

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ СЕМЯН И ЖМЫХОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. П. Колотов, А. В. Лысов

Цель исследования – определить аминокислотный состав белка семян различных сортов льна масличного и сравнить его с белками жмыхов наиболее распространенных масличных культур, используемых в животноводстве Свердловской области. Семена трех сортов льна масличного: Уральский, Уральский желтый и ЛМ 98 выращены на серых лесных почвах опытного поля Уральского НИИСХ. Средние пробы жмыхов масличных культур отобраны в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области по методике, используемой при зоотехническом анализе кормов. Аминокислотный состав изучаемых образцов выполнен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. В семенах изучаемых сортов льна масличного, выращенных в условиях Свердловской области, содержатся все незаменимые аминокислоты. Результаты исследований подтвердили сведения научной литературы, указывающие, что по биологической ценности белок семян льна масличного приближается к идеальному белку по рекомендациям ВОЗ и идеальному белку для рационов свиней. В 100 г белка семян льна содержится 7,5–8,5 г лизина; 6,7–7,2 г метионина и цистина; 11,3–12,3 г фенилаланина и тирозина; 3,5–6,1 г триптофана. Семена льна масличного и льняной жмых можно с успехом использовать для балансирования рационов сельскохозяйственных животных по аминокислотному составу. Установлены различия между сортами льна масличного по содержанию в семенах лизина, метионина, фенилаланина и триптофана. Сравнительно мало в семенах масличного льна лимитирующей аминокислоты треонина, что является характерным для белка других масличных культур, жмыхи которых используются в сельскохозяйственных предприятиях. Аминокислотный состав белка семян следует учитывать при создании новых сортов льна масличного.

Ключевые слова: масличные культуры, сорт, семена, жмых, Свердловская область, аминокислотный состав.

Для растениеводства Свердловской области в структуре посевных площадей характерной особенностью является крайне низкая доля масличных культур, которые представлены главным образом крестоцветными культурами рапсом и сурепицей. Однако в последние годы произошли существенные изменения и наблюдается тенденция увеличения посевов такой нетрадиционной культуры, как лен масличный. Научными исследованиями установлено, а практическим опытом возделывания льна в сельскохозяйственных предприятиях подтверждена возможность получения высокой урожайности маслосемян в условиях Среднего Урала, равно как и в регионах Западной и Восточной Сибири [1, 2].

В настоящее время основная масса выращенных семян льна идет на экспорт, хотя ряд ученых считают более целесообразным развивать собственную переработку на масло,

а жмыхи использовать в кормлении сельскохозяйственных животных. Это будет способствовать созданию добавочной стоимости и дополнительных рабочих мест [3]. Сравнительно небольшая часть семян льна масличного в нашей стране используется в пищевой промышленности, несмотря на то, что отечественными и зарубежными исследованиями доказана высокая питательная ценность семян и продуктов его переработки [4, 5, 6]. Особенно много исследований посвящено использованию семян льна масличного в хлебопекарной промышленности. Наличие в семенах полиненасыщенных жирных кислот, полноценного белка, биологически активных веществ, микроэлементов позволяет рассматривать лен масличный как необходимую и перспективную культуру в качестве компонента создания продуктов питания функционального назначения, используемых

для здорового питания и профилактики многих заболеваний [7, 8, 9].

В научной литературе имеется достаточно много сведений по содержанию масла в семенах льна масличного и его жирно-кислотному составу и значительно меньше – по аминокислотному составу белка. Белок семян льна масличного содержит все незаменимые аминокислоты и характеризуется как полноценный [10, 11].

Ученые в области животноводства считают, что правильное кормление, позволяющее реализовать заложенный генетический потенциал сельскохозяйственных животных и птицы, предполагает использование рационов, точно сбалансированных по всем показателям питательной ценности, аминокислотному, витаминному, макро- и микроэлементному составу [12, 13]. Эффективность использования протеина – самого важного и дорогого питательного вещества, зависит от его биологической полноценности или от уровня и соотношения аминокислот в корме, потребность в протеине сводится к потребностям в аминокислотах, в первую очередь незаменимых [14]. При балансировании рационов необходимо контролировать содержание не только критических, таких как лизин, метеонин, триптофан, треонин, но и всех других аминокислот, устраняя как их недостаток, но и насколько возможно избыток. Балансирование рационов по принципу идеального белка позволяет животноводам существенно экономить дорогостоящие белковые корма [15].

