

УДК 631.847.2:633.853.494

**П.С. Вишнівський, Л.В. Губенко,**

кандидати сільськогосподарських наук

**А.А. Бондарчук,** доктор сільськогосподарських наук

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

## **ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ, АСОЦІАТИВНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ ТА ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ЯРОГО**

Подолання негативних наслідків інтенсифікації сільськогосподарського виробництва полягає у створенні нових нестандартних технологій з урахуванням здобутого поколіннями досвіду, зокрема таких, що спрямовані на реалізацію природного потенціалу екосистем і ґрунтуються на ефективному використанні їхніх біологічних можливостей, оптимізуючи взаємодію мікроорганізмів і рослин в агрофітоценозах [2]. Альтернативою надмірній хімізації сільськогосподарського виробництва є екологічно доцільне господарювання. Одним з його напрямів є застосування мікробних препаратів. Це екологічно безпечні препарати комплексної дії, оскільки мікроорганізми, на основі яких вони створені, не тільки фіксують азот атмосфери або трансформують фосфати ґрунту, а й продукують амінокислоти, рістактивуючі сполуки та речовини антибіотичної природи, що стримують розвиток фітопатогенів [1].

Не є виключенням застосування рістстимулюючих та бактеріальних препаратів у технології вирощування ріпаку [12] шляхом передпосівного інокулювання насіння штамми асоціативних бактерій [4], здатних стимулювати ростові процеси рослин [5], поліпшувати їх мінеральне живлення [6] та захищати від ряду інфекцій і підвищувати стійкість до несприятливих умов [14], а також підвищувати мікробіологічну активність ґрунту [13]. Проте, активність мікробіологічних препаратів як у поліпшенні мінерального живлення, так і безпосередній їх дії на формування продуктивності сільськогосподарських культур залежить від тих погодних умов, які складаються за вегетацію культури.

**Методика та умови проведення дослідів.** Дослідження з вивчення впливу погодних умов, системи удобрення та інокулювання насіння на формування продуктивності ріпаку ярого проводили протягом 2007-2010 рр. у дослідному господарстві „Чабани” ННЦ „Інститут землеробства НААН”. Ґрунт дослідної ділянки сірий лісовий

легкосуглинковий, типовий для даного агроґрунтового району. Забезпеченість основними елементами живлення наступна: азоту, що легко гідролізується – 7,9-8,1 мг/100 ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 11,4-14,6 та обмінного калію – 8,0-9,0 мг/100 г ґрунту (за Чириковим).

Схема досліду включала вивчення таких варіантів: без добрив та без оброблення біопрепаратами (контроль), біопрепарат *Achromobacter album* 1122 (фосформобілізівні мікроорганізми) на фоні внесення  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30}$ , біопрепарати *Azotobacter chroococcum* Л 3/4 + *Azotobacter chroococcum* СЛ 5/4 + *Bacillus specificus* 14/13, *Bacillus specificus* М 11/3 (асоціація азотофіксувальних та фосформобілізівних мікроорганізмів) на фоні внесення мінеральних добрив у дозах  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30}$  та  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Мінеральні добрива вносили під передпосівну культивуацію у вигляді аміачної селітри (34,4% д.р.), гранульованого суперфосфату (19,8% д.р), калімагnezії (28,0% д.р.). Підживлення азотними добривами проводили на початку фази бутонізації ріпаку ярого.

В день сівби насіння інокулювали штамами на основі азотофіксувальних та фосформобілізівних мікроорганізмів згідно «Рекомендацій по ефективному застосуванню біопрепаратів азотофіксувальних і фосформобілізівних бактерій в сучасному ресурсозберігаючому землеробстві» [10], із розрахунку  $10^5$  клітин на одну насінину.

Предметом досліджень був сорт ріпаку ярого Магнат. Облікова площа ділянки – 8 м<sup>2</sup>, повторність досліду – триразова. Попередник – пшениця озима. Згідно методики Держсортовипробування візуально визначали дати проходження фенофаз [8].

