

Сельское хозяйство

Правильная ссылка на статью:

Емелев С.А., Лыбенко Е.С. Оценка биохимического состава зерна узколистного люпина селекции Ленинградского НИИСХ в условиях Кировской области 2024 года // Сельское хозяйство. 2025. № 2. DOI: 10.7256/2453-8809.2025.2.76338 EDN: FPGWPO URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=76338

Оценка биохимического состава зерна узколистного люпина селекции Ленинградского НИИСХ в условиях Кировской области 2024 года

Емелев Сергей Александрович

ORCID: 0000-0003-4178-051X

кандидат сельскохозяйственных наук

доцент, кафедра агробиотехнологии, ландшафтной архитектуры и пищевых производств; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет»

Россия, Кировская обл., г. Киров, Октябрьский пр-кт 131

✉ emeleffsergej@yandex.ru



Лыбенко Елена Сергеевна

ORCID: 0000-0001-8853-1903

кандидат сельскохозяйственных наук

доцент, кафедра почвоведения, землеустройства и растениеводства; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение "Вятский государственный агротехнологический университет"
доцент, кафедра агробиотехнологии, ландшафтной архитектуры и пищевых производств; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение "Вятский государственный агротехнологический университет"

610051 Россия, Кировская область, г. Киров, ул. Гражданская, д. 40 кв. 44

✉ elenalybenko@rambler.ru



[Статья из рубрики "Растениеводство"](#)

DOI:

10.7256/2453-8809.2025.2.76338

EDN:

FPGWPO

Дата направления статьи в редакцию:

19-10-2025

Дата публикации:

11-11-2025

Аннотация: Предметом исследования является влияние метеорологических условий вегетационного периода 2024 года на биохимический состав и кормовую ценность зерна узколистного люпина (*Lupinus angustifolius* L.), а также сопоставимых зернобобовых культур – гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и гороха полевого, или пелюшки (*Pisum arvense* L.) в условиях Кировской области. В условиях всё более частых климатических аномалий (как холодная весна с заморозками и жаркое, засушливое лето) очень важно оценивать, насколько хорошо сорта бобовых культур адаптируются к стрессу. Ключевую роль играет их способность к сохранению стабильного содержания питательных веществ и отсутствие токсичных соединений. Исследование фокусируется на анализе ключевых показателей кормовой ценности. Известно, что их уровень определяет безопасность использования люпина в кормлении сельскохозяйственных животных. Исследование выполнено в полевом опыте в Агротехнопарке ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ в 2024 году. Биохимический состав зерна определяли в аккредитованных лабораториях по стандартным методикам: содержание сырого протеина, жира, клетчатки и золы – по общепринятым химическим методам, алкалоиды – методом мокрой химии в лаборатории ВНИИ люпина. Научная новизна работы – в комплексной оценке реакции сортов узколистного люпина и зернобобовых на климатический стресс 2024 года в Кировской области (холодная весна с заморозками и засушливое, жаркое лето). Впервые показано, что зерно всех культур сохранило высокую обменную энергию (12,6-13,3 МДж/кг) и содержание сухого вещества (86,0-90,1%). У гороха посевного и полевого зафиксировано превышение среднероссийских норм по протеину и биологическим экстрактивным веществам, что указывает на их адаптивность. У всех сортов люпина выявлено недопустимое содержание алкалоидов (0,331-0,60%). Оно превышает ГОСТ даже для 3-го класса. Это связано с защитной реакцией на абиотический стресс. Наиболее сбалансированный профиль отмечен у сорта Меценат (протеин 32,5%, жир 6,4%, алкалоиды 0,331%). Результаты важны для селекции и разработки устойчивых агротехнологий в условиях климатической нестабильности.

Ключевые слова:

климатический стресс, сырой протеин, обменная энергия, биологические экстрактивные вещества, сырой жир, сырая клетчатка, алкалоиды, люпин узколистный, химический состав зерна, абиотический стресс

Введение

Зернобобовые культуры традиционно занимают важное место в структуре кормопроизводства и растениеводства России [\[1, 2, 3\]](#). Они отличаются высоким содержанием протеина [\[4, 5\]](#), энергетической ценностью [\[6\]](#) и способны обогащать почву азотом за счет симбиотической фиксации [\[7, 8\]](#). Среди них узколистный люпин (*Lupinus angustifolius* L.) рассматривается как перспективная альтернатива сое в условиях умеренного климата [\[9\]](#). Особенно актуальным становится возделывание такой культуры в северных и центральных регионах страны, где возделывание сои ограничено климатическими условиями. Однако практическое использование люпина в кормлении сельскохозяйственных животных напрямую зависит от его химического состава. В

первую очередь значение имеет содержание сырого протеина, обменной энергии, биологических экстрактивных веществ, а также уровня алкалоидов.

В последние десятилетия все большее значение приобретает устойчивость сельскохозяйственных культур к экстремальным метеорологическим явлениям. Изменение климатического режима, проявляется в увеличении частоты и интенсивности температурных аномалий, а также характеризуется отклонением от среднесуточной нормы количества и распределения осадков [10, 11]. Отклонения метеоусловий от обычно наблюдаемых показателей оказывает прямое влияние на физиологические процессы растений [12]. Особенно чувствительны к климатическому стрессу этапы развития растений, связанные с оплодотворением и формированием зерна. В этих условиях генотипическая устойчивость сортов становится определяющим фактором их адаптивного потенциала и кормовой ценности.

Хотя химический состав люпина и других бобовых культур в целом хорошо изучен, остается недостаточно данных о том, как именно различные сорта реагируют на климатический стресс в конкретных географических условиях выращивания.

Цель исследования – в условиях Кировской области оценить влияние метеорологических условий 2024 года на кормовую ценность ряда зернобобовых культур.

Задачи исследования:

- Провести анализ содержания сухого вещества и уровня обменной энергии в зерне сортов зернобобовых культур, возделываемых в 2024 году.
 - Оценить содержание основных питательных веществ (сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырой золы и безазотистых экстрактивных веществ) в зерне изучаемых сортов люпина, гороха посевного и гороха полевого.
 - Сопоставить полученные показатели качества зерна с требованиями стандарта ГОСТ Р 54632–2011 и среднероссийскими ориентировочными нормативами.
4. Выявить сортоспецифические особенности накопления алкалоидов у сортов люпина узколистного в условиях климатического стресса.

Материал и методика

Материалом для исследования стали сорта узколистного люпина (*Lupinus angustifolius* L.), выведенные в Ленинградском научно-исследовательском институте сельского хозяйства «Белогорка» - филиале ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха». Также выращивали наиболее распространенные в производственной практике региона однолетние бобовые культуры: горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта Указ и горох полевой (*Pisum arvense* L.) сорта Рябчик.

