

УДК 577.15:665.1

ПРИГОДНОСТЬ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

И.М. Морозова*, Н.Н. Мазурова**, Н.Н. Зенькова***, Д.Д. Жерносеков*,
И.И. Ефременко*, И.М. Морозов*

*Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

**ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод»

***Учреждение образования «Витебская ордена “Знак Почета” государственная
академия ветеринарной медицины»

Известно, что питательность и типы кормов влияют на быстроту привеса сельскохозяйственного животного, увеличение мышечных тканей, интенсификацию работы биологически активных веществ гормонального происхождения, показателей метаболизма белков и жироподобных веществ, состава жирных кислот жиров животного происхождения.

Цель работы – определить основные биохимические и посевные качества семян масличных культур и кормовых продуктов шрота, полученных из семян подсолнечника, рапса и сои.

Материал и методы. Биохимические исследования образцов семян, шрота, различных масличных культур, поступивших из различных сельскохозяйственных организаций Витебской области, проводили в промышленной лаборатории ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод». Материал исследования – семена масличных культур (50 образцов): подсолнечника, рапса, сои. Шрота – 33 образца. Методы: кислотное число масла – при помощи титрования КОН, масличность семян – по Сокслету, количество глюкозинолатов – посредством глюкометра, влажность – путем высушивания при температуре 130° С, содержание жира и экстрактивных веществ – по Сокслету, сырой клетчатки шрота – при помощи экстрактора, азота и сырого белка – по методу Кельдаля и др.

Результаты и их обсуждение. Авторами представлены результаты биохимического состава семян рапса, подсолнечника, сои, которые используются для производства кормового шрота на Витебском маслоэкстракционном заводе. Изучены следующие показатели семян: кислотное число масла, содержание жира, массовая доля влаги и летучих веществ, содержание сорной и масличной примесей. Определялось накопление глюкозинолатов в семенном материале рапса.

Заключение. Установлено, что биохимические показатели семян вышеуказанных культур соответствуют ГОСТу, семена пригодны для хранения и производства кормового шрота сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: семена, шрот, кислотное число, влажность, глюкозинолаты, сырая клетчатка, протеины, сырой жир.

SUITABILITY OF OILSEED CROPS SEEDS FOR FEED PRODUCT

I.M. Morozova*, N.N. Mazurova**, N.N. Zenkova***, D.D. Zhernosekov*,
I.I. Efremenko*, I.M. Morozov*

*Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

**OJSC “Vitebsk Oil Extraction Plant”

***Education Establishment “Vitebsk Order of Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine”

It is known that the nutritional value and types of feed affect the rate of weight gain of farm animals, the increase in muscle tissue, the intensification of the work of biologically active substances of hormonal origin, the metabolism of proteins and fat-like substances, and the composition of fatty acids of animal fats.

The purpose of the work is to identify the basic biochemical and sowing qualities of oilseeds and meal feed products obtained from sunflower seeds, rapeseed and soybeans.

Material and methods. Biochemical studies were carried out on samples of seeds, meal, and various oilseeds received from various agricultural farms in Vitebsk Region. The research material was oilseed crop seeds (50 samples), sunflower, rapeseed, soya, meal (33 samples). The research methods were: oil acid number – using KON titring, seed oiling – using Sockslet method, glycosylate number – using the glucometer, moisture – by drying at 130°, fat and extract substances contents – using Sockslet method, raw meal cellulose amount – using the extractor, nitrogen and raw protein – using Keldall method etc.

Findings and their discussion. The article presents the results of the biochemical composition of rapeseed, sunflower, and soybean seeds, which are used for the production of feed meal at Vitebsk Oil Extraction Plant. The following indicators of seeds were studied: acid number of oil, fat content, mass fraction of moisture and volatile substances, content of weeds and oil impurities. The accumulation of glucosinolates in rapeseed seed material was studied.