**Результати досліджень.** Вирішальним фактором при вирощуванні ріпаку є кліматичні умови. Ріпак ярий – рослина помірного клімату. Для активного росту вегетативної маси потрібна помірна температура (18-20°C), та достатня кількість вологи. Потреба в останній протягом вегетації культури неоднакова: на початкових фазах вегетації вона незначна, а в період цвітіння й формування насіння зростає. Нестача вологи призводить до утворення додаткових пагонів, що спричиняє неоднорідне дозрівання насіння, „фізіологічне в’янення” бутонів і опадання їх разом з квітками і тим самим істотно впливає на зниження врожаю насіння [3].

Характерним для більшості років досліджень було підвищення середньомісячної температури повітря та різке коливання інтенсивності випадання опадів, коли тривалі періоди посухи змінювалися періодами із затяжними дощами, що негативно

відображалося на проходженні процесів росту і розвитку ріпаку ярого, формуванні врожаю.

Ефективність ґрунтових мікроорганізмів залежить від умов зволоження ґрунту та температурних умов, які складаються за вегетацію культури. Так, за вегетаційний період ріпаку ярого розподіл кількості опадів та надходження активних температур за міжфазні періоди істотно різнилися за роками досліджень. Найкращі умови як за рівнем зволоження, так і розподілом суми активних температур склалися у 2008 р., коли остання розподілялася рівномірніше за міжфазні періоди культури порівняно із іншими роками, а забезпечення значною кількістю вологи періоду сівба-сходи – 117,1 мм (36,8% від загальної кількості за вегетацію) та стеблуння-бутонізація (15,6%) сприяли дружній появі сходів та інтенсивному росту ріпаку ярого (табл. 1).

**Таблиця 1. Сума активних температур ( $\Sigma t > 5^\circ\text{C}$ ) і кількість опадів (R, мм) за вегетаційний період ріпаку ярого**

Кліматичні фактори	Міжфазні періоди ріпаку ярого								За вегетацію
	сівба-сходи	сходи-утворення розетки	розетка-стеблуння	стеблуння-бутонізація	бутонізація-початок цвітіння	початок-кінець цвітіння	кінець цвітіння-дозрівання		
2007 р.									
Сума активних температур, °С	116,0	388,9	102,5	120,6	135,5	367,4	744,7	1975,4	
Кількість опадів, мм	9,2	12,5	15,3	57,2	15,6	36,6	93,2	239,5	
2008 р.									
Сума активних температур, °С	285,4	244,4	232,3	153,2	190,7	427,6	458,3	1991,8	
Кількість опадів, мм	117,1	19,6	22,1	49,8	5,4	81,8	22,5	318,3	
2009 р.									
Сума активних температур, °С	119,6	114,3	291,2	254,4	254,0	470,2	444,4	1948,0	
Кількість опадів, мм	0,0	2,0	11,0	17,8	33,3	27,6	14,5	106,2	
2010 р.									
Сума активних температур, °С	52,8	32,1	355,5	287,2	352,4	404,9	532,1	2017,0	
Кількість опадів, мм	0,0	22,9	49,4	17,9	14,3	87,5	32,1	224,1	

Погодні умови 2007 р. відзначалися посушливими явищами, які спостерігали з середини березня місяця. Хоча за період сівба – сходи

і випало 9,2 мм опадів, проте на фоні високих температур вони були неефективними. Сходи культури з’явилися майже за місяць (29 днів) і їх поява не залежала від оброблення насіння бактеріальними препаратами. Високі температури повітря (більше 22°C) та недостатня кількість опадів призводили до ґрунтової та атмосферної посух, які негативно відзначалися на початковому рості ріпаку ярого. Так, за міжфазний період сходи-утворення розетки, який тривав 22 дні, сума активних температур складала 19,7% від загальної кількості (1975,4°C) за кількості опадів 5,2% (загальна 239,5 мм). В подальшому під впливом високих температур (22-26°C) та незначної кількості опадів (16 мм), які випали за міжфазний період стеблуння-бутонізація, відмічалася скорочення тривалості періодів на 4-6 днів залежно від фази культури.

Умови 2009 р. відзначалися відсутністю опадів на період сівбасходи на фоні недостатніх запасів ґрунтової вологи, внаслідок чого зазначений період подовжувався до 20 днів.

Весняні заморозки (від -1,1 до -2,0°C), які відмічені у середині травня місяця, частково пошкодили сформовану листову поверхню культури. Високі температури повітря – 21,2-31,6°C (частка суми активних температур склала 24,1%) на період цвітіння ріпаку ярого призводили до зменшення маси 1000 насінин культури (1,55±2,03 г), що у подальшому відзначилося на зниженні продуктивності ріпаку ярого.

