

УДК 663.85+664.87

Поступила в редакцию 30.01.2020
Received 30.01.2020**Ю.С. Усеня, М.И. Гарлинская, А.В. Садовская, Л.В. Филатова, В.Л. Рослик***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ
ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ
ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Аннотация. В настоящее время в Республике Беларусь особое внимание уделяется проблеме производства функциональных и специализированных продуктов питания. В данной работе проведены комплексные исследования по выявлению возможности использования побочных продуктов переработки масличных культур (расторопша пятнистая, тыква, лен, подсолнечник) с высокой пищевой ценностью в качестве натуральных обогащающих добавок растительного происхождения при создании белоксодержащих функциональных продуктов гепатопротекторного действия для питания спортсменов, людей, имеющих заболевания органов пищеварения (желудка, желчного пузыря, печени) и др.

Ключевые слова: белоксодержащие функциональные и специализированные продукты питания, жмых, гепатопротекторное действие, пищевые концентраты

Y.S. Usenia, M.I. Garlinskaya, A.V. Sadoyskaya, L.V. Filatova, V.L. Roslik*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National
Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Republic of Belarus***PROSPECTS FOR THE USE OF SECONDARY PRODUCTS OF
PROCESSING OF OIL CROPS FOR THE ENRICHMENT OF FOOD
CONCENTRATE**

Abstract. Currently, in the Republic of Belarus special attention is paid to the problem of the production of functional and specialized food products. In this work, comprehensive studies have been carried out to identify the possibility of using by-products of oilseed processing (milk thistle, pumpkin, flax, sunflower) with high nutritional value as natural enriching additives of plant origin when creating protein-containing functional products of hepatoprotective action for nutrition of athletes, people with organ diseases digestion (stomach, gall bladder, liver), etc.

Keywords: protein-containing functional and specialized foods, oilcake, hepatoprotective effect, food concentrate

В последние годы на мировом рынке стремительно возрос спрос на масличное сырье, что приводит к увеличению объемов производства масличных культур. В условиях умеренного климата Республики Беларусь выращивают в основном такие масличные культуры, как рапс и подсолнечник, которые являются основным сырьем для масложировой промышленности страны, а также лен, расторопшу пятнистую, тыкву.

Ценными вторичными сырьевыми ресурсами являются жмыхи тыквы, льна, подсолнечника, образующиеся при производстве соответствующих масел методом холодного прессования.

Подсолнечный жмых, благодаря большому содержанию жиров и протеинов, обладает высокой энергетической ценностью. В его состав входит около 30–40 % протеинов, до 9,4 % масел и до 20 % клетчатки. Масло содержит полиненасыщенные жирные кислоты, токоферол, фосфолипиды, что объясняет положительное воздействие жмыха на развитие и продуктивность животных [1–4].

Тыквенный жмых — продукт переработки тыквенных семян при получении тыквенного масла. После холодного отжима в тыквенном жмыхе остается основная часть питательных веществ, витаминов и микроэлементов, биологически активных веществ, содержащихся в семечке, и до 10 %

тыквенного масла. Тыквенный жмых является не только ценной протеиновой добавкой (содержит до 45 % сырого протеина), но и средством, стимулирующим пищеварение и способствующим нормализации работы желудочно-кишечного тракта благодаря содержанию в своем составе значительной доли клетчатки (20 %) и масла [1, 5, 6].

Льняной жмых обладает высокими диетическими свойствами и уже используется как биологически активная добавка к пище. Он имеет высокую энергетическую ценность (в 1 кг жмыха содержится 1,27 кормовых единиц и 287 г переваримого протеина), а так же богатый состав микроэлементов и витаминов. Протеин льняного жмыха отличается высокой усваиваемостью и сбалансированным аминокислотным составом [1, 5, 6].

В настоящее время наблюдается рост числа экспериментальных и клинических исследований, связанных с открытием новых свойств препаратов на основе семян расторопши пятнистой, применяемых в медицине в качестве гепатопротекторов. Гепатопротекторное действие препаратов расторопши обеспечивается несколькими механизмами, из которых наиболее важными являются антиоксидантные свойства и способность повышать регенерацию клеток печени [1, 7, 8].

