

УДК 631.8.022.3: 631.31/37

В.Н. Босак, д-р с.-х. наук, професор

Белорусский государственный технологический университет
(Минск, Республика Белоруссия)

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКА БОБОВЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Внесение удобрений в исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве способствовало увеличению содержания критических и незаменимых аминокислот в зерне бобовых овощных культур (соя (*Glycine max* (L.) Merr.), фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.), бобы овощные (*Vicia faba* L. var. *major* Harz)).

Лучшим по сбалансированности аминокислотного состава и биологической ценности белка оказалось зерно бобов овощных и сои, белок которых по содержанию незаменимых аминокислот соответствовал рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ).

Ключевые слова: белок, аминокислотный состав, биологическая ценность, соя, фасоль овощная, бобы овощные.

Введение. На земном шаре насчитывается более 1200 овощных растений, принадлежащих к 78 ботаническим семействам. Примерно половина из них находится в культуре, а остальные произрастают в дикорастущем состоянии.

В Республике Беларусь в культуре более 100 видов овощных растений, из которых наиболее широко возделывается около 70 [10]. Среди овощных культур чаще всего возделывают горох овощной (*Pisum sativum* L.), фасоль овощную (*Phaseolus vulgaris* L.), бобы овощные (*Vicia faba* L. var. *major* Harz), чечевицу (*Lens culinaris* Medik.) и сою (*Glycine max* (L.) Merr.).

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь по состоянию на 30.12.2014 г. внесено 2 сорта фасоли обыкновенной, 52 сорта фасоли овощной, 6 сортов бобов овощных, 78 сортов гороха овощного и 16 сортов сои [4].

Важнейшей качественной характеристикой овощных культур, в т.ч. и бобовых, является содержание и состав белка. Жизненно важное значение белков обусловлено большой разнообразностью их физико-химических свойств и биологических функций [2, 3, 6, 13].

Цель исследования – изучить аминокислотный состав и биологическую ценность белка бобовых овощных культур (соя, фасоль овощная, бобы овощные) в зависимости от применения минеральных удобрений.

Методика исследования. Исследования по изучению влияния

применения удобрений на аминокислотный состав и биологическую ценность сои сорта Припять, фасоли овощной сорта Магура и бобов овощных сорта Белорусские проводили в полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве в Пинском районе Брестской области в 2008–2014 гг.

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, а также варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения $N_{30-50}P_{40}K_{90}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий).

Агротехника возделывания бобовых овощных культур – общепринятая для Республики Беларусь. Учет урожая – сплошной поделяночный. Содержание аминокислот в семенах определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе «Chromospek», содержание и биологическую ценность белка – согласно утвержденным методикам [1, 6, 8, 9, 12, 14].

Результаты исследования. В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение удобрений оказало определенное влияние на урожайность и качество сои, фасоли овощной и бобов овощных (табл. 1–2).

Применение минеральных удобрений увеличило урожайность семян сои на 13,0–17,8 ц/га, фасоли овощной – на 9,5–14,4 ц/га, бобов овощных – на 10,1–14,3 ц/га с лучшими показателями урожайности в вариантах с внесением $N_{50}P_{40}K_{90}$: соответственно 30,2, 47,3 и 106,1 ц/га.

Содержание белка в семенах зависело как от применения удобрений, так и от биологических особенностей возделываемых культур. Наибольшее содержание сырого белка отмечено в семенах сои – 25,6–31,5 %; в семенах фасоли содержание сырого белка составило 20,4–23,7 %, в семенах бобов овощных – 17,2–19,7 %.

Сбор белка зависит как от его содержания в семенах, так и от общей урожайности. В наших исследованиях максимальный сбор белка получен в посевах бобов овощных – 1357,9–1797,6 кг/га; в посевах фасоли овощной сбор белка составил 577,2–964,1 кг/га, в посевах сои – 273,0–818,1 кг/га.

**1. Влияние удобрений на аминокислотный состав
 бобовых овощных культур, г/кг семян**

Вариант	Лизин*	Треонин*	Метионин*	Валин	Изолейцин	Лейцин	Фенилаланин	Сумма* критических аминокислот	Сумма незаменимых аминокислот
Соя сорта Припять									
Контроль	22,7	10,4	3,6	12,7	12,4	20,4	2,3	36,7	94,5
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	23,4	11,4	3,9	14,1	13,6	22,3	3,9	38,7	102,6
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	25,0	11,8	3,9	14,5	13,9	22,4	4,2	40,7	105,7
НСР ₀₅	1,2	0,5	0,1	0,7	0,6	1,1	0,6		
Фасоль овощная сорта Магура									
Контроль	7,3	6,6	2,0	10,4	8,7	12,9	7,2	15,9	55,1
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	7,6	7,7	2,5	11,9	9,0	15,0	8,7	17,8	62,4
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	8,1	7,5	2,4	11,6	9,4	14,5	9,0	18,0	62,5
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,1	0,6	0,5	0,8	0,4		
Бобы овощные сорта Белорусские									
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
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	7,8	7,5	2,2	12,9	11,6	17,5	8,4	17,5	67,9
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,1	0,6	0,6	0,9	0,4		

* Критические аминокислоты

Применение удобрений оказывает влияние не только на содержание белка, но изменяет и его качество. Изменить фракционный или аминокислотный состав индивидуальных растительных белков теми или иными агротехническими приемами нельзя так как их биосинтез обусловлен генетическими факторами. Однако можно в определенной степени влиять на количество той или иной фракции или аминокислоты, в том числе и внесением научно обоснованных доз удобрений [5, 6, 7, 11].

