ж рівні, що і в досліді з інкрустацією. Використання для інокуляції зерна сорту Харківський янтарний фосформобілізуючих бактерій на фоні без мінеральних добрив сприяло підвищенню азотфіксації на 32%. Зростання азотфіксації під впливом поліміксобактерину і ризогуміну складало 22 і 25% відповідно. Найбільший рівень зростання азотфіксації спостерігали при поєднанні фосформобілізуючих бактерій з поліміксобактерином (33,0%). Найкращі показники симбіотичної азотфіксації без мінеральних добрив одержані при поєднанні препаратів Кристалон, Актופіт і Агат-25 К (61,5 кг/га) при обробці рослин гороху сорту Харківський янтарний (майже на 30% вище, ніж на контролі). Усі інші комбінації препаратів сприяли зростанню азотфіксації на 14–19 % у порівнянні з контролем. Аналогічні тенденції та закономірності характерні також і для сорту Харківський еталонний.

**Ключові слова:** горох, інкрустація, інокуляція, азотфіксація, біопрепарати, дози добрив.

### **Lemishko S.M. Evaluation of the influence of incrustation and inoculation of pea seeds with chemical and biological preparations on the size of symbiotic fixation under different nutrition conditions**

The maximum level of nitrogen fixation was observed after seed incrustation with preparations with a fungicidal and growth regulating effect (biopreparations Agate-25 K and Reacom-C beans). The symbiotic fixation in the Kharkiv yantarniy variety under their action was 26 and 22% higher against the background without fertilizer application than in the control (water treatment). These preparations maintained the same effect at slightly lower rates of symbiotic nitrogen fixation on the background with the use of fertilizers ( $N_{20}P_{40}$ ). The increase in nitrogen fixation was 14 and 26% from the use of Agate-25 K and Reacom-C beans on a fertilized background compared to the control. These dependences were maintained against the background with the use of fertilizers ( $N_{20}P_{40}$ ). The level of nitrogen fixation was slightly lower in the growing of Kharkiv etalonny peas compared to the indicators of the Kharkiv yantarniy variety in all variants of the experiment. The size of the symbiotic nitrogen fixation in the variants after pea seeds inoculation with bacterial preparations on control was approximately at the same level as in the experiment with incrustation. The use of phosphorus – mobilizing bacteria for grain inoculation of the Kharkiv yantarniy variety on the background without mineral fertilizers contributed to the increase of nitrogen fixation by 32%. The increase in nitrogen fixation under the influence of polymyxobacterin and rhizohumine was 22 and 25%, respectively. The highest level of nitrogen fixation was observed in the combination of phosphorus-mobilizing bacteria with polymyxobacterin (33.0%).

The best level of symbiotic nitrogen fixation without mineral fertilizers was obtained with a combination of Kristalon, Aktofit and Agate-25 K (61.5 kg / ha) in the treatment of Kharkiv yantarniy pea plants (almost 30% higher than in the control). All other combinations contributed to an increase in nitrogen fixation by 14-19% compared with the control. Similar trends and patterns are characteristic of the Kharkiv etalonny variety as well.

**Key words:** peas, incrustation, inoculation, nitrogen fixation, biofungicide, growth stimulant, bacterial and mineral fertilizers.

