

## УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ НА ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Д. В. Андрієць, аспірант\**

Наведено результати досліджень впливу азотних добрив та біологічно активних препаратів на формування структури врожаю й біологічної врожайності сої на чорноземі типовому. Установлено, що збільшення норм внесення азотних добрив до  $N_{60}$  на фоні  $P_{60}K_{60}$  позитивно впливає на формування врожаю сої, однак подальше збільшення до  $N_{120}$  призводить до зниження показників продуктивності культури. Інокуляція насіння сої ризогуміном у поєднанні з внесенням помірних доз азотних мінеральних добрив ( $N_{30}-N_{60}$  на фоні  $P_{60}K_{60}$ ) сприяє одержанню значних приростів урожайності зерна.

***Glycine hispida Maxim., мінеральні добрива, ризогумін, структура врожаю, маса 1000 насінин, урожайність.***

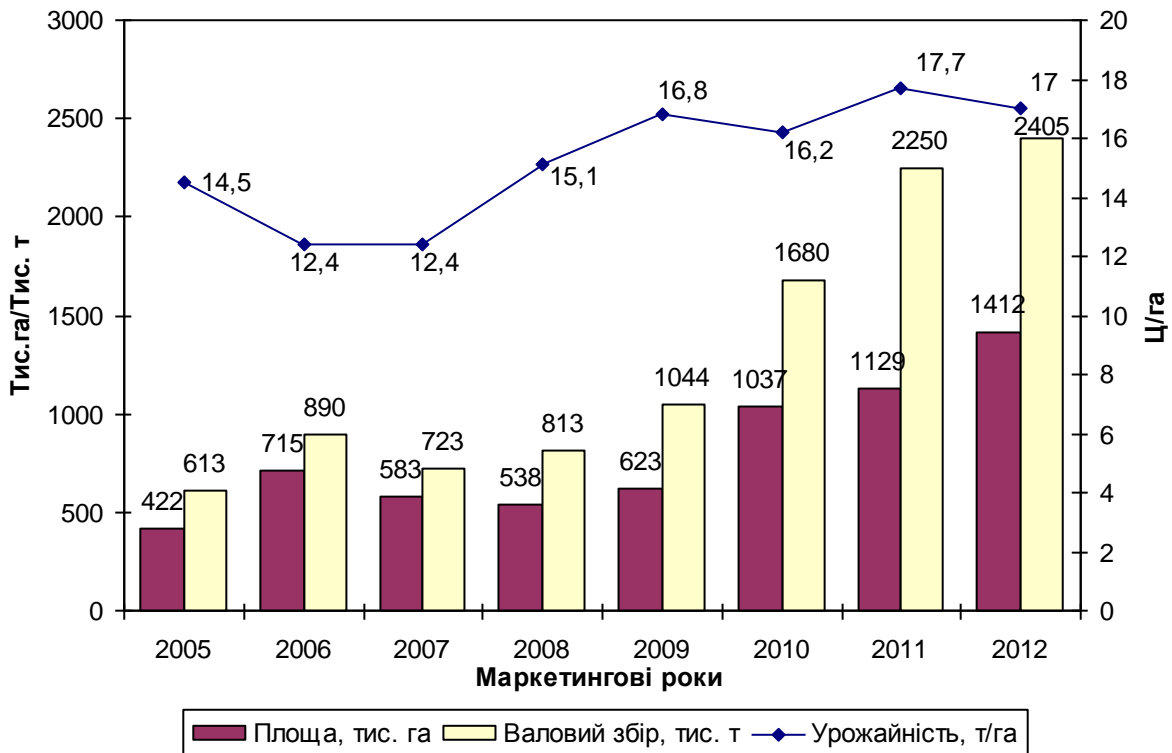
В Україні існують сприятливі кліматичні умови для вирощування сої, тому цілком логічним є те, що впродовж останніх 10 років спостерігається зростання посівних площ та валових зборів культури. Якщо у 2005 році сою вирощували на площі 422 тис. га, то у 2012 посівна площа збільшалася до 2 млн 405 тис. га. Відповідно збільшився й валовий збір, який у 2012 році становив 2,4 млн т, що в 6-ти кратному розмірі перевищує рівень 2005 року (рис.1). Слід зауважити, що зростання валового збору зерна сої відбувається екстенсивним шляхом, тобто зростає не врожайність культури, а її посівні площі. Середня в Україні врожайність сої за останні 4 роки залишається на рівні 1,6–1,7 т/га [10].