В 60-х годах прошлого столетия была установлена химическая структура основных действующих компонентов расторопши, известных под названием «салимарин», которая представляет собой стандартизированный экстракт, полученный из плодов расторопши пятнистой и содержащий примерно 70–80 % флавонолигнанов, среди которых главным и наиболее активным компонентом является силибин (силибинин). Это вещество обладает противовоспалительными, иммуномодулирующими свойствами, оказывает терапевтическое воздействие при аллергических воспалениях дыхательных путей, обладает выраженными радиопротективными свойствами, оказывает профилактическое и терапевтическое воздействие при болезни Альцгеймера [9].

Целью данного исследования является установление возможности использования отечественных продуктов переработки масличных культур (жмыхов расторопши пятнистой, белого и коричневого льна, подсолнечника, тыквы, композитной смеси жмыхов расторопши пятнистой и белого льна) в качестве физиологически-эффективных пищевых добавок при производстве полуфабрикатов мучных изделий.

Методология исследования. В качестве объектов исследований использовали жмыхи тыквы, белого и коричневого льна, подсолнечника, расторопши пятнистой, произрастающие на территории Республики Беларусь. Отбор проб и проведение испытаний качества готовых изделий осуществляли по ГОСТ 15113.0-77 «Концентраты пищевые. Правила приемки, отбор и подготовка проб»; ГОСТ 15113.1-77 «Концентраты пищевые. Методы определения качества упаковки, массы нетто, объемной массы, массовой доли отдельных компонентов, размера отдельных видов продукта и крупности помола»; ГОСТ 15113.3-77 «Концентраты пищевые. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии».

Исследование по определению наличия флаволигнана силибина в жмыхе расторопши пятнистой проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

В качестве стандартного вещества использовали силибинин (CAS Num. 22888-70-6) чистотой 98,8. Готовили основной раствор концентрацией 100 мкг/см³. Затем готовили рабочие градуировочные растворы в метаноле — MS концентрацией 1, 2, 4, 8, 10 мкг/см³. Каждый градуировочный раствор инжестировали дважды и строили калибровочную зависимость концентрации раствора от площади пика (рис. 1).

Для проведения измерений использовали высокоэффективный жидкостной хроматограф Acella с диодно-матричным и масс-селективным детекторами; колонку ВЭЖХ Agilent C18 250 x 4,6 мм. Температура колонки — 30 °С, объем инъекции — 10 мкл. Проводили градиентное элюирование (А-0,5 % муравьиной кислоты, В-метанол-MS) скоростью потока 200 мкл/мин. Детектировали на длине волны $\lambda = 288$ нм и по молекулярному иону 483(M+H(+)).

Результаты исследования. Проведены исследования по органолептическим показателям качества исследуемых образцов жмыхов. Результаты исследований представлены в табл. 1, а на рис. 2 показан внешний вид образцов, где: образец № 1 — жмых коричневого льна; образец № 2 — жмых белого льна; образец № 3 — жмых расторопши пятнистой; образец № 4 — смесь жмыхов расторопши пятнистой и белого льна в соотношении 1:1; образец № 5 — жмых тыквенный; образец № 6 — жмых подсолнечника.

Проведены исследования по установлению пищевой ценности, витаминно-минерального и аминокислотного составов отечественных продуктов переработки масличных культур — жмыхов подсолнечника, белого и коричневого льна, расторопши пятнистой, тыквенного. На рис. 3 представлены результаты исследований содержания белка в составе жмыхов, где образец № 1 — жмых коричневого льна; образец № 2 — жмых белого льна; образец № 3 — жмых расторопши пятнистой; образец № 4 — смесь жмыхов расторопши пятнистой и белого льна в соотношении 1:1; образец № 5 — жмых подсолнечника; образец № 6 — жмых тыквенный.

