

УДК 577.112.3:543.544:581.91

## АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

© А.Ш. Рамазанов\*, Ш.А. Балаева

Дагестанский государственный университет, ул. М. Гаджиева, 43А,  
Махачкала, 367002 (Россия), e-mail: a\_ramazanov\_mail.ru

Объектом исследования являлись частично обезжиренные плоды (шрот) расторопши пятнистой [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.], произрастающей на территории Республики Дагестан.

Цель исследования – определение содержания белка в шроте плодов расторопши пятнистой и его аминокислотного состава; оценка биологической ценности исследуемого белка.

Установлено, что частично обезжиренные плоды расторопши пятнистой содержат 21.72% белка, что примерно в 2 раза больше, чем семена зерновых культур. В составе белка расторопши пятнистой методами ионообменной и жидкостной хроматографии идентифицированы и количественно определены 18 аминокислот, в том числе все незаменимые аминокислоты, на долю которых в белке приходится 30.11%. В составе исследуемого белка в большем количестве, чем в белке-эталоне, обнаружены незаменимые аминокислоты: фенилаланин+тирозин, треонин, изолейцин и валин. В наибольшем количестве из заменимых аминокислот в белке расторопши пятнистой обнаружены аргинин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота, глицин и серин. Установлено, что по формальным показателям биологической ценности белок плодов расторопши пятнистой сопоставим с белком озимых сортов пшеницы и ржи и значительно превосходит белок шрота подсолнечника.

*Ключевые слова:* расторопша, *Silybum marianum* (L.) Gaertn., плоды, аминокислоты, белки, биологическая ценность.

### Введение

Расторопша пятнистая [*Silybum marianum* (L.) Gaertn] является сырьевым источником ценных биологически активных веществ, таких как флаволигнаны, флавоноиды, жирное масло, белки, углеводы, микро- и макроэлементы [1–3]. В России и в других странах р. пятнистую культивируют для получения лекарственного растительного сырья. В Германии, Сербии, Черногории, Польше, Украине, России и других странах на основе флаволигнанов, извлеченных из плодов р. пятнистой, получают уникальные гепатопротекторные лекарственные препараты, широко используемые в медицинской практике при лечении болезней печени [1–3]. Лекарственные препараты на основе масла из плодов р. пятнистой используют при лечении ран, язв, пролежней и воспалительных процессов [4]. После извлечения жирного масла и флаволигнанов из плодов р. пятнистой шрот может явиться источником минеральных веществ, аминокислот и пищевых волокон. В последнее время активно ведутся научные исследования по моделированию продуктов питания с целью достижения уровня сбалансированности состава пищевых продуктов [5–10]. В работах отечественных и зарубежных исследователей [5–9] отмечается, что белковую и минеральную ценность кондитерских и хлебобулочных изделий можно повысить за счет добавления шротов разных растений, в том числе шрота плодов р. пятнистой, в качестве добавки к пшеничной муке, при выпечке хлебобулочных изделий.

Одним из важнейших биохимических критериев пищевой ценности продуктов питания является общее содержание белка и незаменимых аминокислот, от количества и качества которых зависит биологическая ценность продуктов питания. Для оценки биологической ценности аминокислотного состава белка предложены компьютерные технологии расчета математических зависимостей широко приме-

Рамазанов Арсен Шамсудинович – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической и фармацевтической химии, e-mail: a\_ramazanov@mail.ru  
Балаева Шамсият Абдулмеджидовна – старший лаборант кафедры аналитической и фармацевтической химии, e-mail: balashamsiyat@mail.ru

Для оценки биологической ценности аминокислотного состава белка предложены компьютерные технологии расчета математических зависимостей широко приме-

\* Автор, с которым следует вести переписку.

няемых показателей: коэффициента утилитарности незаменимой аминокислоты, коэффициента рациональности аминокислотного состава, показатель сопоставимой избыточности и индекс незаменимых аминокислот [11, 12]. Известно, что протеиногенные аминокислоты являются важнейшими мономерами в организме человека и животных. Недостаток незаменимых аминокислот приводит к необратимым изменениям в организме. Например, нехватка лейцина и метионина приводит к снижению гемоглобина, к дистрофическим изменениям в легких, мышцах, печени и снижению кальцификации костей; валина к гипертензии и атаксии; гистидина к нарушению умственного развития у детей; треонина и изолейцина к потере массы и высокому диурезу; лейцина к задержке роста и физического развития; лизина к задержке роста костной ткани и ухудшению слуха; фенилаланина к нарушению функций щитовидной железы и надпочечников [13].