Для составления рационов кормления сельскохозяйственных животных и птицы в Свердловской области используются привозные жмыхи из других регионов Российской Федерации, а также стран ближнего зарубежья. Представляет интерес установить питательную ценность семян льна масличного, произведенных в местных почвенно-климатических условиях, особенно по его аминокислотному составу, а также выявить различия по содержанию основных аминокислот между наиболее распространенными в Свердловской области сортами льна масличного.

Цель исследования – определить аминокислотный состав белка семян различных сортов льна масличного и сравнить его с белками жмыхов наиболее распространенных масличных культур, используемых в животноводстве Свердловской области.

Материалы и методы исследований

Исследования выполнены в «Уральском аграрном научно-исследовательском центре Уральского отделения Российской академии наук» в рамках Государственного задания Минобрнауки по теме: «Создание нового селекционного материала с повышенными продуктивными свойствами, адаптированного к глобальному изменению климата, отрицательному воздействию антропогенных факторов, устойчивого к вредителям и болезням, с заданными потребительскими свойствами». Объектом изучения являлись семена трех сортов льна масличного: Уральский, Уральский желтый и ЛМ 98, выращенные в полевых опытах отдела земледелия и кормопроизводства. Средние пробы жмыхов масличных культур отобраны в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области по методике зоотехнического анализа кормов [16]. Аминокислотный состав изучаемых образцов выполнен в Уральском научно-исследовательском ветеринарном институте методом ВЭЖХ [17].

Результаты исследований и их обсуждение

Определено содержание 15 основных аминокислот, из которых 8 незаменимые (табл. 1).

Белок семян льна масличного содержит все незаменимые аминокислоты. Он богат лейцином, лизином, фенилаланином и триптофаном и сравнительно беден треонином. При сравнении аминокислотного состава белков льна масличного с идеальным белком по рекомендациям Всемирной организации здравоохранения можно отметить, что по аминокислотному составу он характеризуется высокой биологической ценностью (табл. 2).

Установлено, что в 100 г белка семян льна содержится 7,5–8,5 г лизина; 6,7–7,2 г метионина и цистина; 11,3–12,3 г фенилаланина и тирозина; 3,5–6,1 г триптофана. Поэтому семена льна и льняной жмых можно с успехом использовать для балансирования рационов сельскохозяйственных животных по аминокислотному составу. Существуют различия между сортами льна масличного по содержанию в семенах лизина, метионина, фенилаланина и триптофана. Так, метионина в семенах льна сорта Уральский желтый оказалось больше, чем в других сортах на 0,6 г. Больше всего триптофана (6,1 г в 100 г белка) обнаружено у сорта ЛМ 98. Незамени-



Таблица 1 – Массовая доля аминокислот в семенах льна и различных жмыхах масличных культур, % на сухое вещество

Показатель	Семена льна, сорт Уральский желтый	Семена льна, сорт Уральский	Семена льна, сорт ЛМ 98	Жмых подсолнечника	Жмых соевый	Жмых льняной	Жмых рапсовый
<i>Незаменимые аминокислоты</i>							
Лизин	1,29	1,27	1,11	0,70	1,93	2,68	3,16
Метионин	0,74	0,57	0,47	0,76	0,83	0,90	1,19
Лейцин	1,72	1,55	1,25	1,65	2,47	2,30	2,51
Треонин	0,47	0,41	0,34	0,35	0,42	0,44	0,52
Валин	1,18	1,06	0,78	0,93	1,47	1,68	1,73
Изолейцин	1,18	1,01	0,70	1,09	1,48	1,22	1,43
Фенилаланин	1,56	1,30	0,96	1,28	2,01	1,76	2,36
Триптофан	0,95	0,54	0,77	0,71	0,99	0,58	1,09
<i>Заменимые аминокислоты</i>							
Цистин	0,49	0,48	0,38	0,58	0,81	1,10	1,37
Серин	1,32	1,20	1,01	1,12	1,94	1,64	1,82
Глицин	1,75	1,60	1,35	1,65	1,77	2,07	2,40
Гистидин	0,47	0,62	0,51	0,67	1,03	1,09	1,28
Аргинин	2,73	2,46	2,05	1,99	2,62	2,34	2,99
Аланин	0,79	0,66	0,55	0,69	1,05	1,10	1,40
Тирозин	0,49	0,58	0,47	0,49	1,04	0,80	0,89
Сумма аминокислот	17,13	15,31	12,70	14,66	21,86	21,70	26,14