Conclusion. *Rit was found out that the biochemical parameters of the seeds of the above mentioned crops comply with GOST, the seeds are suitable for storage and for the production of feed meal for farm animals.*

Key words: *seeds, meal, acid number, humidity, glucosinolates, crude fiber, proteins, crude fat.*

Известно, что питательность и типы кормов влияют на быстроту привеса сельскохозяйственного животного, увеличение мышечных тканей, интенсификацию работы биологически активных веществ гормонального происхождения, показатели метаболизма белков и жироподобных веществ, состава жирных кислот животного происхождения.

Рапс – масличная культура, издавна используемая человеком для пищевых и кормовых целей. Для семян этого растения характерно высокое содержание фосфолипидов, а также олеиновой кислоты. Семена рапса содержат много белков, клетчатки, минеральных элементов: P, K, Mg, Fe, в том числе селена, который обладает антиоксидантными свойствами и необходим для йодного обмена организма [1].

Подсолнечник – важная масличная сельскохозяйственная культура, традиционно выращиваемая в южных районах Российской Федерации и Украины. Семена подсолнечника обладают большим количеством липидов, которое колеблется от 42,12 до 54,31%, много антиоксидантов. Глобулины семян подсолнечника составляют 50%, количество глютенинов в два раза меньше. Белки подсолнечника отличаются аминокислотным составом, а также усвояемостью животными. Количество углеводов в семенах подсолнечника доходит до 27,5%, клетчатки – до 23,7%. К тому же в семенах содержатся минеральные вещества (K, P, Ca, Mg, Mn), витамины (A, E, B, D, C, PP).

Соя – высокобелковая культура, в семенах которой имеется белок с отличным сочетанием аминокислот: лизина и триптофана (в 5–10 раз больше, чем у зерновых). Семена сои способны накапливать значительное количество жира, в состав которого входят токоферолы, фосфолипиды, стеролы. Для семян сои характерно наличие сахаров, общее количество которых варьирует от 7 до 12%. Много содержится микроэлементов [2].

Цель работы – определение основных биохимических и посевных качеств семян масличных культур и кормовых продуктов шрота, полученных из семян подсолнечника, рапса и сои.

Материал и методы. Материал исследования – семена масличных культур (50 образцов): подсолнечника, рапса, сои.

Для изучения биохимических показателей семенного материала применяли указанные ниже методики. Кислотное число масла в семенном материале устанавливали по общепринятой методике при помощи титрования KOH [3], масличность семян – по Сокслету [4]. Количество глюкозинолатов определяли только для семян рапса при помощи глюкометра по методике [5]. Сорную и массовую примесь выявляли, используя методику [6]. Влажность фиксировали путем ускоренного высушивания при температуре 130° C [7].

Исследовали биохимический состав 33 образцов шрота, который получен из семян подсолнечника, рапса, сои. Определение сухого вещества шрота проводили при температуре 130 °C ускоренным методом высушивания [8]. Расчет содержания жира и экстрактивных веществ выполняли по Сокслету [9], содержания сырой клетчатки шрота – при помощи экстрактора по методу [10], содержания азота и сырого белка – по методу Кельдаля [11]. Исследование изотиоцианатов производили в рапсовом шроте по общепринятой методике [12]. Все биохимические показатели семян и шрота определяли в производственной лаборатории ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод». Образцы семян, шрота получали из сельскохозяйственных предприятий Витебской области.

Результаты и их обсуждение. Общеизвестно, что кислотность (кислотное число) семенного материала – существенный показатель качества семян [1]. Данная величина содержит количество свободных жирных кислот. Величина кислотности определяется массой KOH в мг, которая используется для нейтрализации 1 г масла семян.

Кислотное число – важный показатель, который учитывается при хранении семян сельскохозяйственных культур. Большое кислотное число свидетельствует о недостаточном созревании семян масличных культур, об ухудшении качества семян при их хранении. Изменения кислотного числа говорят об увеличении содержания свободных жирных кислот, наблюдаются порча масла, его прогоркание, образуются иные вещества, которые имеют неприятный запах и вкус. Эти вещества переходят в масло при его производстве [3].

