

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ САПОНИНОВ У БОБОВЫХ ТРАВ

Ж.А. Бородаева, Е.Н. Беспалова

ФГАОУ ВО «Белгородский национальный исследовательский университет», г. Белгород
(borodaeva@bsu.edu.ru)

Сапонины – органические вещества, широко распространенные в природе. Они обнаружены как у растений, так и у животных различных климатических зон. Накапливаются в растворенном состоянии в клеточном соке в разных частях растений, как в подземных (синюха, солодка, первоцвет, диоскорея, патриния, семейство аралиевых), так и наземных (листья наперстянки, цветки коровяка, надземная масса бобовых трав). Среди животных встречаются у пчел, очковых змей, пиявок (В.А. Серебрякова, 2011).

Характерным свойством сапонинов является способность создавать легкопенящиеся коллоидные растворы, а так же при кислотном или ферментативном гидролизе расщепляться на монозы и неуглеводную безазотистую часть – сапогинин. В зависимости от химической природы агликона их делят на тритерпеновые и стероидные. Большая часть растительных сапонинов относится к тритерпеновым. Преимущественно – это вещества с высокой биологической активностью. Количество сапонинов в растениях изменчиво, варьирует в зависимости от фазы развития, почвы, правил заготовки, обработки и хранения (А.В. Калач, 2006).

Тритерпеновые сапонины повышают устойчивость растений к грибным патогенам, вызывающим корневые гнили. Они взаимодействуют со стеринами плазматических мембран грибных патогенов, лизируя их, и представляют собой один из первых химических барьеров на пути проникновения патогена в организм (Н.Е. Павловская, 2012).

Благодаря своей высокой поверхностной активности и широкому диапазону биологического действия, растительные тритерпены имеют широкий спектр использования в различных отраслях промышленности, в том числе фармацевтической. Сапогенины используются в качестве исходного сырья для синтеза стероидных гормональных препаратов. Наибольшее значение имеют гитогенин и диосгенин, извлекаемые различных видов наперстянки. Важна способность тритерпеновых сапонинов снижать уровень сахара в крови. Сапонины корней и листьев аралии, корнеплодов сахарной свеклы используются как отхаркивающие средства при заболеваниях дыхательных путей. Они обладают мочегонным, общеукрепляющим, стимулирующим и тонизирующим действиями, оказывают положительное влияние на сердечно-сосудистую систему человека (А.В. Калач, 2006; А.А. Мальцева, 2008; Т.П. Юдина, 2010; В.А. Серебрякова, 2011; И.В. Бешлей, 2014; С.А. Боева, 2007).

В основе гемолитической, цитотоксической, антипаразитарной и антифунгальной активности сапонинов лежит их способность модифицировать структурно-функциональные свойства клеточных мембран за счет связывания с мембранным холестерином, приводящая к гибели клетки. Токсичность сапонинов зависит от их химической структуры, концентрации и способа введения в организм теплокровных животных (Т.П. Юдина, 2010).

В связи с этим, практически все сапонины обладают токсичностью, которая ограничивает их использование при кормлении сельскохозяйственных животных.

Среди кормовых культур высоким содержанием сапонинов выделяются бобовые травы. Это приводит к необходимости ограничивать введение в рацион животных высокобелковых кормов из бобовых, так как последствиями отравления могут быть лизис эритроцитов, паралич ЦНС, раздражение желудочно-кишечного тракта, тошнота, рвота, диарея, тимпания и др. (Т.П. Юдина и др., 2008; Е.Н. Артемова и др., 1997; В.В. Новиков, 2010; П.Н. Безбородов, 2011; Л.А. Мирошниченко, 2008).

Пенистая тимпания (вздутие рубца) – незаразное опасное заболевание жвачных, которое наблюдается из-за переедания зеленой массы бобовых трав. Чаще всего заболевание протекает остро и если не оказать вовремя ветеринарную помощь животному, то возможен летальный исход. Наибольшую опасность представляет влажная зеленая масса клевера, люцерны, вики и других бобовых. Из-за свойства сапонинов легко пениться при взаимодействии с водой в отделах сложного желудка образуется опасная для здоровья животных гомогенная масса из кормов и газов (Н.И. Мирон, 2009; П.Н. Безбородов, 2011).