**Постановка проблеми.** Формування урожаю гороху, як і інших польових культур, значною мірою визначається запасами поживних речовин у ґрунті [1, с. 89–90]. Установлено, що кількість азоту у насінні гороху можна підвищити (і) шляхом тривалої активності симбіотичної азотфіксації під час росту насіння, (ii) ефективнішої асиміляції залишкової кількості азоту в ґрунті, яка залежить від морфогенезу кореневої системи. Третім чинником є оптимізація обох режимів акумуляції азоту на протязі всього циклу росту рослин [2, с. 252]. Встановлено, що ця культура потребує незначної кількості азоту в I–III етапи органогенезу, а в наступні періоди потреба в азоті поповнюється за рахунок азотфіксації його бульбочковими бактеріями [3, с. 129–130; 4, с. 123–124]. В умовах Лівобережного Лісостепу урожай гороху в порівнянні з контролем (2,63 т/га) збільшився на 0,28 т/га та на 0,43 т/га в разі застосування мінеральних добрив у низьких дозах:  $N_{25}P_{25}K_{25}$  та  $N_{25}P_{45}K_{45}$  [5, с. 60]. В умовах степової зони в досліджах на чорноземі південних внесення мінеральних добрив у низьких дозах ( $N_{10-30}P_{20-30}K_{20-60}$ ) забезпечувало приріст врожаю гороху від 0,28 до 0,79 т/га [6, с. 39]. У порівнянні з двома регуляторами росту (Емістим-С та Плантагер) біопрепарат Вимпел дав найкращі результати індивідуальної продуктивності гороху за більшістю показників у варіантах за поєднання мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{30}K_{45}$  в умовах Західного Лісостепу [7, с. 29]. Зважаючи на те, що регулятори росту підсилюють стійкість рослин до фітотоксичної дії пестицидів, доцільним є їх сумісне застосування. Препарати Емістим С, агростимулін та віталін, які вносились одночасно із застосуванням пестицидів і добрив, позитивно впливали на утворення і розвиток вузлових коренів та зернову продуктивність рослин [8, с. 70].

**Постановка завдання.** Реакція гороху на забезпеченість ґрунту елементами живлення тісно пов'язана з життєдіяльністю бульбочкових бактерій. Бактеріальні препарати проявляють позитивний вплив на ріст, розвиток надземної маси сільськогосподарських рослин, збільшення поглинальної активності кореневої системи і на якісні показники врожаю. Інокуляція насіння поліштамом азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій забезпечувала збільшення урожайності сортів Комет (3,71 т/га) і Дамир 2 (3,57 т/га) на 1,32; 1,26 і 1,26 т/га в порівнянні з контролем [9, с. 57–60]. Отже в наших дослідженнях було передбачено надати оцінку впливу інкрустації та інокуляції насіння гороху хімічними та біологічними препаратами на рівень симбіотичної азотфіксації гороху за різних умов живлення.

**Матеріал, методи та погодні умови досліджень.** Польові дослідження та виробнича перевірка по вивченню симбіотична азотфіксації гороху залежно від інкрустації та інокуляції насіння гороху хімічними та біологічними препаратами за різних умов живлення проводились у 2006–2008 та 2013–2017 роках у Державному підприємстві Дослідне господарство «Дніпро» ДУ ІСГСЗ НААН України, а також господарствах Дніпропетровської області. Закладку і проведення польових дослідів здійснювали в шестипільній ланці зернопросапної сівозміни. Після збирання попередника гороху (пшениця озима) проводили дискування на глибину 10–12 см, з наступною полицевою оранкою на глибину 20–22 см. Ранньовесняний обробіток ґрунту зводився до вирівнювання ґрунту, передпосівної культивування та внесення мінеральних добрив дозою  $N_{20}P_{40}$  (аміачна селітра, гранульований суперфосфат). Сівбу виконували сівалкою СН-16 з міжряддями 15 см в оптимальні строки, при настанні фізичної стиглості ґрунту. Об'єктом досліджень були районовані сорти гороху Харківський янтарний та Харківський еталонний. Норма висіву насіння становила – 1,5 млн/га. Технологія вирощування гороху в досліді відповідала загальноприйнятій для зони Степу України.

Розміщення дослідних ділянок варіантів систематичне, а повторень – ярусне. Протягом періоду накопичення рослинами гороху органічної речовини та при-току поживних речовин для функціонування бульбочкових бактерій, що зви-чайно, спостерігається до фази цвітіння, погодні умови зазвичай погіршувались в напрямку посушливості.

Насіння гороху перед сівбою обробляли хімічними і біологічними препаратами рістрегулюючої, фунгіцидної та інсектицидної дії. Інокуляцію насіння гороху про-водили в день сівби штамами азотофіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій. Враховуючи попередні дослідження в наших розрахунках ми використовували коефіцієнт азотфіксації бульбочковими бактеріями гороху на рівні 0,5 або 50 % [10, с. 10–12; 11].