Сведения об аминокислотном составе белка плодов и шрота р. пятнистой в научной литературе ограничены и они неполные [6, 9, 14]. Например, в работах [6, 9] в составе белка плодов р. пятнистой из восьми незаменимых аминокислот не обнаружен триптофан – важная незаменимая аминокислота, необходимая для роста и поддержания азотистого равновесия в организме. При этом в работе румынских авторов [9] содержание идентифицированных аминокислот в 100 г белка ошибочно составляет более 134%. В работе авторов из Словакии [14] нет информации не только о содержании триптофана, но и о содержании условно незаменимой аминокислоты – цистеина (способствует регенерации и заживлению ожогов и ран, активирует иммунную систему, обладает антиоксидантной активностью) и пролина (участвует в синтезе коллагена и соединительной ткани, увеличивает физическую работоспособность, укрепляет сердечную мышцу. В этой работе [14] на долю обнаруженных 15 аминокислот приходится всего 74.62% в 100 г белка. Следует отметить, что в литературе нет сведений об аминокислотном составе белка плодов р. пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан.

Известно, что в зависимости от хеморасы, места произрастания и агроклиматических условий возделывания качественный состав биологически активных веществ и их количественное содержание в растительном сырье и в продуктах их переработки может меняться. Исходя из этого, целью данной работы является определение аминокислотного состава белка шрота плодов р. пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан, и оценка биологической ценности исследуемого белка.

### *Экспериментальная часть*

Материалами для исследования служили: плоды р. пятнистой, заготовленные в 2018 г. в Сулейман Стальском районе Республики Дагестан; шрот, полученный после частичного извлечения жирного масла из плодов р. пятнистой сверхкритической флюидной экстракцией диоксидом углерода [4]. Плоды представляли собой зерна от коричневого с черными вкраплениями до полностью черного цвета длиной 5–7 мм, шириной от 2 до 4 мм, массой  $21 \pm 1$  мг, шрот представлял собой порошок серого цвета с коричневыми вкраплениями, с размером частиц 0.1–1.0 мм. Общие числовые показатели (влажность, зола, зола нерастворимая в соляной кислоте), содержание углеводов, жира в плодах и шроте определяли по стандартным методикам, описанным в ГФ XIII [15]. Содержание сырого протеина в образцах проб определяли по методу Кьельдаля ГОСТ 32044.1-2012 [16]. Для минерализации пробы около 1 г сырья (точная навеска) поместили в длиннорловую колбу Кьельдаля, залили 25 мл концентрированной серной кислоты. В качестве катализатора использовали сульфат натрия и медный купорос. Нагревание проводили на установке для разложения белка Turbotherm (Gerhardt). Нагревание до появления и исчезновения пены проводили вначале медленно, затем интенсивно. Прозрачный минерализат перелили в установку для перегонки аммиака Vapodest (Gerhardt). В приемной колбе находилась борная кислота со смешанным индикатором. Окончание дистилляции проверяли с помощью универсальной индикаторной бумаги. Дистиллят титровали 0.1 М раствором гидроксида натрия до перехода окраски с фиолетовой до зеленой.

Аминокислотный состав белка шрота р. пятнистой определяли методом ионообменной хроматографии с постколоночной дериватизацией нингидрином [17]. Образец массой примерно 1 г (точная навеска) поместили в ампулу для гидролиза, залили 25 мл 6 М раствора соляной кислоты с содержанием фенола (1 г/л) и подвергли гидролизу в течение 24 ч при температуре 110 °С в сушильном шкафу. По истечении времени гидролиза ампулу охладили. Гидролизат количественно перенесли в круглодонную колбу с помощью цитратного буфера. После установления pH 2.2 гидролизата 7.5 М раствором NaOH к раствору прилили 2 капли октанола-1, и выпарили при температуре 40 °С на вакуумном роторном испарителе марки ИР-1М3. Сухой остаток растворили в 200 мл цитратного буферного раствора. Для определения триптофана проводили

щелочной гидролиз белка [18]. Хроматографический профиль аминокислот снимали на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence с фотометрическим детектором. Идентификацию аминокислот в белке шрота плодов р. пятнистой проводили сравнением времени выхода пиков на хроматограмме стандартного образца аминокислот фирмы Sykam GmbH и на хроматограмме исследуемого образца. Пролин идентифицировали по хроматограмме, полученной при 440 нм, так как образует с нингидрином желтый комплекс, остальные аминокислоты – при 570 нм (фиолетовые комплексы). Содержание аминокислот рассчитывали по площадям соответствующих пиков на хроматограмме исследуемого образца белка относительно пиков на хроматограмме стандартного образца.

