

УДК 635.89

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АМИНОКИСЛОТНАЯ ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ГРИБОВ ШИИТАКЕ И НАМЕКО

Баюров Леонид Иванович

к. с.-х. н., доцент

SPIN-код: 3777-5470, AuthorID: 270952

Тел.: +7(918)413-51-86

E-mail: leo56@mail.ru

Дмитриенко Станислав Николаевич

к.б.н., ведущий специалист

SPIN-код: 2175-0529, AuthorID: 675058

Тел.: +7(918)676-49-95

E-mail: stas47@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

Люди употребляют грибы в пищу уже тысячи лет, и более 2000 их видов являются съедобными и/или лекарственными. Как и предполагает их огромное разнообразие, грибы обладают невероятным количеством свойств, преимуществ и секретов. Они очень полезны для здоровья. Настолько полезны, что, как показали исследования, они эффективнее традиционных пищевых добавок, которые ежедневно принимают более 70 % взрослых людей. Большинство этих пищевых добавок синтетические и содержат потенциально опасные дозы, которые образуются в результате приема больших доз и частичного усвоения организмом. Однако адаптогены полностью натуральны и получают их из различных растений и грибов. Эти природные адаптогены используются в восточной и западной медицине для снятия стресса, поддержки иммунной системы, повышения уровня энергии и улучшения общего состояния здоровья. Эти вещества помогают защитить организм, стабилизируя и оптимизируя физиологические функции. Ни для кого не секрет, что монокультуры наносят огромный вред почве, приводят к повышенному использованию пестицидов и массовой вырубке лесов по всему миру. Зависимость человечества от продуктов питания, особенно от животноводства, привела к вырубке миллионов деревьев, потере большого количества плодородного слоя почвы и дефициту питательных веществ на сельскохозяйственных угодьях. Грибы, если их выращивать в рамках сельскохозяйственной системы, могут помочь восполнить многие из этих питательных веществ, создавая условия, схожие с диким и здоровым, разнообразным лесным биомом

UDC 635.89

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences, agricultural sciences)

COMPARATIVE AMINO ACID NUTRITIONAL VALUE OF SHIITAKE AND NAMEKO MUSHROOMS

Bayurov Leonid Ivanovich

Cand.Agr.Sci., associate Professor

RSCI SPIN-code: 3777-5470, AuthorID: 270952

Tel.: +7(918)413-51-86

E-mail: leo56@mail.ru

Dmitrienko Stanislav Nikolaevich

Cand.Biol.Sci., leading specialist

RSCI SPIN-code: 2175-0529, AuthorID: 675058

Tel.: +7(918)676-49-95

E-mail: stas47@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia

Mushrooms have been consumed by humans for thousands of years with over 2000 of these species being edible and or medicinal in value. Just like their enormous diversity suggests, mushrooms possess an extraordinary amount of variety, benefits and secrets. They have powerful health benefits. So powerful, that studies have shown them to be more effective than the traditional dietary supplements that more than 70% of adults consume every day. Majority of these dietary supplements are synthetic and have potentially harmful doses, created by mega dosing and then partial absorption in the body. Adaptogens however, are fully natural and come from a variety of plants and fungi. These naturally occurring adaptogens have been utilized in Eastern and Western medicine to assist with stress relief, immune system support, energy levels and overall health. These substances can help protect your body by stabilizing and optimizing physiological functions. It is no secret that monocultures have been extremely detrimental to soil health, increased use of pesticides and world-wide mass deforestation. Humanities dependence on food, particularly the animal agriculture industry, has cost us millions of cut down trees, large quantities of top soil loss and nutrient deficiencies in agricultural lands. Mushrooms, when incorporated into a farming system, can help bring back many of these nutrients by creating conditions similar to the wild and healthy, diverse biome of a forest

Ключевые слова: ШИИТАКЕ, НАМЕКО, ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ, БЕЛКИ, АМИНОКИСЛОТЫ, КЛЕТЧАТКА, МИНЕРАЛЫ, ВИТАМИНЫ

Keywords: SHIITAKE, NAMEKO, NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE, PROTEINS, AMINO ACIDS, FIBER, MINERALS, VITAMINS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-215-053>

Введение. Глобальный демографический прогноз на 2050 год предсказывает достижение отметки в 10 миллиардов человек. Этот беспрецедентный рост, особенно выраженный в африканских государствах, ставит перед человечеством ряд острых проблем: угрозу продовольственной безопасности, дефицит жизненно важных микроэлементов, общее ухудшение качества питания и рост потребления обработанных продуктов с консервантами. Рост мирового населения ставит перед человечеством задачу обеспечения достаточного количества питательных продуктов. Грибы, будучи богатым источником минералов и витаминов, могут сыграть ключевую роль в решении этой проблемы.