Полевой эксперимент был организован на опытном участке Агротехнопарка, являющегося структурным подразделением ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ. В севообороте непосредственно перед посевом зернобобовых культур выращивался яровой ячмень. Подготовка почвы к посеву осуществлялась с учетом агроклиматических особенностей региона и включала ранневесеннее боронование, культивацию и комбинированную обработку.

Размещение опытных делянок выполнено по систематической схеме. Посев проводили сплошным рядовым способом с междурядным расстоянием 15 см. Все агротехнические мероприятия, включая подготовку почвы, посев и уход за посевами, осуществлялись в строгом соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями по организации и проведению полевых исследований [13, 14]. Срок посева в 2024 г. пришелся на 17 мая.

Это соответствовало агротехнически обоснованному периоду для посева зернобобовых культур в условиях Кировской области. Учетная площадь каждой делянки составила 4,5 м², а повторность была четырехкратной и обеспечивала получение статистически достоверных результатов. Посев всех культур осуществляли на глубину 6 см с использованием селекционной сеялки модели ССФК-7.

Норма высева для всех изучаемых культур была установлена 1,3 млн всхожих семян на гектар. Доза внесения составила N₃₀P₃₀K₃₀ кг действующего вещества на гектар, что соответствует рекомендованным нормам для дерново-подзолистых почв Кировской области. Непосредственно перед посевом семена всех культур подвергали протравливанию инсектицидным препаратом Табу ВСК для защиты от вредителей в начальный период вегетации.

Определение биохимических показателей качества зерна (содержание сырого протеина, сырого жира, клетчатки и золы) проведено в аккредитованной лаборатории ООО НПП «МЕДБИОТЕХ» (г. Киров) в соответствии с действующими стандартными методиками. Анализ содержания алкалоидов в семенах проводили в лаборатории физиологии растений ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» методом мокрой химии.

Климат города Кирова, в окрестностях которого проводили исследования, относится к умеренно континентальному типу. На этой территории четко выражена сезонность, а теплый период отличается значительной амплитудой температур. Весенний период охватывает апрель и май. Он отличается высокой метеорологической неустойчивостью. Еще в начале апреля еще возможны снегопады и метели, однако к концу месяца устанавливается положительная среднесуточная температура. Снежный покров полностью сходит в среднем к 23 апреля. В течение весны средняя температура воздуха составляет около +7°C. При этом суточные колебания значительны (ночью температура может опускаться до -7°C, а днем подниматься до +20°C). Общее количество атмосферных осадков за апрель-май достигает 110 мм. Как правило, во второй половине весны преобладают ливневые дожди.

Летний период, продолжающийся с июня по август, характеризуется устойчивой теплой погодой. Средняя температура за эти месяцы составляет +17,8°C. Число дней с температурой выше +25°C в среднем равно 35. Преобладают малооблачные и относительно сухие погодные условия. Согласно многолетним наблюдениям, засушливые периоды на территории Кирова возникают в среднем один раз в четыре года. Наибольшее количество осадков в течение года приходится именно на летние месяцы - июнь, июль и август. Среднегодовая сумма осадков составляет около 700 мм.

Среднегодовая относительная влажность воздуха равна 75%, при этом ее минимальные значения отмечаются в мае (около 65%), а максимум приходится на ноябрь (85%). Таким образом, в период активного роста растений, охватывающий месяцы с апреля по сентябрь, в Кирове происходит переход от неустойчивых весенних условий к выраженно континентальному лету. В этот период наблюдается достаточный уровень солнечной радиации, умеренное увлажнение и иногда наблюдаются экстремальные метеорологические явления (грозы и кратковременные засухи).

Результаты исследований

В 2024 году на широте г. Кирова вегетационный период узколистного люпина (май-

август) протекал в условиях выраженной метеорологической нестабильности (таблица 1). Это оказало существенное влияние на физиологические процессы растений и, как следствие, на формирование урожайности и качество зерна.

Май характеризовался аномально низкими температурами. Средняя температура воздуха за месяц составила +7,5°C, что на 4,4°C ниже климатической нормы. В первой половине месяца наблюдалось устойчивое проникновение арктических воздушных масс. Оно сопровождалось частыми заморозками, который было зафиксировано 11 дней. Минимальная температура в приземном слое опускалась до -6°C, а в травостое - до -7°C. Такие условия создали значительный стресс для прорастающих семян и молодых всходов люпина. Суммарное количество осадков в месяце составило 123% от нормы (65 мм). Однако уровень продуктивности осадков был низким. Они выпадали часто в виде мокрого снега, а низкие температуры воздуха также не способствовали прогреванию почвы. Устойчивый переход среднесуточной температуры через +10°C произошел лишь 16-17 мая. Это случилось на 6-11 дней позже многолетних средних сроков.

Июнь, напротив, прошел в условиях выраженной тепловой аномалии. Среднемесячная температура составила +18,8°C (+2,4°C к норме). Особенно жаркими были первые две декады. В это время дневные максимальные температуры достигали +32...+33°C. Такой температурный режим способствовал интенсивному росту надземной массы. Тем не менее этот период сопровождался выраженным дефицитом влаги. Общее количество осадков за месяц составило всего 31 мм (40% от нормы), при этом большинство дождей носило кратковременный и локальный характер. В отдельные дни относительная влажность воздуха снижалась до 30% и ниже. Такие явления усилили транспирационный стресс растений люпина узколистного и способствовали формированию временной почвенной засухи в верхнем (0-30 см) слое почвы, в котором сосредоточена основная масса корней.

Июль отличался резкой температурной изменчивостью. Среднемесячная температура его (+19,8°C) незначительно превысила норму (+0,9°C). Однако распределение температуры по декадам месяца было весьма контрастным. Первые две декады были аномально теплыми (среднесуточные температуры +23,7°C и +19,1°C соответственно), а днем максимальные температуры достигали до +35°C. Однако третья декада оказалась прохладной. Средняя температура снизилась до +16,9°C (на 2,2°C ниже нормы), а минимальные ночные значения опускались до +8°C. Осадков за июль выпало 52 мм (65% от нормы), преимущественно во второй половине месяца. Дожди выпадали в виде ливней (максимум - 22 мм за сутки). Однако увлажнение почвы в корнеобитаемом слое оставалось недостаточным.

Август прошел в условиях умеренно теплой и сухой погоды. Средняя месячная температура составила +16,2°C (+0,3°C к норме), а количество осадков - всего 30 мм (42% от нормы). В основном преобладали слабые дожди, хотя в первой половине месяца дожди были в виде отдельных ливней. Третья декада была практически без дождя. Такие условия обеспечили благоприятные условия для проведения уборочных работ.

