

УДК 631.816.1:633.31/.37

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.10>

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Камінський В.Ф. – д.с.-г.н., професор, академік Національної академії аграрних наук України, директор, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»

Сокирко Д.П. – науковий співробітник лабораторії зернових, зернобобових і олійних культур, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»

Гангур В.В. – д.с.-г.н., с.н.с., завідувач кафедри рослинництва, Полтавський державний аграрний університет

Горох (*Pisum sativum* L.) є джерелом найдешевшого та екологічно безпечного білка, повноцінного за амінокислотним складом. Однак збільшення валового виробництва зерна гороху стримується недостатньою адаптивністю технологій до постійних кліматичних змін. В умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України виявлено високу залежність урожайності гороху від умов вологозабезпечення протягом періоду його вегетації ($V = 34,9\%$).

Встановлено, що максимальний рівень урожайності зерна гороху 3,67 т/га формувалася за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (підживлення) на фоні допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін. Приріст урожайності порівняно з контролем становив 0,62 т/га (20,3%). Внесення мінімальної ($N_{15}P_{15}K_{15}$) та середньої ($N_{30}P_{30}K_{30}$) норм добрив призвело до істотного збільшення урожайності гороху порівняно із контролем на 0,23–0,29 т/га (7,9–9,5%) і 0,33–0,39 т/га (11,4–12,8%). Перенесення частини дози азоту в підживлення у фазі гілкування порівняно із її одноразовим внесенням не забезпечило істотного збільшення урожайності зерна культури, хоча тенденція є позитивною. Оброблення насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін сприяло зростанню зернової продуктивності культури залежно від фону мінерального живлення на 6,7–7,6%.

За експериментальними даними зафіксовано високу ефективність внесення мінеральних добрив за окупністю одиниці діючої речовини на варіантах із обробкою насіння мікробіологічним препаратом і роздільним внесенням азоту. Найвищою окупністю одиниці діючої речовини приростом урожаю зерна гороху була за внесення сумарної дози добрив 45 кг/га д.р., яка становила 9,78 кг/кг д.р. Варіант без допосівної інокуляції насіння за аналогічної норми добрив поступався за цим показником на 4,67 кг/кг д.в. (47,8%). Покращує окупність добрив дробове внесення мінерального азоту і обробка насіння азотфіксувальним мікробним препаратом.

Ключові слова: горох (*Pisum sativum* L.), норми добрив, окупність добрив, інокулювання насіння, урожайність.

Kaminsky V.F., Sokyрко D.P., Gangur V.V. The impact of cultivation techniques on pea productivity formation under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Pea (*Pisum sativum* L.) is a source of inexpensive and environmentally safe protein with a well-balanced amino acid composition. However, the increase in gross production of pea grain is restrained due to insufficient adaptability of growing technology to direct climate changes. In the conditions of unstable moistening of the Left-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine the high dependence of peas productivity on moisture supply conditions during the growing period ($V = 34,9\%$) is determined.

It was found that the maximum level of pea grain yield of 3,67 t/ha was formed by the application of mineral fertilizers with a doses of $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (foliar application of plants) against the background of pre-sowing seed treatment with microbiological preparation Rhizohumin. The increase in yield compared to the control variant was 0,62 t/ha (20,3%). Application of minimum

($N_{15}P_{15}K_{15}$) and average ($N_{30}P_{30}K_{30}$) rates of fertilizers significantly increased the yield of peas, compared with the control variant, respectively, by 0,23–0,29 t/ha (7,9–9,5%) and 0,33–0,39 t/ha (11,4–12,8%). The transfer of part of the nitrogen dose to foliar application of plants in the branching phase, compared with a single application did not provide a significant increase in grain yield, although the trend is positive. Seed treatment with the microbiological preparation Rhizohumin contributed to the growth of grain productivity of the crop depending on the background of mineral nutrition by 6,7–7,6%.

According to experimental data, high efficiency of mineral fertilizers application per unit of active substance payback was observed in the variants with seed treatment with microbiological preparation and split application of nitrogen. The highest payback per unit of active substance in increasing grain yield of peas was when applying a total dose of mineral fertilizers 45 kg/ha of active substance, and amounted to 9,78 kg/kg of active substance. The variant without pre-sowing seed inoculation at a similar rate of fertilizers conceded to this value of 4,67 kg/kg (47,8%). Fractional application of mineral nitrogen and treatment of seeds with nitrogen-fixing microbial preparation improve the payback of fertilizers.