мой аминокислоты треонина содержится мало в семенах всех сортов льна масличного, это также характерно для белка и других масличных культур.

Высокой биологической ценностью обладают белки других масличных культур – подсолнечника, сои и рапса. Для белка жмыха подсолнечника отмечено самое низкое содержание лизина – 4,8 г.

Выводы

Семена льна масличного, выращенные в условиях Свердловской области, содержат все незаменимые аминокислоты. Проведенные исследования подтвердили сведения научной литературы, указывающие, что по биологической ценности белок семян льна масличного приближается к идеальному белку по рекомендациям ВОЗ и идеальному белку для рационов свиней. В 100 г белка семян льна содержится 7,5–8,5 г лизина; 6,7–7,2 г метионина и цистина; 11,3–12,3 г фенилаланина и тирозина; 3,5–6,1 г триптофана. Семена льна масличного и льняной жмых можно с успехом использовать для

балансирования рационов сельскохозяйственных животных по аминокислотному составу.

Установлены различия между сортами льна масличного по содержанию в семенах лизина, метионина, фенилаланина и триптофана. Сравнительно мало в семенах масличного льна лимитирующей аминокислоты треонина, что является характерным для белка других масличных культур, жмыхи которых используются в сельскохозяйственных предприятиях. Аминокислотный состав белка семян следует учитывать при создании новых сортов льна масличного различных направлений использования.

Список литературы

1. Першаков А. Ю., Белкина Р. И., Хаустова С. А. Лен масличный в восточных регионах страны (аналитический обзор) // Агропродовольственная политика России. 2020. № 6. С. 11–15.
2. Перспективы выращивания льна масличного в Уральском регионе и его использования в кондитерской отрасли / С. П. Меренкова,

Таблица 2 – Биологическая ценность идеального белка, белков молока, семян льна и жмыхов масличных культур (числитель – г/100 г белка, знаменатель – аминокислотный скор)

Незаменимые аминокислоты							
лизин	метионин + цистин	лейцин	треонин	валин	изолейцин	фенилаланин + тирозин	триптофан
<i>Идеальный белок для свиней (С. Зверев, М. Никитина, 2017 г.)</i>							
7,1	2,3	7,1	4,6	4,8	4,0	6,9	1,3
<i>Идеальный белок (Н. С. Воронова, 2015 г.)</i>							
<u>5,5</u> 100	<u>3,5</u> 100	<u>7,0</u> 100	<u>4,0</u> 100	<u>5,0</u> 100	<u>4,0</u> 100	<u>6,0</u> 100	<u>1,5</u> 100
<i>Белок молока (Н. С. Воронова, 2015 г.)</i>							
<u>8,2</u> 149	<u>3,3</u> 94	<u>8,8</u> 126	<u>4,7</u> 118	<u>4,7</u> 94	<u>5,9</u> 148	<u>10,4</u> 173	<u>2,3</u> 153
<i>Семена льна, сорт Уральский желтый</i>							
<u>7,5</u> 136	<u>7,2</u> 206	<u>10,0</u> 143	<u>2,7</u> 68	<u>6,9</u> 139	<u>6,9</u> 172	<u>12,0</u> 200	<u>5,5</u> 367
<i>Семена льна, сорт ЛМ 98</i>							
<u>8,7</u> 158	<u>6,7</u> 191	<u>9,8</u> 140	<u>2,7</u> 68	<u>6,1</u> 122	<u>5,5</u> 138	<u>11,3</u> 188	<u>6,1</u> 407
<i>Семена льна, сорт Уральский</i>							
<u>8,3</u> 151	<u>6,8</u> 194	<u>10,1</u> 144	<u>2,7</u> 68	<u>6,9</u> 138	<u>6,6</u> 165	<u>12,3</u> 205	<u>3,5</u> 233
<i>Жмых подсолнечника</i>							
<u>4,8</u> 87	<u>9,2</u> 263	<u>11,2</u> 160	<u>2,4</u> 60	<u>6,3</u> 126	<u>7,4</u> 185	<u>12,0</u> 200	<u>4,8</u> 320
<i>Жмых соевый</i>							
<u>8,8</u> 160	<u>7,5</u> 214	<u>11,3</u> 161	<u>1,9</u> 48	<u>6,7</u> 134	<u>6,8</u> 170	<u>14,0</u> 233	<u>4,5</u> 300
<i>Жмых льняной</i>							
<u>12,3</u> 224	<u>9,2</u> 263	<u>10,6</u> 151	<u>2,0</u> 50	<u>7,7</u> 154	<u>5,6</u> 140	<u>11,8</u> 197	<u>2,7</u> 180
<i>Жмых рапсовый</i>							
<u>12,1</u> 220	<u>9,8</u> 280	<u>9,6</u> 137	<u>2,0</u> 50	<u>6,6</u> 132	<u>5,5</u> 138	<u>12,4</u> 207	<u>4,2</u> 280