Таблица 1. Основные метеорологические характеристики вегетационного периода (май-август 2024 г.),

г. Киров (2024 г.)*

					Количество
--	--	--	--	--	------------

Месяц	Средняя температура воздуха, °С	Отклонение от нормы, °С	Сумма осадков, мм	% от нормы осадков	дней с заморозками / засухой**
Май	+7,5	-4,4	65	123	11 дней с заморозками
Июнь	+18,8	+2,4	31	40	5-7 дней с относительной влажностью ≤30%
Июль	+19,8	+0,9	52	65	–
Август	+16,2	+0,3	30	42	–

Примечание: * – данные взяты из официальных наблюдений Кировского ЦГМС (ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС»).

** - Заморозки – температура воздуха $\leq 0^{\circ}\text{C}$; засуха – минимальная относительная влажность воздуха $\leq 30\%$ при отсутствии осадков.

Обменная энергия является ключевым показателем кормовой ценности кормов, отражающим ту часть энергии, которая действительно усваивается организмом животного и может быть использована для поддержания жизненных функций, роста, воспроизводства и продуктивности. Высокая обменная энергия зерна является ключевым показателем его кормовой ценности. Особенно это важно для интенсивных систем животноводства, где требуются концентрированные корма с высокой энергетической плотностью.

Анализ содержания обменной энергии в зерне различных бобовых культур представлен на рисунке 1. По уровню обменной энергии (ОЭ) зерно гороха посевного сорта (13,3 МДж/кг) и пелюшки (13,3 МДж/кг) демонстрируют идентичные и самые высокие показатели среди всех изучаемых вариантов. Сорта этих культуры обладают высокой питательной ценностью. Содержание ОЭ у этих культур превышает среднероссийские нормативы, которые согласно справочным данным [\[15\]](#) составляют для гороха 11,1-13,06 МДж/кг, а пелюшки - 11,41-13,48 МДж/кг. Таким образом, зерно Указа демонстрирует на 19,8% более высокую энергетическую ценность для КРС и на 1,5% – для свиней по сравнению со среднероссийскими показателями. Зерно пелюшки Рябчик, выращенное в условиях 2024 г., по ОЭ соответствует нормативу для свиней и превышает среднероссийский уровень для КРС на 16,5%.

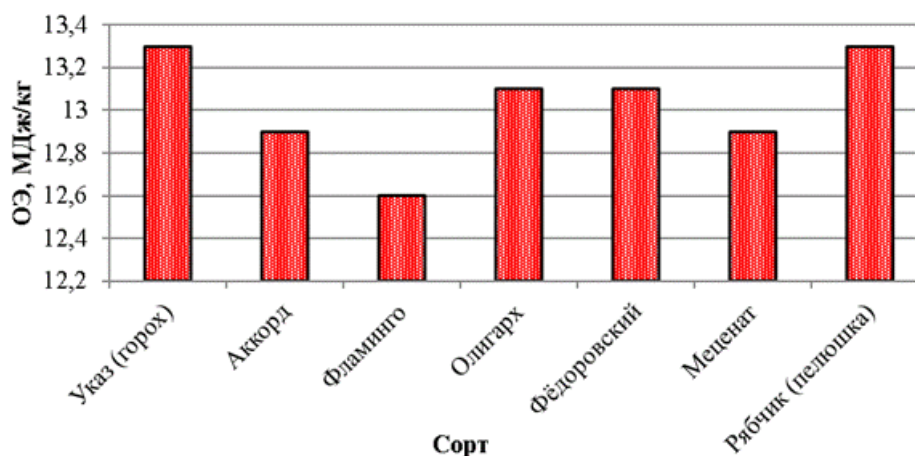


Рисунок 1 – Содержание обменной энергии (ОЭ) у сортов зернобобовых культур, МДж/кг

У сортов люпина узколистного наблюдается постепенное изменение этого показателя. Среднероссийские значения ОЭ составляют 10,74 МДж/кг для КРС и 12,48 МДж/кг для свиней. Представленные в таблице сорта Олигарх и Федоровский (по 13,1 МДж/кг) превосходят эти значения на 22,0% для КРС и на 5,0% - для свиней. Даже сорт Фламинго с минимальным показателем (12,6 МДж/кг) превышает среднероссийский уровень для свиней и значительно опережает его для КРС. Это указывает на то, что выращенные в 2024 году в условиях Кировской области сорта люпина узколистного, несмотря на экстремальные погодные условия, продемонстрировали высокое качество зерна с точки зрения энергетической ценности.

Содержание сухого вещества (СВ) в зерне бобовых культур является одним из ключевых показателей, определяющих не только его технологические свойства при хранении и переработке, но и кормовую ценность. Высокое содержание СВ свидетельствует о низкой влажности зерна, что напрямую влияет на его энергетическую плотность. Кроме того, низкая влажность (высокое СВ) является необходимым условием для безопасного длительного хранения, поскольку предотвращает развитие плесневых грибов и порчу зерна. Высокое содержание СВ позволяет более точно дозировать рационы, так как снижается вариабельность по влаге, а также уменьшается вес транспортируемого продукта.

В представленных данных (рисунок 2) наиболее высокие значения СВ зафиксированы у сортов люпина узколистного Олигарх (90,1%), Меценат (89,7%) и Федоровский (89,3%). Эти показатели значительно превышают среднероссийский ориентир в 85%. Сорт люпина Фламинго (88,1%) и пелюшка Рябчик (88,5%) также демонстрируют хорошие показатели, хотя и несколько показателей сортов-лидеров.

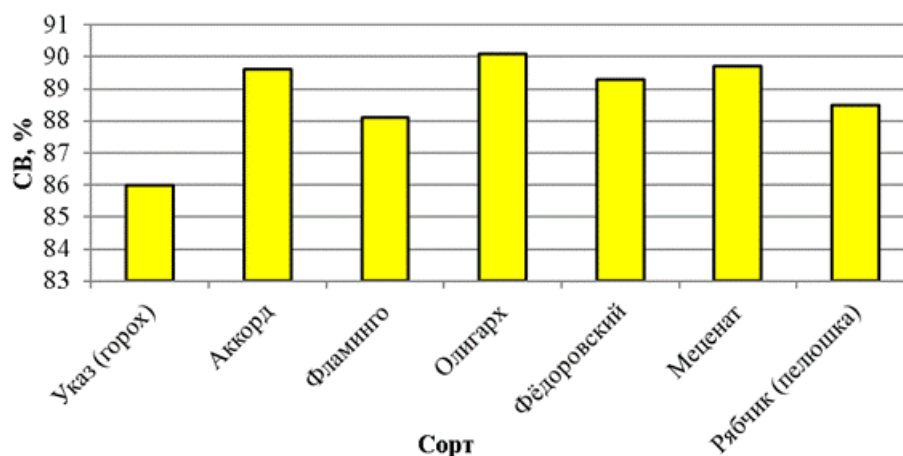


Рисунок 2 – Содержание сухого вещества (СВ) у сортов зернобобовых культур

У гороха посевного Указ содержание СВ составляет 86%. Оно также соответствует минимальным требованиям для безопасного хранения (влажность $\approx 14\%$), однако уступает другим исследованным сортам.