Key words: peas (*Pisum sativum* L.), doses of mineral fertilizers, payback of fertilizers, pre-sowing seed inoculation, yield.

Постановка проблеми. Збільшення виробництва рослинного білка як важливого складника харчових і кормових ресурсів є важливим завданням сучасного сільськогосподарського виробництва. Розв'язання білкової проблеми можливе за рахунок розширення посівів і підвищення продуктивності зернобобових культур, які є джерелом найдешевшого та екологічно безпечного білка, повноцінного за амінокислотним складом [1, с. 3]. Зернобобові культури містять білкових речовин у 1,5–2,0 рази, а деякі і утричі більше, ніж зерно злакових, і забезпечують високий збір перетравного протеїну з одиниці площі [2, с. 38].

Традиційною зернобобовою культурою Лівобережного Лісостепу України є горох (*Pisum sativum* L.), який вирощують як продовольчу і кормову культуру. Зерно гороху характеризується високими поживними якостями і містить до 25% білка, понад 50% крохмалю, а також вітаміни. Горох, як і інші зернобобові культури, володіє унікальною властивістю, зокрема здатністю до біологічної азотфіксації, в результаті якої відбувається нагромадження азоту і органічної речовини, що сприяє покращенню показників родючості ґрунту. Завдяки цьому горох є добрим попередником для більшості сільськогосподарських культур у сівозміні [3, с. 557].

Протягом останніх десятиліть, незважаючи на важливе господарське й агротехнічне значення гороху, в Україні відбулося різке скорочення площ посіву під цією культурою. Серед причин цього варто назвати відносно невисокий рівень урожайності культури в умовах виробництва, зумовлений недостатньою адаптивністю технологій до постійних кліматичних змін, а також з міркувань ринкового характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Головною умовою збільшення валових зборів зерна гороху і покращення показників ефективності його виробництва є розробка та впровадження у виробництво сучасних технологічних заходів підвищення продуктивності культури [4, с. 42; 5, с. 66]. На думку Г.М. Господаренка [6, с. 109], до найбільш дієвих агротехнічних заходів підвищення урожайності та якості зерна гороху відноситься використання добрив. Система удобрення гороху, порівняно із зерновими культурами, має свої особливості, зумовлені здатністю культури фіксувати атмосферний азот завдяки симбіозу кореневої системи із бульбочковими бактеріями та фосфор із малодоступних форм добрив і ґрунту.

Мінеральні добрива є потужним фактором впливу на активізацію продукційного процесу гороху [7, с. 51; 8, с. 98]. У дослідях Л.В. Центилю [9, с. 39] виявлено,

що окупність кожної наступної після $N_{60}P_{60}K_{60}$ норми добрив приростом урожаю знаходиться в межах статистичної похибки. Суттєве збільшення зернової продуктивності культури зафіксовано на фоні післядії органічних добрив. У той же час за результатами досліджень в умовах нестійкого зволоження на чорноземі опідзоленому спостерігалася позитивна реакція рослин гороху на підвищені дози добрив $N_{90}P_{60}K_{80}$ на фоні післядії 20 т гною та $N_{110}P_{70}K_{100}$ на фоні післядії 30 т гною, що забезпечило збільшення урожайності зерна на 0,9 т/га [10, с. 96–97].

Дещо інший характер впливу різних норм добрив виявлено у дослідях на лучно-чорноземному ґрунті, де за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}R_{30}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$ встановлено зниження активності біологічної азотфіксації рослинами гороху на ранніх етапах органогенезу, однак позитивний вплив зазначених вище норм добрив почав виявлятися із фази бутонізації, зокрема активізацією мікробіологічних процесів і підвищенням урожайності гороху на 22,7 та 40,9% [11, с. 144].

За результатами досліджень на Єрастівській дослідній станції ДУ Інститут зернових культур НААН встановлено, що урожайність гороху в умовах Північного Степу України суттєво залежить не лише від фону мінерального живлення, але й від наявності і розподілу ефективних опадів протягом періоду вегетації культури [12, с. 267].

У дослідженнях, які проводилися на чорноземі південному у Причорноморському степу Одеської області, також зафіксовано важливу роль кількості атмосферних опадів та їхнього розподілу в часі на агрономічну ефективність добрив, яка в цих ґрунтово-кліматичних умовах знаходиться в інтервалі від 34,8% до 77,4% залежно від показника ГТК критичного періоду розвитку рослин гороху [13, с. 42]. На підставі аналізу літературних джерел можна констатувати, що актуальним є проведення досліджень, спрямованих на оптимізацію поживного режиму посівів гороху, особливо за суттєвих змін кліматичних умов та розширення спектру матеріально-технічних ресурсів, здатних до більш дієвого впливу на ефективність агротехнологій.

