

УДК 631.53.027:635.65

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ТА ПОЧАТКОВИЙ РІСТ ГОРОХУ ПОСІВНОГО (*PISUM SATIVUM L.*)

Капінос М.В. - аспірант,
Калитка В.В. - д.с.-г.н., професор,
Таврійський державний агротехнологічний університет

Досліджено вплив регулятора росту рослин АКМ та мікробного препарату Ризобіофіт на процеси проростання насіння, ріст коренів і паростків гороху посівного (*Pisum sativum L.*). Встановлено, що передпосівна обробка насіння АКМ та його сумішшю з Ризобіофітом стимулює проростання насіння та ріст кореня на 29,9% - 36,3%. На ріст паростка найбільший вплив мають Ризобіофіт та АКМ.

Ключові слова: горох посівний, мікробний препарат, регулятор росту рослин, енергія проростання, корені, паростки.

Капинос М.В., Калитка В.В. Влияние регуляторов роста растений и микробных препаратов на прорастание семян и начальный рост гороха посевного (*Pisum sativum L.*)

Исследовано влияние регулятора роста растений АКМ и микробного препарата Ризобифит на процессы прорастания семян, рост корней и побегов гороха посевного (*Pisum sativum L.*). Установлено, что предпосевная обработка семян АКМ и его смесью с Ризобифитом стимулирует прорастание семян и рост корня на 29,9% - 36,3%. На рост побега наибольшее влияние имеют Ризобифит и АКМ.

Ключевые слова: горох посевной, микробный препарат, регулятор роста растений, энергия прорастания, корни, побеги.

Kapinos M.V., Kalytka V.V. Influence of growth regulators and microbial preparations on seed germination and initial growth of peas (*Pisum sativum L.*)

The paper studies the effect of plant growth regulator AKM and microbial preparation Rizobifit on the processes of seed germination, root growth and seed pea shoots (*Pisum sativum L.*). It finds that pre-sowing seed treatment with AKM and its mixture with Rizobifit stimulates seed germination and root growth by 29.9 % - 36.3 %. Rizobifit and AKM have the greatest impact on the growth of shoots.

Keywords: peas, microbial preparation, plant growth regulator, germination energy, roots, shoots.

Постановка проблеми. Важливою особливістю бобових культур, зокрема гороху посівного, є здатність засвоювати азот з повітря за допомогою бульбочкових бактерій, які розмножуються на коренях і активізують метаболічні процеси життєдіяльності в результаті чого поліпшується живлення рослини [1, с. 362]. Зв'язування молекулярного азоту симбіотичними і ґрунтовими діазотрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно безпечний і порівняно дешевий шлях забезпечення рослин елементами живлення [2, с. 86-91]. Тому інноваційним напрямом сучасної аграрної науки має бути розробка агротехнологічних прийомів інтенсифікації біологічної фіксації азоту бобовими культурами, що має важливе значення для підвищення їх урожайності, зниження собівартості продукції та енерговитрат на її виробництво, екологізації землеробства [3, с. 5-11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для підвищення симбіотичної та асоціативної азотфіксації ефективним заходом є інокуляція насіння перед сівбою активними штамми азотфіксаторів [4, с. 118-119]. Як засвідчує С.А. Самцевич [5, с. 9-15] бульбочкові бактерії позитивно впливають на бобові рослини не тільки як азотфіксатори, але і як продуценти різного роду фізіологічно активних речовин, які активізують процеси їх росту і розвитку.

Проте для покращання фітосанітарного стану посівів та поліпшення якості товарної продукції доцільним є збалансоване внесення біопрепаратів, регуляторів росту рослин (РРР) та мінеральних добрив. РРР впливають на формування та функціонування симбіотичних систем бобових культур і сприяють підвищенню їх продуктивності. Вони підвищують нітрогеназну активність не лише тих штамів мікроорганізмів, які застосовувалися для інокуляції, але і азотфіксувальних мікроорганізмів, що мешкають в ґрунті та знаходяться в зоні висіяного насіння, а потім і в прикореневій зоні рослин [6, с. 17-24]. В дослідженні Павленко Г.В. [7, с. 68-79] встановлено, що комплексна обробка насіння сої ростостимулюючим препаратом Рексолін, застосування мінеральних азотних добрив та інокулювання препаратом на основі активного штаму бульбочкових бактерій сприяє формуванню максимального рівня врожайності та покращанню якості насіння в Північному Лісостепу України.