Для оценки биологической ценности белка частично обезжиренных плодов рассчитали: аминокислотный скор (С); разбалансированность аминокислотного сора (РАС); коэффициент разбалансированности аминокислотного сора (КРАС); коэффициент утилитарности аминокислотного состава ( $a_j$ ); обобщающий коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U); биологическую ценность (БЦ) по формулам, приведенным в [12]:

$$C = \frac{A}{A_0},$$

где А – содержание аминокислоты в белке зерна изучаемого сорта, г/100 г белка;  $A_0$  – содержание аминокислоты в идеальном белке, г/100 г белка.

$$КРАС = \frac{\sum_i^n РАС}{n},$$

где  $\sum_i^n РАС$  – сумма разбалансированности аминокислотного сора всех незаменимых аминокислот, n – число незаменимых аминокислот.

$$a_j = \frac{C_{\min}}{C_j},$$

где  $C_{\min}$  – минимальный аминокислотный скор;  $C_j$  – аминокислотный скор j-й незаменимой аминокислоты.

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n a_j A_j}{\sum_{j=1}^n A_j};$$

$a_j$  – коэффициент утилитарности;  $A_j$  – содержание незаменимой аминокислоты в белке шрота р. пятнистой, г/100 г.

Для оценки биологической ценности также использовали другой метод, заключающийся в расчете индекса незаменимых аминокислот ИНАК [11]:

$$ИНАК = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \left( \frac{A_j}{A_{0j}} \right)},$$

где  $A_j$  – содержание незаменимой аминокислоты в белке шрота р. пятнистой, г/100 г;  $A_{0j}$  – содержание незаменимой аминокислоты в идеальном белке, г/100 г.

### Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены результаты определения числовых показателей плодов и шрота р. пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан. Для сравнения приведены литературные данные [6].

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что плоды р. пятнистой, широко распространенной на территории Республики Дагестан, соответствуют требованиям ГФ XIII [15]. В результате частичного обезжиривания плодов р. пятнистой содержание белка и углеводов в шроте увеличилось примерно 1.1 раза, и мука из шрота может быть использована в качестве белковой добавки в хлебобулочные изделия и корма для животных.

На рисунках 1 и 2 приведены хроматографические профили стандартного образца аминокислот и образца аминокислот шрота р. пятнистой.

Таблица 1. Числовые показатели плодов и шрота расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан

Показатель, %	Плоды		Шрот	
	Дагестан	Требование ГФ XIII [15]	Дагестан	Литературные данные [6]
Влага	4.7	Не более 12	4,9	7.2
Зола	5.6	Не более 6	5.4	6.1
Зола нерастворимая в 10% HCl	3.9	Не более 4	0.9	1.0
Углеводы	0.5	–	0.7	0.8
Белки	19.5	–	21.7	21.9
Жиры	26.1	Не менее 15	12.1	12.9

