

DOI: 10.17516/2782-2214-0039

EDN: GBXJMY

УДК 635.659:54.06

**MASH BEANS SPROUTS (*VIGNA RADIATE L.*) AS VALUABLE FOOD  
OR INGREDIENT OF CULINARY PRODUCTS FROM THE POINT  
OF VIEW OF FOOD CHEMISTRY**

**Liliya V. Naimushina<sup>\*</sup>, Irina D. Zykova, Polina A. Dyundikova**

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

**Abstract.** Sprouts of cereals and legumes are the quintessence of the plant in terms of nutritional and beneficial properties. The high nutritional and biological value is determined by the balanced content of proteins, fats, carbohydrates and enzymes; the rich vitamin composition, the presence of physiologically significant macro- and microelements, bioflavonoids and polyphenols indicates immunomodulatory and immuno-strengthening properties of sprouts. The objects of this study were sprouts of a popular culture in Asian countries - mash beans (*Vigna radiate L.*). The research is aimed at studying the chemical composition of mash bean sprouts, determining the content and biological value of sprouts proteins, studying the antioxidant activity of their aqueous extracts. Analytical determinations of the most significant nutritional and biologically active substances of fresh and dried sprouts, as well as the antioxidant activity of aqueous extracts of dried sprouts were carried out according to generally accepted and author's methods and GOST standards. The biological value of the sprouts proteins was determined using the calculation method.

The results of the study of the protein content in dependence of time of germination of beans showed its maximum accumulation on the 5th day of germination (26.7 g / 100 g of dry matter). Also, the chemical composition of 100 g of dried 5-day sprouts is represented by fats (23.8 g), sugars (28.1 g), dietary fibers (9.35 g), bioflavonoids (46.76 mg), polyphenols (1.4 mg) and vitamin C (113.7 mg). A study by UV and visible spectroscopy of antiradical activity (ARA) using a model radical DPHG (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) of aqueous extracts of dried 5-day sprouts showed that when the extract is added to the solution of the radical DPHG for 30 minutes, the radical absorption value decreased by 30% from the initial value. These results indicated a good antiradical/antioxidant activity of the extracts of sprouts due to the presence in extracts of compounds with reducing properties.

The biological value of the proteins of mash sprouts, determined by the calculated method of comparing the amino acid compositions of the proteins of the object with the amino acid composition of the "ideal protein", was 72%, which indicates the proximity of this indicator to its values for animal proteins. The calculated value of the utilitarianism coefficient (0.91) indicated a good assimilation of the proteins of the mash bean sprouts by the organism. The chemical composition data allow us to recommend sprouts, both fresh and dried, ground to a powdery state, as an independent food or as an ingredient of various culinary products.

**Keywords:** mash beans (mung) - *Vigna radiate L.*, sprouts, chemical composition, vegetable proteins, amino acid composition, biological value, aqueous extracts, antioxidant activity.

---

© Siberian Federal University. All rights reserved

<sup>\*</sup> Corresponding author E-mail address: lnaymushina@sfu-kras.ru

ORCID ID: 0000-0002-8900-3069 (Naimushina), 0000-0002-2207-6888 (Zykova)

**Citation:** Naimushina, L. V., Zykova, I. D., Dyundikova, P. A. (2022). Mash beans sprouts (*Vigna Radiate L.*) as valuable food or ingredient of culinary products from the point of view of food chemistry. In: Trade, service, food industry. Vol. 2(1). Pp. 22-32. DOI: 10.17516/2782-2214-0039. – EDN: GBXJMY



## **ПРОРОСТКИ БОБОВ МАШ (*VIGNA RADIATE L.*) КАК ЦЕННЫЙ ПРОДУКТ ИЛИ ИНГРЕДИЕНТ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ХИМИИ**

**Лилия Викторовна Наймушина\*, Ирина Дементьевна Зыкова,  
Полина Анатольевна Дюндикова**

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

**Аннотация.** Проростки зерновых и бобовых культур являются квинтэссенцией растения по питательным и полезным свойствам. Высокая пищевая и биологическая ценность, определяемая сбалансированным содержанием белков, жиров, углеводов и ферментов, богатый витаминный состав, наличие физиологически значимых макро- и микроэлементов, биофлавоноидов и полифенолов указывают на иммуномодулирующие и иммуноукрепляющие свойства проростков. Объектами данного исследования являлись проростки популярной в азиатских странах культуры – бобов маш (*Vigna radiate L.*). Исследование направлено на изучение химического состава проростков бобов маш, определение содержания и биологической ценности белков проростков, изучение антиоксидантной активности их водных экстрактов. Аналитические определения наиболее значимых пищевых и биологически активных веществ свежих и высушенных проростков, а также антиоксидантную активность водных экстрактов высушенных проростков выводили по общепринятым и авторским методикам и ГОСТ. Биологическую ценность белков определяли с использованием расчетного метода.