Дослідження впливу обробки насіння гороху Ризогуміном та РРР Емістимом С показали істотні позитивні зміни в структурі врожаю, що забезпечило його приріст на 32,4 %, порівняно до контролю [8, с. 557-561].

Тому активізація мікробно - рослинних взаємодій за дії екологічно безпечних мікробних препаратів у поєднанні з РРР природного і синтетичного походження є вагомим чинником підвищення продуктивності бобових культур [9, с. 216-220].

Проте в літературі практично відсутні дані щодо впливу мікробних препаратів та їх композицій з РРР на проростання насіння гороху посівного та початковий ріст коренів і паростків, що надзвичайно важливо для отримання дружних сходів, особливо, в складних гідротермічних умовах Південного Степу України.

Постановка завдання. Мета нашого дослідження – встановити вплив антистресових РРР та бактерій роду *Rhizobium* на процеси проростання насіння гороху посівного, початковий ріст коренів і паростків.

Матеріали та методика дослідження. Лабораторний двофакторний дослід (АКМ – фактор А, Ризобіофіт – фактор В) проводили в лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету протягом 2012-2015 р.р. В досліді використане насіння гороху посівного (*Pisum sativum L.*) сорту Глянс.

Насіння обробляли робочими розчинами препаратів за схемою: 1 – контроль без обробки, 2 – інокуляція Ризобіофітом (0,5 л/т), 3 – інкрустація АКМ (0,3 л/т) [10, с. 3], 4 - обробка АКМ (0,3 л/т) + Ризобіофіт (0,5 л/т) із розрахунку 20 л робочого розчину на 1 т насіння. Повторність варіантів у досліді – шестикратна. Насіння пророщували в контейнерах з піском в термостаті при температурі 20±2 °С до стадії розвитку ВВСН 08 без світла, далі - при освітленні.

Масу сім'янки, коренів і паростків, відносний лінійний приріст паростків і коренів визначали на стадіях розвитку гороху ВВСН (00, 03, 05, 08, 12, 13, 14, 15) за загальноприйнятими методиками [11,12,13]. Дисперсійний та кореляційний аналіз і статистичну оцінку середніх показників проводили за методикою Єщенко В.О. та програмою «Statistica – 6» [13].

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення початкових стадій проростання насіння, росту та розвитку коренів і паростків є основою для визначення його якості та здатності формувати рівномірні сходи в польових умовах.

Біохімічні зміни в сім'янці починаються на стадії бубнявіння (ВВСН 00-03). Інтенсивність бубнявіння може певною мірою вказувати як швидко розпочнуться та протікатимуть процеси перетворення запасних високомолекулярних речовин в низькомолекулярні і наскільки інтенсивно проходять наступні етапи органогенезу, зокрема, росту і розвитку коренів і паростків [14,с.8].

Як показали результати дослідження найвища і достовірно більша інтенсивність повного набування (ВВСН 03) була за обробки насіння РРР АКМ, що збільшувало сиру масу сім'янки на 5,3%, порівняно до контролю. Вплив Ризобіофіту на процеси набування недостовірний (табл.1).

На стадії прокльовування зародкового корінця (ВВСН 05) в усіх варіантах сира маса сім'янки зменшується в зв'язку з інтенсифікацією метаболізму. В більшій мірі процес проростання активізувався у варіантах за обробки АКМ та його сумішшю з Ризобіофітом, що підтверджується збільшенням сирової маси корінця на 12,7 %, порівняно до контролю (рис.1). В той же час Ризобіофіт і АКМ практично не впливають на довжину кореня, а обробка насіння їх сумішшю призводить до зменшення його довжини на 8,0 %, порівняно до контролю (табл.2).

