

УДК: 631.583.633.35.004.14

**Р. А. Антипін**

*Вінницький державний аграрний університет*

**СИМБІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ  
ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ СПОСОБІВ ОБРОБКИ  
НАСІННЯ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В УМОВАХ  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ\***

*Викладено результати досліджень по вивченню впливу факторів інтенсифікації сучасної технології вирощування гороху, на активність процесу формування симбіотичного апарату.*

***Ключові слова:** горох, мінеральні азотні добрива, симбіотична продуктивність, симбіотична активність.*

У зернобобових культур складна симбіотична система, продуктивність якої залежить від наявності елементів живлення, агрофізичних властивостей ґрунту, гідротермічних умов, які склалися протягом вегетації культури, а також від генетичних особливостей сорту [1].

Сучасні технології вирощування зернобобових культур, в тому числі і гороху, передбачають науково – обґрунтоване використання мінеральних добрив, пестицидів та рістрегулюючих речовин, які створюють найбільш оптимальні умови для росту, розвитку та формування продуктивності культури. Проте вплив цих факторів на функціонування макро- та мікро симбіонтів в агробіоценозах гороху вивчено ще недостатньо. На жаль і нині в наукових джерелах зустрічаються полярнопротилежні думки щодо

\*Робота виконується під керівництвом доктора с.-г. наук, професора  
Петриченка В.Ф.

© Антипін Р.А., 2006

впливу факторів інтенсифікації на симбіотичну продуктивність гороху. Одні дослідники вважають, що при вирощуванні гороху за сучасними технологіями, застосовувати мінеральні азотні добрива не доцільно [2, 3], інші [4-8] вважають, що досягнути високої продуктивності зернобобові культури можуть при поєднанні симбіотично зв'язаного азоту із азотом мінеральних добрив. Поряд з цим, зустрічаються окремі результати досліджень про негативний вплив інокуляції в поєднанні з протруюванням насіння на активність процесу формування симбіотичного апарату [9].

Проте, результатів досліджень щодо комплексного впливу мінеральних добрив, протруйників та стимуляторів росту на формування симбіотичного апарату в онтогенезі рослин гороху представлено ще недостатньо.

У зв'язку з цим вивчення впливу технологічних прийомів вирощування на формування симбіотичної продуктивності гороху в умовах Лісостепу України є важливою науковою проблемою.

**Методика досліджень.** Польові дослідження проводили упродовж 2001-2003 рр. на спільному дослідному полі Вінницького державного аграрного університету та Вінницької обласної державної сільськогосподарської дослідної станції. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений сірими лісовими середньосуглинковими ґрунтами на лесовидних суглинках. Вміст гумусу – 1,97%, легкогідролізованого азоту – 4,2 мг на 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 11,7 г та обмінного калію – 12,4 г на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину рН 5,4.

Вивчали дію та взаємодію трьох факторів: А – сорт; В – дози азотних добрив; С – способи передпосівної обробки насіння. Співвідношення цих факторів 2 : 4 : 3. Повторність чотириразова. Розміщення варіантів – систематичне в два яруси. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Сівбу проводили сортами Вінничанин та Світязь.

Відмічено, що гідротермічні умови, несуттєво відрізнялись від середніх багаторічних показників, окрім 2003 року. Обробку експериментальних даних проводили за допомогою сучасного пакету програм і персонального комп'ютера Pentium III.

**Результати досліджень.** Відомо, що максимум азотфіксуючої активності мікросимбіонта у зернобобових культур, в тому числі у гороху, припадає на період бутонізації – повне цвітіння рослин (1, 8). Проте, відхилення гідротермічних показників від оптимума в цей період, не завжди має сприятливий вплив на продуктивність симбіотичної системи.

Нами встановлено, що накопичення сирової маси бульбочок рослинами гороху досягає свого максимуму у період повного цвітіння, а в подальші фази росту та розвитку відбувається поступове зниження цих показників.

Так, у середньому за три роки досліджень, максимальна маса бульбочок у сорту Вінничанин 151,0 кг/га, з них активних 143,1 кг/га, відповідно у сорту Світязь – 136,1 і 128,1 кг/га сформувалась на ділянках досліду де проводили передпосівну обробку насіння молібденовокислим амонієм, ризоторфіном в поєднанні з системним протруйником Вітавакс 200 ФФ та стимулятором росту Емістим С на фоні фосфорно-калійних добрив  $P_{60}K_{60}$ , що відповідно більше на 11,9 і 18,0 кг/га при порівнянні з контрольним варіантом (табл. 1).

