

УДК 631.8.022.3:631.31/37

В. Н. Босак¹, О. Н. Минюк²

¹ Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Свердлова, 13а, 220006 Минск, Республика Беларусь, +375 (29) 704 95 12, bosak1@tut.by

² Учреждение образования «Полесский государственный университет», Министерство образования Республики Беларусь, ул. Днепровской флотилии, 23, 225710 Пинск, Республика Беларусь, +375 (44) 513 10 93, minola86@mail.ru

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКА БОБОВ ОВОЩНЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Рассмотрены результаты исследований по влиянию минеральных и бактериальных удобрений на урожайность семян, содержание критических и незаменимых аминокислот в семенах, содержание и биологическую ценность белка бобов овощных (*Vicia faba* L. var. *major* Harz) на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Внесение минеральных удобрений в исследованиях увеличило урожайность семян бобов овощных сорта Белорусские на 10,1—14,3 ц/га при максимальной урожайности семян 106,1 ц/га и содержании сырого протеина 19,7% в варианте с внесением $N_{50}P_{40}K_{90}$.

Белок бобов овощных по содержанию незаменимых аминокислот соответствовал рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ).

Ключевые слова: бобы овощные, аминокислоты, белок, биологическая ценность, урожайность, минеральные удобрения, Фитостимифос.

Табл. 2. Библиогр.: 15 назв.

V. N. Bosak¹, O. N. Minyuk²

¹ Belarusian State Technological University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 13a, Sverdlova st., 220006 Minsk, Belarus, +375 (29) 704 95 12, bosak1@tut.by

² Polesky State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 23, Dnieper flotilla st., 225710 Pinsk, Belarus, +375 (44) 513 10 93, minola86@mail.ru

AMINO ACIDS COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN OF VEGETABLE BEANS ON USING FERTILIZERS

The article presents the results of research of the influence of fertilizers on the seeds yield, content of limited and essential amino acids, content and composition of protein of vegetable beans (*Vicia faba* L. var. *major* Harz) on sod-podzolic loamy sandy soil.

Application of mineral fertilizers increased seed yield of vegetable beans Belorusskiye cultivar by 1.01—1.43 tha^{-1} yield with the best record 10.61 tha^{-1} and crude protein 19.7% in options with $N_{50}P_{40}K_{90}$.

The content of essential amino acids in the protein of seeds of vegetable beans corresponded to the recommended standards of Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (FAO/WHO).

Key words: vegetable beans, amino acids, protein, biological value, productivity, mineral fertilizers, phytostimifos.

Table 2. Ref.: 15 titles.

Введение. Бобы овощные (*Vicia faba* L. var. *major* Harz) являются ценной продовольственной культурой, имеющей также важное агротехническое значение в овощных севооборотах. Бобы овощные используют в пищу в виде зелёных бобов, недозрелых семян и созревших сухих семян для приготовления различных блюд и консервирования, применяют в народной медицине. В семенах бобов содержится много белка, в котором присутствуют все необходимые организму аминокислоты, витамины А, В₁, В₂, С, РР, углеводы, органические кислоты, липиды. Бобы могут быть превосходной кулисной культурой [1—3].

В настоящее время в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь для использования в сельскохозяйственном производстве внесено 6 сортов бобов овощных: Белорусские (1950 г.), Карамзин (2003 г.), Янкель белый (2003 г.), Юстин (2011 г.), Симона (2013 г.), Ратибор (2013 г.) [4].

Наряду с другими приёмами агротехники, применение удобрений способствует получению высоких и устойчивых урожаев товарной продукции овощных культур, в том числе и бобов овощных [3; 5; 6].

Кроме минеральных и органических удобрений, в земледелии Беларуси в последнее время широко применяют бактериальные препараты, которые обеспечивают повышение продуктивности за счёт биологической (микробной) мобилизации основных элементов минерального питания, стимуляции роста, а также выполняют фитосанитарные функции, повышая устойчивость растений к корневым инфекциям. Применение бактериальных удобрений создаёт также условия для экономии минеральных удобрений, что выгодно как экономически, так и экологически [7; 8].