Погодні умови 2010 р. за розподілом активних температур і опадів були наближеними до біологічних потреб культури за виключенням періоду від сівби до появи сходів ріпаку. Але запаси продуктивної вологи на фоні незначних температур повітря (8-10°C) сприяли дружній появі сходів культури. Забезпеченість першого критичного періоду – розетка-стеблуння, який визначає закладання генеративних органів, достатньою кількістю вологи (22,0% від загальної за вегетацію 224,1 мм) та сумою активних температур (17,6% від 2017,0°C), а також другого – який визначає ефективність роботи генеративних органів - відповідно 39,0% і 20,1%, визначали максимальні параметри продуктивності ріпаку ярого.

Математичний аналіз отриманих даних показав, що погодні умови мали безпосередній вплив на формування продуктивності культури. Найвища тіснота зв’язку між середньодобовою температурою повітря за вегетацію та врожайністю ріпаку ярого відмічена за міжфазний період сходи-утворення розетки, становлячи на контрольному варіанті  $r = -0,523$ , за бактеризації насіння біопрепаратом фосформобілізівних мікроорганізмів *Achromobacter*

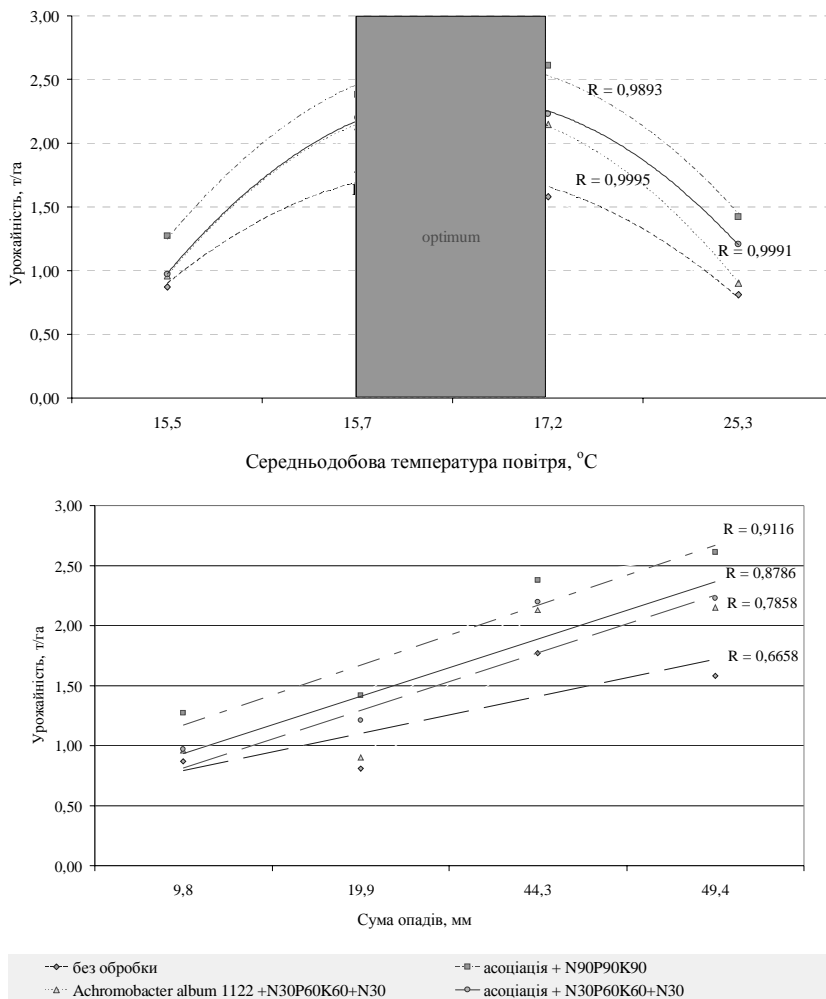
*album 1122* –  $r=-0,631$ , за комплексного внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30}$  та бактеризації насіння асоціацією *Azotobacter chroococcum* Л 3/4 + *Azotobacter chroococcum* СЛ 5/4 + *Bacillus sp.14/13*+*Bacillus sp. M 11/3* –  $r=-0,529$ , за бактеризації насіння цією ж асоціацією штамів на фоні внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  –  $r=-0,627$ . За зазначений період досить висока сила зв'язку відмічена між кількістю опадів та урожайністю –  $r=0,863$ ,  $r=0,954$ ,  $r=0,964$  та  $r=0,902$  відповідно.