Таблиця 1 – Сира маса однієї сім'янки гороху, мг. $M \pm m, n=10$

Стадія розвитку	Без АКМ		З АКМ	
	1 (к) (без Ризобіофіту)	2 (з Ризобіофітом)	3 (без Ризобіофіту)	4 (з Ризобіофітом)
00	263,0±2,5	262,3±3,9	256,0±1,7	265,1±3,1
03	428,3±6,7	441,5±8,0	452,2±6,5	440,0±0,4
05	408,3±3,1	421,8±1,6●	413,8±1,3*	404,1±0,9*●
08	430,1±6,0	439,9±12,2	397,0±0,4*	419,4±0,9*●♦
12	408,9±2,2	391,3±3,6●	384,6±1,4*	406,1±0,2*●
13	398,9±2,8	361,8±13,5●	409,1±5,7	399,9±2,4*
14	362,0±0,4	382,3±0,4●	349,8±1,9*	329,1±1,1*●♦
15	210,5±2,3	203,3±2,3	212,1±2,9	234,1±2,2*●♦

В табл. 1-4:

*достовірність різниці між 3 і 1, 4 і 2, $P \leq 0,05$

● між 2 і 1, 3 і 4, $P \leq 0,05$ ♦ між 4 і 1, $P \leq 0,05$

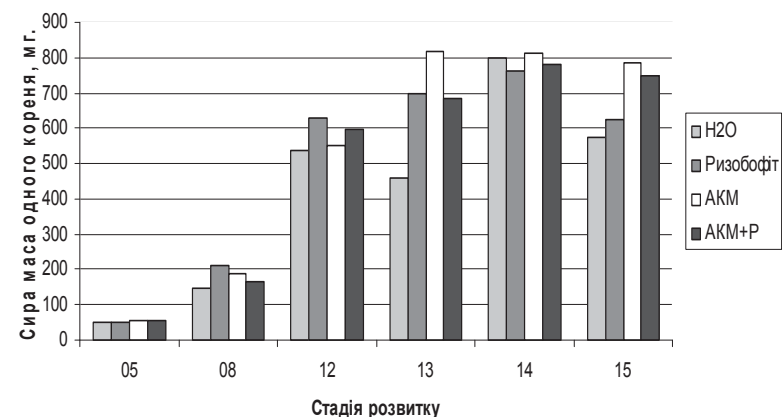


Рисунок 1. Сира маса коренів у перерахунку на біологічну одиницю, мг. $M \pm m, n=10$

Під час проростання суха речовина сім'янки витрачається на ріст коренів і паростків. Тому, на стадії росту гіпокотиля (ВВСН 08) у варіантах за обробки насіння препаратом АКМ сира маса сім'янки була на 8% меншою, ніж у контролі. Тоді як при інокуляції насіння Ризобіофітом спостерігалась протилежна тенденція (табл.1), що ймовірно пов'язане з пошкодженням насінневої оболонки бактеріями і збільшенням поглинання води.

Найбільше стимулював ріст коренів на стадії розвитку ВВСН 08 мікробний препарат Ризобіофіт. Так сира маса коренів збільшувалась на 42,9%, порівняно до контролю (рис.1). Значно менший ефект мали АКМ і його суміш з Ризобіофітом. В той же час, ріст кореня в довжину найбільше стимулювали АКМ і його суміш з Ризобіофітом (табл.2).

Таблиця 2 - Довжина головного кореня гороху, мм. $M \pm m, n=10$

АКМ (фактор А)	Ризобіофіт (фактор В)	Стадія розвитку					
		05	08	12	13	14	15
Без АКМ	без Ризобіофіту	30,6±1,3	63,0±2,2	140,2±8,5	200,0±5,0	217,0±3,7	234,4±12,8
	з Ризобіофітом	32,1±2,1	78,3±3,9*	162,0±9,4	216,0±24,7	233,0±8,9	240,0±11,6
З АКМ	без Ризобіофіту	30,6±0,9	98,8±12,3*	218,0±18,1*	236,8±11,1	268,8±19,6*	283,0±17,2*
	з Ризобіофітом	25,1±1,7**	96,5±5,6*	185,2±5,5*	253,0±10,7**	282,4±15,6*	276,3±12,7

Достовірний вплив на приріст сирової маси паростка виявила лише суміш АКМ з Ризобіофітом (рис.2). Слід відзначити, що ріст паростка в довжину суттєво уповільнювався (17,1%) при інокуляції насіння Ризобіофітом (табл.3).