Подобные изменения в пищевых привычках могут привести к существенному увеличению числа инфекционных и неинфекционных заболеваний, а также к росту смертности от них. В ответ на этот глобальный вызов активизируются исследования и разработки, направленные на поиск и внедрение альтернативных источников пищи, отличающихся доступностью, экономической эффективностью и высокой питательной ценностью.

Обсуждение. Современные исследования все чаще подчеркивают исключительную ценность грибов, открывая их многогранный потенциал. Одним из наиболее важных открытий стало понимание того, что многие виды грибов являются природными источниками лекарственных соединений, имеющих значительное применение в медицине. В то время как одни грибы высоко ценятся гурманами за их уникальные вкусовые качества, другие, напротив, содержат смертельно опасные яды и полностью исклю-

чаются из питания. С древнейших времен и по сей день грибы занимают особое место в рационе человека, признанные как ценный источник питательных веществ. В античности их даже называли «пищей богов», а древние греки верили, что они придают воинам силу и выносливость в битвах. Изначально грибы собирали в дикой природе, однако со временем возникла потребность в их культивировании.

Были предприняты многочисленные попытки по одомашниванию грибов и их выращиванию в специально созданных контролируемых условиях. На сегодняшний день известно более 2 000 видов съедобных грибов, которые широко употребляются в пищу. Тем не менее, лишь небольшая часть из них выращивается в промышленных условиях.

По данным ряда польских авторов, помимо своих кулинарных и питательных достоинств, которые издавна ценились, грибы теперь признаются и за их многочисленные лечебные свойства. В результате, они находят применение не только как функциональные продукты питания, но и как диетические добавки, нутрицевтики и средства микотерапии. Различные химические соединения и лекарственные препараты, изготовленные из грибных экстрактов, благодаря своей высокой эффективности успешно выходят на рынки Европы и США [9].

Состав грибов по-своему уникален: они состоят примерно на 85–90 % из воды, содержат около 3 % белка, 4 % углеводов, 0,3–0,4 % жиров и 1 % минеральных веществ и витаминов. Среди полезных свойств грибов отмечают сниженный уровень холестерина, способность осуществлять профилактику раковых заболеваний и ряд других. Витаминный состав съедобных грибов особенно богат ниацином, рибофлавином, витамином D, витамином C и комплексом витаминов группы B.

В развивающихся странах, где значительная часть населения питается преимущественно зерновыми культурами, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) рекомендует включать грибы в

рацион для удовлетворения потребности в белке. Мировое производство грибов исчисляется миллионами тонн ежегодно.

Как указывает S.S. Kakraliya, Нидерланды являются одним из крупнейших производителей в ЕС, выращивая ежегодно до 270 тыс. тонн грибов. По общему объему производства эта страна занимает четвертое место в мире, уступая лишь Китаю, который является абсолютным лидером рынка с долей в 70 %, Италии (10,2 %) и США (5,3 %). Что касается потребления, то Нидерланды демонстрируют самый высокий показатель в мире – 11,62 кг на человека в год, в то время как в Китае, Японии, Польше и Индии этот показатель значительно ниже, составляя менее одного килограмма [6].

По мнению А. В. Хренова, особый интерес в нашей стране в последние годы вызывает ряд новых видов съедобных грибов, которые появились на нашем рынке сравнительно недавно, благодаря их импортным поставкам. К их числу, в частности относятся шиитаке и намеко. Основная часть культивирования шиитаке, намеко и других экзотических грибов приходится на предприятия, уже налаженные для производства вешенки. Однако, по итогам 2018 г. общий объем производства этих редких видов грибов в России был весьма скромным – всего лишь 103 тонны [4].

Гриб шиитаке, также известный как лентинула съедобная или японский лесной гриб (*Lentinula edodes (Berk.) Sing.*), относится к съедобным представителям рода Лентинула семейства Негниючниковые (*Marasmiaceae*) порядка Агариковые (*Agaricales*).