Збирання врожаю гороху здійснювали поділяючо малогабаритним комбай-ном “Samro-500” у фазі господарської стиглості. Протягом збирання відбирали зразки зерна з кожної ділянки для визначення вологості, якісних показників і зас-міченості. Бункерну масу зерна перераховували на 100% чистоту і 16 % вологість згідно з ДСТУ 2240-93. При збиранні гороху відбирали середню пробу насіння з кожної ділянки з наступним визначенням у лабораторії вологості й засміченості.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Максимальний рівень азотфіксації був відмічений за інкрустації насіння препаратами фунгіцидної і рістрегулюю-чої дії, а саме, препаратів Агат-25 К і Реаком-С боби (Табл. 1). Під їх дією роз-міри симбіотичної фіксації у сорту Харківський янтарний склали на фоні без застосування добрив, відповідно, 64,5 і 62,6 кг/га, що було на 26 і 22 % більше, ніж на контролі (обробка водою). На фоні із застосуванням добрив ( $N_{20}P_{40}$ ) дані препарати зберігали таку ж дію при дещо менших показниках симбіотичної азот-фіксації. На удобреному фоні приріст азотфіксації від Агат-25 К і Реаком-С боби становив 14 та 26 % у порівнянні з контролем.

Таблиця 1

**Симбіотична азотфіксація залежно від інкрустації насіння гороху  
препаратами фунгіцидної і рістрегулюючої дії  
за різних умов живлення рослин, кг/га**

Препарати для інкрустації зерна (фактор В)	Харківський янтарний (фактор А)		Харківський еталонний (фактор А)	
	Без добрив (фактор С)	$N_{20}P_{40}$ (фактор С)	Без добрив (фактор С)	$N_{20}P_{40}$ (фактор С)
Вода (контроль)	51,4	62,3	49,4	54,7
Вітавакс–200 ФФ	58,9	65,7	57,3	63,8
Емістим–С	60,0	70,5	59,2	66,3
Агат–25 К	64,5	70,8	60,4	69,9
Мікосан–Н	60,0	69,9	56,0	66,0
Реаком–С боби	62,6	77,6	59,6	73,0
Вимпел	57,6	64,5	55,6	62,3
Ганоль	59,2	67,2	56,6	64,0
НІР <sub>0,95</sub> , кг/га для фактору А для фактору В для фактору С для взаємодії АВС			3,30	
			2,90	
			5,51	
			6,62	

На фоні із застосуванням добрив ( $N_{20}P_{40}$ ) ці залежності зберігалися. При вирощуванні гороху Харківський еталонний розміри азотфіксації були дещо нижчими, ніж у Харківського янтарного на всіх варіантах досліді. Так, показники азотфіксації для сорту Харківський еталонний на контролі без внесення мінеральних добрив становили – 49,4 кг/га, на фоні з мінеральними добривами – 54,7 кг/га, в той же час у Харківського янтарного, відповідно 51,4 і 62,3 кг/га. При цьому характер дії і співвідношення показників по препаратах залишалися такими самими, як і по сорту Харківський янтарний, а найефективніше діяли препарати Агат – 25 К і Реаком- С боби, під впливом яких розміри азотфіксації на фоні без добрив зростали в порівнянні з контролем на 23 і 21 %, а на фоні мінеральних добрив – на 27 і 34 %.

До схожого висновку щодо позитивного впливу після обробки листя гороху на показники росту, урожаю та число бульбочок біопрепаратами з рострегулюючою дією дійшли і індійські вчені [12, с. 86]. По решті препаратів зростання розмірів симбіотичної азотфіксації на фоні без застосування мінеральних добрив було вищим, ніж в контролі на 13–16 %, а на фоні з мінеральними добривами – на 14-21 % (рис. 1).