Результаты исследования содержания белка в зависимости от времени проращивания бобов показали максимальное его накопление на 5-е сутки проращивания (26,7 г/100 г сухого вещества). Также химический состав 100 г высушенных 5-дневных проростков представлен жирами (23,8 г), сахарами (28,1 г), пищевыми волокнами (9,35 г), биофлавоноидами (46,76 мг), полифенолами (1,4 мг), витамином С (113,7 мг). Исследование методом УФ- и видимой спектроскопии антирадикальной активности (АРА) с применением модельного радикала ДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрил-гидразил) водных экстрактов высушенных 5-дневных проростков показало, что при добавлении экстракта в раствор радикала ДФПГ в течение 30 мин происходило снижение величины поглощения радикала на 30% от исходного значения, что говорит о хорошей антирадикальной/антиоксидантной активности экстрактов проростков, обусловленной присутствием в экстрактах соединений восстановительной природы.

Биологическая ценность белков проростков маш, определенная расчетным методом сравнения аминокислотных составов белков объекта с аминокислотным составом «идеального белка», составляет 72%, что свидетельствует о близости данного показателя к его значениям для животных белков. Рассчитанное значение коэффициента утилитарности (0,91) говорит о хорошем усвоении белков проростков бобов маш организмом. Данные химического состава позволяют рекомендовать проростки как в свежем, так и в высушенном, перемолотом до порошкообразного состояния виде в качестве самостоятельного продукта или как ингредиента различных кулинарных изделий.

**Ключевые слова:** бобы маш (мунг) – *Vigna radiate L.*, проростки, химический состав, растительные белки, аминокислотный состав, биологическая ценность, водные экстракты, антиоксидантная активность.

**Цитирование:** Наймушина, Л. В. Проростки бобов маш (*Vigna Radiate L.*) как ценный продукт или ингредиент кулинарных изделий с точки зрения пищевой химии / Л. В. Наймушина, И. Д. Зыкова, П. А. Дюндикова // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2022. – № 2(1). – С. 22-32. – DOI: 10.17516/2782-2214-0039. – EDN: GBXJMY



**Введение.** В концепцию здорового питания прекрасным образом вписывается использование в пищу проростков зерновых и бобовых культур, которые по содержания питательных и полезных свойств являются сконцентрированными элементами жизни растения [1-2]. Высокая биологическая ценность растительных белков проростков, определяемая соотношением заменимых и незаменимых аминокислот, сбалансированный состав ферментов и витаминов, наличие физиологически значимых макро- и микроэлементов, высокое содержание полифенольных соединений, обеспечивающих антиоксидантную активность, закрепили за проростками славу иммуномодулирующих и иммуноукрепляющих продуктов [3-5].

Появление на продовольственном рынке России новых продуктов, в частности бобов маш – популярной в Азии растительной культуры (*Vigna radiate L.*) – побуждает к изучению ценных и питательных свойств растения. Литературные источники свидетельствуют, что пищевая ценность бобов маш в пересчете на сухое вещество представлена белками (23%), жирами (1,15%), углеводами (63%), из них 16% приходится на грубое волокно – клетчатку [6-7]. Несмотря на то, что белки бобов относятся к категории растительных, они содержат все незаменимые аминокислоты. Витаминный комплекс бобов представлен аскорбиновой и никотиновой кислотами (витамины С и РР), практически всем перечнем витаминов группы В, ретинолом и его провитамином – β-каротином, токоферолами (Е) и филлохинонами (К), холином. В минеральной составляющей бобов маш помимо распространенных жизненно важных макроэлементов К, Na, Mg, Ca, P в большой концентрации зарегистрирован селен, а также цинк и медь [8-9].