Древние цивилизации уже знали о целебных свойствах грибов. Так, в Гватемале, начиная с 3000 года до н.э., «грибные камни» играли роль в мистических и лечебных обрядах. В Юго-Восточной Азии гриб шиитаке имеет двухтысячелетнюю историю применения в медицине и считается самой древней культурой, которую начали выращивать. Грибы шиитаке хорошо известны своими лечебными свойствами против опухолей и вирусов, а

также способностью разрушать и выводить вредный холестерин из крови [5, 8].

Начиная с XIV века, шиитаке использовали не только в пищу, но и как средство для лечения заболеваний верхних дыхательных путей, а также сердечно-сосудистой системы и печени. Высокая результативность шиитаке в лечебных целях привела к тому, что его стали ценить почти так же дорого, как серебро, и в народе он получил титул «король грибов» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Грибы шиитаке (*Lentinula edodes*)

Кулинарное применение этого вида грибов зародилось еще в древнем Китае и Японии, а сегодня этот гриб широко культивируется по всему миру. Это очень популярный и легко выращиваемый гриб, который особенно любят во многих странах юго-восточной Азии.

Проведенное исследование биологической активности двух фармакологических форм гриба шиитаке: сока из свежих и порошка из высушенных плодовых тел в отношении роста лактобактерий. Установлено, что

внесение данных экстрактов в питательную среду привело к стимуляции пролиферации лактобактерий, как входящих в состав коммерческого пробиотического препарата «Лактобактерин», так и являющихся компонентами аутопробиотического комплекса человека.

М. А. Кириленко и О. Ю. Кузнецовым была установлена способность сока гриба шиитакэ повышать адаптивный потенциал и активизировать рост лактобактерий, ассоциированных с организмом человека. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения лекарственных производных шиитакэ не для разработки пробиотических препаратов для профилактики и лечения дисбактериоза, но и создания продуктов функционального питания [2].

Как отмечает А. С. Садвакас, полисахариды, содержащиеся в грибах шиитакэ, обладают иммуномодулирующими свойствами, способными стимулировать активность ключевых компонентов врожденного иммунитета, включая естественные киллеры, макрофаги и нейтрофилы. Это приводит к индукции выработки цитокинов и интерлейкинов, играющих центральную роль в раннем иммунном ответе. Дополнительно, вторичные метаболиты грибов, такие как стерины, терпены и фенолы, демонстрируют способность поддерживать и стабилизировать физиологические метаболические процессы в организме [3].

В качестве субстрата для культивирования шиитакэ успешно используются различные сельскохозяйственные отходы (опилки, солома, хлопковая шелуха и др.), а отходы от его производства служат ценным биоорганическим удобрением, способствуя севообороту. В условиях климатических изменений и растущего спроса, селекционная работа направлена на создание новых сортов шиитакэ, устойчивых к различным условиям выращивания и обработки.

Чешуйчатка съедобная, также известная как *намеко* (*Pholiota nameko*), является одним из видов грибов, входящих в род *Pholiota*, принадлежаще-

го семейству Строфариевых (*Strophariaceae*). Грибы намеко, чье название переводится как «скользкие грибы», получили свое имя благодаря желеобразной, очень скользкой оболочке.



Рисунок 2 – Грибы намеко (*Pholiota nameko*)

Описываемый гриб обладает шляпкой оранжево-коричневого оттенка, варьирующейся от полусферической до выпуклой формы, размером 3–8 см, с характерной слизистой и блестящей текстурой (рисунок 2).

Под шляпкой расположены желтовато-коричневые или охристо-коричневые пластинки, прикрепленные к ножке длиной 5–8 см, с мелкими выемками на краях. Сама ножка в верхней части имеет желтоватый или светло-охристый цвет и коричневато-чешуйчатую структуру под слизистым коричневатым кольцом.

Беловатая мякоть издает слабый мучной аромат, но не имеет выраженного вкуса. Споры оставляют отпечаток цвета корицы. Эти грибы растут группами, напоминая опята, с тонкими ножками длиной около 5 см из

общего основания, предпочитая пни и упавшие стволы таких широколиственных деревьев, как бук или дуб.

Включение грибов намеко в рацион обогащает организм важными нутриентами. Калий в их составе помогает регулировать уровень жидкости в организме, а клетчатка способствует нормализации работы кишечника. Магний, также присутствующий в намеко, необходим для оптимального функционирования нервной системы. Грибы также являются источником витамина D₂, который улучшает усвоение кальция и меди, участвующей в построении соединительных тканей.