Исследование химического состава растительного сырья – необходимый этап поиска перспективных селекционных форм и их предложения для дальнейшего практического использования. В связи с этим важной задачей селекции является отбор форм бобовых трав с низким содержанием сапонинов в зеленой массе. Для оценки сапонинов применяют методы, которые можно разделить на три основные группы.

Физические методы. Проба на пенообразование, которая основана на высокой поверхностной активности сапонинов. Жидкость пенится при встряхивании коллоидного раствора с образованием обильной устойчивой пены, при наличии сапонинов в растворе (Н.Н. Гужва, 2009). Также оценивают наличие сапонинов в кислой и щелочной среде. Вытяжку сапонинов добавляют в раствор HCl и NaOH и затем встряхивают до образования устойчивой пены. Так можно определить кислотность сапонинов (А.В. Калач, 2006).

Химические методы. Реакции осаждения. В пробирки с экстрактами добавляют раствор Ba(OH)₂ или ацетата свинца. При действии указанных реактивов сапонины выпадают в осадок (А.В. Калач, 2006). Методика определения сапонинов дает возможность количественно определить сапонины фотокolorиметрическим методом, основанным на образовании хлопьевидного осадка с ацетатом свинца (Киселева и др., 1991; В.А. Серебрякова, 2011). Использование капиллярного электрофореза и тонкослойной хроматографии для количественного определения сапонинов (С.А. Боева, 2007). Спектрофотометрическое определение тритерпеновых сапонинов базируется на реакции с серной кислотой, в результате которой тритерпеноиды протонируются по двойной связи с образованием карбокатиона, а при наличии карбоксильной группы при C-28 имеет место последующая лактонизация. При этом наблюдается характерный максимум поглощения при 310 нм (Д.И. Писарев, 2009).

Биологические методы. Определение гемолитического индекса – установление концентрации извлечения в сырье, которое вызывает полный гемолиз эритроцитов. Кроме того, определяют силу действия сапонинового сырья на рыбах, т.е. рыбный индекс: это наименьшая концентрация извлечения, при которой гибнут рыбы массой до 0,5 г, длиной 3-4 см в течение 1 ч. (А.В. Калач, 2006).

Проведенный анализ сравнения методик показал, что высокую достоверность физических методов оценки сапонинов в надземной массе бобовых трав. В коллекционном питомнике люцерны изменчивой было проведено изучение содержания сапонинов и выявлены перспективные сортообразцы с минимальной концентрацией исследуемого вещества. Эти формы планируется использовать в дальнейшей селекционной работе по созданию новых сортов люцерны изменчивой для Центрально-Черноземного региона.

Работа выполнена в рамках областного конкурса грантов: «Научные основы создания устойчивого исходного материала для селекции многолетних бобовых трав на карбонатных почвах Белгородской области» (Договор № 34-гр от 19.10.2016 г.)

Литература

1. Артемова Е.Н. Поверхностно-активные свойства модельных систем, содержащих сапонины, в присутствии белков и пектинов / Е.Н. Артемова, В.С. Баранова // Известия вузов. Пищевая технология. – 1997. – № 4-5. – С. 23-24.
2. Безбородов П.Н. Озаболеваниях сычуга крупного рогатого скота, не связанных с проведением хирургической репозиции при лечении / П.Н. Безбородов // Вестник ОрелГАУ. – 2011. – № 6. – С. 82-82.
3. Бешлей И.В. Стероидные сапонины в многолетнем луке *Allium schoenoprasum* L. / И.В. Бешлей, Т.И. Ширшова // Известия Коми научного центра УрО РАН. Сыктывкар. – 2014. – Выпуск 1 (17). – С. 32-37.