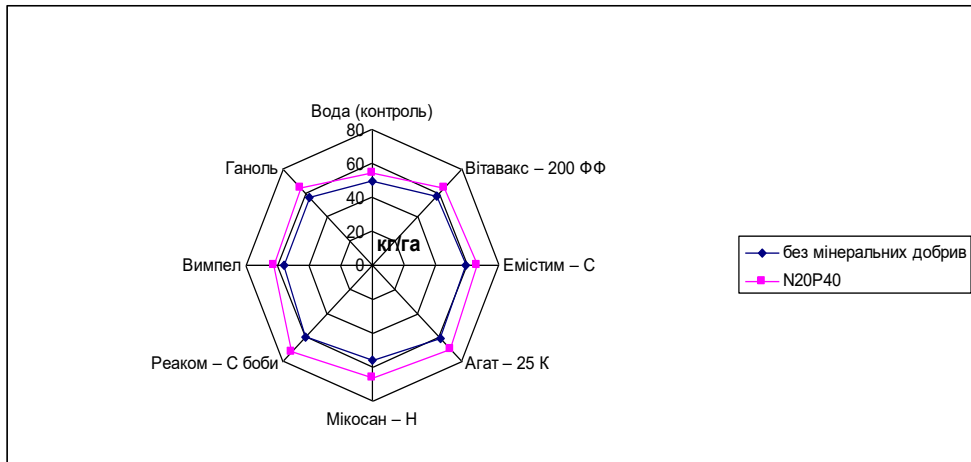


Рис. 1. Симбіотична азотфіксація під впливом інкрустації насіння гороху сорту Харківський еталонний препаратами фунгіцидної і рістрегулюючої дії, кг/га

Результати оцінки впливу інокуляції насіння гороху бактеріальними препаратами (окремо та у поєднанні) на симбіотичну азотфіксацію рослин наведені в таблиці 2. Встановлено, що у варіантах з інокуляцією насіння гороху бактеріальними препаратами на контролі розміри симбіотичної азотфіксації були приблизно на тому ж рівні, що і в досліді з інкрустацією – 52,0 і 61,6 кг/га для сорту Харківський янтарний на фонах без застосування добрив і з їх застосуванням, відповідно.

Можливо цей ефект пов'язаний із позитивним впливом впливом обробки насіння посівного гороху мікробними препаратами на енергію проростання рослин [13, с. 66–67]. Використання для інокуляції зерна сорту Харківський янтарний фосформобілізуєчих бактерій на фоні без мінеральних добрив сприяло підвищенню азотфіксації на 16,5 кг/га (32 %). Під впливом поліміксобактерину і ризогуміну зростання азотфіксації складало 11,4 і 13,2 кг/га, або 22 і 25 % відповідно.

Таблиця 2

**Вплив інокуляції насіння гороху бактеріальними препаратами  
за різних умов живлення на симбіотичну азотфіксацію, кг/га**

Препарати для інокуляції зерна (фактор В)	Харківський янтарний (фактор А)		Харківський еталонний (фактор А)	
	Без добрив (фактор С)	N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> (фактор С)	Без добрив (фактор С)	N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> (фактор С)
Вода (контроль)	52,0	61,6	51,0	58,8
Фосформобілізуючі бактерії (ФМБ)	68,5	80,6	65,0	69,2
Поліміксобактерин (ПМБ)	63,4	75,7	62,4	71,1
Ризогумін	65,2	77,9	64,1	73,7
ФМБ + ПМБ	69,1	80,9	63,5	71,3
ФМБ + ризогумін	66,1	78,1	61,6	70,5
ПМБ + ризогумін	63,4	73,8	60,8	71,6
ФМБ + ПМБ + ризогумін	64,0	73,2	62,8	70,5
НІР <sub>0,95</sub> , кг/га	4,10			
для фактору А	4,41			
для фактору В	5,70			
для фактору С	6,01			
для взаємодії АВС	6,01			

Найбільший рівень зростання азотфіксації спостерігали при поєднанні фосформобілізуючих бактерій з поліміксобактерином (17,1 кг/га і 33,0%). В інших комбінаціях препаратів при інокуляції насіння зростання азотфіксації в порівнянні з контролем було в межах 22-27 %. Цей результат можна пояснити феноменом подовження вегетаційного періоду гороху посівного за умов обробки насіння гороху сумішшю препаратів Ризогумін + Поліміксобактерин [14, с. 241].

