

УДК 633.34:631.526.3:631.53.048

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.23>

ТРИВАЛІСТЬ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ТА ФАЗ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ

Фурман О.В. – аспірант,

Національний науковий центр «Інститут землеробства

Національної академії аграрних наук України»

Вагомим фактором реалізації генетичного потенціалу сортів сої є розробка нових та удосконалення наявних технологій вирощування цієї культури на основі бактеріально-мінерального живлення.

Однією з найважливіших господарських ознак, що визначає ступінь адаптивності рослин до умов вирощування, є тривалість вегетаційного періоду й окремих його фаз, що значною мірою визначає зернову продуктивність сортів сої. На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту, екологічні умови регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування. Сорти повинні гарантувати досягання за оптимальних строків сівки при мінімальних енергетичних затратах на досушування насіння.

Метою досліджень був аналіз впливу інокуляції насіння та рівня мінерального живлення на тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої сортів Вільшанка та Сузір'я в умовах Лісостепу Правобережного.

Дослідження проводилися протягом 2013–2015 рр. на полях ДПДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН на чорноземах типових малогумусних Лісостепу України.

За результатами досліджень встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу України на ріст і розвиток рослин сої впливали як технологічні заходи, так і гіротермічний режим протягом їх вегетації.

Загалом вегетаційний період досліджуваних сортів сої під впливом удобрення, інокуляції насіння та погодних умов варіював у межах 100–117 діб, причому сорт Вільшанка порівняно з сортом Сузір'я досягав на 8–10 діб раніше.

Найбільш тривалий вегетаційний період відзначено за сумісної дії оброблення насіння перед сівбою фосфонітрагіном і роздрібного внесення азотних добрив N_{30} , в основне удобрення на фоні $P_{60}K_{60}$ та додатково N_{15} у підживлення у фазі бутонізації – 107 діб у сорту Вільшанка та 117 діб – у сорту Сузір'я. Встановлені тісні кореляційні зв'язки між тривалістю вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої та гіротермічними умовами року.

Ключові слова: соя, сорт, інокуляція, фосфонітрагін, підживлення, удобрення, вегетаційний період, фази розвитку.

Furman O.V. Duration of vegetation and phases of plants growth and development depending on technological measures of growing

A significant factor in genetic potential realization of soybean varieties is development of new and improvement of existing technologies of growing this crop, based on bacterial and mineral nutrition.

One of the most important economic signs, which determined degree of plants adaptability to growing conditions, is duration of growing season and its individual phases, largely determines grain productivity of soybean varieties. Growing season duration is influenced by genetic characteristics of variety, environmental conditions of region, and application of specific elements of growing technology. Varieties must guarantee ripening at optimum sowing time with minimal energy costs for seeds drying.

The aim of research was to analyze effect of seed inoculation and level of mineral nutrition on duration of growing season and phases of growth and development of soybean plants varieties Vilshanka and Suziria in conditions of the Forest-Steppe right-bank.

Studies were conducted during 2013–2015 on the fields of RERF Salyvonkivske of the Institute of Bioenergetic Crops and Sugar Beet of the NAAS on the typical low-humus chernozems of Forest-Steppe of Ukraine.

According to the results of research, was found that under conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, both technological measures and hydrothermal regime influenced the growth and development of soybean plants during their vegetation.

In general, growing season of the studied soybean varieties under the influence of fertilizing, seed inoculation and weather conditions varied within 100–117 days, and variety Vilshanka ripened by 8–10 days earlier than variety Suziria.

The longest growing season was observed due to the combined action of seed treatment before sowing with phosphonitragin and fractional introduction of nitrogen fertilizers N30 as a main fertilizer on background of P60K60 and additionally N15 as top dressing in the budding phase – 107 days for Vilshanka and 117 days for Suziria. Close correlation between growing season duration of the studied soybean varieties and hydrothermal conditions of the year has been established.

Key words: soybean, variety, inoculation, phosphonitragin, top dressing, fertilizers, vegetation period, development phases.

Постановка проблеми. В умовах реформування сільського господарства України особливо гостро постає питання збільшення виробництва продукції рослинництва. У вирішенні цієї проблеми велика роль належить зернобобовим культурам, в т. ч. сої, яка характеризується рідкісним хімічним складом – у її насінні міститься 38–42% білка, 18–32% жиру, 25–30% вуглеводів, ферменти, вітаміни, мінеральні речовини, багато незамінних амінокислот зі значним ступенем розчинності та поживності [5]. Вирощування сої сприяє не лише збільшенню виробництва харчових продуктів і кормів для тварин, але й дозволяє знизити собівартість продукції за рахунок включення у процес сільськогосподарського виробництва атмосферного азоту, покращити фітосанітарний стан посівів та істотно підвищити продуктивність одиниці сівозмінної площі. До того ж, вона є добрим попередником для інших культур у сівозміні [1; 5].