Содержание сырого протеина в зерне бобовых культур, выращенных в 2024 году в условиях Кировской области, отличается высокой вариабельностью как между культурами, так и внутри сортов люпина узколистного (рисунок 3). Наибольшее содержание сырого протеина зафиксировано у сорта Федоровский (34,2%) и сорта Олигарх (33,9%). Остальные сорта люпина (Аккорд, Меценат и Фламинго) имеют близкие значения (от 32,5 до 32,7%). У гороха Указ содержание протеина составило 27,9%, а у пелюшки Рябчик – 27,3%.

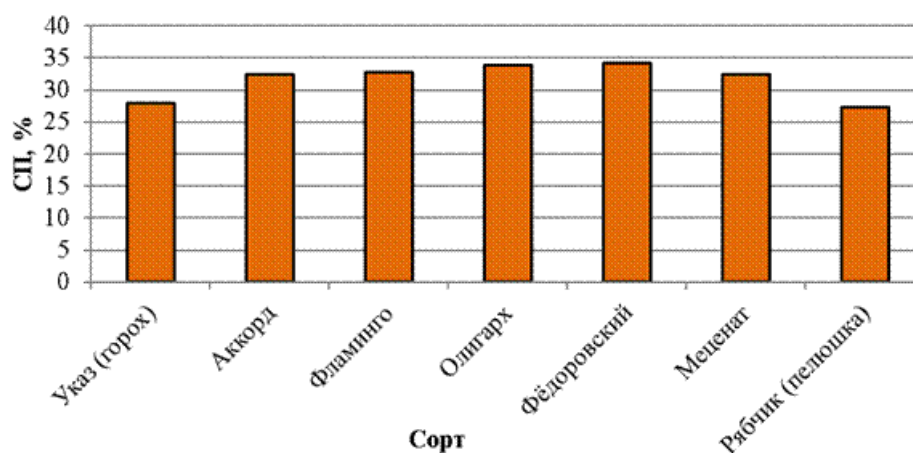


Рисунок 3 – Содержание сырого протеина (СВ) в зерне сортов зернобобовых культур, % сухого вещества

Согласно ГОСТ Р 54632-2011, зерно люпина узколистного 1-го класса должно содержать не менее 35,0% сырого протеина в сухом веществе, 2-го класса – не менее 33,0%, 3-го – не менее 30,0%. Ни один из исследованных сортов не достиг уровня 1-го класса по этому показателю. Однако сорта Федоровский и Олигарх соответствуют требованиям 2-го класса и находятся в непосредственной близости к порогу 1-го. Остальные сорта люпина также соответствуют 2-му классу.

Среднероссийские ориентировочные значения содержания сырого протеина для люпина узколистного составляют 34,9%, для гороха – 21,8%, для пелюшки – 23,0% [15]. В представленных данных ни один из сортов люпинов не достиг этого уровня. Максимальное значение зафиксировано у сорта Федоровский (34,2%), оно на 0,7 процентных пункта ниже среднероссийского. Остальные сорта люпина демонстрируют еще более низкие показатели (Олигарх – 33,9%, Фламинго – 32,7%, Аккорд и Меценат – по 32,5%). Таким образом, все исследованные сорта люпина незначительно уступают среднероссийскому уровню по содержанию сырого протеина (в пределах 0,7-2,4 процентных пунктов).

В то же время у гороха Указ (27,9%) и пелюшки Рябчик (27,3%) наблюдается выраженное превышение среднероссийских значений. Разница достигает 6,1 и 4,3 процентных пункта соответственно. Это является существенным и указывает на высокую белковую продуктивность этих культур в условиях 2024 года.

Следовательно, погодные аномалии 2024 года оказали разнонаправленное влияние на накопление протеина. У люпина узколистного, несмотря на благоприятные условия для созревания в августе, не удалось достичь типичного для России уровня белка. Горох и пелюшка, напротив, смогли реализовать генетический потенциал по синтезу белка. Это может быть связано как с физиологическими особенностями этих сортов, так и с их реакцией на стрессовые факторы – в частности, на сочетание холодного начала вегетации и засушливого периода в июне-июле. Такое сочетание усилило осмотическую регуляцию и способствовало концентрации азотсодержащих соединений в зерне.

Сырой жир – это не только энергетический, но и физиологически значимый компонент корма. Наиболее высоким уровнем сырого жира характеризуется зерно люпина узколистного сортов Меценат (6,4%), Федоровский (6,3%) и Аккорд (6,0%). Остальные сорта люпина (Фламинго и Олигарх) имеют показатели 5,9% и 5,8% соответственно. Зерно гороха Указ содержит 2,2% сырого жира, а пелюшка Рябчик – всего 1,6% (рисунок 4).

Среднероссийское значение содержания сырого жира для люпина узколистного составляет 4,53% [15]. Все исследованные сорта люпина значительно превышают этот уровень (на 1,3-1,9 процентных пункта). Это указывает на то, что в условиях 2024 года удалось получить зерно люпина с повышенным содержанием энергетически ценного компонента. Для гороха Указ среднероссийское значение – 1,9%, полученное значение (2,2%) также является превышением. Подобное отмечено и для пелюшки Рябчик (среднероссийское значение – 1,42%, полученное – 1,6%).

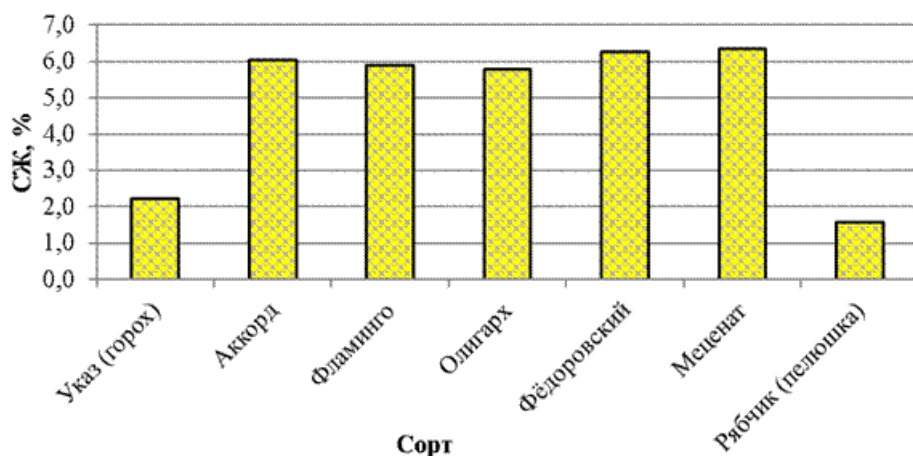


Рисунок 4 – Содержание сырого жира (СЖ) в зерне сортов зернобобовых культур, % сухого вещества