Соя приносить вітчизняним аграріям не лише позитивні господарські, а й вагомі економічні результати, зокрема як високорентабельна культура. За дотримання рекомендованих технологій вирощування та вчасного проведення необхідних агротехнічних заходів можна досягти урожайність 2,5 т/га і вище. Ураховуючи витрати на 1 га в межах 5,5–6,0 тис. грн, середню ціну реалізації 4,5 тис. грн/т, рентабельність виробництва сої становитиме понад 100 %. Така прибутковість дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти та додатково отримати 1 грн на кожну гривню, вкладену в її виробництво. Відтак, враховуючи світові тенденції, ситуацію на вітчизняному ринку зерна, виробники сої можуть отримати більший ефект від її вирощування порівняно з іншими сільськогосподарськими

---

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор С.М. Каленська.

культурами шляхом господарського використання, реалізації на переробні підприємства або комерційні структури [5].



**Рис. 1. Динаміка виробництва сої в Україні за даними Держкомстат [5]**

Серед низки заходів, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів сої інтенсивного типу, на особливу увагу заслуговує передпосівна підготовка до сівби. Установлено, що в структурі витрат на вирощування сої частка посівного матеріалу становить 10–15 %, тому для одержання дружніх, рівномірних і здорових сходів із подальшою високою азотфіксуючою здатністю посівів насінню слід приділяти велику увагу, особливо його передпосівній підготовці [1, 11]. Важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями – ризобіями. Завдяки азотфіксації, яка проходить у сформованих у симбіозі із ризобіями бульбочками, соя може значно або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті (симбіотрофне живлення азотом), що знижує залежність рослини від наявності азотних сполук у недешевих та екологічно небезпечних азотних добривах [2].

Незважаючи на значну кількість робіт, присвячених аналізу фізіолого-біологічних механізмів фіксації молекулярного й азоту атмосфери бобовими, співвідношення симбіотичного й автотрофного азотного живлення не може вважатись достатньо вивченим. У сої відносна ефективність використання фіксованого азоту й азоту з мінеральних добрив суттєво залежить від сорту й умов вирощування рослин, тому врожайність від інокуляції в багатьох випадках може бути

вищою, ніж від застосування азотних добрив. Таким чином, одним з важливих зовнішніх факторів, які впливають на утворення й розвиток кореневих бульбочок сої та їх азотфіксуючу активність, є мінеральний азот, високий вміст якого в ґрунті призводить до затримки появи бульбочок і знижує інтенсивність азотфіксації, тоді як невеликі дози азоту її стимулюють [1, 13].

За оптимальних умов симбіотичної азотфіксації, рослини сої можуть засвоювати до 150–190 кг/га біологічного азоту, що дає можливість поліпшити його баланс у ґрунтах сівозміни, зменшити обсяги використання мінерального азоту, суттєво підвищити врожайність та рентабельність. Поряд з цим, завдяки діяльності мікроорганізмів у ґрунті накопичується не лише азот, а й фосфор та калій у доступній формі, які засвоюються з глибших шарів ґрунту й материнської породи. Розроблені та впроваджені сучасні технології вирощування сої в Україні передбачають передпосівну інокуляцію активними штамми бульбочкових бактерій, які надходять на ринок у вигляді біоактивних препаратів (ризоторфіну, ризобофіту, ризоаргіну та ін.) [7, 12].

Особливо ефективна інокуляція на ґрунтах, не заражених активними соєвими расами мікроорганізмів роду *Rhizobium japonicum*. Утворення бульбочок у сої можливе й без передпосівної бактеризації. На полях тривалого вирощування сої формується аборигенна популяція бульбочкових бактерій, здатних спонтанно інфікувати корені молодих рослин, проте вони малоактивні й малоефективні, часто знижують активність виробничих штамів, унаслідок чого застосування бактеріальних препаратів може виявитись неефективним, тому для кожного виду бобових культур виготовляють свій особливий препарат на основі специфічних бульбочкових бактерій. Через використання невідповідного штаму, його дія не проявляється, оскільки він не може утворити бульбочки на нечутливій бобовій рослині, тобто в інтенсивній технології вирощування сої необхідно використовувати тільки високоефективні та конкурентоспроможні штами бульбочкових бактерій, специфічні для цієї культури [2, 9].

**Мета досліджень** – визначити особливості формування продуктивності сої залежно від співвідношення симбіотичного й автотрофного азотного живлення.