Постановка завдання. Метою досліджень було з'ясувати вплив різних норм добрив, строків їхнього внесення та використання мікробіологічного препарату для передпосівної обробки насіння на рівень реалізації продукційного потенціалу посівів гороху. Дослідження проводили протягом 2015–2017 рр. на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М.І. Вавилова в тимчасовому польовому експерименті.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0–20 см 4,2%, азоту, що гідролізується – 7,85 мг (за Тюрнім і Кононовою), рухомого фосфору – 15,3 мг (за Чириковим), обмінного калію – 21,3 мг на 100 г ґрунту (за Масловою). Реакція ґрунтового розчину слабкокисла, рН сольової витяжки 6,2. Земельна ділянка дослідного поля розташована в зоні помірного континентального клімату, для якої характерна неоднорідність і нестабільність кліматичних умов за роками.

Схема досліду включала контроль без добрив; внесення азотних, фосфорних і калійних добрив у дозах 15–45 кг/га д.р. кожного елемента на фоні оброблення насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін (300 мл на 1 гектарну норму насіння). Усі елементи технології вирощування, крім досліджуваних, загальноприйняті для зони. Повторність польового досліду – триразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Посівна площа ділянки – 100 м², облікова – 80 м². Попередником гороху в досліді була кукурудза на зерно. У досліді висівали сорт

гороху Царевич. Норма висіву – 1,2 млн шт./га схожих насінин. Спосіб сівби – звичайний рядковий.

Для вирішення поставлених завдань потрібно було провести низку спостережень, обліків і аналізів. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком гороху проводили в основні фази росту і розвитку культури згідно з «Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [14, с. 23]. Аналіз структури урожаю проводили за пробними снопами із двох несуміжних повторень. Облік урожайності проводився із кожної ділянки методом суцільного обмолоту комбайном SAMPO-500. Математичний аналіз результатів польових і лабораторних дослідів виконували за допомогою дисперсійного методу [15].

Виклад основного матеріалу дослідження. За даними польового дослідження, проведеного протягом 2015–2017 рр., виявлено рівень реалізації продуктивного потенціалу гороху залежно від суми атмосферних опадів за період вегетації (рис. 1). Для більш об'єктивної оцінки і виключення впливу рівнів удобрення на рис. 1 зазначено показники урожайності гороху на фоні варіанту без добрив та інокулювання насіння. Так, у 2015 році дефіцит опадів у період розвитку генеративних органів гороху спричинив формування порівняно низької як для регіону урожайності культури, яка становила 2,31 т/га.

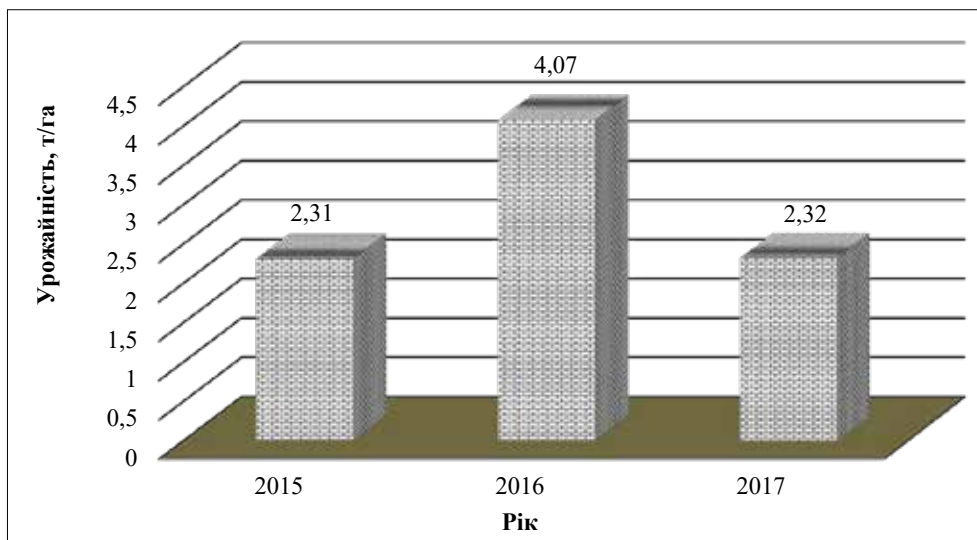


Рис. 1. Урожайність гороху залежно від погодних умов у роки досліджень на варіанті без добрив та інокулювання насіння, 2015–2017 рр., т/га