Изучали кислотное число 50 образцов семян рапса, подсолнечника, сои, которые поступили из сельскохозяйственных предприятий Витебской области. Нами установлено, что самое большое кислотное число характерно для семян рапса ($40,27 \pm 0,22\%$), что подтверждает высокую масличность данной культуры.

Определяли количество жира в семенах рапса, сои и подсолнечника. Нами показано, что наибольшее количество жира характерно для семян подсолнечника: $48,40 \pm 0,12\%$ (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание кислотного числа, жира, сорной и масличной примесей
в семенах рапса, подсолнечника, сои (%)**

| Семена | Кислотное число масла | Содержание жира | Массовая доля влаги и летучих веществ | Содержание сорной примеси | Содержание масличной примеси |
|---------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Рапса | $4,37 \pm 0,16$ | $40,27 \pm 0,22$ | $10,7 \pm 0,9$ | $12,0 \pm 1,4$ | $12,0 \pm 1,4$ |
| Подсолнечника | $1,36 \pm 0,01$ | $48,40 \pm 0,12$ | $6,8 \pm 0,9$ | $2,1 \pm 0,4$ | $2,1 \pm 0,4$ |
| Сои | $1,38 \pm 0,03$ | $17,18 \pm 0,17$ | $10,57 \pm 0,1$ | $10,57 \pm 0,1$ | $2,46 \pm 0,6$ |

*Все представленные показатели получены при ($P \pm 0,005$).

Нами установлено, что полученные показатели содержания кислотного числа, жира на основании показателей ГОСТа говорят о пригодности хранения семян и для производства шрота.

Глюкозинолаты – сернистые соединения, оказывающие отрицательное действие на органы пищеварения и выделения, щитовидную железу и сердце животного, человека, поэтому изучение содержания глюкозинолатов при заготовке семян имеет очень важное значение [5]. Исследовали накопление глюкозинолатов в семенном материале рапса. Мы определили, что для семян рапса количество глюкозинолатов составило $1,36 \pm 0,03\%$.

Влажность семян – одна из значимых характеристик семенного материала. Влажность семян выше нормы приводит к их прорастанию, появлению плесени. Также при временном понижении температуры ниже 0 градусов влажность способствует разрыву эндосперма семян и его гибели. Кроме того, из литературных источников известно, что высокое содержание влаги в семенах вызывает низкое содержание масла [7]. Нами установлено, что наибольшая массовая доля влаги и летучих веществ свойственна семенам рапса – $10,7 \pm 0,9\%$, наименьшая для семян подсолнечника – $6,8 \pm 0,9\%$ (табл. 1).

Сорность определяется наличием сорной и масляной примесей. К сорной примеси относят: минеральную (земля, песок, камешки и т.п.) и органическую (семена, испорченные при хранении) [6]. Нами показано, что массовая доля сорной примеси в семенах образцов рапса наибольшая – $12,0 \pm 1,4\%$. Наименьшее содержание сорной примеси обнаружено у семян подсолнечника – $2,1 \pm 0,4\%$ (табл. 1).

Масличную примесь составляют раздробленные, поврежденные вредителями, мелкие, проросшие, с измененным цветом семена. Изучали содержание масличной примеси семян рапса, подсолнечника и сои. Для семян рапса массовая доля масличной примеси составила $6,28 \pm 0,4\%$, для семенного материала подсолнечника – $4,4 \pm 0,2\%$, для семенного материала сои наибольшая доля – $10,0 \pm 0,5\%$ (табл. 1). Зафиксировано, что указанные выше сельскохозяйственные культуры, изученные нами, имеют показатели, соответствующие ГОСТу.

Масличная отрасль производства является источником качественного кормового продукта, к примеру, различных видов жмыха, шрота, так как в их состав входят все нужные компоненты в питании сельскохозяйственных животных (токоферолы, фосфатиды, масла, хлорофиллы, каротиноиды, микроэлементы и др.). В зависимости от источника получения различают следующие виды шрота: рапсовый, горчичный, подсолнечный, соевый и др.