Содержание незаменимых аминокислот в семенах в наших исследованиях также было определено уровнем минерального питания

и биологическими особенностями исследуемых бобовых овощных культур.

2. Продуктивность и биологическая ценность белка бобовых овощных культур

Вариант	Семена, ц/га	Сырой белок, %	Сбор белка, кг/га	Биологическая ценность белка, %			
				химическое число		аминокислотный скор	
				АКкр	АКн	АКкр	АКн
Соя сорта Припять							
Контроль	12,4	25,6	273,0	79,6	85,7	98,8	107,9
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	25,4	28,2	616,0	77,7	85,8	96,2	108,1
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	30,2	31,5	818,1	74,8	81,2	92,4	102,3
НСР ₀₅	1,8	1,5					
Фасоль овощная сорта Магура							
Контроль	32,9	20,4	577,2	47,7	65,6	62,3	83,8
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	42,4	22,8	831,4	48,5	66,4	63,6	85,3
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	47,3	23,7	964,1	46,6	64,2	61,1	82,3
НСР ₀₅	1,9	0,8					
Бобы овощные сорта Белорусские							
Контроль	91,8	17,2	1357,9	55,0	85,3	72,1	108,7
N ₃₀ P ₄₀ K ₉₀	101,9	19,1	1673,8	54,0	85,2	70,9	108,4
N ₅₀ P ₄₀ K ₉₀	106,1	19,7	1797,6	54,6	83,3	71,3	105,8
НСР ₀₅	4,3	0,8					

¹ АКкр – критические аминокислоты (лизин, треонин, метионин).

² АКн – незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин).

Наибольшее количество незаменимых аминокислот отмечено в семенах сои – 94,5–105,7 г/кг семян; при этом содержание важнейшей незаменимой аминокислоты лизин в семенах сои почти в три раза превышало содержание лизина в семенах других бобовых овощных культур. В семенах бобов овощных содержание незаменимых аминокислот составило 63,1–67,9 г/кг, в семенах фасоли овощной – 55,1–62,5 г/кг семян.

Содержание белков и аминокислот в зерне является важным показателем его пищевой и кормовой ценности. Однако питательная ценность зерна зависит и от того, какая его часть 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 [2, 6, 15, 16].

Для расчета биологической ценности белка применяют биологические и расчетные методы. Проведение биологических исследований на живых организмах позволяет наиболее объективно рассчитать биологическую ценность того или иного продукта. В связи с тем, что проведение биологических исследований на живых организмах в практике не всегда представляется возможным, существуют расчетные методы биологической оценки продукции («химическое число», «аминокислотный скор» и др.) [6, 12].

В наших исследованиях лучшая биологическая ценность белка отмечена в семенах бобов овощных и сои, белок которых по содержанию незаменимых аминокислот полностью соответствовал требуемым рекомендациям Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ): бобы овощные – 105,8–108,7 %, соя – 102,3–108,1 %.

Белок фасоли овощной лишь на 82,3–85,3 % соответствовал стандартам ФАО/ВОЗ, что связано прежде всего с биологическими особенностями исследуемого сорта. Сорт фасоли овощной Магура относится к сортам спаржевого типа, где основной товарной продукцией являются бобы в фазу технологической спелости. Семена спаржевой фасоли предназначены для посева и в питании практически не используются, поэтому селекция на увеличение их качества не является приоритетной.

Выводы. В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве применение минеральных удобрений увеличило урожайность, содержание сырого протеина и незаменимых аминокислот в зерне сои, фасоли овощной и бобов овощных.

Лучшие показатели продуктивности получены в вариантах с внесением в предпосевную культивацию $N_{50}P_{40}K_{90}$: соя – урожайность семян 30,2 ц/га, содержание сырого протеина 31,5 %, содержание незаменимых аминокислот 105,7 г/кг семян; фасоль овощная – урожайность семян 47,3 ц/га, содержание сырого протеина 23,7 %, содержание незаменимых аминокислот 62,5 г/кг семян; бобы овощные – урожайность семян 106,1 ц/га, содержание сырого протеина 19,7 %, содержание незаменимых аминокислот 67,9 г/кг семян.