Помимо этого, намеко содержат железо, витамины группы В и фосфор. Уникальная слизистая оболочка грибов, образованная муцином и пектином, выполняет защитную функцию для самих грибов. Предполагается, что пектин из этой оболочки может оказывать благотворное воздействие на слизистые оболочки человека, способствуя снижению абсорбции сахара и холестерина. В Японии эта слизистая консистенция намеко традиционно считается полезной.

Грибы намеко – это настоящий азиатский деликатес, который в основном произрастает в лесах Китая, Японии и Тайваня. Люди собирали их в дикой природе очень давно. Больше всего о намеко известно из японской истории, где их считали редким лакомством. Раньше их находили в лесах, где они росли большими группами на старых деревьях. Сегодня, в Японии их выращивают искусственно, используя условия высокой влажности (90–95%) в специальных помещениях. Интересно, что намеко плодоносят осенью, когда температура опускается ниже 10 °С, а их сбор обычно происходит дважды с интервалом в несколько недель.

Целью нашего исследования явилось сравнительное изучение аминокислотного состава и полноценности маринованных грибов шиитакэ (*Lentinula edodes*) и намеко (*Pholiota nameko*). В связи с этим решались следующие задачи:

- 1) провести сравнительный аминокислотный анализ шляпок и плодовых тел указанных видов грибов;
- 2) рассчитать аминокислотные индексы грибов;
- 3) произвести расчет аминокислотных скоров грибов с учетом рекомендаций ФАО/ВОЗ (2011);
- 4) сделать соответствующие выводы.

Материалом для исследования послужили маринованные грибы шиитаке и намеко. Из доступных нам литературных источников было установлено, что маринование, как и засолка, грибов не оказывает значительного влияния на количественный и качественный состав их белков и аминокислот. Исходная влажность образцов шляпок шиитаке и намеко составила 92,5 и 91,1 %, а ножек — 90,8 и 91,4 % соответственно.

Методика исследования. Для химического анализа были отобраны и составлены две навески из трех плодовых тел указанных грибов, содержащих их шляпки и ножки. Затем были составлены их средние пробы, которые были высушены в вакуумном сушильном шкафе до постоянной массы. Навески для гидролиза высушенных грибов составили: 265,7 мг и 315,3 мг из шляпок и 222,0 и 242,5 мг из ножек намеко и шиитаке – соответственно. Затем каждая из них была исследована на основе двух повторностей на аминокислотном анализаторе и подверглась биометрической обработке на основе компьютерной программы Microsoft Excel 2016.

Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Как видно, общая сумма аминокислот в шляпках и ножках была статистически достоверно выше ($t_d=2,3$) у грибов намеко – 2450 мг против 2004 мг/100 г сухого вещества у шиитаке. Сумма НАК (незаменимых аминокислот) также была статистически высоко достоверно выше ($t_d=3,2$) у намеко: 1011 мг против 770 мг/100 г сухого вещества.

Таблица 1 – Содержание аминокислот в грибах шиитаке, $M \pm m$

Аминокислоты	Ножки		Шляпки		Итого	
	мг/100 г сухого вещества	мг/г белка	мг/100 г сухого вещества	мг/г белка	мг/100 г сухого вещества	мг/г белка
<i>Незаменимые аминокислоты (НАК)</i>						
Изолейцин	33±5,5	45±6,4	62±9,8	49±8,4	95±13,6	94±12,7
Лейцин	60±10,0	82±13,6	100±15,4	79±12,5	160±23,1	161±13,7
Лизин	41±5,8	56±8,6	75±10,7	59±8,1	116±14,0	115±
Метионин	9±1,1	12±1,3	17±1,8	13±1,4	26±2,9	25±2,7
Цистеин	6±0,9	8±1,1	10±1,2	8±1,0	16±3,7	16±2,9
Фенилаланин	29±3,2	39±4,3	51±5,8	40±4,4	80±11,3	79±10,8
Тирозин	19±2,5	26±2,9	37±6,2	29±5,6	56±11,3	55±8,7
Треонин	39±5,8	53±7,5	77±11,9	61±10,2	116±18,9	114±17,7
Валин	37±5,3	50±8,1	68±10,2	54±8,4	105±15,5	104±16,7
Сумма НАК	273±23,6	371±12,8	497±17,0	392±12,3	770±36,8	763±34,7
<i>Заменимые аминокислоты (ЗАК)</i>						
Аспарагиновая	70±6,3	95±13,6	111±12,8	88±10,2	181±16,0	183±19,9
Глутаминовая	81±7,5	110±12,6	138±18,4	109±11,9	219±25,9	219±24,5
Серин	45±5,6	61±10,2	83±13,7	65±11,0	128±20,4	126±21,2
Гистидин	127±15,8	173±21,6	172±19,5	136±16,9	299±34,7	309±42,6
Глицин	36±6,0	49±7,0	70±11,9	55±7,3	106±19,5	104±17,1
Аргинин	38±4,4	52±6,1	71±8,9	56±7,4	109±13,1	108±10,0
Аланин	37±6,2	50±8,9	70±12,8	55±7,8	107±21,4	105±19,6
Пролин	29±3,7	39±4,9	56±9,0	44±7,2	85±12,2	83±10,4
Сумма ЗАК	463±53,8	629±53,1	771±71,2	608±49,8	1234±109,1	1237±99,6
Общая сумма аминокислот	736±75,4	1000±61,9	1268±82,7	1000±68,8	2004±135,7	2000±129,7