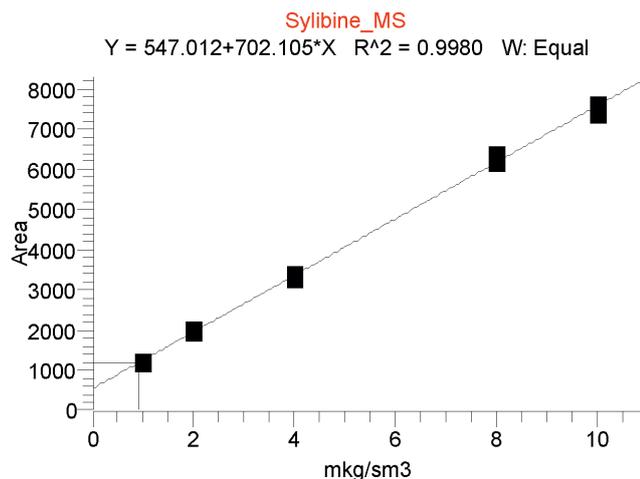


Рис. 1. Калибровочная кривая определения силибинина
Fig. 1. Calibration curve for the determination of silibinin

Таблица 1. Органолептические показатели качества исследуемых образцов жмыхов
Table 1. Organoleptic indicators of the quality of the test subjects samples of oil cakes

Наименование показателей	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6
Внешний вид и цвет	Порошок темно-коричневого цвета	Порошок светло-коричневого цвета	Порошок коричневого цвета с желтоватым оттенком	Порошок светло-коричневого цвета с желтоватым оттенком	Порошок желто-зеленого цвета	Порошок серого цвета
Запах	Свойственный применяемому сырью без постороннего запаха (затхлости, плесени, горелости и т.д.)					
Вкус	Свойственный применяемому сырью					



Рис. 2. Внешний вид образцов исследуемых жмыхов
Fig. 2. Appearance of samples of the studied oilcakes

В результате анализа полученных данных выявлено, что исследуемые образцы жмыхов в своем составе имеют высокую белковую составляющую. Наибольшее содержание белка определено в образцах № 6, № 2, № 1 и № 5 (жмыхи тыквенный, белого и коричневого льна, подсолнечника — 53,8 %, 38,5 %, 36,2 % и 35,4 % соответственно).



Рис. 3. Содержание белка в исследуемых образцах жмыхов
Fig. 3. Protein content in the studied samples of oilcake

На рис. 4 приведены результаты исследования показателей пищевой ценности образцов жмыхов, где образец № 1 — жмых коричневого льна; образец № 2 — жмых белого льна; образец № 3 — жмых расторопши пятнистой; образец № 4 — смесь жмыхов расторопши пятнистой и белого льна в соотношении 1 : 1.

Установлено, что исследуемые образцы жмыхов имеют высокую пищевую ценность, богатый микроэлементный и аминокислотный состав: в 100 г жмыхов содержится от 10,7 до 31,3 г пищевых волокон, от 8,9 до 9,1 г жира, от 26,6 до 60,3 г углеводов.

Образцы с льняным жмыхом содержат омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) от 22,6 до 30,2 % массовой доли жирных кислот, а также высокое количество витамина Е.