У міжфазний період розетка – стеблуння якісна сила зв'язку між середньодобовою температурою повітря і урожайністю за варіантами досліду залишалася помірною ( $r=-0,548 \div -0,354$ ) та була досить високою ( $r=0,928 \div 0,992$ ) між кількістю опадів та урожайністю. Як зазначає В.Д. Гайдаш, саме в цей період проходить витягування конусу наростання й утворення осі суцвіття (III-IV етапи органогенезу) та закладання квіткових бутонів (IV етап органогенезу) [11]. Як свідчать розрахунки, лімітуючим фактором у формуванні урожайності є саме середньодобова температура. Як зменшення її, так і істотне зростання призводить до зниження рівня врожаю культури. Оптимальною, яка забезпечує максимальну продуктивність ріпаку ярого залежно від комплексного застосування мінеральних добрив та бактеріальних препаратів, є середньодобова температура  $15,7 \div 17,2^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).

Слід зауважити, що у контрольному варіанті (без добрив та без оброблення насіння) підвищення середньодобової температури вище  $15,7^{\circ}\text{C}$  призводить до зниження врожайності. Залежно від варіанту досліду парний коефіцієнт кореляції варіював в межах  $R=0,982 \div 0,999$ . Найменше реагував на зміну температурного режиму варіант, який передбачав оброблення насіння асоціацією штамів азотфіксувальних та фосформобілізивних мікроорганізмів *Azotobacter chroococcum* Л 3/4, *Azotobacter chroococcum* СЛ 5/4 + *Bacillus sp. 14/13*, *Bacillus sp. M 11/3* на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Майже однакову реакцію на зміну температури відмічено за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{30}$  та оброблення насіння асоціацією зазначених вище штамів та інокулювання біопрепаратом фосформобілізивних мікроорганізмів *Achromobacter album 1122*.

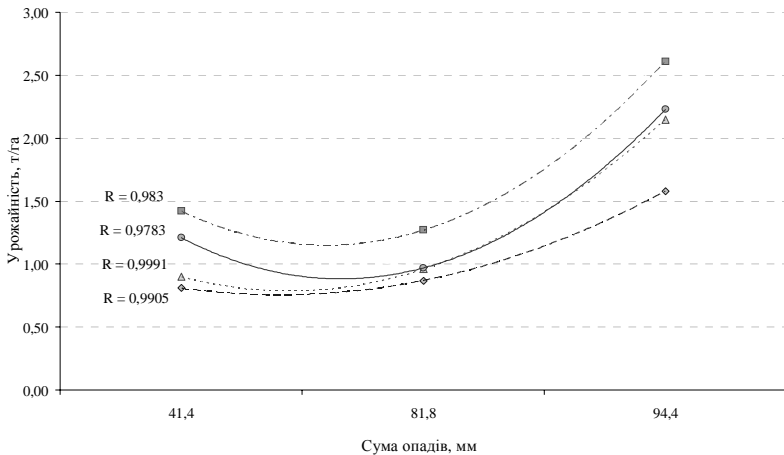
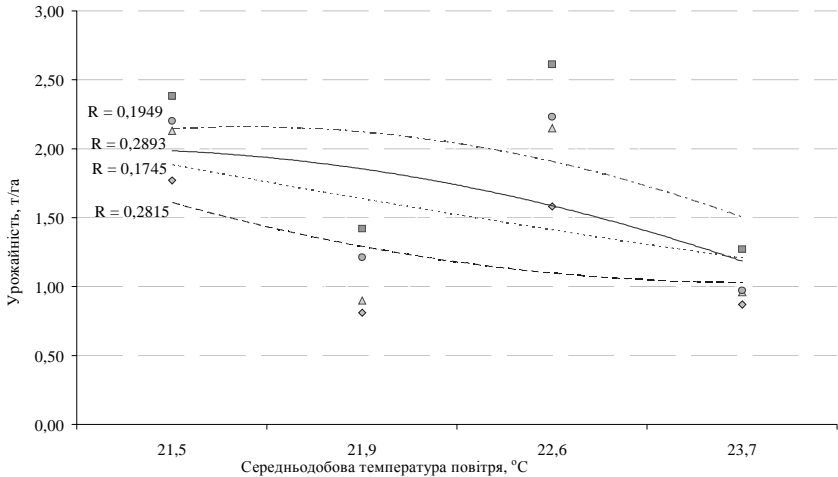
Збільшення кількості опадів сприяло істотному зростанню продуктивності культури незалежно від варіанту досліду ( $R = 0,666 \div 0,911$ ). Аналогічна закономірність реакції проявлялася і щодо рівня зволоження. На контролі збільшення кількості опадів сприяло найнижчому збільшенню врожайності культури.