Лучшим по биологической ценности белка оказались семена бобов овощных и сои, белок которых по содержанию незаменимых аминокислот соответствовал рекомендованным стандартам Комитета по продовольствию ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агрохимия: практикум / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
2. Босак, В.М. Біялагічная каштоўнасць азімых збожжавых культур у залежнасці ад умоў жывлення / В.М. Босак // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2006. – № 2. – С. 60–63.
3. Босак, В.Н. Оптимизация питания растений: монография / В.Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
4. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / отв. ред. В.А. Бейня; Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2014. – 280 с.
5. Колоскова, Т.В. Урожайность и качество сои в зависимости от приемов возделывания на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Т.В. Колоскова; БГСХА. – Горки, 2012. – 24 с.
6. Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
7. Минюк, О.Н. Приемы возделывания фасоли овощной и бобов овощных на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / О.Н. Минюк; БГТУ. – Жодино, 2015. – 22 с.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 288 с.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сборник отраслевых регламентов / В.Г. Гусаков [и др.]; НАН Беларусі, Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларусі. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 520 с.
10. Попков, В.А. Овощеводство Беларуси / В.А. Попков. – Минск: Наша идея, 2011. – 1088 с.
11. Применение удобрений при возделывании сои / В.Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2011. – 24 с.
12. Рекомендации по определению биологической ценности белка / И.М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2005. – 14 с.
13. Удобрения и качество урожая / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 273 с.
14. Чаховский, И.А. Методические рекомендации по биологической оценке продовольственного зерна / И.А. Чаховский, П.Г. Новиков. – М., 1982. – 23 с.
15. Bosak, V. Biologischer Wert des Winterweizens in Abhängigkeit

vom Düngungsniveau / V. Bosak, A. Smeyanovich // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – 2004. – Nr. 104. – S. 13–14.

16. Bosak, V.N. Agrochemische und biotechnologische Methoden des Sojabohnenanbaus in Weißrussland / V.N. Bosak, T.V. Koloskova, V.V. Bosak // Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung. – Backnang: Hochschule Anhalt, 2014. – S. 55–58.

*Стаття надійшла до редакції
23.03.2015 р.*

Босак Віктор Миколайович, д-р с.-г. наук, професор
Білоруський державний технологічний університет
(Мінськ, Республіка Білорусь)

АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД І БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКА БОБОВИХ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

Внесення добрив у дослідженнях на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті сприяло збільшенню вмісту критичних та незамінних амінокислот у зерні бобових овочевих культур (соя (*Glycine max* (L.) Merr.), квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), боби овочеві (*Vicia faba* L. var. *major* Harz)).

Кращим за збалансованістю амінокислотного складу та біологічною цінністю білка виявилось зерно бобів овочевих та сої, білок яких за вмістом незамінних амінокислот відповідав рекомендованим стандартам Комітету з продовольства ООН та Всесвітньої організації охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ).

Ключові слова: білок, амінокислотний склад, біологічна цінність, соя, квасоля овочева, боби овочеві.

Viktar Bosak, doctor of agricultural sciences, professor
Belarusian state technological University
Minsk, Republic Of Belarus

AMINO ACIDS COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN OF VEGETABLE LEGUMINOUS PLANTS

In the article the results of research on the influence of fertilizers on the yield seeds, content and composition of protein of vegetable leguminous plants (soya beans (*Glycine max* (L.) Merr.), green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), vegetable beans (*Vicia faba* L. var. *major* Harz)) on sod-podzolic loamy sandy soil in Pinsk district, Brest region, Republic of Belarus.

Application of mineral fertilizer increased seed yield of soy beans at 1,30–1,78 tha^{-1} , green beans – at 0,95–1,44 tha^{-1} , vegetable beans – at 1,01–1,43 tha^{-1} yield with the best record in options with $\text{N}_{50}\text{P}_{40}\text{K}_{90}$: 3,02, 4,73 and 10,61 tha^{-1} .

The protein content in seeds of vegetable leguminous plants depended both on the use of fertilizers and biological characteristics of cultivated crops.

The highest crude protein content of soy beans seeds – 25,6–31,5%; in seeds of green beans content of crude protein was 20,4–23,7%, in seeds of vegetable beans – 17,2–19,7%.

The greatest amount of essential amino acids observed in seeds of soy beans – 94,5–105,7 gkg⁻¹. In seeds of green beans content of essential amino acids was 63,1–67,9 gkg⁻¹, in seeds of vegetable beans – 55,1–62,5 gkg⁻¹.

The application of fertilizers in the investigations on sod-podzolic loamy sandy soil promoted limited and essential amino acids in seeds of vegetable leguminous plants (soya beans (*Glycine max* (L.) Merr.), green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), vegetable beans (*Vicia faba* L. var. *major* Harz)) to be increased.

Grain of soya beans and vegetable beans which protein under the content of amino acids corresponded to the recommended standards of FAO/WHO has appeared the best on equation composition of amino acids and a biological value of protein.

Keywords: protein, amino acids, biological value, soya beans, green beans, vegetable beans.