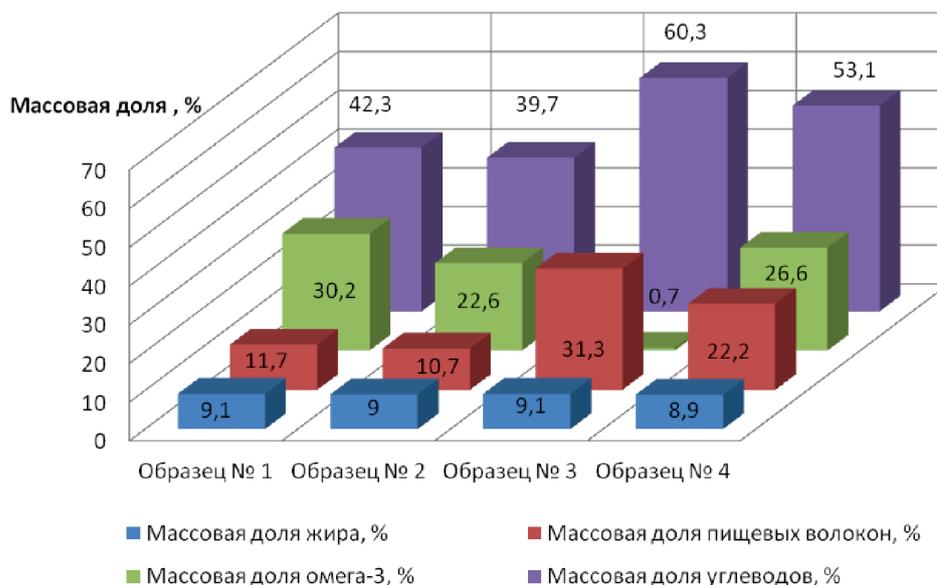


Рис. 4. Пищевая ценность образцов жмыхов
Fig. 4. Nutritional value of oilcake samples

Все исследуемые образцы жмыхов содержат значительное количество витаминов группы В: витамина В₁ — до 0,297 мг/100 г, витамина В₂ — до 0,08 мг/100 г, витамина В₆ — до 0,21 мг/100 г. Минеральный состав исследуемых образцов жмыхов включает: кальций — до 10040 мг/кг, магний — до

3220 мг/кг, фосфор — до 8060 мг/кг, калий — до 11800 мг/кг, марганец — до 55 мг/кг, железо — до 99 мг/кг, медь — до 28 мг/кг и цинк — до 94 мг/кг.

Питательная ценность белков содержащихся в жмыхах зависит от их аминокислотного состава. На рис. 5 представлен аминокислотный состав белка исследуемых образцов жмыхов.

**Массовая доля
аминокислот,
мг/100 г**

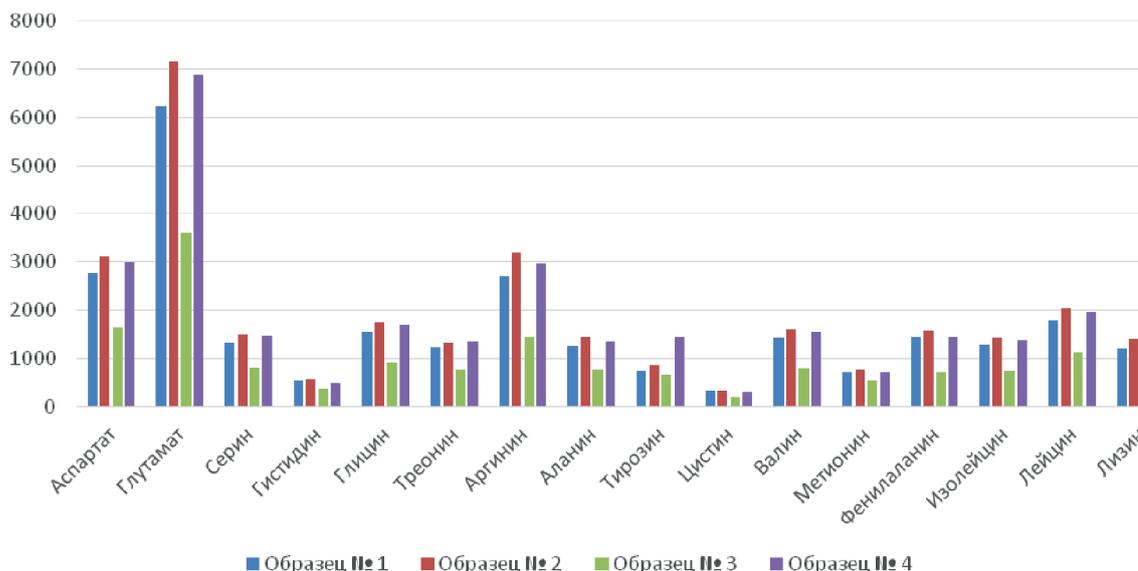


Рис. 5. Аминокислотный состав белка образцов жмыхов
Fig. 5. Amino acid composition of the protein of oilcake samples

Анализ аминокислотного состава исследуемых образцов жмыхов показал, что данные образцы включают 7 из 8-ми незаменимых аминокислот: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, фенилаланин.