Вегетаційний період 2016 року характеризувався кращим вологозабезпеченням, що сприяло формуванню урожайності зерна гороху на рівні 4,07 т/га. Досягнутий у 2016 році рівень урожайності перевищував показник 2015 року на 1,76 т/га (76,2%). Найпосушливішим був 2017 рік, коли сума опадів за період вегетації гороху дорівнювала 91,2 мм. Урожайність гороху в цьому році була на рівні 2015 року. Оцінюючи показники варіації показника урожайності гороху за роками, виявлено його високу залежність від умов вологозабезпечення протягом періоду вегетації ($V = 34,9\%$).

Серед завдань наших досліджень було і визначення рівня урожайності гороху за впливу умов мінерального живлення. За результатами досліджень встановлено залежність рівня урожайності гороху від передпосівної обробки насіння і доз добрив (табл. 1). За результатами дисперсійного аналізу з'ясовано, що частка участі цих чинників у формуванні додаткового урожаю зерна культури в середньому за роками досліджень становила 25,7 і 72,2%.

У середньому за 2015–2017 рр. найвища урожайність зерна гороху була сформована на варіанті із внесенням максимальної дози добрив $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (підживлення) на фоні обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін і становила 3,67 т/га. Приріст урожайності порівняно із контролем дорівнював 0,62 т/га (20,3%). За внесення зазначеної вище норми мінеральних добрив одноразово (варіант 5) урожайність культури була нижчою порівняно із роздрібним використанням азоту лише на 0,07 т/га, тобто величину, яка знаходиться в межах НІР.

За внесення мінімальної норми добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$ урожайність гороху зроста порівняно із контролем на 0,23–0,29 т/га (7,9–9,5%). За середньої норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ спостерігалось істотне збільшення урожайності гороху як порівняно із контролем на 0,33–0,39 т/га (11,4–12,8%), так і з мінімальною нормою на 0,1 т/га (3,0–3,2%). Результати досліджень свідчать, що за перенесення частини дози азоту в підживлення у фазі гілкування не досягнуто істотного збільшення урожайності зерна культури, хоча тенденція є позитивною. Встановлено, що приріст урожайності зерна культури від інокулювання насіння перед сівбою мікробіологічним препаратом Ризогумін на фоні мінімальної норми добрив дорівнював 6,7%, а за максимальної – 7,6%.

Таблиця 1

**Вплив елементів технології вирощування на урожайність гороху,
в середньому за 2015–2017 рр., т/га**

№ вар.	Варіант удобрення	Без обробки насіння	Обробка насіння біопрепаратом
1.	Без добрив (контроль)	2,90	3,05
2.	$N_{15}P_{15}K_{15}$	3,13	3,34
3.	$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,23	3,44
4.	$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ (підживлення)	3,27	3,48
5.	$N_{45}P_{45}K_{45}$	3,33	3,60
6.	$N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (підживлення)	3,41	3,67
<i>НІР_{0,95} фактор А (варіанти удобрення)</i>		0,07	
<i>НІР_{0,95} фактор В (способи оброблення насіння)</i>		0,04	
<i>НІР_{0,95} взаємодія факторів АВ</i>		0,10	

На підставі одержаного експериментального матеріалу виявлено перевагу збалансованої системи удобрення рослин, у якій важливе значення має наявність і доступність елементів мінерального живлення у найбільш чутливі до забезпечення поживними речовинами періоди росту і розвитку гороху. Свідченням цього є максимальні показники зернової продуктивності культури на варіантах із обробкою насіння мікробіопрепаратом і роздрібним внесенням азоту.

З огляду на приведені вище результати досліджень важливим є визначення ефективності використання добрив, оскільки різні комбінації елементів живлення та строки їхнього внесення (в основне удобрення чи у підживлення) по-різному впливають на окупність одиниці діючої речовини (далі – д.р.) приростом урожаю.

