с.-х. наук : 06.01.09 / Володькина Людмила Владимировна ; НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – 2022. – 25 с.

INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNOLOGY ELEMENTS FOR THE COVER CROP ON RED CLOVER YIELD

A. Ch. Skirukha, L. A. Bulavin, D. N. Volodzkin, L. V. Volodzkina, M. A. Belanovskaya, V. D. Krantsevich

On sod-podzolic sandy loam soil chemical weeding of the cover crop increases the yield of red clover by 20.8–30.9 %, depending on the weed infestation level. Failing the optimal dates of plow in cover crop cultivation reduces that indicator by 16.8 %. When plowing was replaced by chisel tillage the yield of the subsequent red clover remained approximately the same, while disk plowing and direct seeding decreased it by 2.8 and 10.3 %, respectively. Increasing the seeding rate of the cover crop from 3.5 to 5.0 million/ha, and the nitrogen dose from N_{60} to N_{90-120}, reduced the yield of red clover by 5.4–10.7 %, respectively. Late harvesting of the cover crop reduced that figure by 8.3 %.

УДК 633.521:631.55

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖМЫХОВ ИЗ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

М. Е. Маслинская, *кандидат с.-х. наук*
РУП «Институт льна», аг. Устье, margo.maslinskaya@mail.ru
(Дата поступления статьи в редакцию 11.03.2026)

Рецензент: Долгова Е.Л., кандидат с.-х. наук

Аннотация. *Изучен выход жмыха из семян сортов льна белорусской селекции и его химический состав. Массовая доля жира в жмыхе сортов льна масличного составила 18,6–20,0 %, содержание белка – 31,1–31,6 %; у сортов льна-долгунца – 18,7–18,8 % и 31,6–32,6 % соответственно. Максимальное количество α-линоленовой кислоты отмечено у сорта Грант (55,3 %), минимальное – у сорта Дар (51,1 %). Сорта льна масличного характеризовались более высоким содержанием клетчатки – 12,7–13,1 %, при этом значения зольности изучаемых сортов изменялись незначительно: 5,3–5,4 % у сортов льна масличного и 5,5–5,6 % – у сортов льна-долгунца. В жмыхе сортов льна-долгунца отмечено более высокое суммарное содержание токоферолов – 3,97–4,14 мг/100 г и тиамина (витамина B_1) – 1,14–1,16 мг/100 г и более низкое содержание витамина B_6 – 0,45–0,69 мг/100 г. Минимальное содержание витамина B_2 (рибофлавина) отмечено у сорта льна-долгунца Талер (0,99 мг/100 г), максимальное – у сорта льна-долгунца Грант (1,33 мг/100 г). У сортов льна масличного величина данного показателя составила 1,22–1,26 г. Полученные данные подтверждают высокую пищевую ценность льняного жмыха и широкие перспективы его использования в качестве отечественного компонента при разработке комбикормов для кормления молодняка крупного рогатого скота.*

Введение. После извлечения масла из семян льна все белковые вещества, минералы и витамины концентрируются в льняном жмыхе, а сам побочный продукт производства превращается в отличную белковую добавку, которая может серьезно конкурировать по питательности и продуктивному действию с традиционными высокобелковыми компонентами рациона [1–2]. Жиры, остающиеся в льняном жмыхе после отгонки масла, обладают теми же полезными свойствами, что и льняное масло. Уникальность льняного масла состоит в высоком содержании альфа-линоленовой (омега-3) жирной кислоты, а также других ненасыщенных жирных кислот [3]. Жмых льна является источником большинства витаминов – B_1, B_2, B_6, ниацина, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты, биотина. Особенно высокое содержание тиамина и фолиевой кислоты. В 100 г жмыха льна содержится половина суточной потребности в этих витаминах. Богатый химический состав позволяет составлять с помощью льняного жмыха более сбалансированные рационы для кормления скота и его молодняка [4–5]. Таким образом, изучение перспектив использования семян и жмыха из семян сортов льна-долгунца и льна масличного в качестве компонента комбикорма на основании изучения его химического состава, является актуальным.