Відзначим також, що фосформобілізуючі бактерії і їх поєднання з поліміксобактерином найкраще діяли із застосуванням мінеральних добрив. Приріст азотфіксації в порівнянні з контролем, був на рівні 19,0 і 19,3 кг/га, або 31 %.

По решті препаратів та їх поєднаннях розмір азотфіксації в порівнянні з контролем був вищим на 11,6–16,5 кг/га (19–27 %), тобто відмічена практично така ж тенденція, як і на варіантах без застосування мінеральних добрив (рис. 2).

Показники сорту Харківський еталонний на обох фонах вирощування загальні розміри азотфіксації були дещо нижчі, ніж у сорту Харківський янтарний, але тенденція дії інокулянтів зерна зберігалася. За обробки рослин гороху хімічними і біологічними препаратами розміри симбіотичної фіксації азоту були нижчими, ніж при інкрустації або інокуляції (табл. 3). Так, при обробці зерна водою на варіанті без застосування мінеральних добрив у сорту Харківський янтарний симбіотична азотфіксація складала 48,6 кг/га, а з внесенням добрив – 60,6 кг/га, що на 1–4 кг/га менше, ніж на контролі. Ці зміни пов'язані, в першу чергу, із рівнем врожаю та хімічним складом зерна і побічної продукції.

При обробці рослин гороху сорту Харківський янтарний у фазу 2–3 листків найкращі показники симбіотичної азотфіксації без мінеральних добрив одержані при поєднанні препаратів Кристалон, Актофіт і Агат-25 К (61,5 кг/га), що на 27 % вище, ніж на контролі. На 20 % також зростала азотфіксація за обробки рослин препаратом Карате або при поєднанні Кристалону з Агатом. Під впли-

вом інших комбінацій препаратів розміри азотфіксації були на 12–19 % вищими, ніж на контролі.

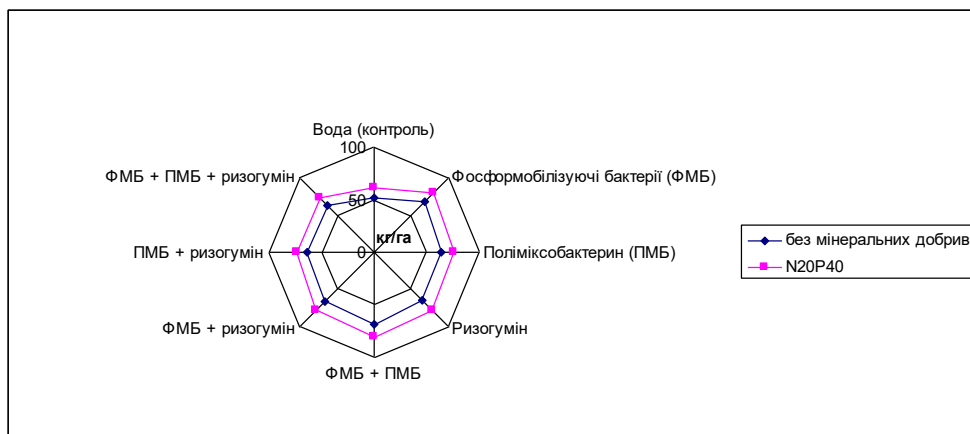


Рис. 2. Симбіотична азотфіксація гороху сорту Харківський янтарний під впливом інокуляції насіння бактеріальними препаратами за різних умов живлення, кг/га

Таблиця 3

**Симбіотична азотфіксація залежно від обробки рослин гороху хімічними і біологічними препаратами на різних фонах живлення, кг/га**