Рапсовый шрот применяется для получения комбинированных кормов. До недавнего времени шрот из рапса считался очень вредным, т.к. рапсовый шрот в своем составе содержал большое количество эруковой кислоты. Эта кислота отрицательно влияет на работу сердечной мышцы животных, однако 50 лет назад учеными были выведены сорта, которые не содержат эруковую кислоту [1]. Подсолнечный шрот – дорогое сырье, получается при производстве масла, источник питательного белка для кормления животных, используется в хлебопечении.

Соевый шрот – кормовая добавка в питании сельскохозяйственных животных. Данный шрот ценен большим количеством белка, его используют как отдельный вид корма, а также соевый шрот является составной частью других видов кормов. По химическому составу соевый шрот содержит много протеина, лизина, витаминов группы В, фосфора, минеральных веществ, аминокислот, белков, что дает возможность обходиться без других дополнительных добавок в кормлении животных. Шрот из сои используют при вскармливании сельскохозяйственного скота, птицы, рыбы. Шрот из сои содействует наилучшему усвоению комбикормов, увеличению надоев, улучшению качества молочной продукции и др. [2].

Исследовали биохимический состав шрота (33 образца): рапсового, подсолнечного, соевого. Установлено, что влажность – важный показатель качества шрота. Влажность шрота зависит от многих параметров: качества сырья, соблюдения технологического режима и т.д. Определяли влажность шрота всех видов вышеназванных растений. Нами выявлено, что наибольшая влажность характерна для соевого шрота, что составило $10,68 \pm 0,06\%$, наименьшая влажность отмечена у подсолнечного шрота ($9,20 \pm 0,06\%$) (табл. 2).

Таблица 2

Биохимическая характеристика различных видов шрота (%)

| Вид шрота | Биохимические показатели шрота * | | | |
|--------------|----------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|
| | Влажность сырья | Содержание протеина | Сырая клетчатка | Содержание сырого жира |
| Рапсовый | $10,52 \pm 0,06$ | $38,08 \pm 0,06$ | $13,98 \pm 0,06$ | $1,84 \pm 0,06$ |
| Подсолнечный | $9,20 \pm 0,06$ | $36,51 \pm 0,06$ | $23,64 \pm 0,06$ | $1,29 \pm 0,06$ |
| Соевый | $10,68 \pm 0,06$ | $50,32 \pm 0,06$ | $5,91 \pm 0,06$ | $1,19 \pm 0,06$ |

*Все представленные показатели получены при ($P \geq 0,005$).

Известно, что существенное значение в полноценном кормлении животных имеют протеины, потому что они известны как составная часть клетки, мембран, различных органелл. Практически 30% протеинов организма животного приходится на мышцы, порядка 20% – на костную ткань и сухожилия, 10% сосредоточены в коже. Протеины составляют основу процессов размножения, роста, развития, выполняют ферментативную и иммунную функции.

В качестве высокобелкового источника в промышленном производстве корма используются жмых и шрот, получаемый из содержащего масло семенного материала рапса, подсолнечника, сои. Количество протеина в шроте различается в зависимости от вида шрота. Выявлено, что доля сырого протеина в шроте сои наибольшее – $50,32 \pm 0,06\%$, наименьшее количество протеина отмечено у шрота из подсолнечника – $36,51 \pm 0,06\%$ (табл. 2). Нами зафиксировано, что высокобелковым является шрот из семян сои, поэтому данные виды кормов широко применяют для молочного животноводства, а также для разведения сельскохозяйственных животных и в птицеводстве [2].

Важным показателем при анализе кормов выступает содержание сырой клетчатки, поскольку она содержит целлюлозу (собственно клетчатка), гемицеллюлозу, а также инкрустирующие вещества (лигнин, кутин, суберин). Клетчатка нужна в качестве фактора, нормализующего процессы пищеварения в рубце. Процесс переваримости сырой клетчатки напрямую зависит от степени энергичности целлюлозолитических микроорганизмов в рубце. При большом количестве клетчатки в кормах животного уменьшаются переваримость и количество питательных веществ. Количество сырой клетчатки при кормлении разное в зависимости от видовой принадлежности животного, его физического состояния и иных показателей [10]. Нами установлено, что наибольшее содержание сырой клетчатки характерно для шрота из подсолнечника – $23,64 \pm 0,06\%$. Для соевого шрота массовая доля сырой клетчатки наименьшая – $5,91 \pm 0,06\%$ (табл. 2).