Проведены исследования по установлению значения флавонолигнана силибина в жмыхе расторопши пятнистой.

На рис. 6 представлена хроматограмма образца жмыха расторопши пятнистой.

В результате проведенных исследований по определению наличия в жмыхе расторопши пятнистой флаволигнана силибина (силибинина), отвечающего за гепатопротекторное действие, установлено, что массовая доля флаволигнанов в пересчете на силимарин в абсолютном сухом веществе в образце жмыха расторопши пятнистой составляет 3,8 %. При этом массовая доля силибинина составила 258,11 мг/100 г.

Установлено, что введение в состав продукта жмыха расторопши пятнистой в дозировке 12 % позволит обеспечить адекватный уровень потребления силибина в сутки, а в дозировке 5 % — практически половину адекватного уровня потребления силибина в сутки.

Закключение. Проведены исследования органолептических и физико-химических показателей, а также пищевой ценности и химического состава продуктов переработки масличных культур (жмыхов расторопши пятнистой, белого и коричневого льна, подсолнечника, тыквы, композитной смеси жмыхов расторопши пятнистой и белого льна). Установлено, что все исследуемые образцы жмыхов имеют высокую пищевую ценность, богатый микроэлементный и аминокислотный состав, что позволяет рекомендовать их к использованию в качестве функциональных обогащающих добавок при производстве полуфабрикатов мучных изделий функционального назначения и позволит обогатить готовые продукты белком, а использование жмыха расторопши пятнистой придаст продукту гепатопротекторные свойства.

Применение побочных продуктов переработки масличных культур в качестве физиологически-эффективных пищевых добавок имеет как экономическое (использование отходов производства растительных масел), так и социальное (обеспечение населения продуктами питания с высокой пищевой ценностью) значение.