Это же различие в пользу грибов намеко отмечено в отношении общего содержания аминокислот, в том числе незаменимых, в расчете на 1 г белка. Сумма ЗАК также оказалась выше в грибах намеко: 1439 мг против 1234 мг/100 г сухого вещества, однако это отличие не было статистически достоверным.

Таблица 2 – Содержание аминокислот в грибах намеко, М±m

Аминокислоты	Ножки		Шляпки		Итого	
	мг/100 г сухого ве- щества	мг/г белка	мг/100 г сухого ве- щества	мг/г белка	мг/100 г сухого ве- щества	мг/г белка
<i>Незаменимые аминокислоты (НАК)</i>						
Изолейцин	37±5,2	43±7,1	93±16,8	57±13,4	130±22,0	100±20,5
Лейцин	69±11,5	81±13,0	139±23,2	86±13,9	208±34,7	167±25,7
Лизин	56±9,3	65±11,7	107±16,9	56±7,2	163±16,4	121±19,1
Метионин	10±1,6	12±2,5	20±6,4	12±1,8	30±3,2	24±4,4
Цистеин	6±0,9	7±0,7	12±2,2	7±1,7	18±2,6	14±3,0
Фенилаланин	33±5,9	39±7,0	84±15,9	52±10,3	117±24,0	91±17,4
Тирозин	17±2,5	20±4,8	58±13,1	36±6,9	75±17,0	56±12,2
Треонин	51±9,9	60±8,3	100±13,6	62±7,4	151±23,6	122±16,0
Валин	39±7,4	46±6,9	80±12,0	49±5,8	119±21,3	95±13,7
Сумма НАК	318±37,8	373±44,7	693±26,7	417±56,8	1011±64,5	790±96,1
<i>Заменимые аминокислоты (ЗАК)</i>						
Аспарагиновая	67±8,5	78±11,6	142±17,4	87±12,6	209±23,6	165±23,2
Глутаминовая	99±17,8	116±10,8	205±18,6	126±15,5	304±29,0	242±23,7
Серин	55±8,8	64±9,1	105±13,5	65±11,1	160±20,9	129±17,9
Гистидин	142±14,6	166±15,2	118±16,4	173±18,0	260±30,2	339±33,1
Глицин	43±7,2	50±6,8	81±12,3	50±13,8	124±19,5	100±20,4
Аргинин	54±8,7	63±11,0	107±14,4	52±8,0	161±22,2	115±19,4
Аланин	45±6,7	53±7,2	91±12,9	56±10,0	136±19,4	109±16,6
Пролин	34±6,1	40±5,9	51±11,4	50±10,3	85±17,8	90±16,7
Сумма ЗАК	539±88,3	630±97,6	900±102,5	659±122,0	1439±95,1	1289±104,0
Общая сумма аминокислот	857±97,2	1000±102,7	1593±118,3	1000±107,9	2450±135,5	2079±182,0

Согласно полученным данным, цистеин явился ключевым лимитирующим фактором среди незаменимых аминокислот в грибах шиитаке и намеко (16–18 мг/100 г сухого вещества или 14–16 мг/г белка). Напротив, лейцин присутствовал в наибольших количествах: 160–208 мг/100 г сухого вещества или 160–167 мг/г белка соответственно.

