УДК 581.192.2:633.853.494
DOI 10.25230/conf12-2023-8-14

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С АНАЛИЗОМ ГЛЮКОЗИНОЛАТОВ СЕМЕЙСТВА BRASSICACEAE (ОБЗОР)

Астахова Ю.О.
ЛНИИР – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
juliaast777@gmail.com

Растения, принадлежащие к семейству Brassicaceae, богаты вторичными метаболитами, называемыми глюкозинолатами (GSL). В работе дана краткая характеристика структурных особенностей химического состава и специфичности биологических свойств глюкозинолатов. Представлены методы, позволяющие получить количественные данные и информацию, относящиеся к вариациям GSL. В современных условиях исследование GSL обусловлено необходимостью генетического контроля глюкозинолатов в масличных и овощных культурах, имеющих значительное экономическое и сельскохозяйственное значение. Аналитический обзор приведен на основании научных публикаций.

Ключевые слова: семейство Brassicaceae, глюкозинолаты, мирозиназа, экстракция, тест на палладий, ИК спектроскопия, ВЭЖХ, модификация.

Крестоцветные, также известные как Капустные (Brassicaceae), встречаются главным образом в умеренных зоне. Классифицировано около 380 родов и более 4000 видов растений [1].

Семейство Brassicaceae является одним из наиболее экономически значимых семейств растений в мире. Крестоцветные включают важные для человека продукты питания, такие как брокколи, белокочанная капуста, цветная капуста, рапс, горчица, руккола и обеспечивают сырьем животноводство, фармакологическую и биотопливную промышленность.

Среди химических соединений, продуцируемых видами Brassicaceae, глюкозинолаты (GSL) или тиогликозиды являются продуктами вторичного метаболизма растений и могут быть определены как серосодержащие гликозиды [2].

Глюкозинолаты (сложные эфиры цис-N-гидроксиминосульфата) образованы общей структурой, включающей β- D-тиоглюкозную группу, сульфированный альдоксим и переменную боковую цепь (R), полученную либо из метионина, триптофана, фенилаланина, либо из других аминокислот с разветвленной цепью. Каждая R-группа, полученная из аминокислот, может подвергаться дополнительным модификациям в своей структуре как до (т.е. удлинение цепи), так и после (т.е. гидроксилирование, метилирование, окисление серы до сульфоксидов) биосинтеза GLS, что приводит к широкому разнообразию композиций боковой цепи GLS. V. Casajús et al. выделяют три независимых стадии биосинтеза глюкозинолатов: удлинение аминокислотной цепи предшественника, формирование сердцевинной структуры глюкозинолата, вторичные модификации боковой цепи, которые могут привести к образованию многочисленных известных глюкозинолатов [3]. Было идентифицировано более 130 типов GSL, которые могут быть разделены на три класса на основе строения их аминокислотных предшественников: алифатические, индольные и ароматические [4].

Глюкозинолаты химически стабильны и биологически неактивны, пока они остаются в субклеточных компартментах растительной ткани. Однако, когда растительные клетки разрушаются (в результате обморожения, солнечных ожогов, жевания, лизиса клеточных стенок, нападений вредителей и болезней, а также ряда других повреждений во время сбора урожая или во время выращивания растений), глюкозинолаты, присутствующие в вакуолях, гидролизуются эндогенным ферментом мирозиназой (b-тиоглюкозидаза глюкогидролаза; EC3.2.1.147).

Мирозиназа приводит к быстрому гидролизу глюкозидной связи, высвобождая глюкозу и промежуточные соединения, такие как изотиоцианаты, нитрилы, тиоцианаты, эпитионитрилы, оксазолидинтионы и др., в зависимости от изучаемых видов растений, замещения боковой цепи, клеточного pH и присутствия кофакторов (ионы железа Fe^{2+} и белки) [5].

Глюкозинолаты и их производные привлекли внимание из-за ряда особенностей их функций и свойств. Например, глюкорафанин (4-метилсульфинилбутилглюкозинолат, один из алифатических GSL) и продукт его распада, сульфорафан, блокируют клеточный цикл и способствуют апоптозу, действуя как противораковые соединения и профилактические соединения цереброваскулярных заболеваний [6], в то время как прогоитрин (2-гидрокси-3-бутенилглюкозинолат, другой алифатический GSL) и продукт его распада ведут к нарушению функции щитовидной железы и развитию зоба [7].