Формированию высокого содержания жира способствовала аномально теплая и сухая погода второй половины вегетационного периода. Жаркий июнь (+18,8°C) и засушливые условия (осадков 31 мм, 40% от нормы), который, как известно, может стимулировать синтез липидов в растениях как защитной реакции. В условиях дефицита воды растения часто увеличивают концентрацию жирных кислот в клеточных мембранах для поддержания их стабильности. Кроме того, прохладная третья декада июля (+16,9°C) могла замедлить метаболические процессы и способствовать более длительному периоду накопления запасных веществ, включая жир.

Высокое содержание жира у всех сортов люпина, несмотря на холодный май, свидетельствует о том, что изучаемые сорта этих культуры обладают высокой физиологической пластичностью и способны эффективно использовать благоприятные условия второй половины лета для накопления энергетических запасов.

Сырая клетчатка в зерне снижает переваримость питательных веществ, особенно у моногастричных животных (свиней и птицы), поскольку они не обладают ферментами для ее расщепления. У жвачных животных умеренное содержание клетчатки необходимо для нормального функционирования рубца, но ее избыток снижает энергетическую ценность корма и может ограничивать потребление.

Среднее содержание сырой клетчатки (СК) у сортов люпинов составляет 14,6%. Наиболее высоким ее уровнем отличается зерно люпина узколистного сорта Фламинго (16,3%). Значения СК у остальных сортов варьирует от 13,6% до 14,6% соответственно. Зерно гороха Указ содержит 7,4% сырой клетчатки, а пелюшка Рябчик – всего 6,9% (рисунок 5).

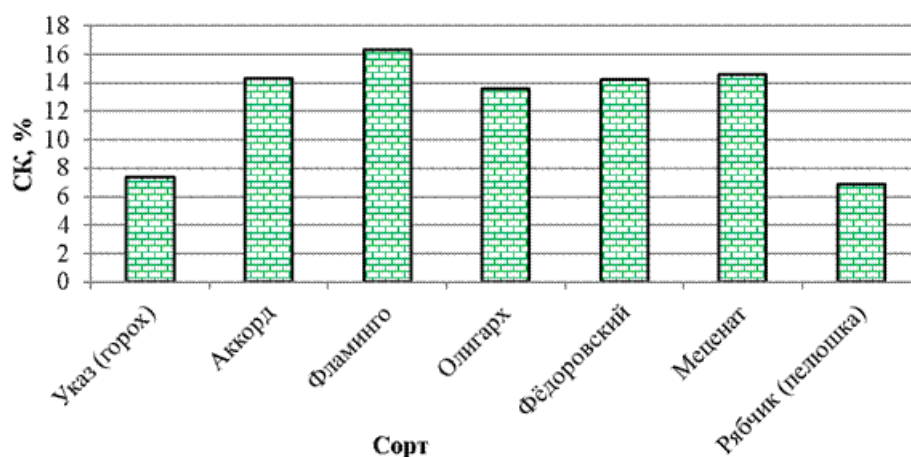


Рисунок 5 – Содержание сырой клетчатки (СК) в зерне сортов зернобобовых культур, % сухого вещества

Среднероссийское значение содержания сырой клетчатки для люпина узколистного составляет 13,9% [15]. Среди изученных сортов люпина узколистного только сорт Олигарх (13,6%) находится ниже этого уровня, тогда как остальные сорта (Аккорд, Фламинго, Фёдоровский, Меценат) превышают его. Такая же тенденция отмечается для гороха посевного (превышение на 2,0 процентных пункта) и пелюшки (превышение на

0,8 процентных пунктов).

Согласно ГОСТ Р 54632-2011, зерно сорта Олигарх (13,6%) соответствует требованиям 2-го класса по содержанию СК. Сорта Аккорд (14,3%), Федоровский (14,2%) и Меценат (14,6%) соответствуют требованиям 3-го класса. Показатели сорта Фламинго (16,3%) превышают даже порог 3-го класса и не соответствует требованиям ГОСТа. Это указывает на то, что при всех климатических стрессах 2024 года некоторые сорта люпина продемонстрировали повышенное накопление клетчатки, что снижает их кормовую ценность.

Погодные условия 2024 года оказали значительно влияние на накопление сырой клетчатки. Известно, что в условиях водного дефицита и высоких температур растения увеличивают синтез клетчатки как защитную реакцию. Клетчатка является структурным компонентом клеточных стенок, и ее накопление повышает прочность тканей и устойчивость к механическому воздействию и испарению воды. Поэтому высокие значения сырой клетчатки у большинства сортов люпина, особенно у Фламинго, можно объяснить реакцией на стрессовые условия в июне и июле. Высокое содержание клетчатки у гороха Указ и пелюшки Рябчик также указывает на положительную реакцию этих культур на климатические условия года.

Содержание сырой золы в кормах отражает общую минеральную составляющую продукта. С одной стороны, она содержит необходимые для животных макро- и микроэлементы (кальций, фосфор, калий, магний, железо, цинк и другие). С другой стороны, слишком высокое содержание золы может указывать на загрязнение корма минеральной примесью (песком, почвой), что снижает его питательную ценность и может быть вредным для здоровья животных. Поэтому содержание сырой золы является важным показателем чистоты и качества кормового сырья (рисунок 6).

