

---

Научная статья  
УДК 635.655:631.8  
EDN GWWUPW

### **Влияние внесения удобрений с дефицитом питательных веществ на урожайность сои и эффективность удобрений**

**Ми Ган**, магистр, младший научный сотрудник

Хэйхэское отделение Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук,  
Национальная наблюдательная и экспериментальная станция Айхуэй за качеством почвы, провинция Хэйлунцзян, Китай

[13555297765@126.com](mailto:13555297765@126.com)

**Аннотация.** С целью дальнейшего изучения наилучшей схемы внесения удобрений для сои в процессе выращивания и ухода за ними, а также повышения эффективности использования питательных веществ, на экспериментальной базе Хэйхэского отделения Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян были проведены эксперименты по внесению удобрений. Результаты испытаний показывают, что существует большая разница в урожайности при обычном способе внесения удобрений и без внесения. Существует большая разница в снижении урожайности при дефиците азота и фосфора по сравнению с обычным способом внесения удобрений, в то время как дефицит калия оказывает относительно небольшое влияние на урожайность, которая снизилась по сравнению с обычным способом внесения удобрений, но очевидной разницы нет. Коэффициент использования каждого питательного вещества, следующий: калий > азот > фосфор. Количество вносимого фосфора велико, но коэффициент использования самый низкий. Из этого можно сделать вывод, что научное применение азотных, фосфорных и калийных удобрений в процессе посадки сои имеет большое практическое значение для повышения урожайности сои, а недостаток азотных и фосфорных удобрений оказывает относительно большое влияние на урожайность сои, а недостаток калийных удобрений оказывает наименьшее влияние на урожайность сои, поэтому использование калийных удобрений может быть соответствующим образом увеличено в процессе посева сои для повышения урожайности сои.

**Ключевые слова:** внесение удобрений, урожайность сои, коэффициент использования удобрений

**Для цитирования :** Ми Ган Влияние внесения удобрений с дефицитом питательных веществ на урожайность сои и эффективность удобрений // Приоритетные вызовы для молодых ученых агропромышленного комплекса : материалы XX междунар. молодёж. форума, (Благовещенск, 17–20 июня 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 13–20.

Original article

**Effect of fertilizer application with nutrient deficiency of nutrients  
on soybean yield and fertilizer efficiency**

**Mi Gang**, Master's Degree, Junior Researcher

Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Aihui National Soil Quality Observation and Experiment Station, Heilongjiang Province, China

[113555297765@126.com](mailto:113555297765@126.com)

**Abstract.** In order to further study the best fertilizer application pattern for soybean during the cultivation and maintenance process, and to improve the efficiency of nutrient utilization, fertilizer application experiments were conducted at the experimental base of Heihe Branch of Heilongjiang Provincial Academy of Agricultural Sciences. The results of the tests show that there is a big difference in yield with the conventional fertilizer application method and without fertilizer application. There is a big difference in yield reduction under nitrogen and phosphorus deficiency compared with the conventional fertilization method, while potassium deficiency has a relatively small effect on yield, which decreased compared with the conventional fertilization method, but there is no obvious difference. The utilization ratio of each nutrient is as follows: potassium>nitrogen>phosphorus. The amount of phosphorus applied is high, but the utilization rate is the lowest. From this it can be concluded that the scientific application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers in soybean planting process has great practical significance to increase soybean yield, and the lack of nitrogen and phosphorus fertilizers has a relatively large effect on soybean yield, and the lack of potassium fertilizers has the least effect on soybean yield, so the use of potassium fertilizers can be appropriately increased in soybean planting process to increase soybean yield.

