

УДК 664.641.2:664

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.199524

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ УМОВ ПРОРОЩЕННЯ СОЇ НА ЗМІНУ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ТА ВМІСТУ ФІТИНОВОЇ КИСЛОТИ

Білецька Я. О., Семенюк А. О., Перепелиця А. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОРАЩИВАНИЯ СОИ НА ИЗМЕНЕНИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ФИТИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Белецкая Я. А., Семенюк А. А., Перепелица А. С.

RESEARCH OF INFLUENCE OF DIFFERENT TERMS OF SPROUTING IS ON CHANGE OF AMINOACID COMPOSITION OF SOY AND MAINTENANCES OF FETIN ACID

Biletska Y., Semeniuk A., Perepelytsya A.

Забезпечення населення екологічно чистими білковими харчовими продуктами рослинного походження є важливим завданням державного значення будь-якої країни. Проте нативне використання бобів сої на сьогодні обмежене через наявність у них антипоживних речовин, а саме вмістом фітинової кислоти, яка здатна підвищувати утворення кишкового газу. Знизити вміст фітинової кислоти в бобових можливо під час процесу пророщення. Рослинний білок, який є основною складовою бобових культур, має здатність до акумуляції неорганічних мікроелементів, трансформуючи їх в органічні форми під час замочування у процесі пророщення. Об'єктом дослідження обрано ранньостиглий сорт сої «Алмаз» з вмістом білка 43,88 % врожаю 2018 року з колекційного розсадника «Агротек» (м. Київ, Україна). Характеристика розчинів для замочування була із концентрацією йодиду калію $38 \text{ г}/1000 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{O}$, що відповідає вмісту йоду в розчинах $41 \text{ мкг}/\text{г}$ і задовольняє $1/3$ % добової потреби в йоді. Зерно замочували на 48 годин. В ході дослідження використовували метод іонообмінної хроматографії, амінокислотний аналізатор ААА Т-339М (Чехія) та хроматограф ТМ Shimadzu LC-20 (Японія). Вміст фітинової кислоти визначали методом Лата. Встановлено, що загальний вміст амінокислот у нативному зерні у пророщеному в водних розчинах та пророщеному в розчині із вмістом йодиду калію (КІ) збільшується від 288,8 до 443,6 та до 562,6 мкг/г сухих речовин, відповідно. Вивчено вміст фітинової кислоти та встановлено, що її вміст у нативному зерні становить 29,3 г/кг, пророщеному у водних розчинах – 8,6 г/кг, пророщеному у розчині КІ – 3,2 г/кг. З проведеного експерименту можливо зробити висновок, що процес пророщення зерен сої у розчинах КІ впливає на збільшення вмісту

амінокислот майже на 50%. Завдяки високій гідрофільності білка у 2 рази збільшується маса пророщених зерен. Припускаємо, що розчин із KI є синергістом інактивації фітинової кислоти. Проведений комплекс дослідження є науковою основою для використання зазначеної сировини в технології м'ясних виробів для осіб із хронічними колітами та йододефіцитними станами.

Ключові слова: білкові харчові продукти, зерна сої, процес пророщення, акумульований йод, йод-дефіцитні стани.

Обеспечение населения экологически чистыми белковыми пищевыми продуктами растительного происхождения является важным заданием государственного значения любой страны. Использование бобов сои на сегодня ограничено через наличие в их составе антипитательных веществ, а именно содержащим фитиновой кислоты, которая способна повышать образование кишечного газа. Снизить содержащее фитиновой кислоты в бобовых возможно во время процесса проращивания. Растительный белок, который является основной составляющей бобовых культур, имеет способность к аккумуляции неорганических микроэлементов, трансформируя их в органические формы во время замачивания в процессе проращивания. Объектом исследования выбран раннеспелый сорт сои «Алмаз» с содержанием белка 43,88% урожая 2018 года из коллекционного рассадника «Агротек» (г. Киев, Украина). Характеристика растворов для замачивания была с концентрацией йодида калия $38 \text{ г/1000 см}^3 \text{ H}_2\text{O}$, что отвечает содержащему йода в растворах 41 мкг/г и удовлетворяет 1/3% суточной потребности на йод. Зерно замачивали на 48 часов. В ходе исследования использовали метод ионообменной хроматографии, аминокислотный анализатор ААА Т-339М (Чехия) и хроматограф ТМ Shimadzu LC-20 (Япония). Содержание фитиновой кислоты определяли методом Латта. Установлено, что общее содержащее аминокислот в сухом зерне в пророщенном в водных растворах и пророщенных в растворе с содержащим йодида калия (KI) увеличивается от 288,8 до 443,6 и до 562,6 мкг/г сухих веществ, соответственно. Изучено содержащее фитиновой кислоты и установлено, что сухое зерно сои содержит 29,3 г/кг, пророщенное в водных растворах – 8,6 г/кг, пророщенное в растворах KI – 3,2 г/кг. Из проведенного эксперимента возможно сделать вывод, что процесс проращивания зерен сои в растворах KI влияет на увеличение содержания аминокислот почти на 50%. Благодаря высокой гидрофильности белка в 2 раза увеличивается масса пророщенных зерен. Предполагаем, что раствор KI выступает синергистом инактивации фитиновой кислоты. Проведенный комплекс исследования является научной основой для использования изученного сырья в технологии мясных изделий для лиц с йододефицитными заболеваниями и хроническими колітами.