За експериментальними даними зафіксовано високу ефективність внесення мінеральних добрив за окупністю одиниці діючої речовини на варіантах із обробкою насіння мікробіологічними препаратами і роздрібним внесенням азоту (табл. 2). Так, за внесення сумарної дози добрив 45 кг/га д.р. окупність одиниці діючої речовини приростом урожаю зерна гороху була найвищою і становила 9,78 кг/кг д.р. Варіант без допосівної інокуляції насіння за аналогічної норми добрив поступався за цим показником на 4,67 кг/кг д.в. (47,8%).

За збільшення норми внесення добрив до 90 кг/га д.р. їхня окупність зерном знизилася до 3,67 і 6,0 кг/кг д.р. на необробленому і обробленому біопрепаратом фоні. Максимальна доза добрив (135 кг/га д.р.), внесена одноразово, формувала окупність одиниці діючої речовини приростом урожаю на рівні 3,19 і 5,19 кг/кг, а за часткового роздрібного внесення азоту вона збільшувалася до 3,78 і 5,70 кг/кг д.р., тобто ефективність добрив істотно зростала.

Таблиця 2

Вплив елементів технології вирощування на окупність одиниці діючої речовини добрив прибавкою урожаю, в середньому за 2015–2017 рр., кг/кг д.р.

№ вар.	Варіант удобрення	Без обробки насіння	Обробка насіння біопрепаратом
1.	Без добрив (контроль)	–	–
2.	$N_{15}P_{15}K_{15}$	5,11	9,78
3.	$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,67	6,00
4.	$N_{15}P_{30}K_{30} + N_{15}$ (підживлення)	4,93	7,73
5.	$N_{45}P_{45}K_{45}$	3,19	5,19
6.	$N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (підживлення)	3,78	5,70
	$V, \%$	0,23	0,23

Таким чином, на підставі аналізу результатів із оцінки ефективності використання мінеральних добрив у досліді з позиції їхньої окупності величиною додаткового урожаю встановлена залежність щодо погіршення цих показників від збільшення дози внесених добрив. Покращує віддачу добрив дробове внесення мінерального азоту і обробка насіння азотфіксувальним мікробним препаратом.

Висновки і пропозиції. Отже, за результатами дослідження встановлено істотне варіювання урожайності зерна гороху залежно від забезпеченості періоду вегетації культури атмосферними опадами. Максимальний рівень урожайності гороху 3,67 т/га формується за умови інтенсифікації технології вирощування шляхом внесення добрив у нормі $N_{30}P_{45}K_{45} + N_{15}$ (підживлення) та допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризогумін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф. Наукові основи сталого розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. Вип. 50. 2003. С. 3–10.
2. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Гресь С.А. Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 38–43.
3. Іщенко В.А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України. *Вісник Донецького національного університету. Серія А: Природничі науки*. 2009. Вип. 1. С. 557–561.

4. Чекригін П.М. Результати і перспективи селекції безлисточкових (вусатих) сортів в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. *Селекція і насінництво*. 2003. Вип. 87. С. 42–48.
5. Побережна А.А. Еколого-економічні проблеми світового виробництва зернобобових культур для підвищення білкових ресурсів. *Селекція і насінництво*. Харків, 2005. Вип. 90. С. 66–74.
6. Господаренко Г.М. Удобрення сільськогосподарських культур. К. : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.
7. Еремко Л.С., Гангур В.В., Киричок О.О., Сокирко Д.П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 50–56. DOI: 10.31210/visnyk2019.03.06.
8. Каминский В.Ф., Сокирко Д.П., Гангур В.В., Еремко Л.С. Формирование продуктивности гороха в зависимости от доз, способов внесения минеральных удобрений и предпосевной инокуляции семян в условиях Левобережной Лесостепи Украины. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 1. С. 98–102.
9. Центилю Л.В. Функціонування азотфіксуючого симбіозу та продуктивність гороху за різних рівнів удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 37–42.
10. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту у сівозмінах / за ред. А.С. Заришняка. К. : Аграрна наука, 2015. 208 с.
11. Волкогон В.В., Бердніков О.М., Лопушняк В.І. Екологічні аспекти систем удобрення сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкогона. К. : Аграрна наука, 2019. 264 с.
12. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я., Бочевар О.В., Ільєнко О.В. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2018. Том 2. № 2. С. 267–273. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035>.
13. Бурикiна С.І., Вельвер М.О., Капустiна Г.А. Агронiмiчна ефективнiсть добрив при вирощуваннi гороху в умовах змiн клiмату Причорноморського Степу. *Таврiйський науковий вiсник*. 2020. № 114. С. 33–43. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.5>.
14. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред. В.В. Волкодава. К., 2000. 100 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.