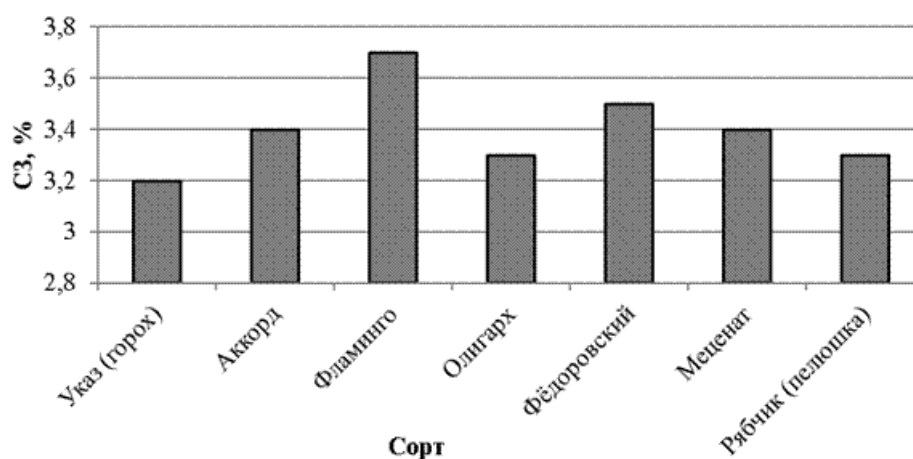


Рисунок 6 – Содержание сырой золы (CЗ) в зерне сортов зернобобовых культур, % сухого вещества

Обычно наблюдаемые значения содержания сырой золы в зерне бобовых культур находятся в диапазоне 3,0-4,0%. Наиболее высоким уровнем сырой золы характеризуется зерно люпина узколистного сорта Фламинго (3,7%). Остальные сорта люпина имеют значения от 3,3% до 3,5%. Зерно гороха Указ содержит 3,2% сырой золы, а пелюшка Рябчик – 3,3%. Полученные данные полностью укладываются в стандартный интервал для бобовых культур. Метеоусловия 2024 года не оказали существенного

влияния на накопление сырой золы. Содержание золы, прежде всего, определяется генотипическими особенностями культуры и сорта, а также условиями почвенного питания. Незначительное увеличение содержания золы у некоторых сортов люпина (Фламинго, Федоровский) может быть связано с более интенсивным поглощением минеральных элементов из почвы в условиях стресса. В такие периоды растения пытаются компенсировать дефицит воды за счет усиления корневой активности. Однако разница между сортами невелика, что свидетельствует о стабильности этого показателя даже при экстремальных погодных условиях.

Биологические экстрактивные вещества (БЭВ) – это в основном углеводы, такие как крахмал и сахара. Они являются основным источником энергии для животных. Чем выше содержание БЭВ, тем выше энергетическая ценность корма.

Наиболее высоким уровнем БЭВ характеризуется зерно пелюшки Рябчик – 60,9% (рисунок 7). Зерно гороха Указ содержит 59,3% БЭВ. Сорта люпина имеют значения от 41,4% до 43,8%. Сравнение полученных данных со среднероссийскими показателями показывает, что содержание БЭВ у гороха Указ (59,3%) и пелюшки Рябчик (60,9%) значительно превышает среднероссийские значения (53,2% и 51,52% соответственно [15]). Это указывает на то, что в условиях 2024 года эти культуры накопили больше углеводов, чем обычно. У люпина все сорта также превышают среднероссийское значение (27,8%).

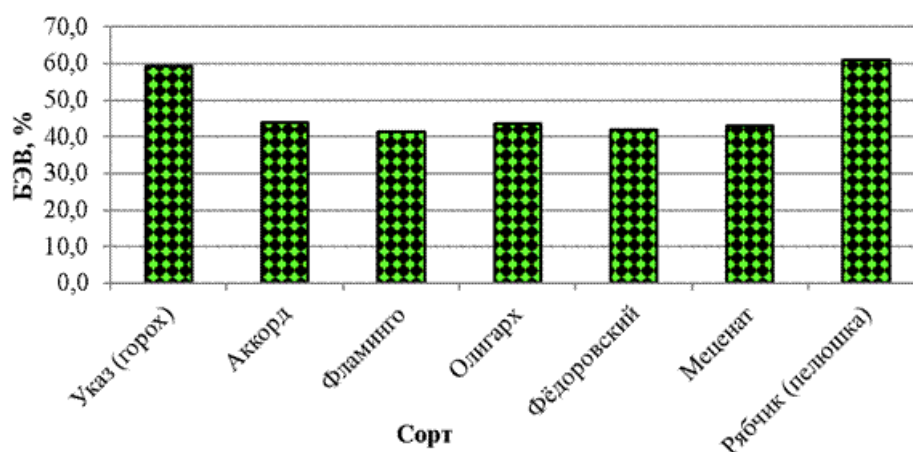


Рисунок 7 – Содержание биологических экстрактивных веществ (БЭВ) в зерне сортов зернобобовых культур,

% сухого вещества

Вероятно, стрессовые условия 2024 г. способствовали накоплению углеводов в зерне. В условиях водного дефицита растения часто увеличивают синтез сахаров и крахмала как защитную реакцию.

Содержание алкалоидов в зерне люпина – это критически важный показатель безопасности корма. Алкалоиды являются токсичными веществами, которые могут вызывать отравления у животных, снижать их продуктивность и нарушать репродуктивную функцию. Поэтому их содержание строго регламентируется.

Согласно ГОСТ Р 54632-2011, максимальное допустимое содержание алкалоидов в зерне люпина для 1-го класса составляет 0,1%, для 2-го класса – 0,2%, для 3-го класса –

0,3%. Анализ показывает, что ни один из исследованных сортов не соответствует требованиям ГОСТа по этому показателю (рисунок 8). Даже сорт Меценат (0,331%) превышает порог 3-го класса (0,3%). Это указывает на то, что зерно всех исследованных образцов люпина, полученное в 2024 году, не пригодно для использования в кормлении без предварительной обработки или разбавления.

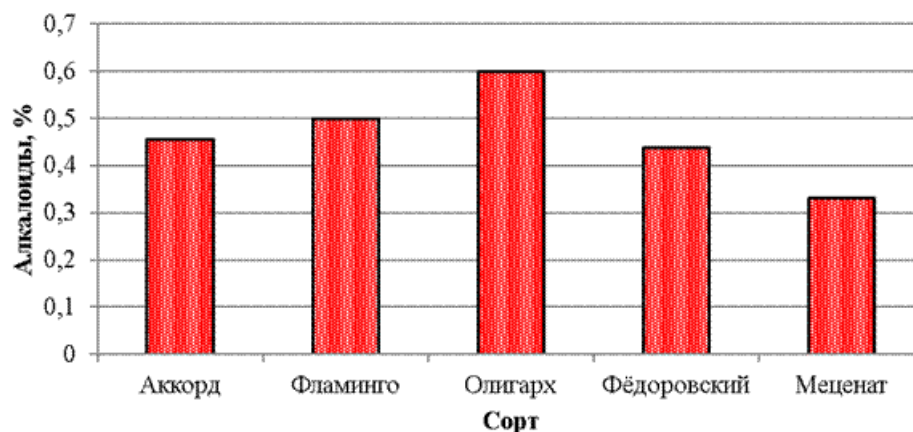


Рисунок 8 – Содержание алкалоидов в зерне сортов люпина узколистного, % сухого вещества

На содержание алкалоидов значительно повлияли климатические условия, создавшие значительный стресс для растений. Их накопление является ответной реакцией для защиты растений от неблагоприятных факторов. Особенно высокое содержание алкалоидов у сорта Олигарх (0,6%). Это связано с его генотипическими особенностями и повышенной чувствительностью к стрессу.