Диетологи рекомендуют бобы маш как весьма питательный продукт, иногда даже взамен мяса, так как белки культуры полноценны и имеют высокую степень усвоения. Блюда из маш служат хорошим дополнением в рационе детей и пожилых людей, а также некоторых больных без нарушения работы ЖКТ. Отмечено положительное влияние продукта на сердечно-сосудистую систему организма, снижение уровня артериального давления при высоких его показаниях, нормализации уровня липопротеидов высокой плотности и выведения липопротеидов низкой плотности. Считается, что употребление бобов маш является хорошей профилактикой диабета II типа. Есть ряд работ, подтверждающих свойства бобов сдерживать развитие образования злокачественных клеток, в частности меланомогенеза [7, 10-12].

При проращивании бобов маш наблюдается значительное увеличение их питательной ценности, функциональных свойств и антиоксидантной активности [13-14]. Следует ожидать, что проростки бобов маш будут не менее ценным пищевым продуктом в сравнении с бобами, но более сконцентрированным по содержанию биокатализаторов – ферментов, а также физиологически значимых пищевых и биологически активных веществ. Известна традиционная практика проращивание бобов для повышения биодоступности макро- и микроэлементов, в частности кальция и железа [14].

Цель настоящего исследования – изучение химического состава проростков бобовой культуры маш (*Vigna radiate L*) и биологической ценности белков проростков, определение антиоксидантной активности их водных экстрактов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: отработка методики проращивания бобов в закрытых помещениях с искусственным освещением; определение содержания белков в проростках в зависимости от времени проращивания, изучение химического состава проростков с максимальным содержанием белка, получение водных экстрактов проростков бобов маш и определение их антиоксидантной активности с применением модельного радикалаДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила).

**Материалы и методы.** В качестве объекта исследования выступали проростки бобов маш от производителя «Агро-Альянс», которые исследовали на соответствие ГОСТ 10417-88 «Бобы кормовые. Требования при заготовках и поставках» и ГОСТ ISO 605-2013 «Бобовые. Определение примесей, размеров, посторонних запахов, насекомых». Бобы маш проращивали по специальной методике для закрытых помещений с искусственным освещением в течение 6 суток до достижения максимального размера ростков [1, 15-16], ежедневно отбирая пробу на определение содержания белков.

Для исследований брали как свежие проростки, так и высушенные в проветриваемом помещении при температуре 24-25°C до показателя влажности – 5,5%. Для определения влажности, зольности, содержания жиров, углеводов, биофлавоноидов и полифенолов проростков бобов маш применяли как общепринятые, так авторские методики [17-19]; для определения массовой доли белка применяли модифицированный биуретовый метод с применением спектрофотометра [20]. Определение витаминов С и РР проводили в соответствии с ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С» и ГОСТ Р 50479-93 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания витамина РР». Биологическую ценность белков проростков маш оценивали расчетным методом, сравнивая аминокислотный состав полипептидов продукта с аминокислотным составом идеального белка [21-22]. Данные по аминокислотному составу проростков бобов маш взяли из источника [15].

Водные экстракты получали, заливая высушенные проростки бобов маш кипящей дистиллированной водой и настаивая 60 мин (гидромодуль 1:100). Антирадикальную активность (АРА) водных экстрактов проростков определяли спектрофотометрически в диапазоне длин волн 400-800 нм с использованием спиртового раствора органического радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ), дающего максимум поглощения при длине волны 517 нм [23-24]. Разность исходного значения оптической плотности и значения после смешивания раствора ДФПГ и экстракта является основанием для определения АРА. Электронные спектры, отражающие взаимодействие радикала ДФПГ с БАВ исследуемых экстрактов, регистрировали с использованием сканирующего спектрофотометра Shimadzu UV – 1700. Реакцию взаимодействия радикала и экстракта проводили в кварцевых кюветах с толщиной слоя образца 10 мм при температуре 22 ± 1°C, приливая 3,9 мл 2,0 × 10<sup>-4</sup> М раствора ДФПГ в 96% этаноле к 50 мкл исследуемого экстракта. Регистрацию АРА водного экстракта проростков бобов маш вели в течение 2, 5, 10, 15, 30 мин после его смешивания с раствором ДФПГ.

**Полученные результаты и их обсуждение.** Процесс проращивания и определение протеинового профиля проростков культуры Маш (*Vigna radiate*). Размер сухих бобов маш, исходно не превышающий 5 мм, после набухания в процессе замачивания увеличивался на 10-12%. Прорастание бобов маш лучше происходило при

затемнении. Отмечено, что ростки бобов маш в зависимости от продолжительности выращивания могут достигать 8-12 см. После шести суток проращивания проростки выпускают желтые листочки, истончаются и начинают темнеть. На рис. 1 приведены фотографии внешнего вида проростков в зависимости от времени проращивания.