Цель исследований: изучить выход жмыха из сортов льна белорусской селекции и провести сравнительный анализ его химического состава.

Материалы и методы исследований Объектами исследования служили семена и жмых двух сортов льна масличного и двух сортов льна-долгунца. Для получения семян и жмыха на опытном участке РУП «Институт льна» заложен полевой опыт в четырехкратной повторности согласно общепринятой методике [6]. Площадь делянки 15 $м^2$, учетная – 10,5 $м^2$. Минеральные удобрения внесены в дозе $N_{50}P_{60}K_{90}$ кг/га д.в. (под лен масличный) и $N_{20}P_{60}K_{90}$ (под лен-долгунец). Норма высева льна масличного – 10 млн всхожих семян на гектар, льна-долгунца – 22 млн всхожих семян на гектар. Предшественник – зернобобовые.

Метеорологические условия периодов вегетации 2023 г. и 2025 г., согласно данным метеостанции г. Орша Витебской области, можно охарактеризовать как избыточно увлажненные. Общее количество осадков, выпавших за период вегетации 2023 г. составило 302,0 мм, сумма активных температур – 1775 ºС, ГТК – 1,7, в 2025 г. – 359,7 мм, 1773 ºС, 2,03 соответственно [7]. В 2024 г. количество осадков, выпавших за вегетационный период, составило 262,7 мм, сумма активных температур – 1978 ºС, ГТК – 1,33 (год – обеспеченно увлажненный).

Изучение химического анализа жмыхов проведено в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» согласно ГОСТ 10857-64, ГОСТ 10846-91, СТБ ИСО 15304-2007 [8–14]. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета программ Microsoft Office Excel 2016.

Результаты исследований. Определена урожайность сортов льна при изучении их в полевых условиях 2023–2025 гг. (рисунок 1).

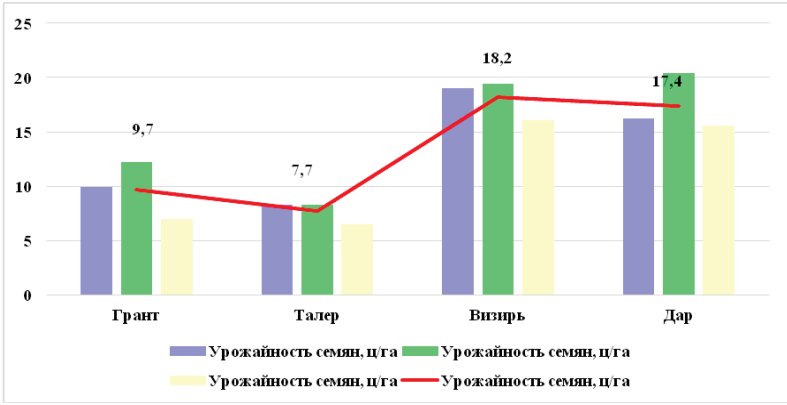


Рисунок 1. Урожайность семян льна в полевом опыте (среднее за 2023-2025 гг.)

Средняя урожайность семян сорта Талер за три года составила 7,7 ц/га при варьировании по годам в пределах 6,5–8,3 ц/га, у сорта Грант – 9,72 ц/га при варьировании от 7,0 до 12,2 ц/га. У сортов льна масличного Визирь и Дар получена средняя урожайность семян 18,2 и 17,4 ц/га соответственно при изменении данного показателя по годам исследований от 16,1 до 19,0 ц/га у сорта Визирь, от 15,6 до 20,4 ц/га – у сорта Дар.

Семена льна масличного характеризовались более высоким содержанием масла, а также его сбором с гектара посева (таблица 1). Так, в среднем за годы исследований семена сорта льна-долгунца Грант содержали 35,0 % масла, сорта льна-долгунца Талер – 35,6 %, сорта льна масличного Визирь – 41,3 %, льна масличного Дар – 40,1 %. Средний сбор масла за три года изучения у сортов льна масличного составил 6,2–6,6 ц/га и вдвое превышал значения данного показателя у сортов льна-долгунца (2,4–3,0 ц/га).