**Keywords:** fertilizer application; soybean yield; fertilizer use ratio

**For Citation :** Mi Gan Vliyanie vneseniya udobreniy s defitsitom pitatel'nykh veshchestv na urozhaynost' soi i effektivnost' udobreniy [Effect of fertilizer application with nutrient deficiency of nutrients on soybean yield and fertilizer efficiency]. *Prioritetnye vyzovy dlya molodykh uchenykh agropromyshlennogo kompleksa : materialy XX mezhdunar. molodezh. foruma*, (Blagoveshchensk, 17–20 iyunya 2024 g.). Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. pp. 13–20. (in Russ.).

Китай является родиной сои, а провинция Хэйлунцзян – основной производственной базой сои. Поэтому рациональное использование таких удобрений, как N, P и K, является важным способом повышения урожайности сои и улучшения ее качества. Данные показывают, что урожайность высокомасличных соевых бобов повышается с увеличением количества

использования удобрений [1]. Однако длительное необоснованное внесение удобрений привело к дисбалансу в соотношении питательных веществ азота, фосфора и калия в почве [2], что привело к снижению использования удобрений и дисбалансу в семеноводстве, что также нанесло большой ущерб почвенной среде. В реальном сельскохозяйственном производстве необходимо правильно использовать удобрения, оптимизировать количество и соотношение внесения удобрений и использовать наиболее экономичную формулу внесения удобрений, чтобы получить максимальный эффект от увеличения производства. В то же время необходимо повысить коэффициент использования удобрений, чтобы по-настоящему достичь цели при экономии удобрений, увеличить производство и при уменьшении расходов, увеличить доход. В этом исследовании сорт Хэйхэ 43 был использован в качестве экспериментального материала для дальнейшего изучения влияния урожайности сои и применения удобрений при различных режимах внесения удобрений.

### **Материалы и методы испытаний**

**Обзор испытательного полигона.** Это исследование было выбрано для проведения на опытной базе Хэйхэского филиала Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян. Тип почвы – темно-коричневая почва с эффективным слоем обработки почвы более 25 см. Содержание органического вещества в почве, общего азота, общего фосфора, общего калия, щелочного азота, эффективного фосфора и быстродействующий калий составляют 39,6 г/кг, 2,5 г/кг, 1,34 г/кг, 21,3 г/кг, 224,8 мг/кг, 24,1 мг/кг, 156,9 г/кг, а значение pH почвы составляет 5,92. Сорт сои – Хэйхэ 43. Испытуемое удобрение – азотное удобрение, мочевины, с содержанием чистого азота 46 %; фосфорное удобрение – суперфосфат с содержанием пятиоксида фосфора 12 %; калийное удобрение – хлорид калия с содержанием оксида калия 60 %.

**Проект эксперимента.** В этом эксперименте было задействовано в общей сложности 5 процессов, которые были обозначены как обработка 1 (СК), обработка 2 (NPK), обработка 3 (PK), обработка 4 (NK) и обработка 5 (NP). Количество удобрений, внесенных за одну обработку, указано в таблице 1.

**Таблица 1 – Количество внесённых удобрений в каждой обработке (kg/hm<sup>2</sup>)**

Обработка	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Обработка 1 (СК)	0	0	0
Обработка 2 (NPK)	62.5	71.8	30.3
Обработка 3 (PK)	0	71.8	30.3
Обработка 4 (NK)	62.5	0	30.3
Обработка 5 (NP)	62.5	71.8	0

В ходе эксперимента было проведено в общей сложности 5 обработок, которые повторялись трижды. Они были расположены случайными блоками длиной 5 метров и площадью в четыре ряда. Общая площадь составляла 13 квадратных метров, а количество саженцев – 350 000 шт на гектар. Были применены три режима посадки. В процессе посева сои, в дополнение к различным объемам внесения удобрений при каждой обработке, управление другими процессами выращивания осуществляется последовательно и под наблюдением специалиста. В процессе внесения удобрений азотные, фосфорные и калийные удобрения используются в качестве базовых и вносятся в поле сразу.

