

Ф. Дукси, аспирант

В.В. Вандышев, кандидат фармацевтических наук

Р. Мусса, кандидат фармацевтических наук

Р. Мохаммад, аспирант

Е.Н. Пакина, кандидат биологических наук

Российский университет дружбы народов
РФ, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
E-mail: f.duksi@gmail.com

УДК 633.875

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/26-28

ИЗУЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАБУХАНИЯ СЕМЯН ЦЕРАТОНИИ СТРУЧКОВОЙ

Цель работы – изучение водопогложительных свойств тканей семян бобов дикорастущей популяции цератонии стручковой, произрастающей в Сирии и культивируемой на о. Крит (Греция), впитывать воду в измельченном состоянии при комнатной температуре. Эндосперм семян цератонии стручковой, накапливающий полисахариды из группы галактоманнанов – продукт для производства камеди рожкового дерева (пищевая добавка E410). Его используют в пищевой промышленности в качестве загустителя, стабилизатора, при изготовлении молочных продуктов, мороженого, плавленых сыров, сладостей и супов, в фармацевтической – пленочных эмульсий, красок, лаков, керамики и клея. В доступной литературе данные о коэффициенте набухания (КН) семян цератонии стручковой отсутствуют. Задача исследователей – установить величину КН и изучить динамику набухания (ДН) измельченных нативных семян и частей (эндосперм, зародыши), выделенных из семян после их модификации. Определяли КН по методике анализа видов лекарственного растительного сырья, содержащих слизи (mucilago). Установлено, что измельченные семена и их части, независимо от места произрастания цератонии, достаточно быстро впитывают воду. КН измельченных нативных семян составил 6,3–7,0. При этом у семян цератонии из Сирии набухание происходило интенсивнее, чем с о. Крит. Уровень КН измельченных частей, изолированных из модифицированных семян разного происхождения, оказался одинаковым: эндосперм – 5,0, зародыши – 3,5. Величина КН измельченных семян, по сравнению с КН их отдельных частей, оказалась больше. Процесс набухания эндосперма, содержащего галактоманнановый полисахарид, проходил энергичнее, чем у зародышей.

Ключевые слова: *Ceratonia siliqua* L., рожковое дерево, кэроб, семена, зародыши, эндосперм, коэффициент набухания.

F. Duksi, PhD student

V.V. Vandyshv, PhD in Pharmaceutical sciences

R. Mussa, PhD in Pharmaceutical sciences

R. Mokhammad, PhD student

E.N. Pakina, PhD in Biological sciences

Peoples' Friendship University of Russia
RF, 117198, g. Moskva, ul. Mikluho-Maklaya, 6
E-mail: f.duksi@gmail.com**STUDYING OF THE CERATONIA SILIQUA SEEDS SWELLING COEFFICIENT**

The purpose of this work is to study the water-absorbing properties of the bean seed tissues of the wild *Ceratonia siliqua* population growing in Syria and cultivated on the Crete island (Greece) absorb water in a crushed state at room temperature. *Ceratonia siliqua* seeds endosperm accumulating polysaccharides from the group of galactomannans which is a material for the production of locust bean gum (food additive E410). It is used in the food industry as a thickener, stabilizer, in the manufacture of dairy products, ice cream, processed cheeses, sweets and soups, in the pharmaceutical industry for film emulsions, paints, varnishes, ceramics and glue production. In the available literature there are no data on the swelling ration (SR) of the seeds of *Ceratonia siliqua*. The researcher's task is to establish the value of SR and study the swelling dynamics (SD) of crushed native seeds and parts (endosperm, embryos) isolated from seeds after their modification. SR was determined by the method of medicinal plant types analyses containing mucus (mucilago). It was found that water absorption by crushed seeds and their parts, regardless of the *Ceratonia* growth place develops quite sharply and quickly. SR of crushed native seeds was 6.3–7.0. At the same time, the swelling of the *Ceratonia* seeds from Syria was more intense than that from Crete island. The SR level of the crushed parts isolated from modified seeds of different origins was the same: endosperm – 5.0, embryos – 3.5. The SR value of the crushed seeds in comparison with the SR of their individual parts turned out to be higher. The process of the endosperm swelling containing galactomannan polysaccharide was more vigorous than in the embryos.

Key words: *Ceratonia siliqua* L., carob, carob, seeds, embryo, endosperm, swelling ratio.

Все большее значение приобретают продукты питания с пищевыми биологически активными добавками (БАД) растительного происхождения. [7] В 40-е годы прошлого столетия среди новых и перспективных источников обволакивающих лекарственных средств растительного происхождения в России была признана цератония стручковая (*Ceratonia siliqua* L.; 2n = 24) – нелистопадное двудомное дерево (подсемейство Цезальпиевые, се-

мейство Бобовые). [1, 2, 6] В настоящее время расширяется культивирование ее сортов, как плодового растения многоцелевого использования. [4] В плодах накапливаются полисахариды, антиоксиданты и другие БАС. [5, 9] Есть данные, что бобы цератонии используют в народной, а также традиционной европейской и зарубежной медицине. [12] Наиболее важный полисахаридный комплекс локализован в эндосперме, где содержится галактоманнановая ка-