В частности, гидролиз β-гидроксиалкенилглюкозинолатов (например, прогоитрина и эпи-прогоитрина) приводит к образованию β- гидроксиалкенилизотиоцианатов, которые далее циклизуются до оксазолидин-2-тионов. Эти соединения могут вызывать зобогенные эффекты, которые впервые наблюдались у кроликов и были описаны как «капустный» зоб [8].

Продукты распада GSL могут действовать как антимикробные соединения, гербициды и антиканцерогенные агенты, но их токсичность ограничивает широкое использование семян рапса, рапсового жмыха и шрота в кормлении животных [9]. Из-за большого количества R-заместителей каждый GSL обладает различной эффективностью в отношении биологической активности, что делает характеристику отдельных GSL в рационе животных важной для будущих исследований, касающихся снижения содержания метана в кишечнике, здоровья скота и биофумигации почвы. Профиль GSL крестоцветных растений является результатом баланса между биосинтезом и метаболизмом глюкозинолатов, который, в свою очередь, определяется сложным взаимодействием между генетическими данными и факторами окружающей среды. Таким образом, необходимо понять генетическую основу биосинтеза и накопления GSL в растениях семейства Brassicaceae, что может способствовать улучшению качества сельскохозяйственной продукции, ее экономической и питательной ценности.

Распределение глюкозинолатов в структурах растений широко варьируется между корнями, листьями, стеблями и семенами и существенно зависит от возраста растения. Корни могут быть лучшим источником глюкозинолатов, чем семена, но являются менее практичным материалом для сбора урожая, поскольку семена более стабильны из-за низкого содержания влаги [10].

Для определения содержания и состава GSL у видов Brassicaceae были разработаны различные методы в зависимости от потребности в количественной или качественной информации, скорости и точности анализа.

Подготовка образцов является решающим этапом в анализе глюкозинолатов в растениях, поскольку они чувствительны к расщеплению ферментом мирозиназой. Этот фермент должен быть дезактивирован перед последующей экстракцией, что может быть достигнуто с помощью микроволновой печи и охлаждения льдом. В последнее время произошли изменения в новых методах экстракции, часто называемых передовыми или нетрадиционными методами экстракции. Они включают экстракцию сверхкритической жидкостью, с помощью микроволн, ультразвука, экстракцию жидкостью под давлением, с помощью импульсного электрического поля и экстракцию с помощью ферментов. Распространенные экстрагенты для извлечения глюкозинолатов включают воду, метанол, водный метанол, этанол, буферные растворы и т.д. в различных соотношениях [11].

Обнаружение глюкозинолатов может быть определено, как общее количество разлагающихся веществ с помощью колориметрических методов, как неразрушающее общее количество и как отдельные компоненты с помощью хроматографического разделения и детектирования. Действующие вещества – тиомочевина, тимол, хлорид палладия, а также циклоконденсация бензолдитиола, феррицианидные анализы и высвобождение сульфат-ионов

продолжают использоваться в методах без изменений. Доступны различные анализы глюкозы, в первую очередь в виде гексокиназы, связанной с образованием никотинамидадениндинуклеотида в восстановленной форме (NADH), глюкозооксидазы и пероксидазы, связанных с различными красителями, такими как хинонимин и дианизидин. Все колориметрические методы имеют сильные и слабые стороны, и было рекомендовано не полагаться на какой-либо один метод, а провести ряд анализов, чтобы обеспечить достижение консенсуса по данному типу образца во избежание предвзятости [12].

Тест на палладий и тест-лента на глюкозу являются наиболее распространёнными методами, используемыми для количественного определения содержания GSL в селекции растений. Тест на палладий считается простым и воспроизводимым методом для быстрой оценки общего содержания глюкозинолатов с использованием образования комплекса между глюкозинолатами и тетрахлорпалладатом (II) натрия. Известно, что палладий обладает сильным сродством к сере. Глюкозинолаты при реакции с реагентом тетрахлорпалладат натрия изменяют цвет от светло-коричневого до темно-коричневого в зависимости от присутствия молекул глюкозинолата. S. Kumar et al. для эффективной оценки общего количества глюкозинолатов в семенах рапса и горчицы предложили использовать планшет для иммуноферментного анализа и устройство для считывания микропланшетов «ELISA» для измерения интенсивности окраски, полученной при реакции глюкозинолатов с реагентом тетрахлорпалладатом натрия [13]. Поглощение известных концентраций синигрина использовали для количественного определения глюкозинолатов.