**Рис. 1. Кількісна міра тісноти зв'язку між урожайністю та середньодобовими температурами повітря і кількістю опадів за міжфазний період розетка – стеблуння (середнє за 2007-2010 рр.)**

Результати розрахунків підтверджують те, що зростання температури у період цвітіння вище 22-23°C негативно відзначається на формуванні врожайності ріпаку ярого навіть за незначного парного

коефіцієнта кореляційної залежності ( $R=0,195 \div 0,289$ ) (рис. 2).



**Рис. 2.** Кількісна міра тісноти зв'язку між урожайністю та середньодобових температур повітря і кількістю опадів за період цвітіння ріпаку ярого (середнє за 2007-2010 рр.)

Досить високий кореляційний зв'язок між кількістю опадів та урожайністю. На варіанті бактеризації насіння біопрепаратом

фосформобілізівних мікроорганізмів *Achromobacter album* 1122 коефіцієнт парної кореляції склав  $R=0,999$ , за комплексного внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30}$  та бактеризації насіння асоціацією *Azotobacter chroococcum* Л 3/4 + *Azotobacter chroococcum* СЛ 5/4 + *Bacillus sp.14/13*+*Bacillus sp. M 11/3* –  $R=0,978$ , за бактеризації насіння цією ж асоціацією штамів на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  –  $R=0,983$ . Найменше реагував на зміну забезпечення вологою абсолютний контроль у досліді.

Тобто, цілком очевидним є те, що середньодобова температура повітря у періоди розетка-стеблуння та цвітіння, а також максимальна кількість опадів є визначальними у формуванні врожайності ріпаку ярого – у першому випадку при закладанні генеративних органів, у другому – їх формуванні. Адже, як зазначає М.І. Кузнец [7], підвищені температури в період цвітіння не дають реалізувати потенційну продуктивність зав’язі хрестоцвітних культур. Так, наприклад, за температури повітря 14-15°C життя квітки тривало до трьох діб, а при підвищенні її до 20-22°C – лише добу.

Стосовно вологи, то, як зазначають В.К. Пельменьєв і М.І. Кузнец [9], недостатня її кількість на період цвітіння негативно відзначається на інтенсивності цвітіння, зменшуючи кількість квіток на рослині.

Оскільки найбільший вплив на формування продуктивності ріпаку ярого має температурний режим, то для кожного варіанту досліді розраховано рівняння регресії, за яким можна з’ясувати рівень урожайності ( $Y$ ) залежно від суми середньодобових температур ( $x$ ) за вегетаційний період ріпаку ярого (табл. 2).

**Таблиця 2. Математичні моделі залежності рівня врожайності ріпаку ярого від суми середньодобових температур (середнє за 2007-2010 рр.)**

Варіант досліді	Рівняння регресії	Коефіцієнт парної кореляції (R)
Контроль (без добрив та оброблення)	$Y=-0,063x+0,172x+1,298$	0,160
$N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30}$ + <i>Achromobacter album</i> 1122	$Y=0,01x+0,208x+2,13$	0,227
$N_{30}P_{60}K_{60}+N_{30}$ + <i>Azotobacter chroococcum</i> Л 3/4 + <i>Azotobacter chroococcum</i> СЛ 5/4 + <i>Bacillus sp. 14/13</i> + <i>Bacillus sp. M 11/3</i>	$Y=-0,563x+2,881x-1,333$	0,996
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + <i>Azotobacter chroococcum</i> Л 3/4 + <i>Azotobacter chroococcum</i> СЛ 5/4 + <i>Bacillus sp. 14/13</i> + <i>Bacillus sp. M 11/3</i>	$Y=-0,575x+2,897x-1,01$	0,974