Препарати (фактор В)	Харківський янтарний (фактор А)				Харківський еталонний (фактор А)			
	Фаза 2-3 листків		Фаза 7-8 листків		Фаза 2-3 листків		Фаза 7-8 листків	
	Без добрив (С)	N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> (С)	Без добрив (С)	N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> (С)	Без добрив (С)	N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> (С)	Без добрив (С)	N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> (С)
Вода (контроль)	48,6	60,6	47,0	58,4	48,4	59,1	46,3	56,3
Карате	58,2	65,5	57,6	62,4	56,7	63,8	55,9	60,4
Кристалон особливий	57,1	67,5	56,1	64,3	56,1	66,8	54,2	61,9
Актофіт	57,4	67,7	56,9	65,3	52,3	65,0	55,0	62,7
Агат-25 К	57,9	65,3	56,6	64,7	52,3	63,9	55,3	62,7
Кристалон + Актофіт	56,6	67,0	55,4	65,4	55,8	62,4	54,5	60,9
Кристалон + Агат	58,4	69,2	56,4	65,6	57,4	67,9	54,9	62,8
Актофіт + Агат	54,5	65,8	53,4	64,6	52,3	63,5	52,0	61,5
Кристалон + Актофіт + Агат	61,5	71,3	60,0	68,6	60,4	69,0	58,1	66,6
НІР <sub>0,95</sub> , кг/га для фактору А	5,20							
для фактору В	4,33							
для фактору С	5,10							
для взаємодії АВС	7,22							

У фазу 7–8 листків, як і в попередню (2–3 листків) обробки рослин, найвищі показники азотфіксації отримано при комбінації Кристалон + Актофіт + Агат-25 К (на 13,0 кг/га або 28% вище за контроль). З використанням Карате та Актофіту розміри азотфіксації підвищувалися на 21–23 %.

Усі інші комбінації препаратів сприяли зростанню азотфіксації на 14–19 % у порівнянні з контролем. Такі ж тенденції відмічені і при використанні мінеральних добрив ( $N_{20}P_{40}$ ). Різниця лише полягала у розмірах загальних обсягів азотфіксації, які були на 7–12 кг/га (13–29 %) вищими.

Аналогічні тенденції та закономірності характерні також і для сорту Харківський еталонний як по фазах розвитку, так і на обох фонах живлення де характер дії препаратів, практично, не змінювався. Кількісні різниці у рівні симбіотичної азотфіксації між двома сортами гороху цілком можливо можна пояснити неоднаковим рівнем процес ексудації кореневої системи цих культурварів [15, с. 212–213]. Вочевидь, що під час симбіотичної взаємодії ризобій активується низка фізіологічних реакцій, спрямованих на підтримання функціонального стану рослин. Доведено, що передпосівна обробка насіння рослинно – бактеріальними і бактеріальними композиціями як технологічного прийому при вирощуванні сої та пшениці сприяє розвитку агрономічно корисної групи азотфіксуючих мікроорганізмів, що поліпшує мікробіологічні показники ґрунту [16, с. 57]. Отже, застосування ефективних біопрепаратів при включенні в сівозміну сортів гороху з найбільшою здатністю до симбіозу дозволить підвищити адаптивний потенціал агроценозів.

**Висновки і пропозиції.** За інкрустації насіння найвищі показники ефективності продемонстрували препарати Агат-25 К, Емістим-С та Реаком-С боби, які без удобрення та при їх застосуванні сприяли підвищенню вмісту азоту нітратів на 19, 10 і 8 % відповідно у порівнянні з контролем. Така ж тенденція відмічена і при інокуляції насіння. В цьому випадку розміри симбіотичної азотфіксації зростали на 10 %.