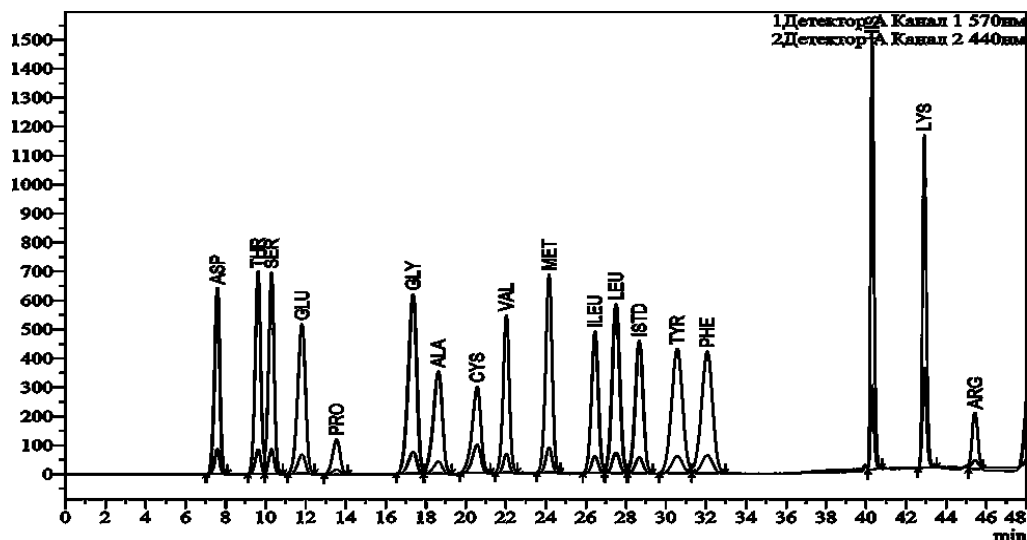


Рис. 1. Хроматограмма стандартного образца аминокислот

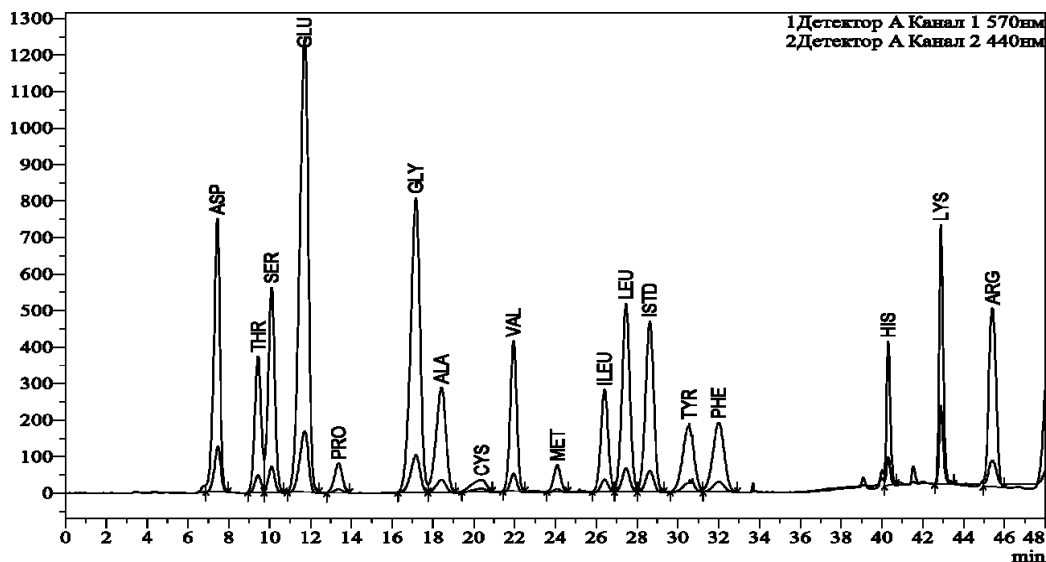


Рис. 2. Хроматограмма аминокислот образца шрота плодов расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан

В составе белка плодов р. пятнистой идентифицированы (рис. 2) и количественно определены 18 аминокислот (табл. 2), входящих в состав белка-эталона (рис. 1), в том числе: триптофан, цистеин и пролин, о которых нет информации в работах [6, 9, 14].

Таблица 2. Аминокислотный состав частично обезжиренных плодов расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан, и для сравнения семян пшеницы и ржи

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты, г/100 г		
	Р. пятнистая	Пшеница [19]	Рожь [19]
Аспаргиновая кислота + аспаргин	1.76	0.81	0.63
Треонин	0.72	0.77	0.63
Серин	0.99	0.78	0.64
Глутаминовая кислота + глутамин	3.88	2.88	3.50
Глицин	1.06	0.67	0.69
Аланин	0.76	0.36	0.23
Цистеин	0.20	0.24	0.22
Валин	0.93	0.68	0.61
Метионин	0.16	0.31	0.11
Изолейцин	0.77	0.65	0.39
Лейцин	1.19	0.55	1.52
Тирозин	0.77	0.28	0.16
Фенилаланин	0.77	0.68	0.34
Гистидин	0.43	0.27	0.25
Лизин	0.94	0.43	0.24
Аргинин	5.51	0.23	0.09
Пролин	0.79	0.32	0.79
Триптофан	0.09	0.11	0.13
Сумма	21.72	11.02	11.17

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что в шроте плодов р. пятнистой содержание белка примерно в 2 раза больше, чем в семенах пшеницы и ржи, в том числе незаменимых аминокислот более 1.4 и 1.5 раза больше соответственно. По содержанию незаменимых аминокислот, таких как лизин, фенилаланин, изолейцин, валин и лейцин плоды р. пятнистой богаче, чем семена пшеницы и ржи. Шрот плодов р. пятнистой незначительно уступает пшенице только по содержанию треонина, триптофана и метионина, а ржи – по содержанию триптофана и лейцина. По содержанию остальных аминокислот плоды р. пятнистой значительно превосходят семена пшеницы и ржи, особенно по содержанию условно заменимой аминокислоты – аргинина 24 и 61 раза соответственно [19]. Следует отметить, что аргинин играет очень важную роль в обмене веществ, является предшественником оксида азота – важного молекулярного биорегулятора, способствует улучшению клинического состояния больных ишемической болезнью сердца, ускоряет регенерацию печени при ее токсическом поражении [13].