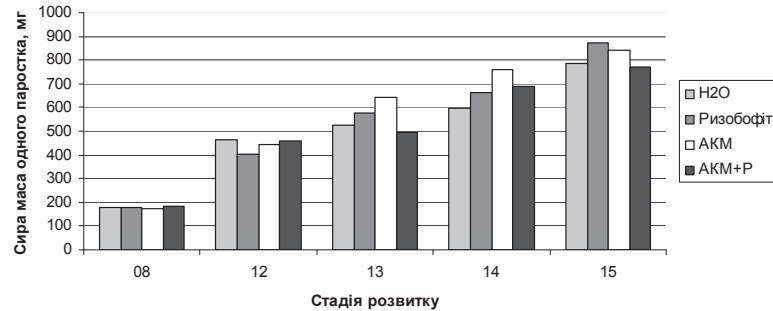


Рисунок 2. Сира маса паростків в перерахунку на біологічну одиницю, мг. $M \pm m$, $n=10$

Таблиця 3 - Довжина паростків гороху, мм. $M \pm m$, $n=10$

AKM (фактор А)	Ризобіфіт (фактор В)	Стадія розвитку				
		08	12	13	14	15
Без АКМ	без Ризобіфіту	62,0±0,1	148,0±2,9	179,4±2,1	212,3±10,5	247,5±6,3
	з Ризобіфітом	51,5±1,8*	148,7±7	187,2±4,2	233,4±9,9	263,3±4,1
З АКМ	без Ризобіфіту	65,2±3,0	145,2±5,3	224,3±10,9*	253,8±12,8*	258,3±6,9
	з Ризобіфітом	61,2±0,9**	152,4±3,5*	212,3±7,6***	226,7±5,5*	253,0±3,7

Отже, в період гетеротрофного живлення найбільший ефект на процеси проростання насіння гороху мали препарат АКМ та суміш АКМ з Ризобіфітом.

З переходом до автотрофного типу живлення (ВВСН 12) сира маса сім'ядолі достовірно зменшується в усіх варіантах, проте найбільша істотна різниця порівняно до контролю (6,3%) спостерігається за обробки насіння АКМ. Суттєвий вплив на приріст сирі маси коренів мав мікробний препарат, а на довжину коренів – регулятор росту рослин і його поєднання з Ризобіфітом (рис.1, табл.2)

Істотного впливу на ріст паростків на стадії розвитку другого справжнього листка з прилистками (ВВСН 12) нами не виявлено.

Впродовж наступної стадії розвитку (ВВСН 13) достовірно зменшення сирі маси насінини (на 10,3 % порівняно з контролем) спостерігалось лише за обробки Ризобіфітом (табл.1).

Активізація ростових процесів в коренях спостерігалась у всіх варіантах. Проте, найбільший приріст сирі маси коренів порівняно з необробленим насінням спостерігався за дії АКМ (77,8%), а найменший – його суміші з Ризобіфітом (48,5 %) (рис. 1). Достовірно збільшення довжини головного кореня спостерігалось у варіанті обробки насіння сумішшю регулятора росту рослин з мікробним препаратом (табл. 2).

Найбільший вплив на ріст паростків мав АКМ, що підтверджується збільшенням їх сирі маси і довжини на 23 та 25% порівняно до необробленого

насіння (рис.2, табл.3). За сумісної обробки насіння АКМ і Ризобіфітом спостерігалось зменшення сирі маси паростків на 5,7 % порівняно до контролю, що обумовлене переважним використанням асимілятів для формування коренів.

На стадії розвитку чотирьох справжніх листків з прилистками (ВВСН 14) найбільш суттєва витрата поживних речовин сім'ядолей спостерігалась у варіантах за обробки насіння РРР і його сумішшю з мікробним препаратом, що підтверджується активізацією ростових процесів в коренях і паростках. Слід відзначити, що вплив досліджених препаратів на зміну сирі маси коренів відмічено лише за дії Ризобіфіту, причому процеси формування коренів у цьому варіанті обробки уповільнювались. В той же час, найбільший вплив на ріст головного кореня в довжину спостерігався за обробки насіння АКМ та його сумішшю з Ризобіфітом.