Лейцин, изолейцин и валин – это аминокислоты с разветвленной цепью, которые организм не может синтезировать и должен получать с пищей. Среди них лейцин выделяется своей значительной ролью в контроле синтеза белка, влияя на начальные этапы этого процесса в различных клетках. Лейцин известен своей способностью мощно стимулировать высвобождение инсулина β -клетками поджелудочной железы, выступая как в роли метаболического топлива, так и как активатор фермента глутаматдегидрогеназы.

Результаты последних исследований, проведенных Yang J, Wong RK, Park M, et al., доказали, что лейцин и его производное соединение α -кетоизокапроат могут напрямую влиять на выработку инсулина. Они делают это, блокируя определенные калиевые каналы в клетках поджелудочной железы, ответственных за производство инсулина (β -клетки). Также за последние десять лет выяснилось, что лейцин активирует mTOR – важный белок, контролирующий синтез белков и обмен веществ в клетках поджелудочной железы. Сегодня уже подтверждено, что лейцин способствует активации генов и производству белка в островках Лангерганса (где находятся β -клетки) и других клетках. Этот процесс может происходить как с участием mTOR, так и без его прямого влияния [10].

Уровень метионина в обоих видах грибов также был сравнительно низким – 25 и 24 мг/г белка. Известно, что организм человека не способен синтезировать метионин, поэтому эта незаменимая аминокислота должна поступать с пищей. Внутри клеток метионин в основном образуется из гомоцистеина. Этот процесс требует участия фермента метионинсинтазы и витамина B₁₂.

Метионин критически важен для запуска производства белков, так как он всегда является первой аминокислотой, с которой начинается сборка белковой цепи. После этого он может быть изменен. Большая часть метионина используется для создания S-аденозилметионина (SAM), который яв-

ляется своего рода «донором» метильных групп для множества важных внутриклеточных реакций. Эти реакции метилирования регулируют работу генов, структуру ДНК и клеточные сигналы. Также метионин может быть преобразован в другую важную аминокислоту – цистеин, через сложный путь, включающий участие нескольких ферментов.

Наиболее низким уровнем среди ЗАК в грибах шиитаке и намеко отличался пролин (83 и 90 мг/г белка – соответственно), а максимальным – гистидин (309 и 339 мг/г белка). Пролин как вторичная аминокислота подвергается действию специализированных ферментов, играющих ключевую роль в ответе на метаболический стресс и участвующих в передаче сигналов внутри клеток. Значительное количество пролина содержится в коллагене, который является основным компонентом внеклеточного матрикса, соединительной ткани и костной структуры.

В целом, гистидин является одной из наименее распространенных аминокислот в белках человека. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) рекомендуют взрослым потреблять 10 мг гистидина на килограмм массы тела ежедневно. Эта аминокислота важна для образования карнозина в мышцах и некоторых частях мозга.

Карнозин, в свою очередь, предположительно выполняет функции буфера и антиоксиданта. Синтез карнозина происходит в тканях с участием фермента карнозинсинтазы, которая использует гистидин и β -аланин, расщепляя АТФ. Гистидин также может превращаться в гистамин под действием гистидиндекарбоксилазы. Содержание гистидина в белках сильно различается: от 73 % в белке микроорганизма-паразита *Plasmodium lophurae* до почти полного отсутствия в некоторых эластинах млекопитающих.

Качество белка, как известно, в значительной степени определяется соотношением входящих в его состав аминокислот. Именно поэтому мы

уделили этому аспекту особое внимание при изучении грибов шиитаке и намеко. Для того чтобы количественно оценить качество белка в исследованных образцах, нами были рассчитаны аминокислотные индексы (таблица 3).

Таблица 3 – Аминокислотные индексы шиитаке и намеко

Вид грибов	Содержание аминокислот, мг/г белка			Соотношение, %	
	всего	незаменимых (НАК)	заменимых (ЗАК)	НАК/ЗАК	НАК/сумма АК
Шиитаке	2000	763	1237	61,7	38,1
Намеко	2079	790	1289	61,3	38,0

Анализ образцов сушеных грибов шиитаке и намеко выявил их высокую питательную ценность благодаря содержанию аминокислот. В частности, отношение НАК к ЗАК в грибах шиитаке и намеко составило соответственно 61,7 и 61,3 %. Эти показатели оказались выше установленного эталонного значения в 56 %. Также было отмечено, что доля НАК от общего количества всех аминокислот в обоих видах грибов составила приблизительно 38 %, что превосходит эталонный показатель в 36 %.