Ключевые слова: белковые пищевые продукты, зерна сои, процесс проращивания, аккумуляированный йод, йододефицитные состояния.

1. Вступ

Забезпечення населення екологічно чистими білковими харчовими продуктами рослинного походження є важливим завданням державного значення будь-якої країни [1]. Проте нативне використання бобів сої на

сьогодні обмежене через наявність у них антипоживних речовин, а саме вмістом фітинової кислоти. Вона зупиняє ферментацію олігосахаридів рафінози та стахіози, які потрапляючи в кишківник засвоюються із виділенням газів [2]. У здорової дорослої людини в шлунку та кишечнику міститься близько 1 літра газів, при споживанні бобових обсяг виведеного газу може досягати трьох і більше літрів. На накопичення газів впливає кількісний вміст фітинової кислоти [3]. Фітинова кислота є антинутриєнтом, який зв'язує поживні речовини в травному тракті, зменшуючи їх абсорбцію та виводячи їх з організму як відходи. Знизити вміст фітинової кислоти в бобових можливо під час процесу пророщення [4], під час якого відбувається зменшення вмісту фітатів на 30–50 % [5]. Рослинний білок, який є основною складовою бобових культур, має здатність до акумуляції неорганічних мікроелементів, трансформуючи їх в органічні форми під час замочування у процесі пророщення [6, 7]. Особливої актуальності вищезазначене питання набуває з огляду на розповсюдженість йододефіцитних станів [8]. Відомий спосіб отримання пророщеного зерна сої у водному екстракті ламінарії *Laminaria japonica* або *Laminaria saccharina*, який включає гідромеханічну обробку зерна та подрібнення [9]. Запропонований спосіб дозволяє отримати продукт із вмістом йоду, але недоліком відомого способу є низький вміст йоду. Також науковцями не досліджено, як саме процес пророщення впливає на зміну амінокислотного складу зерна. Тому метою даної роботи є дослідження впливу різних умов пророщення сої на зміну амінокислотного складу, та вмісту фітинової кислоти. Це є актуальним та своєчасним, і дозволить вирішити проблему йододефіцитних захворювань та хронічних колітів. Особливої важливості це дослідження набуває з огляду на можливе використання зазначеної сировини в технології м'ясних виробів.

Отже, об'єктом дослідження обрано ранньостиглий сорт сої «Алмаз» з вмістом білка 43,88 % врожаю 2018 року з колекційного розсадника «Агротек» (м. Київ, Україна).

2. Методика проведення досліджень

Характеристика розчинів для замочування була наступною: концентрації йодиду калію в розчині для замочування становила $38 \text{ г/1000 см}^3 \text{ H}_2\text{O}$, що відповідає вмісту йоду в розчинах 41 мкг/г і задовольняє 1/3 % добової потреби в йоді. Зерно замочували на 48 годин. Аналіз амінокислотного складу досліджуваних зразків проводили методом іонообмінної хроматографії на амінокислотному аналізаторі ААА Т-339М (Чехія) і хроматографі ТМ Shimadzu LC-20 (Японія). Наважки масою 0,3 г. заливали 10 см^3 дистильованої води та 10 см^3 концентрованої соляної кислоти. Зразки розміщували у сухожарочну шафу з температурою $130 \text{ }^\circ\text{C}$ на 8 год. Після чого фільтрували через фільтр і промивали дистильованою водою. Отриманий розчин переносили у порцелянову чашку й випаровували на електроплиті до об'єму 0,5–1,0 мл. Вимірювали рН (оптимальний $2,2 \pm 0,02$ од.). Отриману пробу пропускали через мембранний фільтр діаметром 0,45 мкм. Вводили у хроматографічний іонообмінний стовпчик аналізатора ААА Т-339М. Далі аналіз проводився автоматично та тривав 115 хвилин. Після завершення аналізу проводили розшифрування отриманої хроматограми та обчислювали площі піків кожної

амінокислоти. Триптофан при кислотному гідролізі білка майже повністю розпадається, тому його визначення проводили на рідкому хроматографі ТМ Shimadzu LC-20. Зразок піддавався лужному гідролізу (NaOH при 100 °С, 16–18 год. в присутності 5 % хлориду олова). Гідролізат після нейтралізації сумішшю лимонної та соляної кислот (зادля попередження драглеутворення) аналізували на амінокислотному аналізаторі. Визначення вмісту фітинової кислоти проводили методом Лата, в основі якого покладено обезбарвлення фітинової кислоти розчином комплексного аніона дисульфосаліцилата заліза до бурого кольору [10].