Из результатов определения аминокислотного состава белка частично обезжиренных плодов р. пятнистой, приведенных в таблице 3, следует, что с данными, полученными нами, можно сравнить только данные исследователей из Воронежского государственного университета инженерных технологий [6]. Так как в работе [9] в 100 г белка обнаружено более 134 г аминокислот при отсутствии информации о содержании триптофана, а в работе [14] в этом же количестве белка обнаружено только около 75% аминокислот, при этом нет информации о содержании цистеина, пролина и триптофана.

Обнаружено, что белок плодов р. пятнистой, собранной в 2018 г. в Сулейман-Стальском районе Республики Дагестан, содержит глютаминовой кислоты 4.7 и аргинина 3.2 раза больше, чем белок плодов р. пятнистой, описанной в работе [6], и уступает по содержанию изолейцина 2.5 и серина 4.3 раза. К сожалению, в данной работе не указано, где и когда был заготовлен объект исследования.

Полноценность пищевого белка по аминокислотному составу оценивают путем сравнения его аминокислотного состава с составом эталонного белка, который полностью удовлетворяет потребности человека в незаменимых аминокислотах [10]. При наличии в составе белка незаменимых аминокислот в меньшем количестве, чем в идеальном, белок считается неполноценным. Из данных, приведенных в таблице 4, следует, что общее содержание незаменимых аминокислот в белке исследуемого шрота р. пятнистой выше, чем в идеальном белке, в том числе треонина, валина, изолейцина, фенилаланина. По содержанию метионина с цистеином, лейцина, лизина и триптофана белок плодов р. пятнистой является неполноценным. Лимитирующей незаменимой аминокислотой в белке плодов р. пятнистой является триптофан, аминокислотный скор которого составляет всего 62%. Его массовое содержание – 0.41 г в 100 г белка, при содержании в идеальном

белке 0.66 г в 100 г белка. Для оценки биологической ценности белка плодов р. пятнистой рассчитали: аминокислотный скор (С); различие аминокислотного сора ( $\Delta$  РАС); коэффициент утилитарности  $j$ -й незаменимой аминокислоты ( $a_j$ ). Полученные значения показателей, приведенные в таблице 4, использовали для расчета: коэффициента разбалансированности аминокислотного сора (КРАС), который показывает величину избытка незаменимых аминокислот; обобщающего коэффициента утилитарности аминокислотного состава (U) исследуемого белка, численно характеризующего степень сбалансированности незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону); биологической ценности по формулам, приведенным в работе [12].

Из результатов расчета показателей биологической ценности белка плодов р. пятнистой, приведенных в таблице 5, следует, что белок шрота р. пятнистой уступает по биологической ценности белку пшеницы, так как коэффициент разбалансированности аминокислотного сора у него выше, а коэффициент утилитарности аминокислотного состава ниже. Так как если  $U=1$ ,  $КРАС=0$ , то тем лучше сбалансированы аминокислоты в белке [12]. Следует отметить, что по биологической ценности белок плодов р. пятнистой превосходит белок подсолнечника, шрот которого также рекомендуется использовать для повышения содержания аминокислот в составе хлебобулочных изделий [20].

Таблица 3. Аминокислотный состав белка частично обезжиренных плодов расторопши пятнистой и для сравнения белка семян озимой пшеницы