Рисунок 1. Внешний вид проростков бобов маш (*Vigna radiate* L.) в зависимости от продолжительности проращивания  
 Figure 1. Appearance of seedlings of sprouts mung beans (*Vigna radiate* L.) depending on the duration of germination

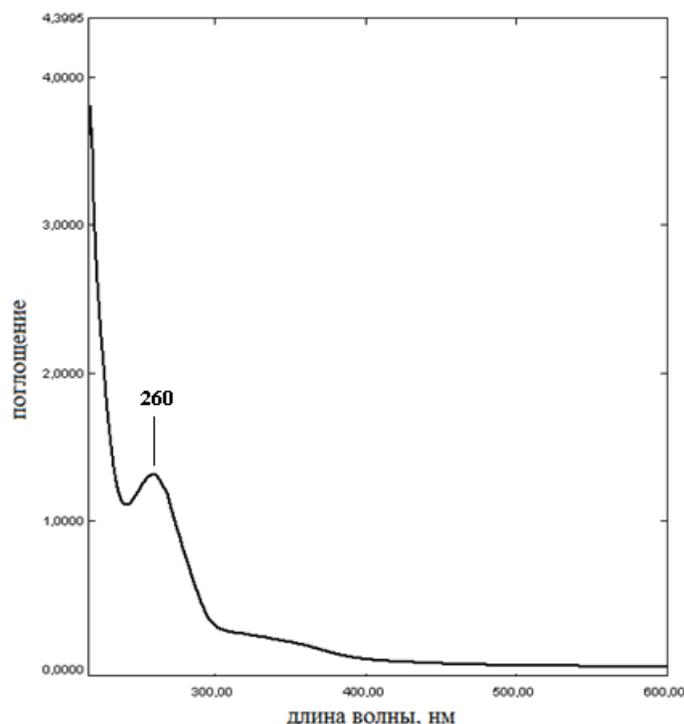


Рисунок 2. Электронный спектр поглощения водного экстракта проростков бобов маш (гидромодуль 1:100)  
 Figure 2. Electronic absorption spectrum of water extract of sprouts mungbeans (hydromodule 1:100)

Спектральное исследование водных экстрактов проростков бобов маш методом УФ-и видимой спектроскопии показало наличие в вытяжках водорастворимых белков, поглощение которых регистрируется при 260 нм (рис. 2). Выявлено возрастание влажности проростков от 10 г/100 г в бобах до замачивания до максимального значения 76 г/100 г в проростках на 5-е сутки проращивания.

*Изучение химического состава проростков бобов маш.* Определено содержание белков в высушенных образцах проростков в зависимости от времени проращивания (рис. 3). Показано, что максимальное содержание белка (26,7 г/100 г) в высушенных проростках регистрируется на 5-е сутки их проращивания.

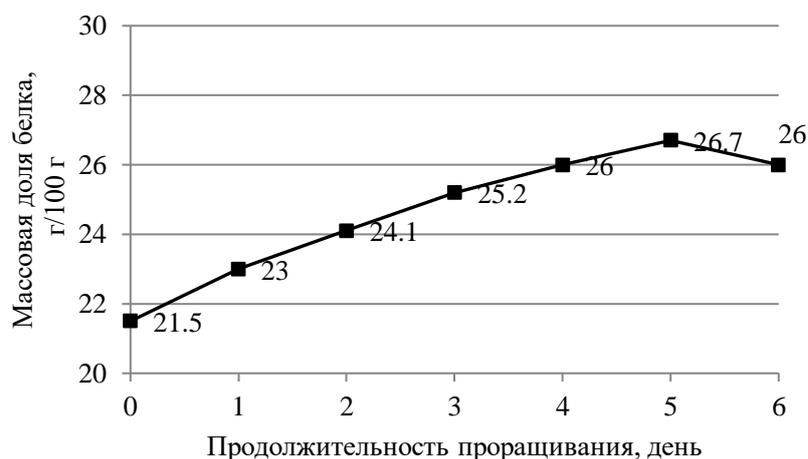


Рисунок 3. Массовая доля белка в проростках маш (г/100 г сухого вещества) в зависимости от времени проращивания

Figure 3. Mass fraction of protein in sprouts mung beans (g/100 g of dry matter) depending on the germination time

С учетом выявленного максимального содержания белка исследован химический состав 5-дневных свежих и высушенных проростков и процент удовлетворения суточной нормы в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения России (табл. 1) [25].