**1. Динаміка сирої маси активних бульбочок у гороху  
Вінничанин, залежно від впливу мінеральних  
добрив та способів обробки насіння, кг/га  
(у середньому за 2001-2003 рр.)**

Варіанти		Фази росту та розвитку				
Рівень азотного удобрення	Способи обробки насіння	7- листок	бутонізація	початок цвітіння	кінець цвітіння	наливання насіння
$P_{60}K_{60}$ (фон)	Інокуляція + Мо (фон)	17,7	65,3	118,1	86,2	16,4
	Фон + Вітавакс 200ФФ	23,6	76,0	128,1	94,2	19,5
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	24,7	86,5	136,1	104,5	21,6
$Фон+N_{30}$	Фон	14,5	54,8	96,1	72,0	12,3
	Фон + Вітавакс 200ФФ	20,8	67,1	108,1	84,1	15,4
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	21,9	77,7	114,1	92,3	18,5
$Фон+N_{60}$	Фон	1,2	20,3	51,3	36,9	11,7
	Фон + Вітавакс 200ФФ	2,0	22,0	54,7	43,9	13,7
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	2,0	26,3	61,5	50,9	17,6
$Фон+N_{90}$	Фон	0,0	0,0	22,2	13,2	4,9
	Фон + Вітавакс 200ФФ	0,0	0,0	27,3	13,2	5,9
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	0,0	0,0	32,5	16,6	7,3

Нами відмічено, що застосування середніх ( $N_{60}$ ) та підвищених ( $N_{90}$ ) доз азотних добрив на фосфорно-калійному фоні ( $P_{60}K_{60}$ ) інгібувало процес біологічної фіксації азоту в онтогенезі рослин гороху.

Відомо, що симбіотичну продуктивність посівів гороху можна оцінити за допомогою загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичного потенціалів. Виявлено, що показники ЗСП мали суттєву залежність від гідротермічних умов року та факторів, що вивчались. Так, при проходженні рослинами гороху II-VIII етапів органогенезу показники ЗСП змінювались від 0,590 тис.кг дн./га до 3,485 тис.кг дн./га у сорту Вінничанин у варіантах досліду де застосовували підвищенні дози азотних добрив ( $N_{90}$ ) на фоні фосфорно-калійних  $P_{60}K_{60}$  та обробляли насіння перед посівом молібденовокислим амонієм, ризоторфіном. У той же час на відповідних варіантах у сорту Світязь ці показники складали – 0,768 та 3,643 тис.кг дн./га (табл. 2).

**2. Динаміка загального та активного симбіотичного потенціалів гороху Вінничанин залежно від мінеральних добрив та способів обробки насіння, тис. кг. дн / га (у середньому за 2001-2003рр.)**

Варіанти		Фази росту та розвитку					
Дози мінеральних добрив	Способи обробки насіння	7- листок – бутонізація		початок цвітіння – кінець цвітіння		наливання насіння – фізіологічна стиглість	
		ЗСП	АСП	ЗСП	АСП	ЗСП	АСП
$P_{60}K_{60}$ (фон)	Інокуляція + Мо (к)	1,086	0,599	2,906	2,040	3,490	2,684
	Фон + Вітавакс 200ФФ	1,264	0,734	3,242	2,385	3,747	3,099
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	1,378	0,809	3,485	2,562	4,051	3,327
Фон+ $N_{30}$	Фон	0,930	0,492	2,455	1,714	2,933	2,229
	Фон + Вітавакс 200ФФ	1,053	0,638	2,764	2,040	3,276	2,633
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	1,214	0,714	3,068	2,210	3,616	2,856
Фон+ $N_{60}$	Фон	0,365	0,130	1,217	0,755	1,535	1,103
	Фон + Вітавакс 200ФФ	0,469	0,147	1,473	0,838	1,834	1,220
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	0,512	0,172	1,645	0,963	2,082	1,414
Фон+ $N_{90}$	Фон	0,156	0,000	0,590	0,233	0,805	0,382
	Фон + Вітавакс 200ФФ	0,139	0,000	0,623	0,259	0,938	0,440
	Фон+Вітавакс 200ФФ+Емістим С	0,190	0,000	0,752	0,316	1,052	0,533

У подальшому розвитку рослин гороху показники ЗСП мали тенденцію до зростання і в період наливу насіння – фізіологічна стиглість вони становили у сорту Вінничанин 0,805 та 4,051 тис.кг дн./га та у сорту Світязь – 1,077 та 4,189 тис.кг дн./га.