Таблица 1. Содержание масла в семенах льна (среднее за 2023-2025 гг.)

Сорт	Содержание масла, %				Сбор масла, ц/га			
	2023 г.	2024 г.	2025 г.	среднее	2023 г.	2024 г.	2025 г.	среднее
Грант	37,0	35,5	32,6	35,0	3,2	3,8	2,0	3,0
Талер	36,4	34,7	35,7	35,6	2,7	2,5	2,0	2,4
Визирь	43,8	43,2	36,8	41,3	7,3	7,4	5,2	6,6
Дар	39,9	42,7	37,6	40,1	5,7	7,7	5,2	6,2
$НСР_{05}$	*1,7*	*2,3*	*1,1*		*1,1*	*1,3*	*0,9*	

На растениях льна-долгунца в полевых условиях 2023 г. сформировалось в среднем 2,3–2,5 коробочек, в 2024 г. – 2,8–3,3 коробочек, в 2025 г. – 4,1–4,7 коробочек (рисунок 2). На растениях льна масличного в 2023 г. количество сформированных коробочек составило 6,2–6,5 шт., в 2024 г. – 7,1–7,8 шт., в 2025 г. – 13,7–17,8 шт.

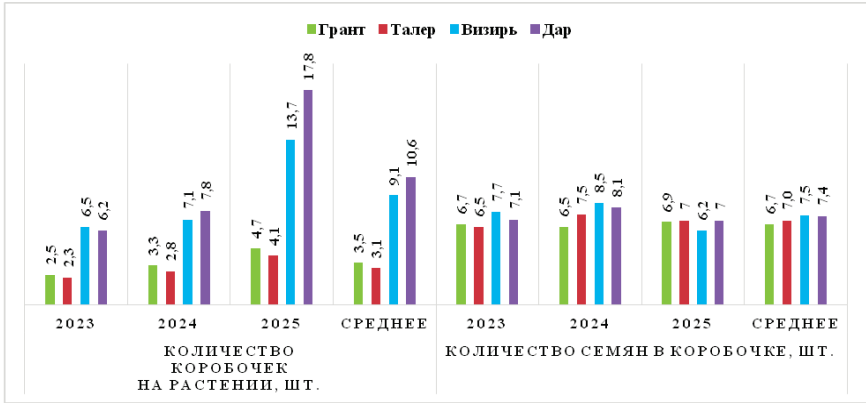


Рисунок 2. Структура урожайности сортов льна (среднее за 2023-2025 гг.)

Количество семян в каждой коробочке также варьировало в зависимости от года исследований и составило в 2023 г. для сортов льна-долгунца 6,5–6,7 шт., сортов льна масличного – 7,1–7,7 шт. В 2024 г. значения данного показателя были у сортов льна-долгунца 6,5–7,5 шт., сортов льна масличного – 8,1–8,5 шт. В условиях 2025 г. количество семян в коробочках льна-долгунца составило 6,9–7,0 шт., льна масличного – 6,2–7,0 шт. Масса 1000 семян у сортов льна-долгунца была 4,7 г в 2023 г., 4,1–4,6 г – в 2024 г., 4,0–4,1 г – в 2025 г. (рисунок 3).



Рисунок 3. Масса 1000 семян у сортов льна (среднее за 2023-2025 гг.)

Сорта льна масличного имели более высокие значения данного показателя: 6,5–7,1 г (2023 г.), 5,3–5,4 г (2024 г.), 4,6–4,9 г (2025 г.).

На лабораторном прессе определен процентный выход жмыха из семян сортов льна (рисунок 4). Жмыхи из семян льна масличного имеют более тем-

ный оттенок. Наиболее высокие средние значения данного показателя за годы исследований отмечены у сорта льна-долгунца Талер (76,6 %) при варьировании по годам в пределах 75,4–77,7 %. У сорта Грант данной культуры получены средние значения процентного выхода – 75,6 % при изменении в течение 2023–2025 гг. от 73,6 до 76,7 %. Более низкие средние величины анализируемого признака установлены для сортов льна масличного – 69,3 % у сорта Визирь, 70,9 % у сорта Дар при изменении по годам в пределах 68,2–70,1 % и 69,8–71,1 % соответственно. Анализ полученных данных свидетельствует о более низком процентном выходе жмыха из семян льна в 2024 г. по сравнению с 2023 г. и 2025 г.