**Матеріали і методи дослідження.** Польові дослідження проводили на полях кафедри рослинництва у ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція”. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний. Агрохімічні показники шару ґрунту 0–30 см такі: гумус за Тюрінім – 4,38–4,53 %; рН (сольове) – 6,8–7,3; ємність поглинання 30,7–32,5 мг-екв. на 100 г ґрунту. У шарі ґрунту 0–20 см загального азоту містилося 0,27–0,31 %, фосфору – 0,15–0,25 %, калію – 2,3–2,5 % [3,4].

Агротехніка вирощування сої загальноприйнята для північного Лісостепу. Насіння висівали за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12 °С овочевою сівалкою СОН–4,2. Загальна площа

елементарної ділянки – 84 м<sup>2</sup>, облікової – 52,8 м<sup>2</sup>. Повторність досліду чотириразова. Норма висіву сої – 700 тис. насінин на 1 га. Під основний обробіток ґрунту вносили гранульований суперфосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 19 %) і калійну сіль (K<sub>2</sub>O – 40 %) у нормі 60 кг/га д.р. Навесні проводили закриття вологи та вносили аміачну селітру (N – 30 %) у різних нормах за схемою, передбаченою програмою досліджень. Для боротьби з бур'янами проводили досходові боронування та застосовували суміш гербіцидів арамо (1,0 л/га) та базагран (2,0 л/га).

У дослідах вивчали (табл. 1) рекомендовані для зони Лісостепу сорти сої: ультраранній Аннушка (ПП «Наукова селекційно-насінницька фірма «Соєвий вік», м. Кіровоград) та ранньостиглий Устя (ННЦ Інститут землеробства НААН, смт. Чабани). Інокуляцію насіння ризогуміном (Інститут сільськогосподарської мікробіології НААН) проводили з розрахунку 200 г препарату на 1,2 л води й на одну гектарну норму насіння за 2 дні до сівби [6, 12]. Збір проводили прямим комбайнуванням зерновими комбайнами вітчизняних моделей у фазу повної стиглості насіння.

### 1. Схема досліду

Фактор А: сорти сої	Фактор Б: удобрення	Фактор В: інокуляція насіння
	Контроль (без добрив)	Без застосування ризогуміну (контроль)
Аннушка	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Із застосуванням ризогуміну
Устя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	

**Результати дослідження та їх аналіз.** Проведене нами визначення особливості формування продуктивності сої залежно від співвідношення симбіотичного й автотрофного азотного живлення дозволило встановити безпосередній вплив на формування врожайності культури як азотних мінеральних добрив, так й інокуляції насіння ризоторфіном. Крім того, елементи структури врожаю сортів сої Аннушка та Устя залежали й від сортових особливостей. У середньому за роки проведення досліджень (табл. 2) висота рослин сорту Аннушка збільшувалася від 90 см до 113 см під впливом внесених азотних мінеральних добрив, у сорті Устя – від 79 до 93 см. Так, найвищу в досліді довжину стебла формували рослини сої сортів Аннушка й Устя на варіанті досліду з внесенням N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та із застосування інокуляції

**2. Структурні елементи врожаю сої залежно від удобрення та застосування інокуляції насіння  
(середнє значення за 2008–2010 рр.)**

Варіант удобрення	Висота рослини, см		Висота кріплення нижніх бобів, см		Довжина бобів, см		Кількість бобів, шт. на 1 рослині		Кількість насінин на рослині, шт.		Маса насіння з рослини, г		Маса 1000 насінин, г		Біологічна врожайність , т/га	
	б/і	і*	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Аннушка																
Контроль	90,60	91,60	12,7	12,6	4,1	4,2	23,6	23,4	46,2	52,4	5,2	6,1	111,8	115,6	2,95	3,15
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	91,60	92,80	13,2	12,8	4,2	4,3	27,8	28,5	56,2	57,1	6,6	6,9	116,9	121,6	3,50	3,92
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	98,60	98,80	13,0	13,1	4,2	4,4	29,4	31,8	58,6	61,7	6,9	7,6	117,7	123,2	3,65	4,07
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	105,00	108,40	13,5	13,9	4,1	4,3	25,1	26,2	48,2	52,9	5,6	6,0	115,8	116,7	3,51	3,53
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	112,60	113,40	13,9	13,8	4,2	4,3	24,1	25,8	47,1	51,3	5,4	6,0	115,3	115,5	3,46	3,47
Устя																
Контроль	79,4	80,1	11,6	11,8	3,3	3,3	16,2	16,3	32,8	33,6	4,9	5,1	148,3	150,4	2,05	2,21
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	83,5	84,0	12,0	11,9	3,4	3,5	17,7	18,6	36,5	39,2	5,3	6,2	149,3	159,8	3,22	3,51
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	87,8	88,9	12,2	12,1	3,4	3,6	17,9	19,1	38,4	39,8	5,8	6,4	155,8	160,1	3,40	3,75
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	89,3	90,2	12,9	12,7	3,3	3,6	16,6	17,1	34,0	36,3	5,1	5,5	150,2	151,2	3,11	3,31
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	92,3	93,1	13,1	13,2	3,3	3,4	16,0	16,7	32,6	34,9	5,0	5,3	149,4	150,6	3,08	3,14
НІР 0,5	1,40	1,12	0,15	0,73	0,08	0,06	0,24	0,15	1,17	0,95	0,03	0,05	0,45	0,62	0,11	0,09

\*Примітка. б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння.