Заключение

На широте г. Кирова (Кировская область) в вегетационный период 2024 г. наблюдалось сочетание холодной весны с повторяющимися заморозками и засушливого, жаркого лета. Такие метеоусловия оказали существенное и разнонаправленное влияние на формирование химического состава зерна сортов зернобобовых культур.

Несмотря на выраженный климатический стресс, все изученные сорта зернобобовых культур продемонстрировали высокую энергетическую ценность зерна. Уровень обменной энергии у гороха и пелюшки достиг 13,3 МДж/кг, что превысило среднероссийские нормативы на 16-20 %. У сортов люпина значения обменной энергии также значительно превосходили справочные данные. Аналогичная тенденция отмечена и по содержанию сухого вещества, которое у большинства сортов люпина превысило 89 %.

У гороха посевного (сорт Указ) и гороха полевого (сорт Рябчик) в условиях 2024 года наблюдалось значительное превышение среднероссийских ориентировочных нормативов. Содержание сырого протеина оказалось выше на 6,1 и 4,3 процентных пункта соответственно, а биологических экстрактивных веществ – на 6,1 и 9,4 процентных пункта. Эти показатели свидетельствуют о высокой адаптивной способности данных культур к комплексному климатическому стрессу и их способности эффективно реализовывать генетический потенциал даже в неблагоприятные годы.

Среди сортов узколистного люпина наиболее сбалансированный профиль питательной ценности продемонстрировал сорт Меценат. Он сочетает высокое содержание сырого протеина (32,5%) и сырого жира (6,4%) с относительно низким уровнем клетчатки (14,6%) и высоким содержанием сухого вещества (89,7%). Тем не менее, при оценке соответствия требованиям ГОСТ Р 54632-2011 выявлено критическое отклонение по содержанию алкалоидов во всех изученных сортах люпина. Оно превысило предельно допустимый уровень для 3-го класса (0,30%). Наибольшее накопление вторичных метаболитов зафиксировано у сорта Олигарх (0,60%). У сорта Меценат этот показатель составил 0,331%, что значение является наименьшим значением среди исследованных образцов.

Полученные данные подчеркивают необходимость комплексной оценки сортов не только по урожайности и питательной ценности, но и по их реакции на абиотические стрессы, особенно в части накопления токсичных метаболитов. В условиях роста частоты экстремальных погодных явлений такие исследования приобретают особую актуальность для обеспечения устойчивости кормопроизводства и продовольственной безопасности в регионах с нестабильным климатом.

Библиография

1. Хабибуллин, К. Н. Изучение коллекции гороха в условиях южной зоны Ростовской области : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Хабибуллин Кирилл Наильевич. – 2024. – 156 с. – EDN THAEFX.
2. Лукин, С. В. Влияние биологизации земледелия на плодородие почв и продуктивность агроценозов (на примере Белгородской области) // Земледелие. – 2021. – № 1. – С. 11-15. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10103 EDN: BXUXCB.
3. Безгодова, И. Л., Коновалова, Н. Ю. Влияние перспективных видов и сортов бобовых культур на ботанический состав, продуктивность и питательность однолетних смесей в условиях Европейского Севера России // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5, № 4. – DOI: 10.15838/alt.2022.5.4.2. – EDN CIMNGL.
4. Jha, U. C., Nayyar, H., Parida, S. K. et al. Ensuring Global Food Security by Improving Protein Content in Major Grain Legumes Using Breeding and 'Omics' Tools // International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – Vol. 23, Iss. 14. – P. 7710. – DOI: 10.3390/ijms23147710. EDN: FOHPPI.
5. Gálová, Z., Špaleková, A., Romanová, K. The protein profile of cereals, pseudocereals and legumes // [Conference paper or ResearchGate publication]. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/profile/Zdenka-Galova/publication/330728740_The_protein_profile_of_cereals_pseudocereals_and_legumes.
6. Grdeń, P., Jakubczyk, A. Health benefits of legume seeds // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2023. – Vol. 103, Iss. 11. – P. 5213–5220. – DOI: 10.1002/jsfa.12585. EDN: CITVOO.
7. Коржов, С. И., Солодовников, А. П., Пимонов, К. И., Несмеянова, М. А. Влияние бобовых культур на плодородие почвы и продуктивность севооборотов // Агрохимический вестник. – 2022. – № 3. – С. 54-59. – DOI: 10.24412/1029-2551-2022-3-010. – EDN VWADZD.
8. Семешкина, П. С., Бородина, Е. С. Влияние бобовых культур и удобрений на продуктивность севооборотов и плодородие почвы // Аграрный вестник Урала. – 2023. – Т. 23, № 12. – С. 12-21. – DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-12-12-21. EDN: RKVORK.
9. Kosolapov, V. M., Cherniavskih, V. I., Dumacheva, E. V., Sopina, N. A., Tseiko, V. I., Markova, E. I. Assessment of the effect of soil contamination with heavy metals on the

- yield and quality of agricultural crops // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 901. – P. 012022. – DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012022.
10. Kim, J., Seo, S. B., Cha, E., Kim, H., Seo, Y., Lee, T. Performance evaluation of large-scale statistical downscaling methods across diverse climate regimes in Asia // Journal of Hydrology. – 2024. – Vol. 635. – P. 130849. – DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.130849.
11. Болотова, Н. Л. Особенности регионального сценария изменения климата Северной территории на примере Вологодской области // Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры общего земледения и гидрометеорологии Белорусского государственного университета, Минск, 11-13 октября 2023 года. – Минск : Белорусский государственный университет, 2023. – С. 422-429. – EDN GZYQOV.
12. Аразов, А., Мандарова, О., Аллаяров, М., Оразгелдиев, В. Влияние климатических изменений на рост и развитие сельскохозяйственных растений // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – Т. 2, № 10-1. – С. 40-41. – EDN EWRFHА.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – Москва, 1989. – 197 с.
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта : с основами статистической обработки результатов исследований. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с. – EDN ZJQBUD.
15. Корма России (химический состав и питательность) : сертификат соответствия... от 8.04.99 // URL: <https://gov.cap.ru/home/65/aris/bd/korma/korm.html> (дата обращения: 17.10.25).

Результаты процедуры рецензирования статьи

Рецензия выполнена специалистами [Национального Института Научного Рецензирования](#) по заказу ООО "НБ-Медиа".

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов можно ознакомиться [здесь](#).

Предметом статьи является оценка биохимического состава зерна люпина узколистного селекции Ленинградского НИИСХ. Исследования проведены в условиях Кировской области в течение вегетационного периода 2024 года. Однако эту методическую информацию не стоит выносить в название самой статьи. Кроме того, автор статьи также приводит данные по изучению биохимического состава двух сортов гороха.