Л.Г. Горковенко приводит ряд способов определения глюкозинолатов – метод «глюкотест», с использованием реактивной бумаги «глюкотест» или «биофан Г», диагностических полосок для определения уровня сахара в крови, метод тонкослойной хроматографии (ТСХ) [14]. Также автор рассматривает современное использование спектроскопического метода ядерной магнитной релаксации (ЯМР) при температуре 10–40 °С для идентификации GSL.

Для изучения влияния среды и генотипа на хозяйственно ценные признаки рапса ярового, были усовершенствованы и модифицированы методики определения общего содержания глюкозинолатов титрометрическим методом с использованием хлористого палладия. Исследования показали, что GSL по сортам рапса ярового находилось на минимальном уровне (14,16 мкмоль/г) в 2017 г. и достигала максимума (21,48 мкмоль/г) в 2020 г. [15].

Были модифицированы методы для определения глюкозинолатов в семенах, таких как метод «глюкотест», метод осаждения сульфата и более точным стал метод тест палладия для массовой оценки селекционного материала. Стало возможным определение компонентного состава глюкозинолатов с помощью газожидкостной хроматографии. В последние годы С.Г. Ефименко и С.К. Ефименко разработан метод экспрессной оценки основных показателей качества семян и масла рапса (масличность, содержание глюкозинолатов, жирно-кислотный состав масла) с помощью ИК-спектроскопии. В процессе селекции во ВНИИМК были созданы высокоолеиновый сорт рапса озимого Оливин, а также сорта рапса и сурепицы типа «00», т.е. безэруковые и низкоглюкозинолатные. Были выведены сорта рапса озимого типа «00» с низким содержанием глюкозинолатов в семенах Дракон (от 12,8 до 14,9 мкмоль/г), Элвис и Лорис (11,9 мкмоль/г) [16].

Спектроскопия отражения в ближнем инфракрасном диапазоне широко используется в селекции масличных и овощных культур Brassica для быстрого, недорогостоящего и неразрушающего анализа общего содержания и компонентного состава глюкозинолатов в семенах и тканях [17]. Технология метода обеспечивает значительную экономию времени и затрат на анализ и не требует использования опасных химических веществ. Кроме того, образцы могут быть проанализированы и сохранены в их естественном состоянии.

Например, Л.А. Горлова и соавт., дали оценку сорта рапса ярового Баланс. Определяли содержание глюкозинолатов не только титрометрическим методом с использованием хлористого палладия, но и с помощью инфракрасных анализаторов ИК-4500 и MATRIX-I. Было установлено, что по содержанию глюкозинолатов в семенах новый сорт превосходил сорт-стандарт на 1,9 мкмоль/г, что, как правило, является несущественной разницей (период 2020–2021 гг.: сорт яровой Баланс 14,6 мкмоль/г, сорт стандарт Таврион 12,7 мкмоль/г) [18].

Для определения идентичности глюкозинолатов и их профилей были разработаны передовые хроматографические методы, такие как высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), газовая хроматография (ГХ), ВЭЖХ с ультрафиолетовым (УФ) или диодно-матричным детекторами (ДМД), а также масс-спектрометры (МС). ВЭЖХ с ультрафиолетовым или диодно-матричным детектированием является наиболее часто используемым методом, требующим стадии десульфатации для уменьшения полярности глюкозинолатов, что делает их более поддающимися разделению с помощью обращенно-фазовой хроматографии [19]. Эти методы обеспечивают надежные количественные данные и информацию, связанную с изменением GSL. Профиль глюкозинолатов отличается как качественно, так и количественно у разных видов, культиваров, а также внутри растения. Правильный выбор колонок, растворителей для элюирования и их справочных баз данных имеет решающее значение для таких анализов.

L.E. Mocniak et al. разработали и апробировали простой и точный метод ВЭЖХ-МС для построения предварительных профилей глюкозинолатов для кормовых сортов Brassica: репы (*B. rapa* L.), канолы (*B. napus* L.) и рапса (*B. napus* L.). Среднее содержание глюкозинолатов для репы, канолы и рапса составило соответственно 2,9 ± 0,9 мг/г, 6,4 ± 1,3 мг/г и 14 ± 3,4 мг/г. Этот полуколичественный подход для определения общего содержания GSL в Brassica дает точность в пределах 15 %. Было идентифицировано несколько незначительных индивидуальных глюкозинолатов, о которых ранее не сообщалось в видах канолы, рапса и репы, включая глюкотропеолин и 4-гидроксиглюкобрассицин (канола), глюкорафанин и глюкобертероин (рапс), а также глюкозинальбин и глюкобарбарин (репа). Эти исследования нескольких кормовых сортов Brassica демонстрирует присущие им различия как в индивидуальном содержании глюкозинолатов, так и в общем профиле глюкозинолатов среди Brassica и подчеркивает важность такой характеристики глюкозинолатов в сельскохозяйственной практике [20].