насіння ризоторфіном. За період проведення досліджень нами встановлено, що висота кріплення нижніх бобів змінювалась залежно від сортових особливостей культури та висоти стебла рослин. Висота кріплення нижніх бобів зростала паралельно зі збільшенням висоти рослин. На варіантах контролю, де мінеральні добрива не вносили, висота кріплення нижніх бобів становила 12,6–12,7 см у сорті Аннушка та 11,6–11,8 см у сорті Устя. На варіанта дослідів з внесенням  $N_{120}P_{60}K_{60}$  нижні боби формувалися на висоті стебла 13,8–13,9 см у сорті Аннушка та 13,1–13,2 см у сорті Устя. Достовірного впливу інокуляції насіння ризоторфіном на висоту закладання нижніх бобів на рослинах сої нами не відмічено.

Кількість бобів на рослині залежала передусім від сортових особливостей. Сорт сої Аннушка характеризується підвищеною кількістю бобів на рослині та насінин у бобах, тому в наших дослідженнях формував на 7–12 бобів більше, ніж сорт Устя. Збільшення доз азотних добрив до певної межі ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ), а також застосування передпосівної інокуляції насіння ризоторфіном на фоні мінерального удобрення, сприяло збільшенню кількості бобів на рослині. Подальше збільшення норм азотних мінеральних добрив згідно схеми дослідів сприяло наростанню вегетативної маси рослини й зменшенню кількості плодоеlementів. Подібна залежність відмічена нами й під час формування рослинами сої кількості насіння на рослині, яка зростала за умови внесення мінеральних добрив у нормах  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  і знижувалася на варіантах дослідів з внесенням  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та  $N_{120}P_{60}K_{60}$  в зв'язку зі зниженням кількості бобів на рослині.

Маса 1000 насінин – це показник, який різниться за характерними особливостями кожного конкретного сорту. Сорт Аннушка формує дрібніше насіння, ніж сорт Устя. Залежно від варіанту дослідів маса 1000 насінин сорту Аннушка варіювала в межах 111,8–123,2 г; сорту Устя – 148,3–160,1 г.

До 70 % загального споживання азоту соя забезпечує себе біологічною фіксацією його з повітря шляхом симбіотичної діяльності з бульбочковими бактеріями. Відомо, що найбільшу кількість азоту соя споживає у фазі цвітіння та формування бобів, тому оптимальне поєднання в цей період мінералізованого та симбіотичного азоту сприяє формуванню високої продуктивності посівів сої [8]. Зниження азотфіксації рослинами сої призводило до зниження біологічної врожайності посівів сої. Таке оптимальне поєднання мінерального й симбіотичного азоту відмічене нами на варіанті дослідів з внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Біологічна врожайність сорту Аннушка за внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  була найвищою в досліді й складала 3,65 т/га без застосування інокуляції насіння та 4,07 т/га за умови використання ризоторфіну. Дещо нижчу урожайність ми отримали в сорті Устя, де максимальна відмітка цього показника – 3,75 т/га прослідковувалася у варіанті із застосуванням інокуляції насіння та за удобрення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , що на 0,4 т/га більше ніж у варіанті без інокуляції за тих же норм добрив і на 1,5 т/га більше, ніж у варіанті з абсолютним контролем. Подальше збільшення норм азотних добрив призвело до зниження біологічної урожайності всіх досліджуваних сортів як у варіантах із застосуванням інокуляції насіння, так і без неї.