Зважаючи на це, площі вирощування сої в Україні продовжують зростати, у виробництво надходять нові сорти, які характеризуються специфічними *нормами реакції на зовнішні умови, а тому потребують удосконалення* елементів технології їх вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону. Серед складових частин технології велике значення має інокуляція насіння та мінеральне живлення рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагомим фактором реалізації генетичного потенціалу сортів сої є розробка нових та удосконалення наявних технологій вирощування цієї культури на основі бактеріально-мінерального живлення [1; 10]. Соя виносить із ґрунту значну кількість поживних речовин, тому впровадження в аграрне виробництво її інтенсивних сортів потребує створення в кореневмісному шарі ґрунту високих концентрацій легкодоступних елементів живлення, зокрема сполук азоту, фосфору та ін. Інокуляція насіння сої мікробними препаратами поліфункціональної дії на основі азотфіксувальних і фосформобілізуючих бактерій значно покращує азотне та фосфорне живлення [10]. За рахунок ферментативної діяльності фосформобілізуючих мікроорганізмів і їх фізіологічної активності відбувається розчинення недоступних фосфатів ґрунту і засвоєння їх рослиною. У процесі метаболізму ці мікроорганізми продукують також активні речовини (вітаміни, гормони тощо), які позитивно впливають на ріст, розвиток рослин і ризосферну мікрофлору [7; 13], а також сприяють зниженню рівня захворюваності рослин [11].

Завдяки азотфіксації, котра проходить у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значно або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення, що дозволяє вирощувати сою взагалі без внесення або з мінімальними дозами азотних добрив, які дорогі й екологічно

небезпечні [6]. Таким чином, посилення фіксації атмосферного азоту соєю у симбіозі з бульбочковими бактеріями та фосформобілізації видом *Bradyrhizobium japonicum* – один із екологічних та енергозберігаючих шляхів забезпечення рослин зв'язним азотом [8; 15]. Однак, на думку багатьох вчених [9; 12], формування високих урожаїв сої можливе за раціонального поєднання біологічного і технічного азоту для покриття потреб рослин.

Однією з найважливіших господарських ознак, що визначає ступінь адаптивності рослин до умов вирощування, є тривалість вегетаційного періоду й окремих його фаз [3], і це значною мірою визначає зернову продуктивність сортів сої [2]. На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту, екологічні умови регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування [2–4]. Сорти повинні гарантувати досягання за оптимальних строків сівби при мінімальних енергетичних затратах на досушування насіння [14].

Постановка завдання. Метою досліджень був аналіз впливу інокуляції насіння та рівня мінерального живлення на тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої сортів Вільшанка та Сузір'я в умовах Лісостепу Правобережного.

Польові дослідження проводили протягом 2013–2015 рр. на полях ДПДГ «Саливонківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий. Вміст гумусу в шарі 0–20 см – 4,56%, рН сольової витяжки – 6,7–7,2.

Агротехніка у досліді – загальноприйнята для правобережного Лісостепу України, за винятком факторів, що вивчалися. Площа облікових ділянок 25 м² при чотириразовій повторності. У досліді вивчали скоростиглий сорт Вільшанка та середньостиглий сорт Сузір'я (оригінація – ННЦ «Інститут землеробства НААН»). Норма висіву сої – 700 тис. насінин на 1 га. Попередник – пшениця озима. З осені під оранку вносили гранульований суперфосфат (P₂O₅ – 19%) і калійну сіль (K₂O – 40%) у нормі 60 кг/га д. р. Азотні добрива вносили за схемою, що вивчалася: під час закриття вологи навесні та в підживлення у фазі бутонізації. Сівбу проводили необробленим насінням і насінням, інокульованим у день сівби фосфонітрагіном. Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин сої. Початок фази фіксували за настання її у 10–15% рослин, повну фазу – у 70–75% рослин.

Погодні умови в роки проведення досліджень були різними, що дозволило всебічно охарактеризувати дію досліджуваних факторів на тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої. Зокрема, у 2013 та 2014 рр. гідротермічні умови були більш сприятливими для росту і розвитку рослин, ніж у 2015 р. Високі температури на фоні низької відносної вологості повітря та недостатньої кількості атмосферних опадів і нерівномірного їх розподілу протягом вегетації у 2015 р. обмежували реалізацію потенціалу продуктивності рослин сої та прискорювали швидкість проходження фаз росту і розвитку рослин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Шляхом проведених досліджень встановлено, що в умовах правобережного Лісостепу тривалість вегетаційного періоду й окремих фенологічних фаз росту і розвитку рослин сої значною мірою визначалася гідротермічними умовами року, сортовими особливостями та дією технологічних факторів.