Наиболее остро в Беларуси стоит вопрос об эффективности использования ресурсов фосфора, учитывая зависимость нашей страны от импорта минерального фосфатсодержащего сырья и готовых фосфорных удобрений. Дерново-подзолистые почвы, преобладающие в нашей стране, содержат от 0,06 (песчаные) до 0,16% (суглинистые) валового фосфора. При этом большая его часть представлена в виде труднодоступных органических и минеральных соединений. Сельскохозяйственные культуры используют лишь небольшую часть подвижных почвенных фосфатов, устойчивость и доступность которых зависит от кислотности почвы, активности разных катионов (прежде всего Ca, Mg, Al, Fe), применения удобрений, известкования и ряда других факторов [8].

Использование фосфатмобилизующих бактериальных препаратов, в частности, биопрепарата Фитостимифос, позволяет восполнить недостающее количество фосфора при возделывании культурных растений [8; 9].

Важнейшей качественной характеристикой овощных культур, в том числе и бобов овощных, является содержание и состав белка. Жизненно важное значение белков обусловлено большим разнообразием их физико-химических свойств и биологических функций [1; 5; 10—12].

Цель исследования — установить влияние минеральных удобрений и бактериального препарата Фитостимифос на аминокислотный состав и биологическую ценность белка бобов овощных сорта Белорусские.

Методология, методы и организация исследования. Исследования по изучению влияния применения удобрений на аминокислотный состав и биологическую ценность белка бобов овощных сорта Белорусские проводили в полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве в Пинском районе Брестской области в 2009—2014 годах.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} — 5,9—6,2, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) — 170—180 мг / кг, K_2O (0,2 М HCl) — 220—240 мг / кг, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) — 2,0—2,3%, бора (H_2O) — 0,5—0,6 мг / кг, меди (1 М HCl) — 1,5—1,7 мг / кг, цинка (1 М HCl) — 4,1—4,3 мг / кг, марганца (1 М KCl) — 0,4—0,6 мг / кг, молибдена (аксалатный буфер) — 0,08—0,09 мг / кг почвы (индекс агрохимической окультуренности 0,92).

Схема опыта предусматривала контрольный вариант без применения удобрений, варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения $N_{30-50}P_{40}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), а также вариант с инокуляцией семян в день посева биопрепаратом Фитостимифос (2,5 л / га + 10 л H_2O) на фоне $N_{30}P_{40}K_{90}$.

Основа ростостимулирующего и фосфатмобилизующего биопрепарата Фитостимифос — штамм *Agrobacterium radiobacter* 2258 СМФ, осуществляющий микробиологический перевод труднорастворимых фосфатов почвы и удобрений в доступные растениям соединения (ТУ РБ 100289066.022-2002, номер государственной регистрации 014876/01).

Агротехника возделывания бобов овощных — общепринятая для Республики Беларусь. Учёт урожая — сплошной поделяночный. Содержание аминокислот в семенах определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе Chromospek, содержание и биологическую ценность белка — согласно утверждённым методикам [11; 13—15].

Результаты исследования и их обсуждение. В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение удобрений оказало влияние на содержание важнейших аминокислот в семенах бобов овощных сорта Белорусские (таблица 1).

Применение минеральных удобрений увеличило содержание незаменимых аминокислот (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин) в семенах с 63,1 до 67,5—67,9, критических аминокислот (лизин, треонин, метионин) — с 15,9 до 16,8—17,5 г / кг семян с лучшими показателями в варианте с применением $N_{50}P_{40}K_{90}$.

Инокуляция семян овощных бобов биопрепаратом Фитостимифос в большей мере сказалась на увеличении содержания такой важнейшей аминокислоты, как лизин, содержание которой увеличилось до 8,2 г / кг семян.

Наибольшая концентрация критических аминокислот — 90,7 мг / г — в белке бобов овощных сорта Белорусские отмечена в варианте с применением биопрепарата Фитостимифос в сочетании с $N_{50}P_{40}K_{90}$, незаменимых аминокислот — 353,3 мг / г — в варианте с внесением $N_{50}P_{40}K_{90}$.

Следует отметить, что содержание аминокислот в белке бобов овощных несколько отличалось от содержания аминокислот в семенах, что связано с более высокими темпами повышения содержания белка в семенах в вариантах с увеличением доз азотных удобрений в сравнении с ростом в данных вариантах количества аминокислот [11].