Високі дози азотних добрив часто згубно діють на розвиток і діяльність бульбочкових бактерій, тому рослини сої «переходять» на мінералізований азот. На варіанті досліду з внесенням  $N_{120}P_{60}K_{60}$  врожайність сої сортів Аннушка й Устя була на рівні з врожайністю на варіантах з внесенням  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

**Висновки.** Дослідження особливості формування продуктивності сої залежно від співвідношення симбіотичного й автотрофного азотного живлення дозволили встановити, що в ґрунтово-кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України, доцільно поєднувати мінеральний азот з діяльністю бульбочкових бактерій, що розвиваються в результаті передпосівної обробки насіння ризобіофітом. Структурні елементи досліджуваних сортів нуту відіграли важливу роль на формуванні врожаю. У середньому за три роки досліджень найвищу урожайність нами отримано в сорті Аннушка у варіанті досліду з внесенням добрив у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 4,07 т/га, що на 0,4 т/га більше ніж у варіанті без інокуляції за тих же норм добрив та на 1,5 т/га більше, ніж у варіанті з абсолютним контролем. Подальше збільшення норм азотних добрив призвело до зниження біологічної урожайності всіх досліджуваних сортів як у варіантах із застосуванням інокуляції насіння, так і без неї.

### Список літератури

1. Адамень Ф. Ф. Эффективность инокуляции сои / Ф. Ф. Адамень. – Симферополь : Таврида, 1995. – 42 с.
2. До питання біологічно активних речовин сої / [Кулик М. Ф., Жмудь О. В., Бабич А. О. та ін. // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 10. – С. 28–33.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Дубровіна Н. Я. Ґрунти агрономічної дослідної станції “Митниця” Васильківського району Київської області / Н. Я. Дубровіна, О. М. Аксіом // Наукові праці Укр. с.-г. академії : Біологія і агротехніка польових культур в Поліссі і Лісостепу УРСР. – К., 1974. – Вип. 123. – С. 3–17.
5. Маслак О. Привабливість ринку сої [Електронний ресурс] / О. Маслак // Газета «Агробізнес сьогодні». – 2011. – № 18 (217). – Режим доступу : <http://agro-business.com.ua/component/content/article/32-2011-05-11-22-31-13/637-2011-09-21-10-30-59.html/>
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 3. – 184 с.
7. Ефективність застосування біопрепаратів на посівах сої / [Москалець В. В., Пічкур В. О., Шинкаренко В. К., Москалець В. І.] // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 9. – С. 59–62.
8. Москалець В. В. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої / В. В. Москалець, В. К. Шинкаренко // Агроекологічний журнал. – 2004. – № 3. – С. 19–24.
9. Надкерничная Е. В. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур / Е. В. Надкерничная, Т. М. Ковалевская // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – 362 с.
10. Осауленко О.Г. Стан сільського господарства у 2012 році [Електронний ресурс] / О.Г.Осауленко // Державна служба статистики України (Експрес-випуск). –

15.01.2013. – № 06.2-37/25. – Режим доступу :  
<http://ukrexport.gov.ua/i/imgsupload/file/04.pdf>

11. Передпосівна обробка насіння сої : посібник українського хлібороба / [В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. І. Колісник та ін.]. — 2009. — С. 244–246.

12. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / [С. І. Мельник, В. А. Жилкін, М. М. Гаврилюк та ін.]. / Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук – К., 2007. – 55 с.

13. Толкачов М. З. Селекція на підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації в гібридних популяціях сої / М. З. Толкачов // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Вип. 34, № 3. – С. 245–251.

*Приведены результаты исследований влияния азотных удобрений и биологически активных препаратов на формирование структуры урожая и биологической урожайности сои на черноземе типичном. Установлено, что увеличение норм внесения азотных удобрений до  $N_{60}$  на фоне  $P_{60}K_{60}$  положительно влияет на формирование урожая сои, однако дальнейшее увеличение до  $N_{120}$  приводит к снижению показателей продуктивности культуры. Инокуляция семян сои ризогумином в сочетании с внесением умеренных доз азотных минеральных удобрений ( $N_{30}-N_{60}$  на фоне  $P_{60}K_{60}$ ) способствует получению значительных приростов урожайности зерна.*

***Glycine hispida Maxim., минеральные удобрения, ризогумин, структура урожая, масса 1000 семян, урожайность.***

*Results on the effect of nitrogen fertilizer and biologically active compounds on the structure and biological crop soybean yield on chernozem typical. An increase in application rates of nitrogen fertilizers in  $N_{60}$  against  $P_{60}K_{60}$  positive effect on soybean yield formation, but further increase to  $N_{120}$  leads to lower productivity culture. Inoculation of soybean seeds rizoguminom combined with the introduction of moderate doses of nitrogen fertilizers ( $N_{30}-N_{60}$  against  $P_{60}K_{60}$ ) helps to ensure a significant boost grain yield.*

***Glycine hispida Maxim., Fertilizers, rizogumin, the structure of the harvest, weight of 1000 seeds, productivity.***