Найбільш інтенсивний лінійний ріст паростків та нагромадження сирі маси спостерігалось за використання регулятора росту рослин. Причому, в більшій мірі за використання АКМ (19,5% та 27,6%) в чистому вигляді і в меншій – за використання АКМ сумісно з Ризобіфітом (6,8% та 15,1%). У варіанті з інокульованим насінням лише активним штамом ризобії достовірного стимулюючого ефекту щодо росту паростка не виявлено (табл.3). Таким чином на стадії формування четвертого листка з прилистками основний вплив досліджених препаратів спостерігається на лінійний ріст головного кореня і паростка.

На стадії розвитку п'яти справжніх листків (ВВСН 15) відбувається уповільнення кореневого росту в усіх варіантах, що пояснюється зміною перебігу мікробіологічних процесів у ризосфері коренів рослин та підготовкою до формування бульбочок [15, с. 187 - 197]. Тому достовірно більшою сира маса коренів була лише у варіантах обробки баковими сумішами, які містили АКМ. Проте інтенсивність перебігу метаболічних процесів в паростках навпаки посилювалась, що підтверджується достовірним збільшенням їх сирі маси. Найбільший вплив на приріст сирі маси паростка мали препарат Ризобіфіт і АКМ. Перевищення відносно контролю становило 10,5 % та 6,8% відповідно (рис.2.).

Отже, в період автотрофного живлення сира маса сім'ядолі достовірно зменшується за обробки АКМ та його сумішшю з Ризобіфітом, що супроводжується активізацією ростових процесів в коренях і паростках і збільшенням їх маси та лінійних розмірів. Це свідчить про наявність ростостимулюючого ефекту в препараті АКМ. Вцілому, протягом досліджених стадій розвитку паростків гороху між сирою масою сім'янки і сирою масою коренів встановлено обернений кореляційний зв'язок середньої сили ($r = \text{від } -0,4611 \text{ до } -0,5995$), а між сирою масою сім'янки і сирою масою паростка цей зв'язок підвищується до сильного ($r = \text{від } -0,8457 \text{ до } -0,8705$).

За досліджений період регулятор росту рослин (фактор А) виявляє найбільший вплив на довжину кореня (86,7 %), масу кореня (49,3%) при суттєвому впливі взаємодії цих факторів (35,6%). Вплив мікробного препарату (фактор В) на ріст кореня несуттєвий (2-6%). На приріст маси паростка найбільший вплив має взаємодія досліджених факторів (71,9%), а на ріст паростка в довжину – регулятор росту (57,3%). Вплив мікробного препарату на ріст паростка

не суттєвий (0,6 – 6,9%). Отже, найбільший вплив на ріст кореневої системи виявляє АКМ (фактор А), а на ріст і розвиток паростка АКМ, Ризобіофіт (взаємодія факторів А і В).

Обробка насіння росторегулюючим та мікробним препаратом достовірно збільшувала енергію проростання на 6-7 % у порівнянні з необробленим насінням, проте істотної різниці між варіантами не виявлено (табл.4).

Таблиця 4 - Посівні якості насіння залежно від обробки його мікробним препаратом та РРР

АКМ (фактор А)	Ризобіофіт (фактор В)	Енергія проростання,%	Схожість,%
Без АКМ	Без Ризобіофіту	90,2±1,1	97,7±2,1
	З Ризобіофітом	96,9±0,1*	98,3±2,6
З АКМ	Без Ризобіофіту	95,9±2,3*	98,9±1,6
	З Ризобіофітом	96,9±0,1*	100,0±0,1

Неоднозначним виявився вплив регулятора росту рослин і активного штаму ризобій на лабораторну схожість насіння. Тенденція до збільшення цього показника спостерігалась лише при використанні суміші АКМ і Ризобіофіту.

Висновки. 1. Як показали результати дослідження, найвища і достовірно більша інтенсивність повного набубнявіння насіння гороху посівного була за передпосівної інкрустації РРР АКМ, а найменша - при інокуляції мікробним препаратом Ризобіофіт.