Таблица 1. Химический состав свежих проростков бобов маш на 5-е сутки проращивания

Table 1. Chemical composition of fresh sprouts of mung bean on the 5<sup>th</sup> day of germination

Пищевые вещества	Содержание в свежих проростках	Содержание в высушенных проростках	Процент удовлетворения суточной нормы (свежие/высушенные)
1	2	3	4
Вода, г/100 г	79,8 ± 3,9	5,5 ± 0,3	-
Минеральные вещества (зольность), г/100 г	1,1 ± 0,1	5,14 ± 0,25	-
Белки, г/100 г	5,7 ± 0,2	26,7 ± 1,3	7,6 / 35,6
Жиры, г/100 г	5,1 ± 0,3	23,8 ± 1,2	6,07 / 28,3
Углеводы (сахара), г/100 г	6,0 ± 0,3	28,1 ± 2,2	1,93 / 9, 1
Пищевые волокна, г/100 г	2,0 ± 0,1	9,35 ± 0,4	10,0 / 46,8
Биофлавоноиды, мг/100 г	8,0 ± 0,1	46,78 ± 2,3	3,2 / 18,7
Полифенольные соединения, мг/100 г	0,30 ± 0,02	1,4 ± 0,07	0,03 / 0,14

1	2	3	4
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	24,0 ± 1,0	113,7 ± 3,2	27 / 126,3
Никотиновая кислота, мг /100 г	5,7 ± 0,20	26,7 ± 1,3	28,5 / 133,5

Выявлено, что по сравнению с бобами маш [7] в 100 г сухого вещества проростков возросло содержание белков: 26,7 г против 23,3 в бобах, жиров: 6,0 г против 1,2, витамина С: 113 г против 5,3 г, витамина РР – 26,7 г против 11 г. Однако в проростках зарегистрировано снижение содержания углеводов, в частности сахаров: 28,1 г против 46,3 г – и пищевых волокон: 9,35 против 16,2.

При сопоставлении данных содержания эссенциальных нутриентов в проростках со степенью удовлетворения суточных норм в соответствии с нормами физиологических потребностей определено, что данные показатели гораздо выше для высушенных проростков. Следовательно, высушенные и перемолотые до порошкообразного состояния проростки бобов маш выступают ценным сырьевым ингредиентом для обогащения различных кулинарных изделий.

Ранее нами был определен протеиновый профиль 5-суточных проростков бобов маш путем расчета аминокислотного сгора и, в целом, определения биологической ценности полипептидов культуры [26]. Сравнение аминокислотного состава белков проростков культуры с таковым для «идеального белка» показало, что, несмотря на растительное происхождение, полипептиды культуры маш содержат достаточно сбалансированное соотношение заменимых и незаменимых аминокислот. Рассчитанное значение биологической ценности полипептидов свежих проростков маш, составило 72%. Для сравнения: рассчитанные значения биологической ценности белков животного происхождения – вареного яйца (66%) и отварной говядины (74%) – имеют достаточно близкие значения таковой для проростков бобовой культуры маш [27].

Кроме того, рассчитанное для белков проростков маш значение коэффициента утилитарности (0,91) говорит о хорошем усвоении организмом полипептидов маш. Для сравнения: коэффициент утилитарности белков вареного яйца составляет 1,2; говядины – 1,18; а для растительных белков соевого изолята существенно ниже – 0,70.

Методом УФ- и видимой спектроскопии проведено изучение антирадикальной активности (АРА) водных экстрактов 5-дневных проростков с применением модельного радикалаДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), обладающего окислительными свойствами. На рис. 4 приведены электронные спектры раствора чистого радикалаДФПГ (максимум поглощения при 517 нм) и смеси раствораДФПГ с экстрактом проростков маш (мах при 517 нм).

Обнаружено, что в течение 30 мин происходит снижение величины поглощения радикалаДФПГ на 30% от исходного значения. Полученные данные говорят о хорошей антирадикальной/антиоксидантной активности экстракта, обусловленной присутствием в нем соединений восстановительной природы: витаминов С и РР, редуцирующих сахаров, биофлавоноидов и полифенолов [28-29].