Вже відомо, що тривалість ЗСП завжди більша від тривалості активного симбіотичного потенціалу (АСП) і різниця тим більша, чим менші сприятливі умови для активного симбіозу [10].

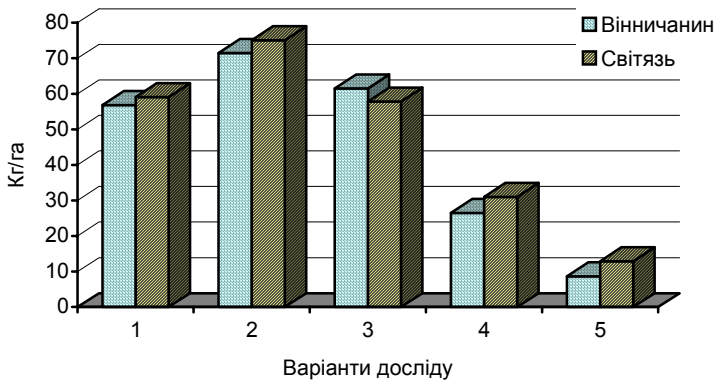
Відмічено, що на показники АСП мали суттєвий вплив гідротермічні умови та фактори які вивчались. Максимальні показники АСП відмічено у міжфазний період наливу насіння – фізіологічна стиглість і становили у сорту Вінничанин 3,327 тис. кг. дн/га у варіантах досліду, де створено оптимальні умови для активного симбіозу. Аналогічні залежності впливу організованих факторів на формування симбіотичної продуктивності відмічено і у сорту Світязь – 3,475 тис. кг. дн/га, що відповідно більше на 0,791 тис. кг. дн/га при порівнянні з контрольним варіантом.

Застосування середніх ( $N_{60}$ ) та підвищених ( $N_{90}$ ) доз азотних добрив на фоні фосфорно – калійних  $P_{60}K_{60}$  призвело до зменшення показників АСП. Однією із головних причин інгібування процесу біологічної фіксації азоту є підвищена концентрація азоту у ґрунтовому розчині. Оскільки біологічна фіксація азоту проходить в бульбочках, то об'єктивно оцінити даний процес можливо лише за рахунок розвитку та рівня активності симбіотичного апарату. Стан симбіотичної системи протягом вегетаційного періоду достатньо повно відображає величина активного симбіотичного потенціалу. Проте, інтенсивність азотфіксації у варіантах, що досліджували, неоднакова і змінювалась протягом вегетації рослин. Для того, щоб по величині симбіотичного потенціалу розрахувати кількість фіксованого азоту повітря посівами гороху за конкретний період вегетації, необхідно знати, скільки азоту фіксується одним кг активних бульбочок за добу.

Встановлено, що кількість симбіотично фіксованого азоту у гороху залежала від доз мінеральних добрив, протруйників та стимуляторів росту. Цей показник знаходили як добуток АСП та питомої активності симбіозу (ПАС), користуючись методикою Посипанова Г.С. [9].

Нами відмічено залежність показників питомої активності симбіозу від гідротермічних умов які склалися за вегетаційний період гороху. Так у 2001 році ПАС становила 5,7 г азоту на 1 кг маси активних бульбочок за добу, у більш вологому 2002 році – 6,6 г/кг за добу та 2003 році, який відрізнявся від попередніх років критичним зволоженням під час проходження першої половини вегетаційного періоду гороху – 4,1 г азоту на 1 кг активних бульбочок за добу.

У середньому за роки досліджень на ділянках контрольного варіанта кількість симбіотично фіксованого азоту становила 56,8 кг/га (рис. 1).