3. Результати дослідження та обговорення

Досліджено вплив різних умов пророщення на зміну амінокислотного складу сої. Результати досліджень зображені у табл. 1.

Таблиця 1

Дослідження впливу різних умов пророщення сої на зміну амінокислотного складу

№ з/п	Амінокислоти	Вміст у зернах сої, мкг/г сухих речовин		
		Нативне зерно	Пророщене у водному розчині	Пророщене у розчині КІ
Незамінні амінокислоти:				
1	Валін	15,7	26,2	31,9
2	Ізолейцин	13,6	21,6	26,4
3	Лейцин	22,3	38,1	42,0
4	Тирозин+фенілаланін	24,7	45,9	47,1
5	Лізін	26,3	37,3	52,8
6	Метіонін	3,4	5,0	6,8
7	Треонін	9,1	14,7	18,4
8	Триптофан	4,3	6,6	8,2
9	Агрінін	21,1	29,5	41,0
10	Гістідін	7,9	13,8	15,1
Вміст незамінних амінокислот		148,4	238,7	289,7
Замінні амінокислоти:				
11	Цистиїн	2,1	3,1	4,1
12	Аланін	12,9	18,0	22,2
13	Аспарагінова кислота+аспарагін	33,3	59,1	67,6
14	Гліцин	10,8	13,2	20,0
15	Глутамінова кислота+глутамін	63,0	90,9	122,1
16	Серін	18,1	20,6	36,9
Загальний вміст амінокислот		288,6	443,6	562,6

З проведеного експерименту можливо зробити висновок, що процес пророщення впливає на зміну амінокислотного складу в бік його збільшення.

Загальний вміст незамінних амінокислот, таких як валін, ізолейцин, тирозин+фенілаланін, лізин, метіонін, треонін триптофан, аргінін, гістидін збільшується від 148 (у нативному зерні) до 238,7 (у пророщеному в водних розчинах) та до 289,7 (пророщених у розчині із вмістом КІ) мкг/г сухих речовин. Загальний вміст амінокислот збільшується від 288,8 до 443,6 та до 562,6 мкг/г сухих речовин, відповідно. Очевидно, що процес пророщення зерен сої у розчинах КІ впливає на збільшення вмісту амінокислот майже на 50 %. Завдяки високій гідрофільності білка у 2 рази збільшується маса пророщених зерен, що є важливим чинником під час виготовлення ковбасних виробів.

Досліджено вміст фітинової кислоти у нативному зерні сої, який становив 29,3 г/кг. У пророщеному в водному розчині – 8,6 г/кг. У пророщеному в розчині КІ – 3,2 г/кг. Припускаємо, що процес пророщення зерна сої впливає на зниження вмісту фітинової кислоти за рахунок запуску ферментативних процесів, які відбуваються під час проростання пагона, а розчини із КІ є синергістом даного процесу.

4. Висновки

Дослідивши вплив різних умов пророщення сої на зміну амінокислотного складу встановлено, що загальний вміст незамінних амінокислот збільшується від 148 (у нативному зерні) до 238,7 (у пророщеному в водних розчинах) та до 289,7 (пророщених у розчині із вмістом КІ) мкг/г сухих речовин. Загальний вміст амінокислот збільшується від 288,8 до 443,6 та до 562,6 мкг/г сухих речовин, відповідно. Вивчивши вплив різних умов пророщення на вміст фітинової кислоти, встановлено, що нативне зерно сої містить 29,3 г/кг, зерно, пророщене у водних розчинах – 8,6 г/кг, пророщене у розчині КІ – 3,2 г/кг.