**Выводы и дискуссионные вопросы.** Исследование содержания белков в проростках бобовой культуры маш в зависимости от времени проращивания позволило зарегистрировать их максимальное содержание (26,7 г/100 г сухого вещества) на 5-е сутки проращивания. Определение протеинового профиля белков проростков путем расчета аминокислотного сгора, биологической ценности и коэффициента утилитарности позволяют говорить о полноценности белков проростков культуры маш и хороших показателях содержания незаменимых аминокислот, что положительно отличает белки проростков от других видов растительного белка.

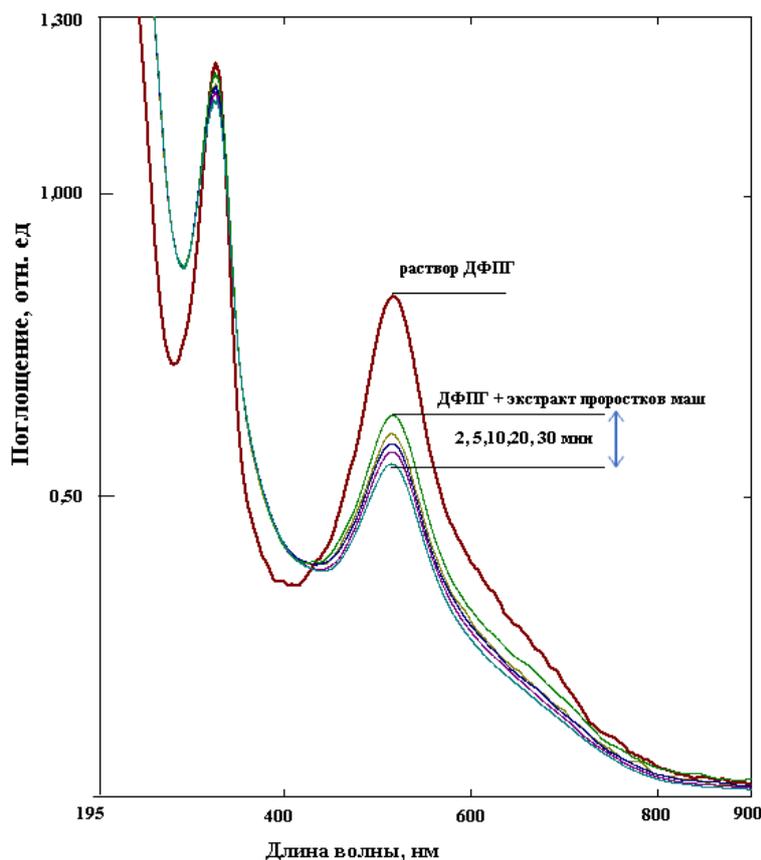


Рисунок 4. Электронные спектры поглощения раствора радикала ДФПГ и смеси раствора ДФПГ и экстракта проростков маш  
Figure 4. Electronic absorption spectra of the DFPG radical solution and the mixture of the DFPG solution and the sprouts mung beans extract

Данные изучения химического состава проростков бобов маш, содержания его основных питательных и биологически активных веществ позволяют говорить о проростках как ценном продукте с точки зрения пищевой химии.

Показано, что добавление водного экстракта проростков бобов маш к раствору модельного радикала ДФПГ снижает его концентрацию в течение 30 минут на 30%, что служит аргументом в пользу хорошей антиоксидантной активности и высокого содержания в экстракте проростков веществ восстановительной природы (биофлавоноидов, редуцирующих сахаров, полифенолов, витаминов С и РР).

Таким образом, проростки популярной азиатской бобовой культуры маш (*Vigna radiate L.*) можно рекомендовать как самостоятельный ценный продукт линии здорового питания, а также как ингредиент для обогащения различных кулинарных изделий.

#### Библиографический список / References

1. Шаскольская, Н. Д. Самая полезная еда: проростки [Текст] / Н. Д. Шаскольская. – СПб.: Веды, Азбука-Аттикус, 2011. – 192. – [Shaskol'skaya, N.D. Healthiest Food: Sprouts (2011). Saint Petersburg: Vedy, Azbuka-Attikus, 192].
2. Карапетян, Р.Г. Проростки – подарок природы [Текст] / Р.Г. Карапетян. – М.: Логос, 2007. – 152 с. – [Karapetyan, R.G. (2007). Sprouts – a gift of nature. Moscow, 152].