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот, г в 100 г белка				
	Плоды расторопши пятнистой				Озимая пшеница
	Из Дагестана	[6]	[9]	[14]	
Аспаргиновая кислота + аспаргин	8.10	11.3	6.91	8.45	7.35
Треонин	3.30	5.9	5.12	3.31	6.98
Серин	4.56	19.8	7.67	4.05	7.10
Глутаминовая кислота + глутамин	17.86	3.8	29.62	18.67	26.13
Глицин	4.88	4.2	8.27	5.02	6.08
Аланин	3.50	4.4	6.69	2.87	3.27
Цистеин	0.92	0.8	2.16	–	2.18
Валин	4.28	4.3	7.97	3.79	6.17
Метионин	0.74	1.1	2.46	0.85	2.81
Изолейцин	3.55	8.9	5.41	2.97	5.90
Лейцин	5.47	7.1	9.84	5.62	4.98
Тирозин	3.55	3.6	5.41	3.42	2.54
Фенилаланин	3.55	3.9	6.10	0.60	6.17
Гистидин	1.98	2.8	3.35	3.45	2.45
Лизин	4.33	4.4	7.38	4.49	3.90
Аргинин	25.37	7.9	12.59	7.06	2.09
Пролин	3.64	5.8	7.28	–	2.90
Триптофан	0.41	–	–	–	1.00
Сумма	100	100	134.23	74.62	100.00

Таблица 4. Аминокислотный скор частично обезжиренных плодов расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан

Незаменимые аминокислоты	Содержание, г/100 г белка		С, %	$\Delta$ РАС	$a_j$
	ФАО/ВОЗ 2013 [10]	Р. пятнистая			
Треонин	2.5	3.31	132	70	0.47
Валин	4.0	4.28	107	45	0.58
Метионин + цистеин	2.3	1.66	72	10	0.86
Изолейцин	3.0	3.55	118	56	0.53
Лейцин	6.1	5.47	90	28	0.69
*Триптофан	0.66	0.41	62*	0	1
Фенилаланин + тирозин	4.1	7.10	173	111	0.36
Лизин	4.8	4.33	90	28	0.69
Суммарно	27.5	30.11		348	

\* – лимитирующая аминокислота.

Таблица 5. Показатели биологической ценности белковой составляющей частично обезжиренных плодов расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан

Показатели белка	КРАС, %	U	БЦ, %	ИНАК
Р. пятнистая	56.5	0.47	43.35	1.01
Пшеница [21]	24.63	0.49	75.37	0.95
Шрот подсолнечник [21]	66.70	0.45	33.3	0.29

Известен и другой метод определения биологической ценности белка, заключающийся в определении индекса незаменимых аминокислот (ИНАК), который учитывает количество всех незаменимых аминокислот в продукте [11]. Когда индекс незаменимых аминокислот больше 1, значит, в исследуемом белке содержание незаменимых аминокислот больше, чем в эталонном белке. Если судить по этому показателю, то белок шрота р. пятнистой имеет чуть большую биологическую ценность, чем белок пшеницы, и значительно превосходит белок подсолнечника (табл. 5).

### Выводы

В результате проведенных исследований выявлено, что частично обезжиренные плоды р. пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан, содержат 21.72% белка, что примерно в 2 раза больше, чем зерно озимых сортов пшеницы и ржи, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири. Выявлено, что суммарное содержание незаменимых аминокислот в плодах р. пятнистой больше, чем в семенах пшеницы, в 1.4 и ржи – в 1.5 раза и составляет 6.54 г/100 г. Установлено, что по показателям биологической ценности белок плодов р. пятнистой значительно превосходит белок шрота подсолнечника. Использование муки из частично обезжиренных плодов р. пятнистой в качестве биологической добавки при выпечке хлебобулочных изделий будет способствовать получению пищевого продукта со сбалансированным аминокислотным составом.