A. Pardini et al. был разработан новый ВЭЖХ-УФ-анализ для оценки активности и кинетики мирозиназ в водных экстрактах, которые точно отражают физиологические условия растительных тканей. Этот метод был протестирован на мирозиназах, экстрагированных из соцветий брокколи и цветной капусты, с использованием синигрина и глюкорафанина в качестве субстратов. Результаты показали сильное ингибирование обоих ферментов при высоких концентрациях субстрата. Также были разъяснены основные вопросы, связанные с кинетическим анализом глюкозинолат-мирозиназной системы. Фактически, пространственное разделение мирозиназ от глюкозинолатов является основой глюкозинолат-мирозиназной системы.

C. Gao et al. проанализировали 107 различных образцов рапса на состав GSL в тканях стебля. Пять алифатических GSL (прогоитрин, PRO; глюкорафанин, GRA; глюконаполейферин, GNL; глюконапин, NAP; глюкобрасиканапин, GBN), один индольный GSL (4-гидроксиглюкобрасицин, 4OH) и один ароматический GSL (глюкотропеолин, GTL) были извлечены из тканей стебля с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Содержание GBN, которое было самым высоким среди GSL, варьировалось от 0 до 44,18 мкмоль/г, со средним значением (12,04 ± 7,84) мкмоль/г [22].

Zhou et al. изучали два вида китайской капусты Сяньбай и Цзаошу-5 в разные периоды роста (семена, прорастание, рассада и период розетки) с использованием сверхэффективной жидкостной хроматографии – квадрупольной времяпролетной масс-спектрометрии UHPLC-

Q-TOF-MS. В результате было идентифицировано и количественно определено тринадцать глюкозинолатов и обнаружено, что концентрации глюкозинолатов значительно различались между Сяньбай и Цзаошу-5 [23]. В период посева образуется самая высокая концентрация глюкозинолатов, наибольшее количество алифатических глюкозинолатов было обнаружено в семенах, проростках и листьях розетки, а также во время прорастания. Отмечено, что ароматический глюкозинолат – глюконастуртиин, был доминирующим в корнях китайской капусты.

Высокоэффективная жидкостная хроматография является эталонным методом для точного и надежного анализа содержания и состава GSL в образцах Brassicaceae, но требует дорогостоящего оборудования, специализированного персонала и отнимает много времени.

Для достижения более низкой стоимости определения GSL был применен сенсорный подход. M. F Choi et al. предложили оптический биосенсор с использованием иммобилизованных ферментом мембран яичной скорлупы для определения глюкозинолатов. Были изготовлены мембраны яичной скорлупы, иммобилизованные мирозиназой, и применены для гидролиза глюкозинолатов. Полученную глюкозу впоследствии определяли с помощью оптического биосенсора, сконструированного с иммобилизованной глюкозооксидазой мембраной яичной скорлупы и чувствительной к кислороду мембраной «optode». Схема обнаружения была основана на снижении содержания растворенного кислорода при воздействии раствора глюкозы. Скорость изменения интенсивности флуоресценции чувствительной к кислороду мембраны контролировалась и была связана с концентрацией глюкозы. Результаты показали, что только крестоцветные овощи содержат различное количество глюкозинолатов. Определено содержание глюкозинолатов в образцах: Кресс-салат, китайская горчичная капуста Кай Чой, китайская цветущая капуста Чой сум – 0,81; 0,10; 0,43 в эквиваленте мкмоль синигрина/г соответственно, Амарантовый Шпинат – отсутствуют [24].