3. Fouad, A.A., Ali Rehab, F.M. (2015) Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*lens culinaris medic.*) sprouts. In: *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*, 14 (3), 233-246. doi: 10.17306/J.AFS.2015.3.25.
4. Marton, M., Mandoki, Zs., Csapo-Kiss Zs., Csapo J. (2010) The role of sprouts in human nutrition. In: *A review Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*, 3, 81-117.
5. Бутенко, Л.И. Исследования химического состава пророщенных семян гречихи, овса, ячменя и пшеницы [Текст] /Л.И. Бутенко, Л.В. Лигаи //Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (5). – С. 1128 -1133. – [Butenko, L.I., Ligaj, L.V. (2013). Studies of the chemical composition of germinated seeds of buckwheat, oats, barley and wheat. In: *Fundamental Research*, 4 (5), 1128–1133.].
6. Igbal, A., Khalili, I. A., Ateeq, N., Khan, M.S. (2006). Nutritional quality of important food legumes. *FoodChem.*, 97, 331–335.
7. Ganesan, K., Xu, B. (2018). A critical review on phytochemical profile and health promoting effects of mung bean (*Vignaradiata*). *FoodScienceandHumanWellness*, 7 (1), 11–33. doi.org/10.1016/j.fshw.2017.11.002
8. Mendoza, E.M., Adachi, M., Bernardo, A.E., Utsumi, S. (2001). Mungbean [*Vignaradiata* (L.) Wilczek] globulins: purification and characterization. *JournalofAgriculturalandFoodChemistry*, 49, 1552–1558.
9. Tiwari, U., Servan, A., Nigam, D. (2017). Comparative study on antioxidant activity, phytochemical analysis and mineral composition of the Mung Bean (*VignaRadiata*) and its sprouts. In: *J.of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(1), 336-340.
10. Bartholomae, E., Incollingo, A., Vizcaino, M., Wharton, C., Johnston, C.S. (2019). Mung bean protein supplement improves muscular strength in healthy, underactive vegetarian adults. In: *Nutrients*, 11, 2423-2428. doi: 10.3390/nu11102423.
11. Soucek, J., Skvor, J., Pouckova, P., Matoušek, J., Slavik, T., Matousek, J. (2006). Mung bean sprouts (*Phaseolusaureus*) nuclease and its biological and antitumoreffects. *Neoplasma*, 53, 402 – 409.
12. Yoo Min Jeong, Ji Hoon Ha, Geun Young Noh, and Soo Nam Park (2016) Inhibitory Effects of Mung Bean (*Vignaradiata*L.) Seed and Sprout Extracts on Melanogenesis Food. In: *Sci. Biotechnol.*, 25(2), 567-573. doi10.1007/s10068-016-0079-6
13. Tang, D., Dong, Y., Ren, H., Li, L., He, C. (2014). A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common food mung bean and its sprouts (*Vignaradiata*). In: *Chemistry Central Journal*, 17, 4-8. doi: 10.1186/1752-153X-8-4
14. Ghavidel, R.A., Prakash, J. (2007). The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. In: *J. Food Sci. Nutr.*, 40, 1292-1299. doi: 10.1016/j.lwt.2006.08.002
15. Казымов, С.А. Влияние проращивания на аминокислотный состав бобов маша [Текст] / С.А. Казымов, Т.Н. Прудникова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 5-6. – С. 25-26. – [Kazymov, S.A., Prudnikova, T.N. (2012). Influence of germination on the amino acid composition of mung beans. *Izvestiyavuzov*. In: *Food technology*, 5-6, 25-26].
16. Uppal, V., Bains, K. (2012). Effect of germination periods and hydrothermal treatments on in vitro protein and starch digestibility of germinated legumes. In: *J. Food Sci. Technol.*, 49 (2), 184-191. doi: 10.1007/s13197-011-0273-8.
17. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. Изд. XI, доп. [Текст]. М.: Медицина, 1990. – 440 с. – [State Pharmacopoeia of the USSR: Issue. 2. General methods of analysis. Medicinal plant materials. Ed. XI, add. (1990). Moscow. 440].

18. Сорокина, О.Н. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания (флавоноидов в лекарственных препаратах растительного происхождения [Текст] / О.Н. Сорокина, Е.Г. Сумина, А.В. Петракова, С.В. Барышева // Известия Саратовского ун-та. Новая серия. Сер. Химия. Биология, Экология. – 2013. – Т.13, Вып.6. – С. 8-11. – [Sorokina, O.N., Sumina, E.G., Petrakova, A.V., Barysheva, S.V. (2013). Spectrophotometric determination of the total content (flavonoids in herbal medicines. In: Izvestiya of the Saratov University. New series. Ser. Chemistry. Biology, Ecology, 13 (6), 8-11].