References

1. Uiliams, K., Senders, T. (2000). Sviaz mezhdru zdorovem i potrebleniem belka, uglevodov i zhira. *Voprosy pitaniia*, 3, 54–57.
2. Arsenieva, L. Yu., Bondar, N. P., Usatiuk, S. I. (2017). Doslidzhennia zminy khimichnogo skladu nasinnia bobovykh pid chas proroshchuvannia ta ekstruduvannia. *Khranenyie yu pererabotka zeran nauchno praktycheskyi portal*. Available at: <http://hipzmag.com/tehnologii/pererabotka/doslidzhennya-zmini-himichnogo-skladu-nasinnya-bobovih-pid-chas-proroshhuvannya-ta-ekstruduvannya/>
3. Bohdanov, H. O., Holovchenko, O. V., Arsenieva, L. Yu., Bondar, N. P. (2004). Perspektyvy ta bezpechnist vykorystannia nasinnia biloho liupynu dlia vyrobnytstva kharchovykh produktiv. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 11, 57–61.
4. Abramova, E. P., Chernikov, M. P. (1964). Soderzhanie ingibitorov proteinaz v semenakh nekotorykh bobovykh. *Voprosy pitaniia*, 4, 13–14.
5. Obertiukh, Yu. V. (2012). Antypozhyvni rechovyny soi, yikh inaktyvatsiia ta tekhnolohii pererobky soievykh bobiv na promyslovii osnovi v umovakh hospodarstva. *Kormy i kormo vyrobnytstvo*, 71, 62–72. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAG E_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/kik_2012_71_10.pdf
6. Biletska, Y., Plotnikova, R., Danko, N., Bakirov, M., Chuiko, M., Perepelytsia, A. (2019). Substantiation of the expediency to use iodine-enriched soya

flour in the production of bread for special dietary consumption. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (101)), 48–55. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179809>

7. Biletska, Y., Plotnikova, R., Skyrda, O., Bakirov, M., Iurchenko, S., Botshtein, B. (2020). Devising a technology for making flour from chickpea enriched with selenium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (103)), 50–58. Available at: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.193515>

8. Ryzhkova, T., Bondarenko, T., Dyukareva, G., Biletskaya, Y. (2017). Development of a technology with an iodine-containing additive to produce kefir from goat milk. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (87)), 37–44. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103824>

9. Kravchenko, M. F., Kryvoruchko, M. F., Pop, T. M. (2012). Pat. No. 69515. UA. *Sposib otrymannia boroshna z soi, proroshchenoho u vodnomu ekstrakti laminarii laminaria japonica abo laminaria saccharina*. MPK A23 L 1/325. No. 2011141882. declared: 30.11.11.; published: 25.04.2012; . Bul. No. 8.

10. Titok, V. V., Vakula, S. I., Leontev, V. N. (2015). Analiz strukturnikh kachestvennykh osobenosti deponirovaniia fitina v zrelykh semenakh lna maslichnogo. *Tsitoloiiia i genetika*, 49 (1), 40–45.

Providing the population with environmentally friendly protein products of plant origin is an important task of national importance in any country. However, the native use of soybeans today is limited due to the presence of anti-nutrients in them, namely the content of phytic acid, which can increase the formation of intestinal gas. It is possible to reduce the content of phytic acid in legumes during germination. Vegetable protein, which is the main component of legumes, has the ability to accumulate inorganic trace elements, transforming them into organic forms during soaking during germination. The object of research is «Diamond» early ripe soybean variety with a protein content of 43.88 % 2018 harvest from the Agrotek collection nursery (Kyiv, Ukraine). The characteristics of the soaking solutions are with a concentration of potassium iodide of 38 g /1000 cm³ H₂O which corresponds to the iodine content in the solutions of 41 µg/g and satisfies 1/3 % of the daily need for iodine. The grain is soaked for 48 hours. In the course of the research, the method of ion exchange chromatography, the AAA T-339M amino acid analyzer (Czech Republic) and the TM Shimadzu LC-20 chromatograph (Japan) are used. The phytic acid content is determined by the Lott method. It is established that the total amino acid content in native grain sprouted in aqueous solutions and sprouted in a solution with potassium iodide (KI) content increases from 288.8 to 443.6 and 562.6 µg/g of dry matter, respectively. The content of phytic acid is studied and it is found that its content in native grain is 29.3 g/kg, sprouted in aqueous solutions – 8.6 g/kg, sprouted in a KI solution – 3.2 g/kg. From the experiment it is possible to conclude that the process of germination of soybean grains in KI solutions affects the increase in amino acid content by almost 50 %. Due to the high hydrophilicity of the protein, the mass of germinated grains increases by 2 times. Let's assume that the solution with KI is a synergist of phytic acid inactivation. The conducted research complex is

the scientific basis for the use of this raw material in the technology of meat products for people with chronic colitis and iodine deficiency conditions.

Keywords: *protein foods, soybeans, germination process, accumulated iodine, iodine-deficient states.*

ТОЛЬКО ДЛЯ ЧТЕНИЯ