### Список литературы

1. Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Авдеева Е.В., Рыжов В.М., Попова Л.Л., Грядунов П.Е. Расторопша пятнистая: монография. Самара, 2010. 118 с.
2. Щекатихина А.С., Власова Т.М., Курченко В.П. Получение биологически активных веществ из семян расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.)) // Труды БГУ. 2008. Т. 3. №1. С. 218–228.
3. Матвеев А.В., Коняева Е.И., Курченко В.П., Щекатихина А.С. Гепатопротективные свойства силимарина // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2011. №2. С. 130–137.
4. Рамазанов А.Ш., Балаева Ш.А., Шахбанов К.Ш. Химический состав плодов и масла расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 113–118. DOI: 10.14258/jcrgm.2019024441.
5. Пашенко Л.П., Санина Т.В., Пащенко В.Л., Мирошниченко Л.А., Дьяков В.А. Шрот расторопши пятнистой в хлебобулочных изделиях // Современные наукоемкие технологии. 2007. №7. С. 15–21.
6. Юрова И.С., Дерканосова А.А., Борисова Ю.Н. Повышение содержания аминокислот в составе кондитерских изделий путем внесения в мучные композитные смеси расторопши // Актуальная биотехнология. 2012. №2. С. 19–22.
7. Белокурова Е.В., Дерканосова А.А. Пищевые сухие композитные смеси в производстве мучных кулинарных и хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2013. №2. С. 119–124.
8. Шматкова Н.Н. Обоснование использования семян расторопши пятнистой в производстве хлебобулочных изделий // Инновационная техника и технология. 2015. №4. С. 15–21.
9. Apostol L., Sorin C., Mosoiu C., Mustatea G., Cucu S. Nutrient composition of partially defatted milk thistle seeds // Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies. 2017. Vol. XXI. Pp. 165–172.
10. Юшков С. Разработка комплексного состава растительных белков, имеющего полноценный набор аминокислот // Бизнес пищевых ингредиентов. 2018. №1. С. 22–27.
11. Лисин П.А., Молибога Е.А., Канушина Ю.А., Смирнова Н.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов // Аграрный вестник Урала. 2012. №3. С. 26–28.
12. Лисицын А.Б., Никитина М.А., Сусь Е.Б. Оценка качества белка с использованием компьютерных технологий // Пищевая промышленность. 2016. №1. С. 26–29.
13. Лысики Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная клиническая гастроэнтерология. Лекции. 2012. №2. С. 88–122.
14. Sadowska K., Andrzejewska J., Woropaj-Janczak M. Effect of weather and agrotechnical conditions on the content of nutrients in the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) // Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus. 2011. N10(3). Pp. 197–207.

15. Государственная фармакопея РФ. 13-е изд. М., 2015. Т. III. URL: [http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/GF-13\\_tom-3.pdf](http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/GF-13_tom-3.pdf).
16. ГОСТ 32044.1-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина. М., 2014. 15 с.
17. ГОСТ 32195-2013. Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот. М., 2014. 24 с.
18. ГОСТ 32201-2013. Корма, комбикорма. Метод определения содержания триптофана. М., 2014. 16 с.
19. Кондратенко Е.П., Константинова О.Б., Соболева О.М., Ижмулкина Е.А., Вербицкая Н.В., Сухих А.С. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири // *Химия растительного сырья*. 2015. №3. С. 143–150. DOI: 10.14258/jcrpm.201503754.
20. Щеколдина Т.В., Кудинов П.И., Бочкова Л.К., Сочиянц Г.Г. Влияние белкового изолята из подсолнечного шрота на аминокислотный состав хлеба // *Техника и технология пищевых производств*. 2009. №1(12). С. 60–63.
21. Степуро М.В., Хапрова Е.Н. Сравнительная оценка биологической ценности белков растительного сырья // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2010. №4. С. 34.

*Поступила в редакцию 23 сентября 2019 г.*

*После переработки 5 декабря 2019 г.*

*Принята к публикации 24 марта 2020 г.*

**Для цитирования:** Рамазанов А.Ш., Балаева Ш.А. Аминокислотный состав плодов расторопши пятнистой, произрастающей на территории Республики Дагестан // *Химия растительного сырья*. 2020. №3. С. 215–223. DOI: 10.14258/jcrpm.2020036434.



*Ramazanov A.Sh.\**, *Balaeva Sh.A.* AMINO ACID COMPOSITION OF FRUITS *SILYBUM MARIANUM*, GROWING IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

*Dagestan State University, ul. M. Gadzhieva, 43a, Makhachkala, 367002 (Russia), e-mail: a\_ramazanov\_mail.ru*

The object of the study was partially skimmed fruits (meal) of milk Thistle [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.], growing on the territory of the Republic of Dagestan.

The aim of the study was to determine the protein content in the meal of milk Thistle fruits and its amino acid composition; assessment of the biological value of the studied protein.

It was found that partially skimmed fruits of milk Thistle contain 21.72% protein, which is about 2 times more than the seeds of grain crops. The composition of milk Thistle protein by ion exchange and liquid chromatography identified and quantified 18 amino acids, including all essential amino acids, which account for 30.11% of the protein. In the composition of the protein in greater quantities than in the protein standard found essential amino acids: phenylalanine+tyrosine, threonine, isoleucine and valine. Arginine, glutamic acid, aspartic acid, glycine, and serine have been found to be the most abundant of the amino acids in milk Thistle protein. It is established that the protein of milk Thistle fruits is comparable to the protein of winter wheat and rye varieties by formal indicators of biological value, and significantly exceeds the protein of sunflower meal.