2. В період гетеротрофного живлення найбільший ефект на процеси проростання насіння гороху мали препарат АКМ та його суміш з Ризобіофітом.

3. В період автотрофного живлення сира маса сім'ядолі достовірно зменшується за обробки АКМ та його суміші з Ризобіофітом, що супроводжується активізацією ростових процесів в коренях і паростках і збільшенням їх маси та лінійних розмірів.

4. Протягом досліджених стадій розвитку паростків гороху між сирою масою сім'янки і сирою масою коренів встановлено обернений кореляційний зв'язок середньої сили ($r =$ від $-0,4611$ до $-0,5995$), а між сирою масою сім'янки і сирою масою паростка цей зв'язок підвищується до сильного ($r =$ від $-0,8457$ до $-0,8705$).

5. Обробка насіння росторегулюючим та мікробним препаратами достовірно збільшила енергію проростання на 6-7 % у порівнянні з необробленим насінням, проте істотної різниці між варіантами нами не виявлено. Достовірного впливу на лабораторну схожість не встановлено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Надкерничная Е.В. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобиального симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур / Е.В. Надкерничная, Т.М. Ковалевская // Физиология и биохимия культурных растений. –2001. № 4. – С. 355 - 362.
- Халеп Ю.М. Економічне обґрунтування доцільності застосування біопрепаратів при вирощуванні бобових культур / Ю.М. Халеп, Н.М. Веремей-

- чик, В.П. Горбань, Д.В. Крутило // Зб.наук.праць Ін-ту землеробства УААН. –К., 2004.– С. 86-91.
- Петриченко В.Ф., Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем / В.Ф. Петриченко, І.А Тихонович, С. Я. Коць та ін. // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 8. – С. 5-11.
- Волкогон В.В. Біопрепарати на основі бульбочкових бактерій для підвищення урожайності бобових культур / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Д.В. Крутило, Т.М. Ковалевська // Посібник українського хлібороба. – 2008. –С. 118-119.
- Самцевич С.А. Взаимодействие микроорганизмов почвы и высших растений / Самцевич С.А. // Микробный синтез биол. активных соединений. – Минск, 1976. – С. 9-15.
- Волкогон В.В. Влияние стимуляторов роста растений на процесс биологической азотфиксации / В.В. Волкогон, П.Г. Дульнев; за ред. В.П.Кухаря // Элементи регуляції в рослинництві: Зб. наук. пр. –К.: ВВП Компас, 1998.;–С.17-24.
- Павленко Г.В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу / Г.В. Павленко // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 11. – С. 68-79.
- Іщенко В.А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України / В.А. Іщенко // Вісник Донецького національного університету. Сер. А: Природничі науки. –2009. –Вип. 1. – С. 557-561
- Utilization of the metal-cyano complex tetracyanonickelate by *Azotobacter vinelandii* / [Kao C. M., Li S. H., Chen Y. L., Chen S.S.] // Lett. Appl. Microbiol.–2005. –V. 41, No 2. –P. 216-220.
- ПАТ. 8501 Україна, МПК А 01 с 1/06. А 01N31/14 Антиоксидантна композиція «АОК-М» для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур /О.М. Заславський, В.В. Калитка, Т.О. Малахова (Україна) – N 2004 1210460; заявл. 20.12.2014; опубл.15.08.2005. Бюл.№8. – 3с.
- ДСТУ 4138-2002. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Київ: Держстандарт України, 2003. - 173 с.
- Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: Підручник /В.Д. Паламарчук, І.С.Поліщук, С.М.Каленська, Л.М. Єрмакова.- Вінниця, 2013. – 724 с.
- Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В.О.Єщенко, П.Г. Копитко, В.П.Опришко, П.В. Костогриз; за ред. Єщенка В.О.- К.:Дія. – 2005.- 288 с.
- Коблай О.О. Формування продуктивності сої залежно від способів передпосівної підготовки насіння в умовах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. с/г наук: спец. 06.01.05 / Інститут зернового господарства НААН України / О.О. Коблай. – Дніпропетровськ, 2011. – 22 с.
- Волкогон В.В. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій / В.В. Волкогон, В.П. Сальник // Физиология и биохимия культ. растений. – 2005. – № 3. – С. 187-197.