Метод альтернативный ВЭЖХ предложили I. Mawlong et al., используя комплексообразующее свойство глюкозинолатов как способ для первоначального отбора линии рапсовой горчицы с высоким и низким содержанием глюкозинолатов. Представленная регрессионная модель показала, что расчетное общее количество глюкозинолатов, полученное с помощью предсказанного уравнения, и наблюдаемые данные ВЭЖХ находятся на одном уровне. Следовательно, этот метод может быть использован лицами, которые не имеют доступа к ВЭЖХ для оценки общего содержания глюкозинолатов в рапсово-горчичной муке. Кроме того, более быстрый скрининг генотипов поможет в селекционных программах, направленных на снижение содержания глюкозинолатов в масличной культуре [25].

I. Blažević et al. акцентировали, что идентификация GSL должна быть представлена прозрачно и соответствовать стандартным требованиям в области химии натуральных продуктов. К сожалению, многие отчеты не соответствуют этим требованиям, в том числе результаты, основанные на хроматографии, с переносом на МС. В частности, часто игнорируется вероятность существования изомеров и изобарных структур. Недавние сообщения пересматриваются и интерпретируются как свидетельство существования изомеров глюкозинолатов – «isoGSL» [26].

Таким образом, в работе описано современное состояние вопроса, связанного с анализом глюкозинолатов семейства Brassicaceae. Показано, что с одной стороны, модификация существующих методов позволяет увеличить эффективность селекционной работы по созданию новых сортов растений семейства крестоцветных. С другой стороны, методы, основанные на хроматографии, с переносом на МС, являясь прецизионными для интактных глюкозинолатов, имеют очевидные недостатки. Существует проблема ограниченной доступности подлинных стандартов GLS, что препятствует установлению общих и индивидуальных профилей GLS для отдельных видов Brassicaceae. Стоит отметить, при всей освещенности основных аспектов исследования глюкозинолатов, которые важны для

биохимической оценки селекционного материала, пищевого продукта или корма для животных, на данный момент имеются значительные возможности для дальнейшего прогресса.

Литературы

1. Савинов И.А., Соломонова Е.В., Ембатурова Е.Ю., Ноздрина Т.Д. Ботаника. Систематика растений и грибов. Практикум: учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 84 с.

2. Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бондарева Л.Л., Тареева М.М. Капустные зеленные овощи. М.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства», 2022. 296 с.

3. Casajús V., Howe K., Fish T., Civello P., Thannhauser T., Li Li, Lobato M.G., Martínez G. Evidence of glucosinolates translocation from inflorescences to stems during postharvest storage of broccoli // Plant Physiology and Biochemistry. 2023. Vol. 195. Pp. 322–329.

4. Zhu B., Liang Z., Zang Y., Zhu Z., Yang J. Diversity of glucosinolates among common brassicaceae vegetables in China // Horticultural Plant Journal. 2022. Vol. P. 1–16.

5. Aires, A., Carvalho, R. Rapid Separation of Indole Glucosinolates in Roots of Chinese Cabbage (*Brassica rapa subsp. pekinensis*) by High-Performance Liquid Chromatography with Diode Array Detection // International Journal of Analytical Chemistry. 2017. Vol. Pp. 1–7.

6. Li Z., Liu G., He H., Liu Y., Han F., Liu W. Effects of nanocarbon solution treatment on the nutrients and glucosinolate metabolism in broccoli // Food Chemistry: X. 2022. Vol. 15. P.1.

7. Matthews, Z. M., Parton, K. H., Collett, M. G. Investigating the cause of Brassica-associated liver disease (BALD) in cattle: Progoitrin-derived nitrile toxicosis in rats // Toxicon:X. 2020. Vol. 5. P. 100021.

8. Johnson T. L., Dinkova-Kostova A.T., Fahe, J.W. Glucosinolates from the Brassica Vegetables and Their Health Effects // Encyclopedia of Food and Health. 2016. Vol. Pp. 248–255.

9. Wang Y., Wan S., Fan H., Yang M, Li W., Guan R. A sulfotransferase gene BnSOT-like1 has a minor genetic effect on seed glucosinolate content in Brassica napus // Crop Journal. 2020. Vol. 8. P. 855–865.

10. Alexandre E.M.C., Moreira S.A., Pinto C.A., Pintado M., Saraiva J.A. Analysis of glucosinolates content in food products // Glucosinolates: Properties, Recovery, and Applications. 2020. Pp. 213–250.