а) Талер б) Грант

в) Дар г) Визирь

Рисунок 4. Жмых из семян сортов льна

Изучение химического состава проведено в аккредитованной лаборатории РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию (протоколы испытаний №4611 от 19.10.2023 г., №4307 от 30.09.2024 г., №4921 от 17.10.2025 г.). Массовая доля жира в жмыхе льна масличного Визирь и Дар в среднем за 2023–2025 гг. составила 20,0 и 18,6 %, льна-долгунца Талер и Грант – 18,7 и 18,8 % соответственно (рисунок 5). Следует отметить, что в жмыхе из семян льна содержится значительное количество белка.

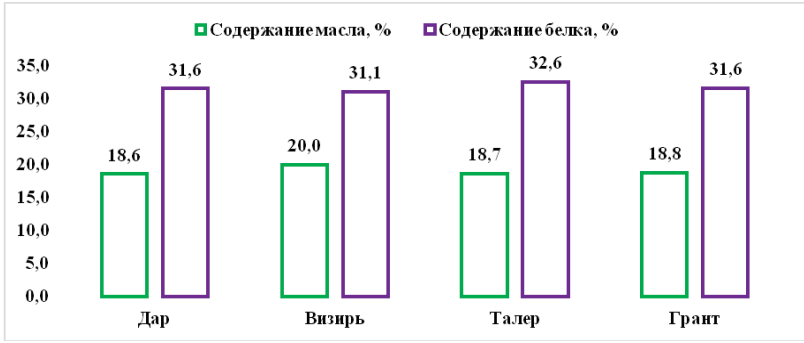


Рисунок 5. Содержание жира и белка в жмыхе льна (среднее за 2023-2025 гг.)

У льна масличного в среднем за три года исследований содержание данного компонента составило 31,6 % у сорта Дар и 31,1 % – у сорта Визирь, у сортов льна-долгунца – 32,6 % у сорта Талер и 31,6 % – у сорта Грант.

Изучен жирнокислотный состав масла, извлеченного из жмыха семян льна, выявлены различия между сортами льна-долгунца и льна масличного. Так, в масле обнаружены в незначительных количествах миристиновая (0,1 % у сортов Дар и Визирь), пальмитолеиновая (0,1 %), маргариновая (0,1 % у сортов Дар и Визирь), у-линоленовая (0,2–0,3 %), арахиновая (0,2 %), бегеновая (0,1 %), лигноцериновая (0,1 %).

Основные насыщенные кислоты, присутствующие в масле семян льна – пальмитиновая и стеариновая (рисунок 6). Содержание пальмитиновой кислоты у льна-долгунца и льна масличного в среднем за годы исследований варьировало незначительно и составило 6,1 % (сорта Талер, Грант) – 6,3 % (сорт Дар). Более высокое процентное содержание стеариновой кислоты отмечено у сорта льна-долгунца Талер (4,0 %) и сорта льна масличного Визирь (3,8 %).