Содержание белков и аминокислот в зерне представляет важный показатель его пищевой и кормовой ценности. Однако питательная ценность зерна зависит и от того, какая доля из них способна усваиваться организмом. Помимо технологических особенностей, питательная ценность белкового комплекса зерна определяется его физико-химическими свойствами, а также соответствием аминокислотного состава белка составу тех белков, на построение которых он используется в организме человека или животных. Содержание и степень использования поступающих в организм аминокислот характеризует их биологическую ценность [10—12].

Для расчёта биологической ценности белка применяют биологические и расчётные методы. При расчёте биологической ценности продуктов питания и кормов сравнивают состав и содержание

Т а б л и ц а 1. — Влияние удобрений на аминокислотный состав бобов овощных

T a b l e 1. — Influence of fertilizers on amino acids composition of vegetable beans

Вариант	Лизин*	Треонин*	Метионин*	Валин	Изолейцин	Лейцин	Фенилаланин	Сумма* критических аминокислот	Сумма незаменимых аминокислот
<i>Содержание, г / кг семян</i>									
Контроль	6,9	6,8	2,2	12,4	10,5	16,1	8,2	15,9	63,1
$N_{30}P_{40}K_{90}$	7,6	6,9	2,3	13,2	11,4	17,6	8,5	16,8	67,5
Фитостимифос + $N_{30}P_{20}K_{90}$	8,2	7,2	2,1	12,9	11,3	16,8	8,3	17,5	66,8
$N_{50}P_{40}K_{90}$	7,8	7,5	2,2	12,9	11,6	17,5	8,4	17,5	67,9
НСП ₀₅	0,4	0,4	0,1	0,6	0,6	0,9	0,4	—	—
<i>Содержание, мг / г белка</i>									
Контроль	38,5	38,0	12,3	69,3	58,7	89,9	45,8	88,8	352,5
$N_{30}P_{40}K_{90}$	39,8	36,1	12,0	69,1	59,7	92,1	44,5	87,9	353,3
Фитостимифос + $N_{30}P_{20}K_{90}$	42,5	37,3	10,9	66,8	58,5	87,0	43,0	90,7	346,0
$N_{50}P_{40}K_{90}$	39,6	38,1	11,2	65,5	58,9	88,8	42,6	88,9	344,7
НСП ₀₅	2,0	1,9	0,6	3,4	3,0	4,5	2,2	—	—

Примечание. Знаком * отмечены критические аминокислоты.

аминокислот их белков с содержанием аминокислот в эталонных белках (белок куриного яйца или «эталонный белок» ФАО/ВОЗ).

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве удобрения оказали определённое влияние на биологическую ценность белка бобов овощных сорта Белорусские, рассчитанную методами «химического числа» и «аминокислотного сора» (таблица 2).

По содержанию критических аминокислот белок семян бобов овощных сорта Белорусские на 70,9—72,1% соответствовал «эталонному белку» ФАО/ВОЗ, а по содержанию незаменимых аминокислот даже несколько превышал рекомендованные показатели (105,8—108,7%).

Применение удобрений несколько снижало биологическую ценность белка в семенах бобов овощных, однако увеличивало урожайность семян на 10,1—14,3 ц / га, содержание белка — на 1,2—1,8% с максимальными показателями в варианте с внесением $N_{50}P_{40}K_{90}$ (урожайность семян — 106,1 ц / га, содержание белка — 19,7%).

Лимитирующей аминокислотой в белке бобов овощных сорта Белорусские оказался метионин, количество которого составило 45,4—51,3% от рекомендованных нормативов ФАО/ВОЗ.

Заключение. В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение минеральных и бактериальных удобрений увеличило урожайность, содержание сырого протеина и незаменимых аминокислот в семенах бобов овощных.

Лучшие показатели продуктивности получены в вариантах с внесением в предпосевную культивацию $N_{50}P_{40}K_{90}$: урожайность семян — 106,1 ц / га, содержание сырого протеина — 19,7%, содержание незаменимых аминокислот — 67,9 г / кг семян.

Белок бобов овощных по содержанию незаменимых аминокислот (105,8—108,7%) соответствовал рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ).