Таким чином, продуктивність ріпаку ярого залежить від



комплексного впливу мінеральних добрив та бактеризації насіння асоціацією штамів ( $r=0,996$ ,  $r=0,974$ ), що є ефективним агрозаходом в технології вирощування культури. Опади, незалежно від досліджуваних факторів, є визначальними протягом всього періоду вегетації ріпаку ярого.

1. Базилинская М.В. Биодобрения / М.В. Базилинская – М.: Агропромиздат, 1989.– 128 с.
2. Біологічний азот / В.П. Патица, С.Я. Коць, В.В. Волкогон [та ін.]. – Світ, 2003. – С. 334-390.
3. Белик Н.Л. Густота посева и расход воды рапса ярового / Н.Л. Белик // 7 Державинские чтения: науч. конф. преподавателей и аспирантов, Тамбов, февр. 2002 // Вестн. Тамбовского ун-та. – 2002 – 7. - №1 – С. 188.
4. Воробейников Г.А. Микроорганизмы, урожай и биологизация земледелия / Г.А. Воробейников. - СПб., 1998. – 120 с.
5. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
6. Кацы Е.И. Молекулярно-генетические процессы, влияющие на ассоциативное взаимодействие с растениями / Е.И. Кацы. - Саратов: Изд-во СарГУ, 2003. – 172 с.
7. Кузнец Н. И. Медоносное значение сурепицы яровой в условиях южной Лесостепи Западной Сибири /Н.И. Кузнец // Интенсификация кормопроизводства на Северо-Западе РСФСР. – Л., 1986. – С. 82 – 85.
8. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. - К., 2000. - 100 с.
9. Пельменев В.К. К этнокологии масличных культур семейства Brassicaceae / В.К. Пельменев, Н.И. Кузнец // Интенсификация производства на Северо-Западе РСФСР. – Ленинград, 1986. – С. 42 – 45.
10. Рекомендації по ефективному застосуванню біопрепаратів азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій в сучасному ресурсозберігаючому землеробстві – К.: МінаПУ, УААН, 1997. – 19 с.
11. Ріпак / за ред. В.Д. Гайдаша. – Івано-Франківськ: Сіверсія ЛТД, 1998. – 224 с.
12. Сафиолин Ф.Н. Инкрустация семян жидкими удобрительно-стимулирующими составами (ЖУСС) / Ф.Н. Сафиолин, Г.С. Миннулин, И.А. Гайсин // Агрехимический вестник. — 2001. – № 6. — С. 31-33.
13. Семенова Е.С. Повышение микробиологической активности почвы и почвенного плодородия путем внедрения в севообороты ярового рапса / Е.С. Семенова М.Е. Михальков //Мат. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 25-27 мая 2001г.) – Ч.1. – Горки, 2011. – С. 183-185.
14. Тихонович Н.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве // Н.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь [и др.]. - М., 2005. – 154 с.

## Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Землеробство”

*В статті наведені результати досліджень з вивчення впливу погодних умов та комплексного застосування мінеральних добрив і інокулювання насіння штамами азотфіксувальних і фосформобілізуючих бактерій на продуктивність ріпаку ярого в умовах північної частини Лісостепу.*

**Ключові слова:** інокулювання, мінеральні добрива, погодні умови, урожайність, ріпак ярий.

*Приведены результаты исследований влияния погодных условий, комплексного использования минеральных удобрений и инокуляции семян штаммами азотфиксирующих и фосформобилизирующих бактерий на продуктивность рапса ярового в условиях северной части Лесостепи.*

**Ключовые слова:** инокуляция, минеральные удобрения, погодные условия, урожайность, рапс яровой.

*The results of research on studying the effect of weather conditions, complex use of mineral fertilizers and seed inoculation with strains of nitrogen-fixing and phosphorus-immobilizing bacteria on the productivity of spring rape in the northern part of Forest-Steppe are given.*

**Key words:** inoculation, mineral fertilizers, weather conditions, crop yield, spring rape.