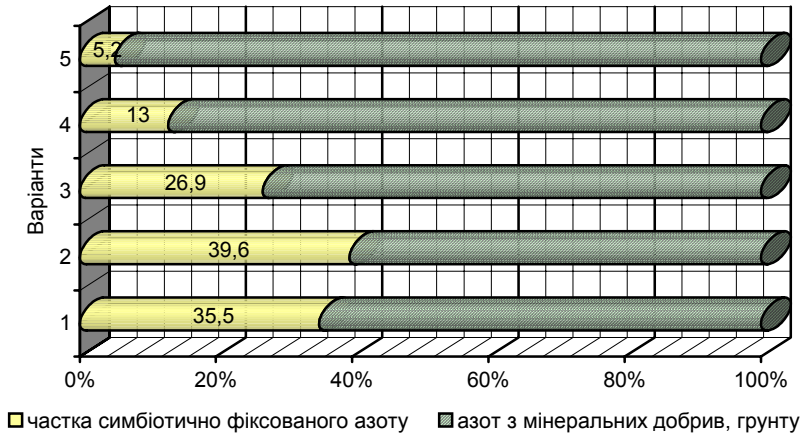
**Рис. 1. Кількість симбіотично фіксованого азоту горохом залежно від сортової специфіки та впливу мінеральних добрив і способів обробки насіння, кг/га (у середньому за 2001 – 2003 рр.)**

*Зміст варіантів:* 1 –  $P_{60}K_{60} + I + Mo$  (фон), 2 – фон + Вітавак 200 ФФ + Емістим С, 3 – фон +  $N_{30}$  + Вітавак 200 ФФ + Емістим С, 4 – фон +  $N_{60}$  + Вітавак 200 ФФ + Емістим С, 5 – фон +  $N_{90}$  + Вітавак 200 ФФ + Емістим С

При застосуванні комплексної обробки насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, системним протруйником Вітавак 200 ФФ та стимулятором росту Емістим С на фоні фосфорно – калійних добрив  $P_{60}K_{60}$ , відмічено формування максимальної кількості симбіотично фіксованого азоту у сорту Вінничанин 71,5 та у сорту Світязь – 75,1 кг/га, що відповідно більше на 14,7 та 18,3 кг/га при порівнянні з ділянками контролю.

Крім показників симбіотично фіксованого азоту посівами гороху ми визначали його частку у формуванні урожаю основної та побічної продукції (рис. 2).

На ділянках досліду, де застосовували передпосівну обробку насіння молібденовокислим амонієм та ризоторфіном на фосфорно-калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  частка симбіотично фіксованого азоту у формуванні основної та побічної продукції становила 35,5%, тоді як на відповідних варіантах у сорту Світязь ці показники були менші на 2%.



**Рис. 2. Частка біологічного азоту у формуванні основної та побічної продукції у сорту Світязь, %**

*Зміст варіантів:* 1 –  $P_{60}K_{60} + I + Mo$  (фон), 2 – фон + Вітавакс 200 ФФ + Емістим С, 3 – фон +  $N_{30}$  + Вітавакс 200 ФФ + Емістим С, 4 – фон +  $N_{60}$  + Вітавакс 200 ФФ + Емістим С, 5 – фон +  $N_{90}$  + Вітавакс 200 ФФ + Емістим С.

Слід відмітити, що поєднання обробки насіння перед сівбою молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, системним протруйником Вітавакс 200 ФФ та стимулятором росту Емістим С на фоні фосфорно-калійних добрив  $P_{60}K_{60}$ , забезпечило формування максимальних показників симбіотичного апарату, що в свою чергу забезпечило збільшення частки симбіотичного азоту у формуванні основної та побічної продукції. Так, на відповідних ділянках сорту Вінничанин ці показники становили 38,7 а сорту Світязь – 39,6%, що більше відповідно на 3,3 та 4,1% при порівнянні з ділянками контрольного варіанта.

Поєднання симбіотичного та мінерального азоту, при низьких дозах ( $N_{30}$ ) на фосфорно-калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  ці показники коливались у сорту Вінничанин від 24,9 до 29,1% та від 22,9 до 26,9% у сорту Світязь, що суттєво менше при порівнянні з ділянками контролю.

Створення оптимальних умов для активного симбіозу не призвело до максимальної зернової продуктивності сортів гороху в наших дослідженнях (табл. 3).