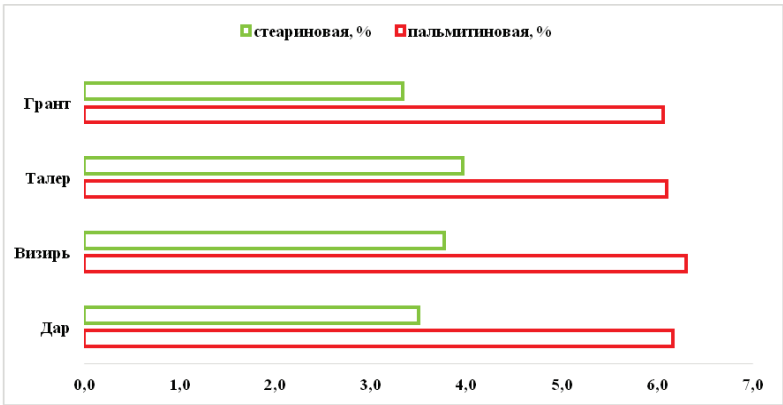


Рисунок 6. Содержание насыщенных кислот в масле из жмыха льна

Основными ненасыщенными жирными кислотами, входящими в состав льняного масла, являются олеиновая, линолевая и α-линоленовая (таблица 2). Минимальное содержание олеиновой кислоты отмечено у сортов Дар (19,3 %) и Грант (19,2 %), максимальное – у сортов Талер (21,2 %) и Визирь (20,3 %).

Таблица 2. Основные насыщенные жирные кислоты, содержащиеся в масле из жмыха льна

Кислота	Сорт			
	Дар	Визирь	Талер	Грант
Олеиновая, %	19,3	20,3	21,2	19,2
Линолевая, %	18,9	15,4	14,7	15,2
α-линоленовая, %	51,1	53,3	53,1	55,3

По максимальному содержанию линолевой кислоты выделен сорт с измененным жирнокислотным составом Дар (18,9 %), между другими изучаемыми сортами различия по содержанию данного компонента были незначительными: Визирь (15,4 %), Талер (14,7 %), Грант (15,2 %). Максимальное количество α-линоленовой кислоты в среднем за три года исследований (55,3 %) отмечено у сорта Грант, минимальное – у сорта льна масличного Дар (51,1 %).

Более высокое содержание клетчатки отмечено у сортов льна масличного: 13,1 % у сорта Дар, 12,7 % у сорта Визирь. Значения данного показателя у сортов льна-долгунца Талер и Грант составили 12,1 и 12,5 % соответственно (рисунок 7).

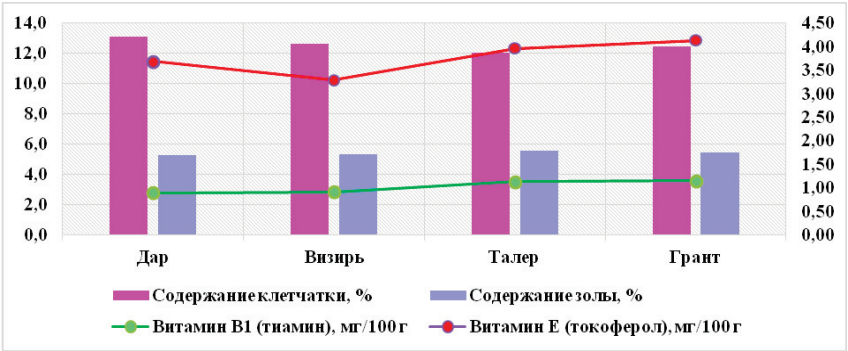


Рисунок 7. Содержание золы, клетчатки и витаминов B_1 и Е в жмыхе из льна (среднее за 2023-2025 гг.)

Зольность изучаемых сортов отмечена на одном уровне и составила 5,3–5,4 % у сортов льна масличного и 5,5–5,6 % у сортов льна-долгунца.

Изучено также содержание витамина B_1 (тиамина) и витамина Е (токоферолов) в жмыхе из семян сортов льна. Следует отметить, что максимальные

ное суммарное содержание токоферолов выявлено у сортов льна-долгунца Талер и Грант – 3,97 и 4,14 мг/100 г. При этом значения показателя у сортов льна масличного составили 3,29 мг/100 г у сорта Визирь и 3,69 мг/100 г – у сорта Дар. У сортов льна-долгунца отмечено более высокое содержание тиамина (витамина B_1) – 1,14–1,16 мг/100 г при соответствующих значениях у сортов льна масличного – 0,89–0,92 мг/100 г.

У сортов льна масличного выявлено более высокое содержание витамина B_6: 1,05–1,59 мг/100 г при значениях данного показателя у сортов льна-долгунца 0,45–0,69 мг/100 г (таблица 3).