Загалом вегетаційний період досліджуваних сортів сої під впливом удобрення, інокуляції насіння та погодних умов варіював у межах 100–117 діб, причому сорт Вільшанка порівняно із сортом Сузір'я досягав на 8–10 діб раніше (табл. 1).

Таблиця 1

**Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від удобрення
та передпосівної інокуляції насіння, діб**

Сорт	Рівень удобрення	Роки							
		2013		2014		2015		середнє	
		проведення передпосівної інокуляції*							
		б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Вільшанка	Без добрив (контроль)	103	104	104	105	95	96	101	102
	$P_{60}K_{60}$	101	104	103	105	95	96	100	102
	$N_{15}P_{60}K_{60}$	104	106	107	108	96	98	102	104
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	106	107	109	110	97	98	104	105
	$N_{45}P_{60}K_{60}$	107	108	110	111	99	99	105	106
	$P_{60}K_{60} + N_{15}$ (підживлення)	104	106	107	108	96	97	102	104
	$N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$ (підживлення)	107	109	109	110	99	100	105	106
	$N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ (підживлення)	109	110	110	111	100	100	106	107
Сузір'я	Без добрив (контроль)	112	113	114	115	103	104	110	111
	$P_{60}K_{60}$	111	113	114	116	102	103	109	111
	$N_{15}P_{60}K_{60}$	113	115	116	117	104	105	111	112
	$N_{30}P_{60}K_{60}$	114	116	117	118	105	106	112	113
	$N_{45}P_{60}K_{60}$	115	116	118	118	107	107	113	114
	$P_{60}K_{60} + N_{15}$ (підживлення)	113	115	115	117	104	106	111	113
	$N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$ (підживлення)	116	118	118	120	107	108	114	115
	$N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ (підживлення)	118	120	120	121	109	110	116	117
НІР _{0,05}		0,9		1,1		0,8		1,0	

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

На тривалість вегетаційного періоду суттєво впливали погодні умови протягом вегетації рослин. Найбільш тривалою вегетація рослин на всіх варіантах досліджень була відзначена у 2014 р. та становила у сорту Вільшанка 103–111 діб, у сорту Сузір'я – 114–121 добу. У 2015 р. під дією тривалих посух вегетаційний період рослин суттєво скорочувався та становив у сортів Вільшанка і Сузір'я відповідно 94–100 та 102–110 діб. У вказаний рік гідротермічний коефіцієнт (ГТК) протягом вегетації сої становив 0,6–0,7, що значно менше ніж потребує культура – 1,1–1,7 [4].

Застосування інокуляції насіння фосфонітрагіном подовжувало вегетаційний період рослин на 1–2 доби незалежно від сорту. Внесення мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$, навпаки, скорочувало тривалість вегетації сортів сої на 1 добу. Внесення азотних добрив у нормах 15, 30 і 45 кг/га д.р. на фоні $P_{60}K_{60}$ зумовлювало подовження періоду вегетації у сорту Вільшанка на 2–6 діб, у сорту Сузір'я – на 2–7 діб. Серед досліджуваних варіантів удобрення найбільш тривалий період вегетації відзначено за роздрібного внесення азотних добрив N_{15} та N_{30} в основне удобрення на фоні $P_{60}K_{60}$ та додатково N_{15} у підживлення у фазі бутонізації. За вказаного рівня удобрення тривалість вегетації рослин сорту Вільшанка становила 105–106 діб, у сорту Сузір'я – 114–116 діб.

Згідно з проведеними дослідженнями встановлені взаємозв'язки між середньодобовою температурою повітря, гідротермічним коефіцієнтом і тривалістю вегетаційного періоду сої (рис. 1).