Список цитируемых источников

1. Минюк О.Н. Приёмы возделывания фасоли овощной и бобов овощных на дерново-подзолистой супесчаной почве. Жодино. 2015. 22 с.
2. Попков В.А. Овощеводство Беларуси. Минск: Наша идея, 2011. 1088 с.
3. Босак В.Н., Скорина В.В., Минюк О.Н. Влияние удобрений и сортовых особенностей на урожайность и качество овощных бобов // Овощеводство. 2012. Т. 20. С. 25-32.
4. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь. Минск, 2015. 292 с.
5. Босак В.Н. Оптимизация питания растений. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. 203 с.
6. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В.В. Скорина [и др.]. Минск: БГТУ, 2012. 16 с.
7. Алещенкова З.М. Микробные удобрения как неотъемлемый элемент экологического земледелия // Наше сельское хозяйство. 2011. № 2. С. 8-15.

Т а б л и ц а 2. — Влияние удобрений на биологическую ценность белка бобов овощных

T a b l e 2. — Influence of fertilizers on biological value of protein of vegetable beans

Вариант	Семена, ц / га	Белок, %	Биологическая ценность белка, %			
			Химическое число		Аминокислотный скор	
			критические аминокислоты	незаменимые аминокислоты	критические аминокислоты	незаменимые аминокислоты
Контроль	91,8	17,9	55,0	85,3	72,1	108,7
$N_{30}P_{40}K_{90}$	101,9	19,1	54,0	85,2	70,9	108,4
Фитостимифос + + $N_{30}P_{20}K_{90}$	102,1	19,3	55,2	83,5	72,0	106,2
$N_{50}P_{40}K_{90}$	106,1	19,7	54,6	83,3	71,3	105,8
НСП ₀₅	4,3	0,8	—	—	—	—

8. Босак В.Н. Применение бактериальных препаратов при возделывании зернобобовых культур // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь. 2015. Вып. 17. С. 46-52.
9. Применение diaзотрофных и фосфатмобилизующих бактериальных препаратов при возделывании основных сельскохозяйственных культур / П.А. Саскевич [и др.]. Горки: БГСХА, 2003. 26 с.
10. Босак В.М. Біялагічная каштоўнасць азімых збожжавых культур у залежнасці ад умоў жыўлення // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. 2006. № 2. С. 60-63.
11. Рекомендации по определению биологической ценности белка / И.М. Богдевич [и др.]. Минск, 2005. 14 с.
12. Bosak V. Smeyanovich A. Biologischer Wert des Winterweizens in Abhängigkeit vom Düngungs niveau // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. 2004. Nr. 104. S. 13-14.
13. Агрохимия: практикум / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 368 с.
14. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сб. отраслевых регламентов. Минск: Беларус. навука, 2010. 520 с.
15. Чаховский И.А., Новиков П.Г. Методические рекомендации по биологической оценке продовольственного зерна. М., 1982. 23 с.