4. Боева С.А. Сапонины растений *Polemonium coeruleum L.* и *Beta vulgaris L.* особенности получения, сравнительная оценка гипогликемической активности / С.А. Боева, Т.А. Брежнева, А.А. Мальцева, А.В. Бузлама, А.И. Сливкин // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2007. – № 1. – С. 139-141.
5. Гужва Н.Н. Биологически активные вещества астрагала эспарцетного, произрастающего в предкавказье / Н.Н. Гужва // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 123-132.
6. Думачева Е.В. Физиологические основы применения фитогормонов и физиологически активных веществ : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Е.В. Думачева. – Белгород : Изд-во БелГСХА. – 2004. – 103 с.
7. Думачева Е.В. Физиологические, биохимические и экологические основы дыхания растений : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Е.В. Думачева. – Белгород : Изд-во БелГСХА. – 2005. – 131 с.
8. Думачева Е.В. Лабораторный практикум по физиологии и биохимии сельскохозяйственных растений : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Е.В. Думачева. – Белгород : Изд-во БелГСХА. – 2006. – 69 с.
9. Думачева Е.В. Общая биология с основами экологии : учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Е.В. Думачева. – Белгород, 2012. – 118 с.
10. Думачева Е.В. Агроценоотические основы формирования устойчивых популяций бобовых трав на карбонатных почвах ЦЧР : дис. ... д-ра биол. наук, 03.02.14. – Владикавказ, 2014. – 309 с.
11. Думачева Е.В. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов ЦЧР / Е.В. Думачева, В.И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 7-9.
12. Калач А.В. Применение зонного капиллярного электрофореза для определения сапонинов в одних растворах / А.В. Калач, А.И. Ситников, Н.Ю. Страшила, В.Ф. Селеменев // Химия растительного сырья. – 2006. – № 4. – С. 39-43.
13. Мальцева А.А. Изучение гипогликемизирующей активности сапонинов растения *Polemonium coeruleum L.* / А.А. Мальцева, А.В. Бузлама, Т.А. Брежнева, А.И. Сливкин // Здоровье и образование в XXI веке. Материалы IX международного конгресса «Здоровье и образование в XXI веке». – Москва. – 2008. – № 1 (Т. 10). – С. 136-137.
14. Мирон Н.И. Лечение пенистой тимпани у крупного рогатого скота / Н.И. Мирон // Альманах современной науки и образования – 2009. – № 5 (24). – С. 92-94.
15. Мирошниченко Л.А. Жмых амаранта в комбикормах цыплят-бройлеров / Л.А. Мирошниченко, Н.Ю. Страшила // Комбикорма. – 2008. – № 8. – С. 70.
16. Новиков В.В. Повышение питательности соевых кормовых смесей путем экструдирования / В.В. Новиков, Е.В. Янзина, И.В. Успенская // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 3 – С. 93-95.
17. Павловская Н.Е. Исследование тритерпеновых сапонинов, полученных из корней овса посевного *Avena sativa* / Н.Е. Павловская, И.Ю. Солохина, И.А. Гнеушева // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 2. – С. 48-50.
18. Писарев Д.И. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях Белгородской области / Д.И. Писарев, Н.А. Мартынова, Н.Н. Нетребенко, О.О. Новиков, В.Н. Сорокопудов // Химия растительного сырья. – 2009. – № 4. – С. 197-198.
19. Серебрякова В.А. Исследование состава и содержания биологически активных веществ у представителей рода *Spiraea (rosaceae)* Дальнего востока / В.А. Серебрякова, Г.И. Высочина // Растительный мир Азиатской России. – 2011. – № 2 (8). – С. 120-124.
20. Юдина Т.П. Поиск перспективного источника сапонинов для получения растительного эмульгатора / Т.П. Юдина, Е.И. Черевач, Е.И. Цыбулько, Ю.В. Бабин // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 5-6. – С. 33-36.
21. Юдина Т.П. Пищевая безопасность сапонинов корней *Saponaria officinalis L.* / Т.П. Юдина, Т.Г. Сахарова, О.В. Сахарова, А.А. Юферова, Е.И. Черевач, Г.М., Фролова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 5-6. – С. 22-25.