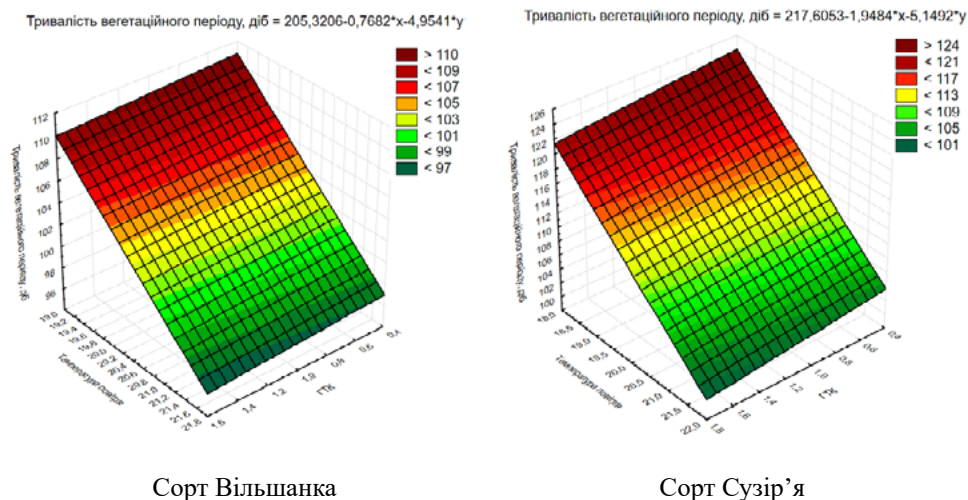


Рис. 1. Тривалість вегетаційного періоду інокульованих рослин сої залежно від середньодобової температури повітря та ГТК, середнє за 2013–2015 рр.

За результатами аналізу поверхні відгуку встановлено, що тривалість вегетаційного періоду інокульованих рослин сої сорту Вільшанка залежно від ГТК (x) та температури повітря (y) можна описати рівнянням лінійної регресії: $T = 205,3 - 0,76x - 4,95y$, у сорту Сузір'я: $T = 217,6 - 1,94x - 5,14y$.

Кореляційні розрахунки свідчать про те, що тривалість вегетаційного періоду рослин сої сорту Вільшанка має позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,92$) та ГТК ($r=0,89$) і від'ємну залежність від середньодобової температури повітря ($r=-0,92$). У сорту Сузір'я встановлено позитивну кореляцію з кількістю опадів ($r=0,94$) і ГТК ($r=0,93$) і від'ємну залежність із середньодобовою температурою повітря ($r=-0,95$).

Комплекс гідротермічних умов, що склався протягом вегетації рослин сої та технологічних факторів при її вирощуванні, впливав не лише на загальну тривалість вегетаційного періоду, але й на тривалість окремих фенологічних фаз. Так, внаслідок фенологічних спостережень визначено, що тривалість періоду сівбаповні сходи у роки проведення досліджень складала у сорту Вільшанка та Сузір'я відповідно 11 і 12 діб.

Початок бутонізації залежно від дії досліджуваних факторів у сорту Вільшанка був відзначений через 31–33 доби від дати появи повних сходів, у сорту Сузір'я – через 36–37 діб (табл. 2).

На швидкість настання фази бутонізації рівень мінерального удобрення значною мірою не впливав. Інокулювання насіння фосфонітрагіном на фоні різного рівня мінерального живлення затримувало настання фази бутонізації досліджуваних сортів сої на 1 добу.

Початок фази цвітіння у рослин сорту Вільшанка відзначався через 34–38 діб, у сорту Сузір'я – через 40–43 доби після появи сходів. За внесення лише мінеральних добрив у нормі $P_{60}K_{60}$ початок цвітіння на посівах обох сортів сої прискорювався на 1 день відносно контрольних варіантів. Проведення ж інокуляції фосфонітрагіном у цьому варіанті удобрення зрівнювало початок настання зазначеної фази з контрольними варіантами. Внесення азотних добрив на фоні $P_{60}K_{60}$ затри-

Таблиця 2

Тривалість міжфазних періодів сої залежно від удобрення, передпосівної інокуляції насіння та сорту, діб, середнє за 2013-2015 рр.

Сорт	Рівень удобрення	Тривалість від фази повних сходів до фази									
		бутонізація		початок цвітіння		кінець цвітіння		повного наливу насіння		повної стиглості	
		проведення передпосівної інокуляції*									
		б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Вільшанка	Без добрив (контроль)	31	31	35	35	62	63	85	86	101	102
	P ₆₀ K ₆₀	31	31	34	35	61	63	84	85	100	102
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	31	32	35	36	62	64	85	86	102	104
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	32	33	37	38	63	65	86	87	104	105
	N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	32	33	37	38	64	65	88	89	105	106
	P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅ (підживлення)	31	31	35	36	63	64	85	87	102	104
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅ (підживлення)	31	32	36	37	65	66	87	89	105	106
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅ (підживлення)	32	33	37	38	66	67	89	91	106	107
Сузір'я	Без добрив (контроль)	36	36	41	42	71	72	91	92	110	111
	P ₆₀ K ₆₀	36	36	40	41	70	72	90	91	109	111
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	36	37	41	42	71	72	91	92	111	112
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	37	38	42	43	73	74	93	94	112	113
	N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	37	38	43	44	74	75	94	95	113	114
	P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅ (підживлення)	36	36	41	42	72	73	91	92	111	113
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅ (підживлення)	36	37	41	42	74	75	94	96	114	115
	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅ (підживлення)	37	37	43	43	76	77	96	97	116	117
НІР _{0,05}		0,8		0,7		0,9		0,7		1,0	