References

1. Minyuk O.N. Priyemy vzdelyvaniya fasoli ovoshchnoy i bobov ovoshchnykh na dernovo-podzolistoj supeschanoj pochve [Methods of cultivation of green beans and vegetable beans on the sod-podzolic loamy sandy soil]. Zhodino, 2015, 22 p. (in Russian).
2. Popkov V.A. Ovoshchevodstvo v Belarusi [Vegetable farming in the Republic of Belarus]. Minsk, Nasha ideya, 2011. 1088 p. (in Russian).
3. Bosak V.N., Skorina V.V., Minyuk V.N. Vliyanie udobrenij i sortovykh osobennostej na urozhajnost i kachestvo ovoshchnykh bobov [Influence of fertilizers and varietal characteristics on yield and quality of vegetable beans]. *Ovoshchevodstvo* [Vegetable farming], 2012, vol. 20, pp. 25-32 (in Russian).
4. Gosudarstvennyj reestr sortov i drevesno-kustarnikovykh porod Respubliki Belarus [State register of varieties and trees and shrubs of the Republic of Belarus]. Minsk, 2015, 292 p. (in Russian).
5. Bosak V.N. Optimizaciya pitaniya rastenij [Optimization of plant nutrition]. Saarbruecken, Lambert Academic Publishing, 2012, 203 p. (in Russian).
6. Skorina V.V., Kupreenkij N.P., Bosak V.N. et al. Primenenie udobrenij pri vosdelyvanii ovoshchnykh kultur [Fertilizer application in the cultivation of vegetable crops]. Minsk, BSTU, 2012, 16 p. (in Russian).
7. Aleshchenkova Z.M. Mikrobnye udobreniya kak neotemlemyj element ekologicheskogo zemledeliya [Microbial fertilizers as an integral part of organic agriculture]. *Nashe selskoe khozyajstvo* [Our agriculture], 2011, no. 2, pp. 8-15 (in Russian).
8. Bosak V.N. Primenenie bakterialnykh preparatov pri vzdelyvanii zernobobovykh kultur [Application of bacterial preparations in the cultivation of grain leguminous plants]. *Nauchnye trudy Akademii pri Presidente Respubliki Belarus* [Academy s Research Volumes], 2015, vol. 17, pp. 46-52 (in Russian).
9. Saskevich P.A., Petrenko V.I., Kakshinzev A.V. et al. Primenenie diazotrofnych i fosfatmobilizuyushchikh bakterialnykh preparatov pri vzdelyvanii osnovnykh selskokhozyajstvennykh kultur [Application of diazotrophic and phosphate-bacterial agents in the cultivation of basic crops]. Gorki, BSSA, 2003, 26 p. (in Russian).
10. Bosak V.M. Biyalagichnaya kashtounasc azimyykh zbozhzhavykh kultur u zalezhnasci ad umou zhyulennya [Biological value of winter cereals in dependence of nutritional conditions]. *Vesti Natsyanalnay akademii navuk Belarusi. Seriya agrarnykh navuk* [Proc. of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agrarian Sciences], 2006, no. 2, pp. 60-63 (in Belarusian).
11. Bogdevich I.M., Lapa V.V., Bosak V.N. et al. Rekomendacii po opredeleniyu biologicheskoy cennosti belka [Recommendations on determination of biological value of protein of agricultural crops]. Minsk, 2005, 14 p. (in Russian).
12. Bosak V., Smeyanovich A. Biologischer Wert des Winterweizens in Abhängigkeit vom Düngungs niveau [Biological value of winter wheat depending on fertilizer application]. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* [Bulletin of German Soil Science Society], 2004, no. 104, pp. 13-14 (in Germany).
13. Vildflush I.R., Kukresh S.P., Persikova T.F. et al. Agrokimiya: praktikum [Agrichemistry: practicum]. Minsk, IVC Minfina, 2010, 368 p. (in Russian).
14. Organizacionno-tekhnologicheskie normativy vzdelyvaniya ovoshchnykh, plodovykh, yagodnykh kultur i vyrashchivaniya posevnogo materiaka: sbornik otraslevykh reglamentov [Organizational and technological standards of cultivation of vegetable, fruit and small-fruit crops and cultivation seeds: a collection of industry regulations]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2010, 520 p. (in Russian).
15. Chakhovskij I.A., Novikov P.G. Metodicheskie rekomendacii po biologicheskoy ocenke prodovolstvennogo zerna [Methodological recommendations for the biological evaluation of food grain]. Moscow, 1982, 23 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 23.03.2016.

Резюме

V. N. Bosak¹, O. N. Minyuk²

¹ Belarusian State Technological University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 13a, Sverdlova st.,
220006 Minsk, Belarus, +375 (29) 704 95 12, bosak1@tut.by

² Polesky State University, Ministry of Education of the Republic of Belarus, 23, Dnieper flotilla st.,
225710 Pinsk, Belarus, +375 (44) 513 10 93, minola86@mail.ru

**AMINO ACIDS COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN
OF VEGETABLE BEANS ON USING FERTILIZERS**

The article presents the results of research of the influence of fertilizers on the seeds yield, content of limited and essential amino acids, content and composition of protein of vegetable beans (*Vicia faba* L. var. major Harz) on sod-podzolic loamy sandy soil.

The research has shown that application of mineral fertilizers increased seed yield of vegetable beans Belorusskiye cultivar by 1.01—1.43 t ha⁻¹ yield with the best record 10.61 t ha⁻¹ and crude protein 19.7% in options with N₅₀P₄₀K₉₀.

The content of essential amino acids in the protein of seeds of vegetable beans corresponded to the recommended standards of Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization (FAO/WHO).