11. Devkota H. P. Analysis of glucosinolates // Recent Advances in Natural Products Analysis. 2020. Vol. Pp. 651–661.

12. Clarke D.B. Glucosinolates, structures and analysis in food // Analytical Methods. – 2010. Vol. 2 (4). P. 310. DOI: 10.1039/B9AY00280D

13. Kumar S, Yadav S.K., Chauhan J.S., Singh A.K., Khan N.A., Kumar P.R. Total glucosinolate estimation by complex formation between glucosinolates and tetrachloropalladate (II) using ELISA reader // Journal of Food Science and Technology (Mysore). 2004. Vol. 41 (1). P. 63–65.

14. Горковенко Л.Г., Осепчук Д.В. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении свиней и мясной птицы. – Краснодар: Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства, 2011. 192 с.

15. Старикова Д.В., Горлова Л. А. Влияние среды и генотипа на хозяйственно ценные признаки рапса ярового в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры. 2021. № 4 (188). С. 71–77.

16. Бочкарева Э.Б., Горлова Л.А., Стрельников Е.А., Сердюк В.В. Селекция рапса озимого во ВНИИМК: история и новые результаты (обзор) // Масличные культуры. 2021. № 4 (188). С. 87–95.

17. Di Gioia F., Pinela J., de Haro Bailón A., Fereira I. C. F. R., Petropoulos S. A. The dilemma of “good” and “bad” glucosinolates and the potential to regulate their content // Glucosinolates: Properties, Recovery, and Applications. 2020. P. 1–45.

18. Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Сердюк В.В., Стрельников Е.А. Сорт рапса ярового Баланс // Масличные культуры. 2022. № 4 (192). С. 110–112.

19. Almushayti A.Y., Brandt K., Carroll M.A., Scotter M.J. Current analytical methods for determination of glucosinolates in vegetables and human tissues // Journal of Chromatography. 2021. Vol. 1643. – P. 462060.

20. Mocniak L. E., Elkin K.R., Dillard S. L., Bryant R. B., Soder K J. Building comprehensive glucosinolate profiles for brassica varieties // Talanta. 2023. Vol. 355. P. 123814.

21. Pardini A., Tamasi G., De Rocco F., Bonechi C., Consumi M., Leone G., Rossi C. Kinetics of glucosinolate hydrolysis by myrosinase in Brassicaceae tissues: A high-performance liquid chromatography approach // Food Chemistry. 2021. Vol. 355. P. 129634.

22. Gao C., Zhang F., Hu Y., Song L., Tang L., Zhang X., He C., Wang A., Wu X. Dissecting the genetic architecture of glucosinolate compounds for quality improvement in flowering stalk tissues of Brassica napus // Horticultural Plant Journal. 2022. Pp. 1–14.

23. Zhou B, Huang W, Feng X, Liu Q, Ibrahim SA, Liu Y. Identification and quantification of intact glucosinolates at different vegetative growth periods in Chinese cabbage cultivars by UHPLC-Q-TOF-MS // Food Chem. 2022. Vol. 393. P. 133414.

24. Choi M.M. F., Liang M. M. K., Lee A. W. M. A biosensing method with enzyme-immobilized eggshell membranes for determination of total glucosinolates in vegetables // Enzyme and Microbial Technology. 2005. Vol. 36 (1). Pp. 91–99.

25. Ibandalin Mawlong, M.S. Sujith Kumar, Bishal Gurung, K.H. Singh & Dhiraj Singh. A simple spectrophotometric method for estimating total glucosinolates in mustard de-oiled cake // International Journal of Food Properties. 2017. Vol. 20 (12). Pp. 3274-3281.

26. Blažević I., Montaut S., Burčul F., Olsen C.E., Burow M., Rollin P., Agerbirk N. Glucosinolate structural diversity, identification, chemical synthesis and metabolism in plants // Phytochemistry, Journal. 2020. Vol. 169. P. 112100.

CURRENT ASPECTS RELATED TO THE ANALYSIS OF GLUCOSINOLATES OF THE BRASSICACEAE FAMILY (REVIEW)

Astakhova Yu.O.
Lipetsk Research Institute of Rapeseed – a branch
of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

Plants belonging to the Brassicaceae family are rich in secondary metabolites called glucosinolates (GSL). The article briefly describes the structural characteristics of the chemical composition and the specificity of the biological properties of glucosinolates. We present methods to obtain quantitative data and information related to variations in GSL. In modern conditions, GSL research is driven by the need for genetic control of glucosinolates in oil and vegetable crops of considerable economic and agricultural importance. An analytical review is given based on scientific publications.

Key words: Brassicaceae family, glucosinolates, myrosinase, extraction, palladium test, IR spectroscopy, HPLC, modification.