**Keywords:** milk thistle, *Silybum marianum* (L.) Gaertn., fruits, amino acids, proteins, biological value.

### References

1. Kurkin V.A., Zapesochnaya G.G., Avdeyeva Ye.V., Ryzhov V.M., Popova L.L., Gryadunov P.Ye. *Rastoropsha pyatnistaya: Monografiya*. [Milk thistle: Monograph.]. Samara, 2010, 118 p. (in Russ.).
2. Shehekatikhina A.S., Vlasova T.M., Kurchenko V.P. *Trudy BGU*, 2008. vol. 3, no. 1, pp. 218–228. (in Russ.).
3. Matveyev A.V., Konyayeva Ye.I., Kurchenko V.P., Shehekatikhina A.S. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*, 2011, no. 2, pp. 130–137. (in Russ.).
4. Ramazanov A.Sh., Balayeva Sh.A., Shakhbanov K.Sh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 113–118, DOI: 10.14258/jcprm.2019024441. (in Russ.).
5. Pashchenko L.P., Sanina T.V., Pashchenko V.L., Miroshnichenko L.A., D'yakov V.A. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii*, 2007, no. 7, pp. 15–21. (in Russ.).
6. Yurova I.S., Derkanosova A.A., Borisova Yu.N. *Aktual'naya biotekhnologiya*, 2012, no. 2, pp. 19–22. (in Russ.).
7. Belokurova E.V., Derkanosova A.A. *Vestnik VGUIT*, 2013, no. 2, pp. 119–124. (in Russ.).
8. Shmatkova N.N. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*, 2015, no. 4, pp. 15–21. (in Russ.).
9. Apostol L., Sorin C., Mosoiu C., Mustatea G., Cucu S. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 2017, vol. XXI, pp. 165–172.
10. Yushkov S. *Biznes pishchevykh ingrediyyentov*, 2018, no. 1. pp. 22–27. (in Russ.).
11. Lisin P.A., Moliboga Ye.A., Kanushina Yu.A., Smirnova N.A. *Agrarnyy vestnik Urala*, 2012, no. 3, pp. 26–28. (in Russ.).
12. Lisitsyn A.B., Nikitina M.A., Sus' Ye.B. *Pishhevaya promyshlennost'*, 2016, no. 1, pp. 26–29. (in Russ.).
13. Lysikov Yu.A. *Ekspierimental'naya klinicheskaya gastroenterologiya. Lektsii*, 2012, no. 2, pp. 88–122. (in Russ.).
14. Sadowska K., Andrzejewska J., Woropaj-Janczak M. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 2011, no. 10(3), pp. 197–207.
15. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF, 13-oye izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 13th ed.]. Moscow, 2015, vol. III, URL: [http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/GF-13\\_tom-3.pdf](http://www.fptl.ru/biblioteka/farmakopei/GF-13_tom-3.pdf). (in Russ.).
16. *GOST 32044.1-2012. Korma, kombikorma, kombikormovoye syr'ye. Opredeleniye massovoy doli azota i vychisleniye massovoy doli syrogo proteina.* [GOST 32044.1-2012. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Determination of the mass fraction of nitrogen and calculation of the mass fraction of crude protein]. Moscow, 2014, 15 p. (in Russ.).
17. *GOST 32195-2013. Korma, kombikorma. Metod opredeleniya sodержaniya aminokislot.* [GOST 32195-2013. Feed, compound feed. Method for determination of amino acid content]. Moscow, 2014, 24 p. (in Russ.).
18. *GOST 32201-2013. Korma, kombikorma. Metod opredeleniya sodержaniya triptofana.* [GOST 32201-2013. Feed, compound feed. Method for determination of tryptophan content]. Moscow, 2014, 16 p. (in Russ.).
19. Kondratenko Ye.P., Konstantinova O.B., Soboleva O.M., Izhmulkina Ye.A., Verbitskaya N.V., Sukhikh A.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2015, no. 3, pp. 143–150. DOI: 10.14258/jcprm.201503754. (in Russ.).
20. Shehekoldina T.V., Kudinov P.I., Bochkova L.K., Sochiyants G.G. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2009, no. 1(12), pp. 60–63. (in Russ.).
21. Stepuro M.V., Khaprova Ye.N. *Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya*, 2010, no. 4, pp. 34. (in Russ.).

*Received September 23, 2019*

*Revised December 5, 2019*

*Accepted March 24, 2020*

**For citing:** Ramazanov A.Sh., Balayeva Sh.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2020, no. 3, pp. 215–223. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2020036434.

\* Corresponding author.