Таблица 3. Содержание витаминов B_2 и B_6 в жмыхе сортов льна

Витамин	Сорт			
	Дар	Визирь	Талер	Грант
Витамин B_6, мг/100г	1,05	1,59	0,45	0,69
Витамин B_2, мг/100 г	1,22	1,26	0,99	1,33

Минимальное содержание витамина B_2 (рибофлавина) отмечено у сорта льна-долгунца Талер (0,99 мг/100 г), максимальное – у сорта льна-долгунца Грант (1,33 мг/100 г). У сортов льна масличного величина данного показателя составила 1,22–1,26 мг/100 г.

Выводы

1. В среднем за 2023–2025 гг. урожайность семян у сорта льна-долгунца Талер составила 7,7 ц/га, сорта Грант – 9,72 ц/га, у сортов льна масличного Визирь и Дар – 18,2 и 17,4 ц/га соответственно. Сорта льна масличного характеризовались более высоким содержанием масла (40,1–41,3 %), а также его сбором с гектара посева (6,2–6,6 ц/га).

2. Наибольший выход жмыха за период исследований отмечен у сорта льна-долгунца Талер (76,6 %). Массовая доля жира в жмыхе сортов льна масличного Визирь и Дар в среднем за 2023–2025 гг. изменялась в пределах 18,6–20,0 %, сортов льна-долгунца Талер и Грант – 18,7–18,8 %. У льна масличного содержание белка составило 31,1 (Визирь) – 31,6 % (Дар), у сортов льна-долгунца – 31,6 (Талер) – 32,6% (Грант).

3. Содержание пальмитиновой кислоты у льна-долгунца и льна масличного в среднем за годы исследований варьировало незначительно и составило от 6,1 % (Талер, Грант) до 6,3 % (Дар). Более высокое содержание стеариновой кислоты отмечено у сорта льна-долгунца Талер (4,0 %) и сорта льна масличного Визирь (3,8 %), минимальное содержание олеиновой кислоты установлено у сортов Дар (19,3 %) и Грант (19,2 %), максимальное – у сортов Талер (21,2 %) и Визирь (20,3 %). По максимальному содержанию линолевой кислоты выделен сорт с измененным жирнокислотным составом Дар (18,9 %). Максимальное количество α-линоленовой кислоты в среднем за три года исследований (55,3 %) отмечено у сорта Грант, минимальное – у сорта льна масличного Дар (51,1 %).

4. Более высоким содержанием клетчатки характеризовались сорта льна масличного – 12,7–13,1 %. Зольность изучаемых сортов была на одном уровне и составила 5,3–5,4 % у льна масличного и 5,5–5,6 % – у льна-долгунца. Максимальное суммарное содержание токоферолов определено у сортов льна-долгунца Талер и Грант – 3,97 и 4,14 мг/100 г. Также сорта льна-долгунца характеризовались более высоким содержанием тиамина (витамина B_1) – 1,14–1,16 мг/100 г. У льна масличного установлено более высокое содержание витамина B_6: 1,05–1,59 мг/100 г при значениях данного показателя у сортов льна-долгунца 0,45–0,69 мг/100 г. Минимальное содержание витамина B_2 (рибофлавина) было у сорта льна-долгунца Талер (0,99 мг/100 г), максимальное – у сорта льна-долгунца Грант (1,33 мг/100 г). У сортов льна масличного величина данного показателя составила 1,22–1,26 г.

5. Проведенные исследования по изучению химического состава жмыхов, извлеченных из семян льна отечественной селекции, подтверждают его высокую пищевую ценность, обусловленную жирнокислотным составом масла, содержанием белка, клетчатки и витаминов.

Литература

1. Подобед, Л. И. Льняной жмых пополняет ассортимент белковых добавок для животных и птицы / Л. И. Подобед // Эффективное животноводство. – 2019. – № 5 (153). – С.46-48.

2. Янова, М. А. Влияние экструзионной обработки на белковый комплекс льняного жмыха / М. А. Янова, Н. В. Снегирева, С. В. Хижняк // Химия растительного сырья. – 2022. – №2. – С. 253–259.