Поэтому в названии статьи необходимо указать: «Оценка биохимического состава зерна различных сортов люпина узколистного и гороха, возделываемых в условиях Кировской области».

Актуальность изучения данного вопроса несомненна, поскольку семена бобовых культур отличаются высоким содержанием протеина и энергетической ценностью. Однако, использование на корм животным семян люпина узколистного для большинства сортов ограничивается содержанием в нем алкалоидов (антипитательных веществ). В линейке изучаемых автором сортов люпина узколистного, сорт Олигарх зарегистрирован в Реестре селекционных достижений РФ, как сорт сидерального типа. Поэтому не целесообразно изучать его питательную ценность, поскольку этот сорт не предназначен для кормового использования.

В статье автору следует более четко обозначить научную новизну исследования.

Методология исследования основана на применении метода полевого опыта и

последующих лабораторных исследований биохимических показателей качества семян изучаемых сортов люпина и гороха. Определение биохимических показателей качества зерна (содержание сырого протеина, сырого жира, клетчатки и золы) проведено в соответствии с "действующими стандартными методиками", но автор их не указывает в статье. Поэтому, автору статьи это необходимо указать.

В данном разделе статьи вызывает сомнение фраза «Посев всех культур осуществляли на глубину 6 см». Поскольку это не совсем агротехнически правильно для посева семян люпина, поскольку люпин при прорастании семян выносит на поверхность семядоли (в отличие от гороха) и при такой глубине посева не все семена могут нормально прорасти в полевых условиях. Нужно в статью внести коррективы.

Стиль статьи – научный. По своей структуре статья соответствует требованиям журнала «Сельское хозяйство». В статье автор отмечает, что что выращенные в 2024 году в условиях Кировской области сорта люпина узколистного, несмотря на экстремальные погодные условия, продемонстрировали высокое качество зерна с точки зрения энергетической ценности. Наибольшее содержание сырого протеина зафиксировано у сорта Федоровский (34,2%) и сорта Олигарх (33,9%). Остальные сорта люпина (Аккорд, Меценат и Фламинго) имели близкие значения (от 32,5 до 32,7%). У гороха Указ содержание протеина составило 27,9%, а у пелюшки Рябчик – 27,3%.

Объем статьи соответствует требованиям журнала «Сельское хозяйство». Библиография статьи включает в себя 15 литературных источников, 5 из которых – на иностранных языках.

Выводы в статье достаточно обоснованы, автор утверждает, что среди сортов узколистного люпина наиболее сбалансированную питательную ценность показал сорт Меценат. Он сочетает высокое содержание сырого протеина (32,5%) и сырого жира (6,4%) с относительно низким уровнем клетчатки (14,6%) и высоким содержанием сухого вещества (89,7%). Однако содержание алкалоидов в семенах этого сорта 0,331 %, что исключает его из кормового использования.

Полученные данные, действительно, подчеркивают необходимость комплексной оценки сортов не только по урожайности, но и по питательной ценности урожая, особенно в части накопления токсичных метаболитов.

Данная научная статья может быть полезна широкому кругу ученых и практиков. Рецензируемая статья рекомендуется к опубликованию в журнале «Сельское хозяйство» после устранения замечаний рецензента.

Результаты процедуры повторного рецензирования статьи

Рецензия выполнена специалистами [Национального Института Научного Рецензирования](#) по заказу ООО "НБ-Медиа".

В связи с политикой двойного слепого рецензирования личность рецензента не раскрывается.

Со списком рецензентов можно ознакомиться [здесь](#).

Предмет исследования являются, по мнению автора, оценка биохимического состава зерна узколистного люпина селекции Ленинградского НИИСХ в условиях Кировской области, проведенная в 2024 году

Методология исследования, в статье указаны место проведения полевого эксперимента на опытном участке Агротехнопарка, являющегося структурным подразделением ФГБОУ

ВО Вятский ГАТУ. Материалом для исследования стали сорта узколистного люпина (*Lupinus angustifolius* L.), а также выращивали наиболее распространенные в производственной практике региона однолетние бобовые культуры: горох посевной (*Pisum sativum* L.) сорта Указ и горох полевой (*Pisum arvense* L.) сорта Рябчик. Все агротехнические мероприятия, включая подготовку почвы, посев и уход за посевами, осуществлялись в строгом соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями по организации и проведению полевых исследований. Определение биохимических показателей качества зерна (содержание сырого протеина, сырого жира, клетчатки и золы) проведено в аккредитованной лаборатории ООО НПП «МЕДБИОТЕХ» (г. Киров) в соответствии с действующими стандартными методиками. Анализ содержания алкалоидов в семенах проводили в лаборатории физиологии растений ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» методом мокрой химии. В этот период наблюдается достаточный уровень солнечной радиации, умеренное увлажнение и иногда наблюдаются экстремальные метеорологические явления (грозы и кратковременные засухи).

Актуальность затронутой темы безусловна и состоит в исследовании устойчивости сельскохозяйственных культур к экстремальным метеорологическим явлениям. Изменение климатического режима, проявляется в увеличении частоты и интенсивности температурных аномалий, а также характеризуется отклонением от среднегодовой нормы количества и распределения осадков. Хотя химический состав люпина и других бобовых культур в целом хорошо изучен, остается недостаточно данных о том, как именно различные сорта реагируют на климатический стресс в конкретных географических условиях выращивания.

Научная новизна заключается в попытке автора статьи на основе проведенных исследований сделать вывод о необходимости комплексной оценки сортов не только по урожайности и питательной ценности, но и по их реакции на абиотические стрессы, особенно в части накопления токсичных метаболитов. В условиях роста частоты экстремальных погодных явлений такие исследования приобретают особую актуальность для обеспечения устойчивости кормопроизводства и продовольственной безопасности в регионах с нестабильным климатом.

Стиль, структура, содержание стиль изложения результатов достаточно научный. Статья снабжена богатым иллюстративным материалом в виде диаграмм, отражающим содержание сырой золы, сырой клетчатки, сырого жира, сырого протеина, сухого вещества и показатели обменной энергии, содержание алкалоидов в зёрнах люпина разных сортов.

Библиография весьма исчерпывающая для постановки рассматриваемого вопроса, но не содержит ссылки на нормативно-правовые акты и методические рекомендации, отражающие процесс оценка биохимического состава зерна узколистного люпина.

Апелляция к оппонентам представлена в выявлении проблемы на уровне имеющейся информации, полученной автором в результате анализа.

Выводы, интерес читательской аудитории в выводах есть обобщения, позволившие применить полученные результаты. Целевая группа потребителей информации в статье не указана.