**Исследование проекта.** После сбора урожая экспериментальной сои агрономические характеристики и урожайность растений регистрировались отдельно в каждой ячейке. В соответствии с принципом случайности из каждой ячейки отбирали по 1 кг сои для определения содержания питательных веществ – азота, фосфора и калия. Выбран метод определения азота по Кьельдалю для дальнейшего определения общего содержания азота, ванадий-молибденовый желтый колориметрический метод для определения общего содержания фосфора и пламенную фотометрию для определения общего

содержания калия.

**Статистика данных.** Выбрана программа Excel 2003 для сбора данных и составления таблиц, а также SPSS26.0 для анализа значимости объема внесения удобрений и урожайности. Коэффициент использования азота (фосфора, калия) =  $100\% \times (\text{накопление азота растениями в почве в зоне внесения азота (фосфора, калия)} - \text{накопление азота (фосфора, калия) растениями в почве в пустой зоне}) / \text{количество внесенного азота (фосфора, калия)}$  [3].

**Результаты.** Влияние различных обработок удобрениями на показатели урожайности сои показано в таблице 2. Урожайность при первой обработке (СК) является самой низкой, что значительно отличается от других обработок; урожайность при четвертой обработке (НК) немного выше, чем при первой, и также имеются существенные различия по сравнению с другими видами обработки; эффективность второй обработки (NPK), третьей обработки (PK) и пятой обработки (NP) значительно выше, чем у первой и четвертой обработок, но существенной разницы между этими тремя видами обработки нет. В сочетании с приведенными выше показателями урожайности можно видеть, что влияние на урожайность сои при различных режимах внесения удобрений относительно велико. Среди них фосфорные удобрения оказывают наиболее значительное влияние на урожайность сои. По сравнению с обычным внесением удобрений влияние азотных и калийных удобрений на урожайность сои незначительно, а калийные удобрения оказывают наименьшее влияние на урожайность.

**Таблица 2 – Влияние внесения удобрений на урожайность**

Обработка	Высота растения, см	Количество зерен на растении, шт	Вес ста зерен, g	Урожайность, My kg
Обработка 1 (СК)	75.2	42.2	17.1	128.3a
Обработка 2 (NPK)	91.5	69.5	21.3	169.3c
Обработка 3 (PK)	88.7	64.7	20.2	157.9c
Обработка 4 (NK)	83.1	51.2	19.5	134.4b
Обработка 5 (NP)	80.1	63.9	20.3	154.6c

Примечание: Строчные буквы в конце данных указывают на значимость разницы в сравнении ( $P < 0.05$ )

**Коэффициент использования питательных веществ сои при различных способах внесения удобрений.** После сбора урожая сои, определяя содержание общего азота, фосфора и калия в растениях и зерне сои при различных режимах обработки удобрениями, можно рассчитать коэффициент использования азота, фосфора и калия в удобрениях, который составляет 38,6 %, 17,9 %, 35,1 %. Из этого можно сделать вывод, о том, что соя обладает самой высокой эффективностью использования азота и самой низкой эффективностью использования фосфора. Если в процессе внесения удобрений поступление фосфора будет недостаточным, это, вероятно, повлияет на урожайность сои.

**Обсуждение.** Результаты этого исследования показывают, что при различных способах внесения удобрений недостаток элементарных удобрений в разной степени влияет на урожайность сои, в то время как недостаток калийных удобрений оказывает наименьшее влияние на урожайность сои. Поскольку корневище сои способно фиксировать азот, из результатов испытаний видно, что недостаток азотных удобрений оказывает незначительное влияние на урожайность. Разница между отсутствием калийных удобрений или отсутствием азотных удобрений незначительна по сравнению с обычными удобрениями. Фосфорные и азотные удобрения являются важными факторами, влияющими на урожайность сои. Среди них наибольшее влияние оказывает

фосфор. Как только количество фосфора будет недостаточным, это повлияет на урожайность сои. Конечно, это всего лишь результат годичного теста, и речь идет о сое, выращенной на кукурузной стерне. Для подтверждения этого результата необходимо дальнейшее исследование.