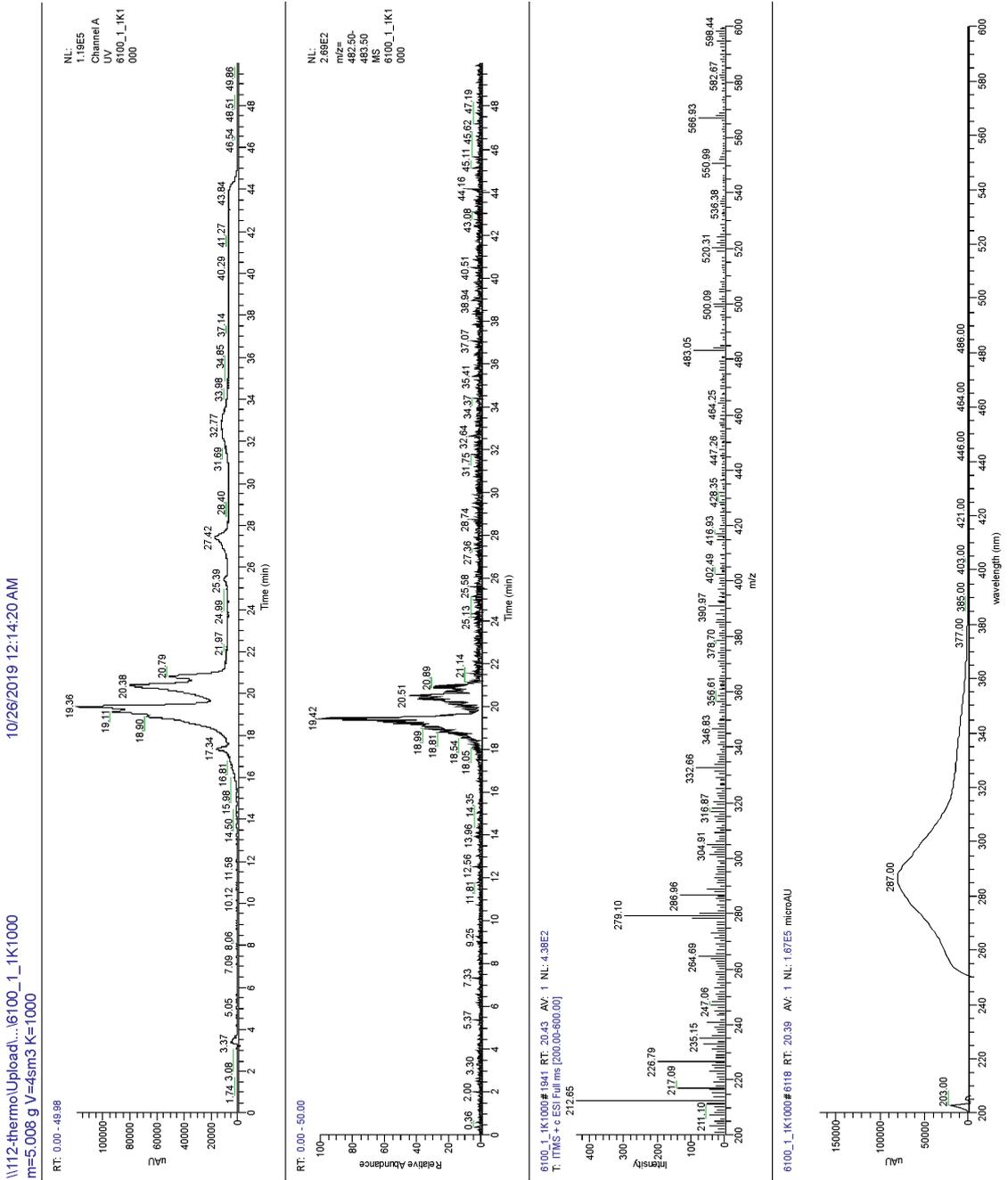


Рис. 6. Хроматограмма образца жмыха расторопши пятнистой
Fig. 6. Chromatogram of a sample of milk Thistle oilcake

Список использованных источников

1. Проскурня, М.А. Биологические свойства пищевых волокон, полученных из жмыхов масличных культур сибирской коллекции / М.А. Проскурня, Л.В. Бурлакова, И.А. Лошкомойншов // *Аграрный вестник Урала*. — 2008. — № 4. — С. 48–50.
2. Степура, М.В. Влияние обработки белковых концентратов из семян подсолнечника раствором янтарной кислоты на их функциональные свойства / М.В. Степура, В.Г. Лобанов, В.Г. Щербаков // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2006. — № 2–3. — С. 71–72.
3. Шеколдина, Т.В. Математическое моделирование и разработка оптимальных режимов извлечения белковых веществ из подсолнечного шрота / Т.В. Шеколдина, П.И. Кудинов, Л.К. Бочкова, Г.Г. Сочиянц // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2010. — № 2–3. — С. 50–52.
4. Шеколдина, Т.В. Получение белкового изолята из подсолнечного шрота / Т.В. Шеколдина, Л.К. Бочкова, И.А. Чалова // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2008. — № 1. — С. 19–20.
5. Шувинская, И.В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И.В. Шувинская, О.А. Доля, О.В. Ширококорядова // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2007. — № 5. — С. 40–42.
6. Шмаков, П.Ф. Состав и питательность подсолнечного, льняного и рыжикового жмыхов, полученных из семян сортов сибирской селекции / П.Ф. Шмаков, Е.А. Чаунина, Е.И. Шабашева // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. — 2008. — № 7. — С. 66–72.
7. Пашенко, Л.П. Шрот расторопши пятнистой в хлебобулочных изделиях / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, В.Л. Пашенко и др. // *Современные наукоёмкие технологии*. — 2007. — № 7. — С. 15–19.
8. Пахомова, О.Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания / О.Н. Пахомова // *Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ»*. — 2011. — № 1(4).
9. Kren, V. Silybin And Silymarin — new effects and applications / V. Kren, D. Walterova // *Biomed. Papers*. — 2005. — Vol. 149, № 1. — P. 29–41.
10. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: Санитарные нормы и правила, утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180. — 20 с.