3. Жиенбаева, С. Т. Применение льняного жмыха при производстве комбикормов для сельскохозяйственных птиц / С. Т. Жиенбаева, А. М. Ермуканова, А .Б. Мынбаева // Механика и технология. – 2020. – №4. – С.83-88.

4. Жукова, Ю. С. Организационно-технологические аспекты развития льняного подкомплекса Кировской области / Ю. С. Жукова, Е. С. Лыбенко, Е. С. Стаценко // Киров: Аверс, 2020. – 102 с.

5. Зубцов, В. А. Стратегия развития технологий в кормопроизводстве по использованию семян льна и продуктов их переработки / В. А. Зубцов, И. Э. Миневич // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. – №4 (20). – С.73-77.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 51 с.

7. Агрометеорологический бюллетень / ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»; ред. О. М. Клинцевич, начальник Т. С. Гомонова, 2023–2025 гг. – (Обзорная информация / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь).

8. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Методы определения масличности. М.: Стандартинформ, 2010. 6 с.

9. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка. – М.: Стандартинформ, 2010. – 4 с.

10. СТБ ИСО 15304-2007. Жиры и масла животные растительные. Определение содержания трансизомеров жирных кислот в растительных жирах и маслах методом газовой хроматографии. Минск: Госстандарт, 2007. – 24 с.

11. ГОСТ EN 12822-2020. Продукция пищевая. Определение содержания витамина Е методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Измерение альфа-, бета-, гамма- и дельта-токоферолов. – Минск: Госстандарт, 2020. – 24 с.

12. ГОСТ EN 14152-2020 Продукция пищевая. Определение содержания витамина B_2 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – Минск: Госстандарт, 2020. – 20 с.

13. ГОСТ EN 14122-2020 Продукция пищевая. Определение содержания витамина B_1 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – Минск: Госстандарт, 2020. – 24 с.

14. ГОСТ EN 14164-2020 Продукция пищевая. Определение содержания витамина B_6 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – Минск: Госстандарт, 2020. – 20 с.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FIBRE FLAX AND OIL FLAX SEED CAKE

M. E. Maslinskaya

The yield of oil seed cake of Belarusian flax varieties and its chemical composition were studied. The mass fraction of fat in cake of oil flax varieties was 18.6–20.0 %, the protein content was 31.1–31.6 %; in fiber flax varieties – 18.7–18.8 % and 31.6–32.6 %, respectively. The maximum amount of α-linolenic acid was noted in the Grant variety (55.3 %), the minimum – in the Dar variety (51.1 %). Oil flax varieties were characterized by a higher fiber content of 12.7–13.1 %, while the ash content of the studied varieties changed insignificantly: 5.3–5.4 % in oil flax varieties and 5.5–5.6 % in fiber flax varieties. The cake of fiber flax varieties had a higher total content of tocopherols (3.97–4.14 mg/100 g) and thiamine (vitamin B_1) – 1.14–1.16 mg/100 g and a lower content of vitamin B_6 – 0.45–0.69 mg/100 g. The minimum content of vitamin B_2 (riboflavin) was noted in the fiber flax variety Thaler (0.99 mg/100 g), the maximum – in the fiber flax variety Grant (1.33 mg/100 g). That indicator in oil fax varieties was 1.22–1.26 g. The obtained results prove the high nutritional value of oil flax seed cake due to fatty acid composition of oil (the content of α-linolenic acid is 51.1–55.3 %), protein content (31.1–32.6 %), fiber (12.1–13.1 %) and vitamins. Oil flax seed cake is a promising domestic component in the development of compound feed for young cattle.

УДК 633.82:631.543.2:633.71

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СХЕМЫ ПОСАДКИ ТАБАКА ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

В. А. Сатишур*[1], *старший научный сотрудник,
Б. В. Шелюто*[2], *доктор с.-х. наук

[1]РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси»
[2]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

(Дата поступления статьи в редакцию 14.04.2026)

Рецензент: Лужинский Д. В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. *В статье представлены результаты изучения систем применения минеральных удобрений и схем посадки табака обыкновенного в условиях северо-восточной части Беларуси. Максимальная урожайность*