**Влияние различных способов внесения удобрений на усвоение питательных веществ соевыми бобами.** Результат эксперимента показал, что коэффициент использования соевыми бобами азота, фосфора и калия составляет  $N > K_2O > P_2O_5$ . Выбранные сорта сои обладают самой низкой эффективностью использования фосфора, и недостаток фосфора окажет большее влияние на урожайность. Фосфор на стадии роста растений сои является важным компонентом цитоплазмы, ядра и различных ферментов сои. Недостаток фосфора окажет определенное влияние на формирование качества сои. Корни сои обладают способностью фиксировать азот. В случае недостаточного поступления азот может быть зафиксирован из воздуха, но недостаточное поступление азотных удобрений также повлияет на рост растений и скажется на урожайности сои. Таким образом, благодаря дальнейшему анализу использования различных питательных веществ на стадиях роста сои можно определить наилучшее соотношение питательных веществ и заложить прочную основу для научно обоснованного внесения удобрений.

***Заключение.** Благодаря изучению влияния азотных, фосфорных и калийных удобрений на урожайность и качество сои, можно получить научное руководство по внесению удобрений. Точное внесение удобрений может поддерживать и улучшать биологические свойства почвы, повышать ее плодородие, способствовать качеству и росту урожая. Правильное сочетание азотных, фосфорных и калийных удобрений может в различной степени повысить урожайность сои.*

### **Список источников**

1. Фэн Лицзюань, Чжу Хондэ, Юй Хунцзю и др. Влияние сорта, плотности и внесения удобрений на урожайность и качество высокомасличных соевых бобов // Наука о сое. 2007. (2). С. 158–162.
2. Цзи Цзинхун, Ли Юйин, Лю Шуанцюань и др. Влияние сбалансированного внесения удобрений на урожайность кукурузы, эффективность и поступление питательных веществ в систему почва – культура // Китай «Почва и удобрения». 2010. № 228(04). С. 37–41.
3. Лю Гохуэй, Цзоу Вэньсю, Ван Вэй и др. Исследование коэффициента использования удобрений для кукурузы и сои в центрально-черноземной зоне // Почва и сельскохозяйственные культуры. 2021.10(03). С. 324–332.

### **References**

1. Fen Litszyuan', Chzhu Khonde, Yuy Khuntszyu i dr. Vliyanie sorta, plotnosti i vneseniya udobreniy na urozhaynost' i kachestvo vysokomaslichnykh soevykh bobov [Effect of variety, density and fertilizer application on yield and quality of high oilseed soybeans]. *Nauka o soe*. 2007;(2):158–162.
2. Tszu Tszinkhun, Li Yuyin, Lyu Shuantsyuan' i dr. Vliyanie sbalansirovannogo vneseniya udobreniy na urozhaynost' kukuruzy, effektivnost' i postuplenie pitatel'nykh veshchestv v sistemu pochva – kul'tura [Effect of balanced fertilizer application on maize yield, efficiency and nutrient supply to the soil-crop system]. *Kitay «Pochva i udobreniya»*. 2010;228(04):37–41.
3. Lyu Gokhuey, Tszou Ven'syu, Van Vey i dr. Issledovanie koeffitsienta ispol'zovaniya udobreniy dlya kukuruzy i soi v tsentral'no-chernozemnoy zone [Effect of balanced fertilizer application on maize yield, efficiency and nutrient supply to the soil-crop system]. *Pochva i sel'skokhozyaystvennye kul'tury*. 2021;10(03):324–332.

© Ми Ган, 2024

Статья поступила 03.06.2024; одобрена после рецензирования 12.08.2024; принята к публикации 27.09.2024.

The article was submitted 03.06.2024; approved after reviewing 12.08.2024; accepted for publication 27.09.2024.