Белки, жиры, углеводы входят в состав тканей животных. Жиры – источник энергии, а также вещества, в котором содержатся витамины А, Д, Е, К. Жиры при распаде в организме выделяют не только энергию, но и обеспечивают отдачу большого количества воды. Нами было проведено определение содержания сырого жира в рапсовом шроте. Исходя из данных табл. 2, следует отметить, что количество сырого жира в рапсовом шроте максимально и составило $1,84 \pm 0,06\%$, а количество сырого жира в соевом шроте минимально – $1,19 \pm 0,06\%$.

В состав семян рапса входят изотиоцианаты, их большое содержание способствует накоплению йода в щитовидной железе. Для правильного функционирования щитовидной железы надо вводить

животным дополнительные продукты, содержащие соединения йода [3]. В результате нашего исследования установлено, что для шрота из рапса содержание изотиоцианатов составило не больше $0,22 \pm 0,06\%$. Все полученные нами показатели сырого жира, изотиоцианатов соответствуют показателям ГОСТа, поэтому все семена вышеперечисленных культур можно использовать в производстве шрота.

Заключение. Проанализировав биохимические и физиологические показатели семян, мы установили соответствие ГОСТу семян рапса, сои и подсолнечника и их пригодность для хранения и использования в производстве кормовой продукции для сельскохозяйственных животных. Остаток в шроте сырого жира, белка, биологически активных веществ обеспечивает качество шрота и увеличивает его кормовую и энергетическую ценность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиллюк, Я.Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napusoleifera* Metzg.) в Беларуси: дис. д-ра с.-х. наук в виде научного доклада: 06.01.05; 06.01.09 / Я.Э. Пиллюк. – Жодино, 2021. – 80 с.
2. Соя: химический состав и использование / под ред. акад. РАН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2012. – 432 с.
3. ГОСТ 10858-77. Семена масличных культур. Промышленное сырье. Методы определения кислотного числа масла. – Взамен ГОСТ 10858-64, введен 25.07.77. – М.: Государственный комитет стандартов Советов Министров СССР, 1977. – 9 с.
4. ГОСТ 10857-64. Методы определения масличности. Взамен ГОСТ 3040-55, введен 01.07.1964. – М.: Государственный комитет стандартов, 1964. – С. 85–89.
5. ГОСТ 9824-87. Семена рапса и сурепицы. Сортовые и посевные качества. ГОСТ 9824-61, введен 30.06.87. – М.: Государственный агропромышленный комитет СССР, 1987. – 8 с.
6. ГОСТ 10854-2015. Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и учитываемой примеси. ГОСТ 10854-88, введен 01.07.2017. – М.: Стандартиформ, 2015. – 11 с.
7. ГОСТ 10856-96. Семена масличные. Метод определения влажности. Взамен ГОСТ 10856-64, введен 01.10.1997. – М.: Издательство стандартов, 2011. – 4 с.
8. ГОСТ 13979.1-68. Методы определения влаги и летучих веществ. Введ. 29.08.1968. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 4 с.
9. ГОСТ 13979.2-94. Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Метод определения массовой доли жира и экстрактивных веществ. Взамен ГОСТ 13979.2-68, введ. 01.01.1996. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 7 с.
10. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. Метод определения сырой клетчатки. Взамен ГОСТ 13496.2-84, введ. 28.06.91. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 10 с.
11. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Взамен ГОСТ 13496.4-84, введ. 01.01.1996. – М.: Стандартиформ, 1996. – 15 с.
12. ГОСТ 30257-95. Шрот рапсовый тостированный. – Минск: Госстандарт, 1995. – 16 с.