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

мувало початок настання зазначеної фази у рослин обох досліджуваних сортів на 1 добу. Загалом за сумісного інокулювання насіння фосфонітрагіном і внесення мінеральних добрив початок фази цвітіння у сортів Вільшанка та Сузір'я затримувався на 1–3 доби відносно значень на контрольних варіантах.

Залежно від дії досліджуваних факторів і гідротермічного режиму в середньому за роки досліджень закінчення фази цвітіння у сорту Вільшанка відзначено через 62–67 діб, у сорту Сузір'я – через 71–77 діб після появи повних сходів. Інокуляція насіння фосфонітрагіном подовжувала період цвітіння в обох сортів на 1–2 доби.

Фаза наливу насіння у сорту Вільшанка залежно від дії комплексу досліджуваних факторів наставала через 84–91 добу після появи сходів, у сорту Сузір'я – через 90–97 діб. Відмінності між сортами в настанні усіх фаз росту і розвитку рослин сої зумовлені належністю досліджуваних сортів до різних груп стиглості.

Висновки і пропозиції. Таким чином, за результатами наших досліджень встановлено, що в умовах правобережного Лісостепу України на ріст і розвиток рослин сої впливали як технологічні заходи, так і гідротермічний режим протягом їх вегетації. Найбільш тривалий вегетаційний період відзначено за сумісної дії оброблення насіння перед сівбою фосфонітрагіном і роздрібного внесення азотних добрив N_{30} в основне удобрення на фоні $P_{60}K_{60}$ та додатково N_{15} у підживлення у фазі бутонізації – 107 діб у сорту Вільшанка та 117 діб – у сорту Сузір'я. Встановлені тісні кореляційні зв'язки між тривалістю вегетаційного періоду досліджуваних сортів сої та гідротермічними умовами року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України / А.О. Бабич, С.І. Колісник, С.Я. Кобак та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
2. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Видавець Зволейко Д.Г., 2012. 436 с.
3. Григорчук Н.Ф., Якубенко О.В. Вихідний матеріал сої для створення ранньостиглих сортів. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 72–77.
4. Іванюк С.В., Темченко І.В., Семцов А.В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 67–71.
5. Мосьондз Н.П. Формування продуктивності сої залежно від технологічних заходів вирощування в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1–2. С. 74–77.
6. Новицкая Н.В., Джемесюк А.В. Урожайность сои в зависимости от элементов технологии на черноземах типичных Лесостепи Украины. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 5 (127). С. 11–16. URL: <http://www.asau.ru/files/vestnik/2015/5/011-016.pdf>.
7. Біологічний азот / В.П. Пати́ка, С.Я. Коць, В.В. Волкогон та ін. Київ : Світ, 2003. 424 с.
8. Патыка В.Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія : Біологія*. 2014. № 3 (60). С. 10–15.
9. Петриченко В.Ф. Агробіологічне обґрунтування і розробка технологічних прийомів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук. Київ, 1995. 36 с.
10. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.І. Колісник та ін. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 15–19.
11. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист / В.Ф. Петриченко, В.П. Пати́ка, Л.А. Пасічник та ін. Вінниця, 2016. 106 с.
12. Тищенко Л.Є. Комора повноцінного зерна. *Насіннезнавство*. 2005. № 12. С. 10–13.
13. Токмакова Л.М., Волкогон В.В., Надкернична О.В. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. Київ : Аграрна наука. 2010. 464 с.
14. Шевніков М.Я., Галич О.П., Лотиш І.І., Міленко О.Г. Деякі параметри господарсько-цінних ознак сорту сої для умов лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. №3. С. 40–43.
15. Gel preparation risofobite for pre-sowing inoculation of soybean seeds. Guidelines; for ed. / V.P. Patyka, L.A. Pasechnik, N.V. Zhytkevych, T.T. Gnatyuk, G.B. Gulyaev, V.V. Krut, S.R. Zubachov, P.M. Halimonik, S.A. Shevchenko, V.P. Zhadan, O.O. Alekseev. *Academician of the National Academy of Sciences of the Russian Academy of Sciences*. Kyiv : Print Kvik, 2017. 16 с.