19. Глущенко А.В. Количественное определение флавоноидов и суммы полифенолов в надземной части володушки золотистой [Текст] / А.В. Глущенко, В.А. Георгиянц, Н.Ю. Бевз // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация, 2014. - № 11 (182). – Вып. 26/1. – С. 172-176. – [Glushchenko, A.V., Georgiyanc, V.A., Bevez, N.Yu. (2014). Quantitative determination of flavonoids and the amount of polyphenols in the aerial part of the golden volodushka. In: Scientific statements. Series Medicine. Pharmacy, 11 (182), 172-176].

20. Ушанова В.М., Основы научных исследований. Часть 3. Исследование химического состава растительного сырья [Текст] / В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, А.Н. Девятловская. – Красноярск : Изд-во СибГТУ, 2004. – 360 с. – [Ushanova, V.M., Lebedeva, O.I., Devyatlovskaya A.N. (2004). Fundamentals of scientific research. Part 3. Study of the chemical composition of plant materials. Krasnoyarsk. 360].

21. Rutherford, S.M., Fanning, A.C., Miller B.J., Moughan, P.J. (2015). Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. In: The Journal of Nutrition, 145, 372–379. doi.org/10.3945/jn.114.195438.

22. Соколова, Т.Н. Определение показателей биологической ценности продуктов питания расчетным методом [Текст] / Т.Н. Соколова, В.М. Прохоров, В.П. Карташов. – Н. Новгород : НГТУ, 2015. – 17 с. – [Sokolova, T.N., Prohorov, V.M., Kartashov, V.P. (2015). Determination of indicators of the biological value of food products by the calculation method. N. Novgorod. 17].

23. Xie, J., Schaich, K. M. (2014). Re-evaluation of the 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Free Radical (DPPH) Assay for Antioxidant Activity. In: J. Agric. Food Chem., 62 (19), 4251-4260. doi: 10.1021/jf500180u

24. Волков, В.А. Кинетический метод анализа антирадикальной активности экстрактов растений [Текст] / В.А. Волков, Н.А. Дорофеева, П.М. Пахомов // Химико-фармацевтический журнал. – 2009. – Т.43. – № 6. – С. 27–31. doi: https://doi.org/10.30906/0023-1134-2009-43-6-27-31. – [Volkov, V.A., Dorofeeva, N.A., Pahomov, P.M. (2009). Kinetic method for the analysis of antiradical activity of plant extracts. In: Chemical Pharmaceutical Journal, 43 (6), 27–31].

25. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации [Текст] М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с. [Norms of physiological needs in energy and nutrients for different population groups of the Russian Federation. Guidelines (2009). Moscow. 36].

26. Дюндикова, П.А. Протеиновый профиль проростков бобовой культуры Маш (*Vigna Radiate L*) [Текст] / П.А. Дюндикова, Л.В. Наймушина, И.Д. Зыкова // Материалы VI всерос. науч.-практ. конф. «Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ» (14–16 мая 2020 г.). Красноярск : Сиб. федер. ун-т, торг.-эконом. ин-т, 2020. – С. 383–387. – [Dyundikova, P.A., Najmushina, L.V., Zyкова, I.D. (2020). Protein profile of sprouts of the legume mash (*Vigna Radiate L*). In: Processing of VI All-Rus. scien.-pract. konf. «Problems of developing the market for goods and services:

prospects and opportunities for the subjects of the RF» (may 14–16,2020). Krasnoyarsk. 383 - 387].

27. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник [Текст] / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛиПринт, 2002. – 236 с. – [Skurikhin, I.M., Tutelyan, V.A. (2012). Chemical composition of Russian food products. Moscow. 236].

28. Naimushina, L.V., Zyкова, I.D., Gubanenko, G.A., Rechkina, E.A., Kondratyuk, T.A. (2020) Comparative analysis of antiradical and antibacterial activity of *Boletus edulis* basidiomycetes growing in different climatic zones. In: IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 421, 072004 doi.org/10.1088/1755-1315/421/7/072004.

29. Шаскольский, В.В. Антиоксидантная активность некоторых зерновых продуктов и прорастающих семян [Текст] / В.В. Шаскольский, Н.Д. Шаскольская // Хлебопродукты, 2007. – № 12. – С. 48–49. – [Shaskol'skij, V.V., Shaskol'skaya, N. D. (2007). Antioxidant activity of some grain products and germinating seeds. In: Bread products, 12, 48–49].