Застосування обробки по вегетуючих посівах не сприяло симбіотичній азотфіксації бульбочковими бактеріями, відмічена незначна тенденція до її зменшення на 10 %. Найбільш ефективними за інкрустації насіння були препарати – Реаком та Агат, при інокуляції насіння – фосформобілізуючі бактерії та їх поєднання з поліміксобактерином, а при обприскуванні вегетуючих рослин – суміші Кристалону з Агатом і Актофітом та Кристалону з Агатом.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Clayton G. W., Rice W. A., Lupwayi N. Z., Johnston A. M., Lafond G. P., Grant C. A., Walley F. Inoculant formulation and fertilizer nitrogen effects on field pea: Crop yield and seed quality. *Canadian Journal of Plant Science*. 2004. 84:89–96. <https://doi.org/10.4141/P02-090>
2. Voisin A.S., Salon C., Munier-Jolain N.G., Ney B. Effect of mineral nitrogen on nitrogen nutrition and biomass partitioning between the shoot and roots of pea (*Pisum sativum* L.) *Plant and Soil*. 2020. 242(2):251-262. doi: 10.1023/A:1016214223900
3. Jensen, E.S. Seasonal patterns of growth and nitrogen fixation in field-grown pea. *Plant Soil*. 1987. 101, 29-37. <https://doi.org/10.1007/BF02371027>
4. Date R.A. Inoculated legumes in cropping systems of the tropics. *Field Crops Research*. 2000. 65(2):123-136. doi: 10.1016/S0378-4290(99)00082-9
5. Павлюк О.О., Тоцький В.М. Особливості формування врожаю гороху в залежності від рівня інтенсивності технологій в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської держ. аграр. акад.* 2007. № 2. С. 58-60.

6. Бурикiна С. I., Архiпенко З. П., Кiтаєва Л. I. Ефективнiсть при вирощуваннi гороху в сiвозмiнi на чорноземах пiвденних. *Вiсник аграрної науки Пiвденного регiону*. Одеса, 2005. Вип. № 6. С. 28-39.
  7. Бахмат М. I., Небаба К. С. Структурнi елементи врожаю гороху посiвного залежно вiд удобрення та регуляторiв росту в умовах Лiсостепу Захiдного. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2018. № 294. С. 24-31.
  8. Яворська В., Драговоз I., Мусяка В. Регулятори росту зберiгають сортову типовiсть сiльськогосподарських культур. *Пропозицiя*. 2004. № 8/9. С. 70.
  9. Петриченко В. Ф., Гончар Т. М. Науковi основи формування високопродуктивних посiвiв гороху в умовах правобережного Лiсостепу України. *Корми i кормовиробництво*. 2007. Вип. 59. С. 103-110.
  10. Лемiшко С.М. Застосування мiкробiологiчних препаратiв в посiвах гороху з метою пiдвищення iх продуктивностi. Матерiали науково – практичної конференцiї науково-педагогiчних працiвникiв, аспiрантiв та молодих вчених за пiдсумками науково-дослiдної роботи у 2016 р. «Сучаснi проблеми та перспективи розвитку аграрного виробництва» (м. Днiпро, 29 березня, 2017 р.). Днiпро, 2017. С. 10-12.
  11. Посыпанов Г. С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. *Известия ТСХА*. 1983. № 6. С. 17-26.
  12. Singh S., Tomar B.S., Anand A., Kumari S., Prakash K. Effect of growth regulators on growth, seed yield and quality attributes in garden pea (*Pisum sativum* var Hortense) cv. Pusa Pragati. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018. 88(11):1730-1734.
  13. Капiнос М.В., Калитка В.В. Вплив регуляторiв росту рослин i мiкробних препаратiв на проростання насiння та початковий рiст гороху посiвного (*Pisum sativum* L.). *Таврiйський науковий вiсник*. 2016. № 96. С. 66-73.
  14. Телекало Н.В. Вплив екологiчних факторiв на рiст та розвиток iнтенсивних сортiв гороху посiвного. *Сiльське господарство та лiсiвництво*. 2017. № 5. С. 241-247.
  15. Коць С.Я. Сучасний стан дослiджень бiологiчної фiксацiї азоту. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2011. Т. 43. № 3. С. 212-225.
  16. Петриченко В.Ф., Коць С.Я. Симбiотичнi системи у сучасному сiльськогосподарському виробництвi. *Вiсн. НАН України*. 2014. № 3. С. 57-66.
-