Система оценки аминокислотного состава была создана для определения эффективности пищевого белка в обеспечении организма необходимыми аминокислотами. Ее основной принцип заключается в сравнении концентрации незаменимых аминокислот в белке продукта с рекомендуемыми нормами потребления для человека. Современные исследования убеждают, что качество белка важно не только для соблюдения минимальных суточных норм, но и при более высоком уровне его потребления. Существующие методы оценки качества белка не учитывают все многообразие функций НАК, которые выходят за рамки их роли в росте или поддержании баланса азота.

Поскольку научные данные о влиянии белка на здоровье при повышенном потреблении постоянно пополняются, важно уделять внимание его качеству и способам его оценки. Мы изучили содержание аминокислот в образцах шиитаке и намеко, рассчитав их аминокислотные скоры (АС) и сопоставили с рекомендованными значениями ФАО/ВОЗ (2011) (таблица 4).

Таблица 4 – Аминокислотные скоры (АС) грибов шиитаке и намеко, %

НАК	Эталон ФАО/ВОЗ		Шиитаке		Намеко	
	мг/г белка	АС, %	в сред- нем, мг/г белка	АС, %	в сред- нем, мг/г белка	АС, %
Изолейцин	30	100	47,0	156,7	50,0	166,7
Лейцин	61	100	80,5	132,0	83,5	136,9
Лизин	48	100	57,5	119,8	60,5	126,0
Метионин + цистеин	23	100	10,2	44,3	9,5	41,3
Фенилаланин + тирозин	41	100	33,0	80,5	36,7	89,6
Треонин	25	100	57,0	228,0	61,0	244,0
Валин	40	100	52,0	130,0	47,5	118,7
Всего:	284,0	100	337,2	118,7	348,7	122,8

Результаты анализа, представленные в таблице 4, свидетельствуют о том, что наибольший аминокислотный скор (АС) среди всех протестированных незаменимых аминокислот (НАК) был характерен для треонина (в диапазоне 228–244%), изолейцина (156,7–166,7) и лейцина (132–136,9 %). С другой стороны, минимальные значения АС были отмечены для комбинации метионина и цистеина (44,3–41,3 %), а также для пары «фенилаланин + тирозин» (80,5–89,6 %). Следовательно, оба вида изученных грибов являются источниками полноценного белка с оптимальными уровнями насыщенности заменимыми и незаменимым аминокислотами, что свидетельствует об их высокой аминокислотной полноценности.

Как отмечают Л. И. Баюров и С. Н. Дмитриенко, биологическая значимость определяется не только аминокислотами, являющимися строительными «блоками» белков, но и продуктами их катаболизма. Эти метаболиты выступают в качестве ключевых регуляторов экспрессии генов, что оказывает существенное влияние на множество физиологических функций в клетках разнообразных тканей и органов. Важно учитывать, что в метаболизме аминокислот теперь задействованы и такой источник, как микробиота толстого кишечника [1].

Выводы. Результаты проведенного исследования доказали, что оба изученных вида японских грибов шиитаке и намеко являются ценным источником незаменимых аминокислот. Это свойство открывает перспективы для их интеграции в пищевые рационы людей в качестве полноценной альтернативы мясным продуктам, а также для балансировки диетического и лечебного питания. В сравнительном аспекте следует признать статистически достоверное превосходство грибов намеко над шиитаке по общему содержанию аминокислот, включая незаменимые

Достаточно высокое содержание полноценного белка, аминокислот, витаминов и минералов, при одновременно низком уровне жиров и легкопереваримых углеводов, позиционирует шиитаке и намеко как эффективное средство для коррекции дефицитных состояний, связанных с недостаточным питанием.

Эти грибы, обогащенные антиоксидантами и β-глюканами, являются настоящими «союзниками» здоровья. Они активно работают над укреплением иммунитета, подавлением воспалительных процессов, стабилизацией показателей холестерина и глюкозы в крови, а также могут оказывать профилактическое действие против онкологических заболеваний. Но их ценность не ограничивается лишь целебными свойствами.

Шиитаке и намеко восхищают своим изысканным вкусом и легкостью в приготовлении, позволяя стать украшением самых разнообразных кули-

нарных шедевров. Именно это гармоничное сочетание пользы для организма и гастрономического удовольствия делает их столь востребованными среди тех, кто заботится о своем здоровье.