Так, урожайність зерна гороху сорту Вінничанин на контрольному варіанті становила 2,54 т/га, у відповідних варіантах сорту Світязь –

2,77 т/га. Максимальна продуктивність 3,54 т/га у сорту Вінничанин та 3,71 т/га у сорту Світязь, відмічено у варіантах досліду, де застосовували мінеральні добрива в дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та проводили комплексну передпосівну обробку насіння молібденовокислим амонієм, Вітаваксом 200ФФ та стимулятором росту Емістим С, що більше на 1,0 та 1,17 т/га при порівнянні з контрольним варіантом.

### 3. Урожайність зерна гороху залежно від застосування мінеральних добрив та способів передпосівної обробки насіння, т/га (у середньому за 2001-2003 рр.)

Дози мінеральних добрив	Передпосівна обробка насіння		
	Інокуляція +Mo	I+Mo+Вітавакс 200ФФ	I+Mo+Вітавакс 200ФФ+Емістим С
Вінничанин			
$P_{60}K_{60}$ (фон)	2,54	2,80	2,93
Фон+ $N_{30}$	2,86	3,04	3,17
Фон+ $N_{60}$	3,03	3,13	3,33
Фон+ $N_{90}$	3,31	3,43	3,54
Світязь			
$P_{60}K_{60}$	2,77	2,89	3,01
Фон+ $N_{30}$	3,07	3,2	3,30
Фон+ $N_{60}$	3,27	3,37	3,57
Фон+ $N_{90}$	3,39	3,54	3,71

НІР <sub>0,05</sub> т/га	A – 0,026	AB – 0,053	BD – 0,065	ACD – 0,079
	B – 0,037	AC – 0,046	CD – 0,056	BCD – 0,112
	C – 0,032	AD – 0,046	ABD – 0,092	ABCD – 0,159
	D – 0,032	BC – 0,065	ABC – 0,092	

Застосування азотних добрив на фоні фосфорно-калійних добрив призводять до значного впливу на якість врожаю гороху.

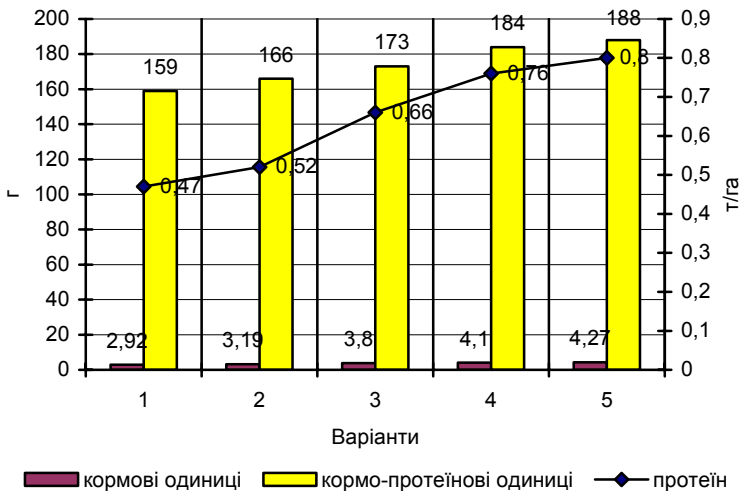
Так у варіантах досліду, де вносили  $N_{30}P_{60}K_{60}$  вміст сирого протеїну у сорту Вінничанин становив 19,06-19,44%, а у сорту Світязь – 19,44-19,88 залежно від передпосівної обробки насіння, що відповідно більше на 0,75-1,13 та 1,13-1,57% ніж на контрольному варіанті.

Максимальний вміст сирого протеїну у насінні сорту Вінничанин 21,12 та у сорту Світязь 21,63%, відмічено у варіантах досліду, де вносили підвищенні дози азотних добрив  $N_{90}$  на фосфорно-калійному фоні  $P_{60}K_{60}$  в поєднанні з передпосівною обробкою насіння молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, протруйником Вітавакс 200ФФ та стимулятором росту Емістим С, що на 2,81 та 3,32% більше у порівнянні з контролем.



Крім вмісту сирого протеїну важливо знати вихід кормових одиниць та протеїну з одиниці площі. Так на контрольному варіанті збір протеїну складав 0,47 т/га, на відповідному варіанті сорту Світязь – 0,52 т/га, а кормових одиниць відповідно 2,92 та 3,19 т/га. Слід відмітити, що застосування зростаючих доз азотних добрив на фоні фосфорно-калійних та комплексної передпосівної обробки насіння, сприяло підвищенню виходу кормових одиниць та протеїну в цілому.