REFERENCES

1. Pilyuk Ya.E. *Nauchnye osnovy seleksii i tekhnologii vozdeleyvaniya rapasa (Brassica napusoleifera Metzg.) v Belarusi: dis. d-ra s.-kh. nauk v vide nauchnogo doklada* [Scientific Foundations of Rapeseed Breeding and Cultivation Technology (*Brassica napusoleifera* Metzg.) in Belarus: Dr. Sciences Dissertation in the Form of a Scientific Report], Zhodino, 2021, 80 p.
2. Lukomets V.M. *Soya: khimicheskij sostav i ispolzovaniye* [Soya: Chemical Composition and Use], Maykop: OJSC "Polygraf-Yug", 2012, 432 p.
3. *GOST 10858-77. Semena maslichnykh kultur. Promyshlennoye syrye. Metody opredeleniya kislotnogo chisla masla* [GOST (State Standard) 10858-77 Seeds of Oil-Bearing Crops. Industrial Raw Materials. Methods for the Identification of the Acidic Number of Oil], M.: State Committee for Standards of the Council of Ministers of the USSR, 1977, 9 p.
4. *GOST 10857-64. Metody opredeleniya maslichnosti* [GOST 10857-64. Methods for Identification of Oil Content], M.: State Committee of Standards, 1964, 89 p.
5. *GOST 9824-87. Semena rapasa i surepitsy. Sortoviye i posevniye kachestva* [GOST 9824-87. Seeds of Rape. Breed and Sow Quality], M.: Gosudarstvennyy agropromyshlennyy komitet SSSR, 1987, 8 p.
6. *GOST 10854-2015. Semena maslichniye. Metody opredeleniya sornoi, maslichnoi i uchityvayemoi primesi* [GOST 10854-2015. Oil seeds. Methods for the Identification of Weed, Oil and Accounted Admixtures], M.: Standartinform, 2015, 11 p.
7. *GOST 10856-96. Semena maslichniye. Metod opredeleniya vlazhnosti* [GOST 10856-96 Oil Seeds. Method for Moisture Identification], M.: Izd-vo standartov, 2011, 4 p.
8. *GOST 13979.1-68. Metody opredeleniya vlagi i letuchikh veshchestv. Vveden 29.08.1968 g.* [Moisture and Volatiles Detection Methods. Introduced on 29.08.1968], M.: IPK Izdatelstvo standartov, 2003, 4 p.
9. *GOST 13979.2-94. Zhmykhi, shroty i gorchichnyy poroshok. Metod opredeleniya massovoi doli zhira i ekstraktivnykh veshchestv. Vzamen GOST 13979.2-68, vveden 01.01.1996 g.* [Cake, Meal and Mustard Powder. Method for the Mass Share of Fat and Extract Substances Detection. Replacing GOST (State Standard) 13979.2-68, Introduced on 01.01.1996], M.: IPK Izdatelstvo standartov, 1996, 4 p.
10. *GOST 13496.2-91. Korma, kombikorma, kombikormovoye syrye. Metod opredeleniya syroi kletchatki. Vzamen GOST 13496.2-84, vveden 28.06.91* [Fodder, Compound Feed, Compound Feed Raw. Raw Cellulose Detection Method. Replacing GOST (State Standard) 13496.2-84, Introduced on 28.06.91], M.: IPK Izdatelstvo standartov, 1991, 6 p.
11. *GOST 13496.4-93. Korma, kombikorma, kombikormovoye syrye. Metody opredeleniya sodержaniya azota i syrogo proteina. Vzamen GOST 13496.4-84. Vveden 01.01.1996* [Fodder, Compound Feed, Compound Feed Raw. Methods for Nitrogen and Raw Protein Content Detection. Replacing GOST (State Standard) 13496.4-84. Introduced on 01.01.1996], M.: Standartinform, 1996, 15 p.
12. *GOST 30257-95. Shrot rapsovy tostirovanny* [Rapeseed Meal Tosted], Minsk: Gosstandart, 1995, 16 p.

Поступила в редакцию 21.09.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: morozovainna889@gmail.com – Морозова И.М.