Список литературы:

1. Баюров Л.И. Шампиньоны и их полезные качества / Л. И. Баюров, С. Н. Дмитриенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 213. – С. 1-19.
2. Кириленко М.А. Оценка биологического действия фармакологических форм шиитаке (*Lentinus edodes*) на лактобактерии / М. А. Кириленко, О. Ю. Кузнецов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2019. – Т. 28. – С. 56-62.
3. Садвакас А.С. Сравнительная характеристика иммуномодулирующего эффекта лекарственных грибов шиитаке и рейши / А. С. Садвакас // Успехи медицинской микологии. – 2024. – Т. 26. – С. 280-284.
4. Хренов А.В. Грибная отрасль России в фазе бурного роста / А. В. Хренов // Школа грибоводства. – 2018. – № 2. – С. 26-27.
5. Ferdousi, J.; Riyadh, Z.A.; Hossain, I.; Saha, S.R. & Zakaria, M. Mushroom Production Benefits, Status, Challenges and Opportunities in Bangladesh: A Review. Annual Research & Review in Biology, 34(6): 1-13, 2019.
6. Kakraliya, S.S. (2020). Economic Importance of Mushroom and Their Uses. Just Agriculture-The Future of Agri Innovation. Sher-e- Kashmir University of Agricultural Science and Technology of Jammu-Jammu. ARTICLE ID: 025.
7. Kala K., Kryczyk-Poprawa A., Rzewinska A., Muszynska B. Fruiting Bodies of Selected Edible Mushrooms as a Potential Source of Lovastatin. Eur. Food Res. Technol. 2020;246:713-722.
8. Wasser, S.P. (2014). Medicinal mushroom science: Current perspectives, advances, evidences, and challenges. Biomed. J. 37,345–356.
9. Witkowska A.M., Zujko M.E., Mironczuk-Chodakowska I. Comparative Study of Wild Edible Mushrooms as Sources of Antioxidants. Int. J. Med. Mushrooms. 2011;13:335-341. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v13.i4.30.
10. Yang J, Wong RK, Park M, et al. Leucine regulation of glucokinase and ATP synthase sensitizes glucose-induced insulin secretion in pancreatic beta-cells. Diabetes. 2006;55:193–201.

References

1. Bayurov L.I. SHampin'on'y i ih poleznye kachestva / L. I. Bayurov, S. N. Dmitrienko // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – № 213. – S. 1-19.
2. Kirilenko M.A. Ocenka biologicheskogo dejstviya farmakologicheskikh form shiitake (*Lentinus edodes*) na laktobakterii / M. A. Kirilenko, O. YU. Kuznecov // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya. – 2019. – T. 28. – S. 56-62.
3. Sadvakas A.S. Sravnitel'naya harakteristika immunomoduliruyushchego effekta lekarstvennyh gribov shiitake i rejshi / A. S. Sadvakas // Uspekhi medicinskoj mikologii. – 2024. – T. 26. – S. 280-284.

4. Hrenov A.V. Gribnaya otrasl' Rossii v faze burnogo rosta / A. V. Hrenov // SHkola gribovodstva. – 2018. – № 2. – S. 26-27.
5. Ferdousi, J.; Riyadh, Z.A.; Hossain, I.; Saha, S.R. & Zakaria, M. Mushroom Production Benefits, Status, Challenges and Opportunities in Bangladesh: A Review. *Annual Research & Review in Biology*, 34(6): 1-13, 2019.
6. Kakraliya, S.S. (2020). Economic Importance of Mushroom and Their Uses. *Just Agriculture -The Future of Agri Innovation*. Sher-e- Kashmir University of Agricultural Science and Technology of Jammu-Jammu. ARTICLE ID: 025.
7. Kala K., Kryczyk-Poprawa A., Rzewinska A., Muszynska B. Fruiting Bodies of Selected Edible Mushrooms as a Potential Source of Lovastatin. *Eur. Food Res. Technol.* 2020;246:713–722.
8. Wasser, S.P. (2014). Medicinal mushroom science: Current perspectives, advances, evidences, and challenges. *Biomed. J.* 37,345–356.
9. Witkowska A.M., Zujko M.E., Mirończuk-Chodakowska I. Comparative Study of Wild Edible Mushrooms as Sources of Antioxidants. *Int. J. Med. Mushrooms*. 2011;13:335-341. doi: 10.1615/IntJMedMushr.v13.i4.30.
10. Yang J, Wong RK, Park M, et al. Leucine regulation of glucokinase and ATP synthase sensitizes glucose-induced insulin secretion in pancreatic beta-cells. *Diabetes*. 2006;55:193-201.