А. П. Колотов, Н. А. Кипрушкина, К. К. Стенникова // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 74–79.

3. Степных Н. В., Нестерова Е. В., Заргарян А. М. Перспективы расширения производства масличных культур в Уральском регионе // Аграрный вестник Урала. 2021. № 5 (208). С. 89–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-89-102.

4. Белявская И. Г., Богатырева Т. Г., Иунихина Е. В. Применение льняной муки при производстве хлебобулочных изделий // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2016. № 2. С. 28–29.

5. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) bioactive compounds and peptide nomenclature: A re-

view / Y. Y. Shim [et al.] // Trends Food Sci. Technol. 2014. № 38. P. 5–20.

6. Bioprocessing of Functional Ingredients from Flaxseed / С. Dzuvor [et al.] // Molecules. 2018. № 23. P. 2444.

7. Шевелева Т. Л. Влияние внесения льняной муки на показатели качества и сроки хранения хлебобулочных изделий // Агропродовольственная политика России. 2020. № 6. С. 25–28.

8. Меренкова С. П., Гринвальд С. А., Худякова А. М. Разработка технологии булочных изделий, обогащенных нетрадиционными видами муки // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8. С. 154–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-8-154-161.



9. Пшенично-льняная мука: условия получения и биохимические особенности / Г. Н. Панкратов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 65–70.

10. Воронова Н. С., Береди́на Л. С. Исследование белков семян льна как полноценных и необходимых для здоровья человека // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 144–147.

11. Зайцева Л. А., Гончарова А. А., Миневич И. Э. Повышение питательной ценности семян льна в процессе кратковременного проращивания // Вестник КрасГАУ. 2021. № 6. С. 156–162. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-6-156-162.

12. Подобед Л. И. Протеиновое и аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы: структура, источники, оптимизация. Днепропетровск, 2010. 240 с.

13. Рядчиков В. Г. Идеальный белок в рационах свиней и птицы // Животноводство России. 2010. № 2. С. 49–51.

14. Сизова Ю. В. Лимитирующие аминокислоты в кормлении лактирующих коров // Вестник биотехнологии. 2016. № 1. С. 4.

15. Зверев С., Никитина М. Оценка качества белка бобовых культур // Комбикорма. 2017. № 4. С. 37–41.

16. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Д. Бессарабова, Л. Д. Халенева, О. А. Антонова. М., 1989. 238 с.

17. Методика выполнения измерений массовой доли аминокислот методом ВЭЖХ. М-02-902-142-07. Свидетельство ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». № 242/40-07 от 29.03.2007 г.

Колотов Анатолий Петрович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: ankolotov@yandex.ru.

Лысов Алексей Викторович, канд. ветеринар. наук, заведующий отделом ветеринарно-лабораторной диагностики с испытательной лабораторией, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН.

E-mail: vlde_urnivi@mail.ru.

* * *