References

1. Proskurnya M.A., Burlakova L.V., Lokomoitv I.A. Biological properties of food fibers obtained from oilseed oil cakes from the Siberian collection. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2008, pp. 48–50 (in Russian).
2. Stepuro M.V., Lobanov V.G., Shcherbakov V.G. Effect of processing protein concentrates from sunflower seeds with succinic acid solution on their functional properties. *Proceedings of the universities. Food technology*, 2006, pp. 71–72 (in Russian).
3. Skaldina T.V., Kudinov P.I., Bochkova L.K., Socians G.G. Mathematical modeling and development of optimal modes for extracting protein substances from sunflower meal. *University News. Food technology*, 2010, № 2, pp. 50–52 (in Russian).
4. Schekoldina T.V., Bochkova L.K., Chalova I.A. Obtaining protein isolate from sunflower meal. *News of universities. Food technology*, 2008, pp. 19–20 (in Russian).
5. Shulvinskaya, I.V., Dolya O.A., Shirokoryadova O.V. Compositional protein supplements from oilseeds and melons. *University proceedings. Food technology*, 2007, № 5, pp. 40–42 (in Russian).
6. Shmakov P.F., Chaunina E.A., Shabashева E.I. The composition and nutritional value of sunflower, flaxseed and camelina oilcake obtained from seeds of varieties of Siberian selection. *Feeding of farm animals and feed production*, 2008, № 7, pp. 66–72 (in Russian).
7. Pashchenko L.P., Sanina T.V., Pashchenko V.L. Milk thistle meal in bakery products. *Modern high technology*, 2007, № 7, pp. 15–19 (in Russian).
8. Pakhomova O.N. The prospect of using oilcakes and oilseed meal to increase the nutritional and biological value of food products. *Almanac “Scientific notes of the Eagle GIET”*, 2011, № 1(4) (in Russian).
9. Kren V., Walterova D. Silybin And Silymarin — new effects and applications. *Biomed. Papers*, 2005, Vol. 149, № 1, pp. 29–41.

10. Nutritional requirements: physiological requirements for energy and nutrients for various population groups of the Republic of Belarus: Sanitary norms and rules, approved. Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated November 20, 2012 № 180. — 20 p. (in Russian).

Информация об авторах

Усеня Юлия Сергеевна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник — заместитель начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: yulia1484@mail.ru.

Садовская Анна Викторовна — старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Sadoyskaya@gmail.ru.

Филатова Ленина Всеволодовна — старший научный сотрудник отдела продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: potato@belproduct.com.

Рослик Валентина Лолиевна — заведующий лабораторией хроматографических исследований республиканского контрольно-испытательного комплекса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com.

Гарлинская Марина Игоревна — аспирант, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: minka2611@mail.ru.

Information about authors

Usenya Julia S. — Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher — Deputy Head of the Department of Technology of tuberous root products, RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yulia1484@mail.ru.

Sadouskaya Anna V. — Ph.D. (Technical), senior researcher of the department of the technology of tuberous root products of RUE «Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Sadoyskaya@gmail.ru.

Filatova Lenina V. — research fellow of the Department of Root Products The RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: potato@belproduct.com.

Roslik Valentina L. — Head of the Laboratory for Chromatographic Studies of the Republican Control and Testing Complex The RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus) E-mail: info@belproduct.com.

Garlinskaya Marina I. — Graduate student, The RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: minka2611@mail.ru.