Так, у варіантах досліду із застосуванням мінеральних добрив в дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$  в поєднанні з обробкою насіння перед посівом молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, протруйником Вітавак 200ФФ та стимулятором росту Емістим С відмічено максимальний вихід кормових одиниць та протеїну у сорту Вінничанин 4,08 і 0,75 та у сорту Світязь 4,27 і 0,8 т/га, що більше відповідно на 1,16 і 0,28 та 1,35 і 0,34 т/га при порівнянні з ділянками контрольно. Крім того, у вищезазначених варіантах спостерігається найбільший вихід кормо-протеїнових одиниць: у сорту Вінничанин 183,8 та у сорту Світязь 188,3 г, що при порівнянні з контролем більше відповідно на 24,4 та 28,9 г (рис. 3).



**Рис.3. Вплив мінеральних добрив та способів передпосівної обробки насіння на якість насіння гороху Світязь**

*Зміст варіантів:* 1 – контроль –  $P_{60}K_{60}$  + Інокуляція + Мо (фон); 2 – фон +  $N_{30}$  + Вітавак 200ФФ+Емістим С; 3 – фон +  $N_{60}$  + Вітавак 200ФФ+Емістим С; 4 – фон +  $N_{90}$  + Вітавак 200ФФ+Емістим С.

**Висновки.** Таким чином, в умовах Правобережного Лісостепу України на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах встановлено, що поєднання комплексної обробки насіння молібденовокислим амонієм, ризоторфіном, протруйником Вітавакс 200ФФ, та стимулятором росту Емістим С із застосуванням мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{60}$  сприяє формуванню максимальних показників кількості та маси бульбочок, ЗСП та АСП, а також кількості біологічно фіксованого азоту. При цьому його частка у формуванні основної та побічної продукції збільшується від 33 до 35%. Насіннева продуктивність зерна 2,54 т/га у сорту Вінничанин та 2,77 т/га у сорту Світязь, що менше на 1,0 та 1,17 т/га при порівнянні з ділянками контролю, де застосовували мінеральні добрива в дозі  $N_{90}P_{60}K_{60}$  при відповідній обробці насіння, а також забезпечило максимальний вміст сирого протеїну в насінні гороху на рівні 21,1-21,6%, збір кормових одиниць 4,1-4,3 та перетравного протеїну 0,75-0,8 т/га, що є достовірним на п'яти відсотковому рівні значущості.

### Бібліографічний список

1. *Адамень Ф.Ф.* Азотфіксація та основні напрями поліпшення азотного балансу ґрунтів //Вісник аграрної науки. – 1999. – № 2. – С. 9-16.
2. *Доросинский Л.М.* Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л., 1970. 250 с.
3. *Трепачев Е.П.* Вопросы интенсификации накопления биологического азота. – В кн.: Биологический азот в земледелии нечерноземной зоны. М., 1970, С 5.
4. *Лапа І.В., Камінський В.Ф., Смоляр М.І.* Продуктивність гороху залежно від дози і співвідношення мінеральних добрив //Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – 1996. – С. 221-226.
5. *Калниньш А.Д.* Влияние минеральных азотных удобрений на эффективность нитрагинизации бобовых культур. – В кн.: Физиология эпифитных и корневых микроорганизмов. Рига, 1979, С. 7.
6. *Бабич А.А., Петриченко В.Ф.* Методические аспекты исследований процессов фотосинтеза и биологической фиксации азота в агробиоценозах сои //Аграрная наука. – М.,1994. – № 6 – С. 30-31.
7. *Петриченко В.Ф.* Наукові основи підвищення симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України //Матер. Між нар. симпозіума: «Україна в світових земельних, продовольчих і кормових ресурсах і економічних відносинах». – Вінниця. – 1995. – 337.

8. *Посыпанов Г.С.* Об условиях бобово – ризобиального симбиоза и его роли в формировании зернобобовых культур. – Изв. ТСХА, 1972. – Вып. С. 28

9. *Толкачев М.З.* Вплив протруювання насіння на ефективність симбіотичної азотфіксації бобових культур// Зб.наук. праць Інституту землеробства УААН. – К., 1996. – Вип. 1. – С. 40-48.

10. *Посыпанов Г.С.* Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: Справочное пособие. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.