медь, включающая 16...20 % D-галактозы и 80...84 % D-маннозы. [6, 11, 13] Камедь рожкового дерева, как вспомогательное вещество, включена в Государственную фармакопею Российской Федерации (XIV изд.). Она представляет собой измельченный эндосперм семян цератонии стручковой. Порошок белого или почти белого цвета, содержащий 70...80 % водорастворимого галактоманногликона. [10] Цератония стручковая разрешена в РФ для приготовления гомеопатических средств. [4] Цель работы – изучение свойств тканей семян бобов дикорастущей популяции цератонии стручковой, произрастающей в Сирии и культивируемой на о. Крит (Греция), впитывать воду в измельченном состоянии при комнатной температуре. Задача исследования – определить динамику набухания (ДН) и коэффициент набухания (КН) измельченных нативных семян и частей (эндосперм, зародыши) модифицированных семян.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нативные семена для исследования выделены из зрелых бобов цератонии стручковой, произрастающей в г. Алеппо (Сирия), урожай 2018 года и на о. Крит (Греция), приобретенные в торговой сети г. Москвы в потребительской упаковке, дата изготовления: 29.10.2018. Массу семян и их частей взвешивали на весах AcculabVIC-120d3 scale с точностью до 0,1 г. Зародыши и эндосперм выделяли по методике [8] из модифицированных семян (после скарификации нативных семян концентрированной серной кислотой) и высушивали при комнатной температуре. Для изучения дисперсного состава образцов использовали почвенные сита по ГОСТ Р 51568-99.

Влажность семян устанавливали по Государственной фармакопеи Российской Федерации 14 изд.: ОФС.1.5.3.0007.15 «Определение влажности лекарственного растительного сырья». Коэффициент набухания (КН) находили по методике, используемой для характеристики степени набухания видов лекарственного растительного сырья, содержащих слизи. [12]

Измельчали образцы нативных семян после дробления их молотком, а образцы эндосперма и зародышей – в ступке. Далее, их пропускали сквозь сита, объединяли, тщательно перемешивали и ме-

Таблица 1.
Образцы разных мест произрастания, использованные для определения коэффициентов набухания семян цератонии стручковой и их частей

Образец	Проба	Влажность, %	Диаметр отверстий сита, мм
Семена			
г. Алеппо	1	6,30	3
о. Крит	2	6,35	
Зародыши			
г. Алеппо	3	6,00	2
о. Крит	4	5,80	
Эндосперм			
г. Алеппо	5	8,40	2
о. Крит	6	8,60	

тодом квартования отбирали пробы массой около 1,0 г для опытов (табл. 1).

Пробы помещали в градуированный цилиндр с притертой пробкой вместимостью 25 мл, высотой 125 ± 5 мм и ценой деления 0,5 мл. После постукивания по цилиндру измеряли объем, занимаемый сырьем, добавляли по 1,0 мл спирта и 25 мл дистиллированной воды, встряхивали каждые 10 мин. в течение часа и оставляли при комнатной температуре (около 25°C). Фиксировали среднюю величину объема набухающего материала через определенные промежутки времени настаивания в воде в четырех повторностях для каждой пробы (табл. 2). Коэффициент набухания рассчитывали после замера объема набухшей пробы через четыре часа. Результаты определения КН представлены в виде диаграммы (3-я стр. обложки), где КН – частное от деления установленного объема набухшей через четыре часа пробы на величину объема навески пробы сырья в начале опыта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях опыта способность впитывать воду наиболее хорошо выражено у измельченных семян цератонии (пробы 1, 2). При этом набухаемость семян из г. Алеппо (проба 1), немного превышает таковую с о. Крит. Процесс набухания у отдельных частей семян независимо от их происхождения одинаково как

Таблица 2.
Результаты изучения коэффициента набухания измельченных семян и их частей из плодов цератонии стручковой

Время набухания, ч	Объем проб измельченных семян и их частей, мл					
	Проба					
	1	2	3	4	5	6
0	1,20	1,20	1,40	1,40	1,40	1,40
0,16	3,67±0,10	2,55±0,06	4,53±0,05	4,55±0,6	7,05±0,06	7,00±0,08
0,5	4,48±0,10	3,48±0,05	4,53±0,05	4,55±0,6	7,05±0,06	7,00±0,08
1	4,90±0,08	4,25±0,06	4,53±0,05	4,55±0,6	7,05±0,06	7,00±0,08
1,5	5,20±0,08	4,65±0,06	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08
2	5,58±0,05	5,55±0,06	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08
2,5	6,20±0,08	6,08±0,10	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08
3	7,15±0,10	6,93±0,10	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08
3,5	8,53±0,10	7,55±0,13	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08
4	8,58±0,10	7,60±0,08	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08
Коэффициент набухания	7,015±0,08	6,33±0,07	3,45±0,07	3,52±0,04	5,04±0,04	5,00±0,06

у зародышей (пробы 3, 4), так и эндосперма (пробы 5, 6). Учитывая, что последние были изолированы из образцов семян, идентичных измельченным (пробы 1, 2) можно предположить, что большая величина КН измельченных семян, по сравнению с зародышем и эндоспермом, составляющим в семенах около 80 % их массы, обусловлена набуханием слизи в тесте (семенная кожура). На диаграмме видно, что процесс впитывания воды у измельченного зародыша (пробы 3, 4) проходит слабее, чем у эндосперма (пробы 5, 6).

Динамика набухания проб измельченных семян (А) и их частей (Б): зародыши (пробы 3, 4), эндосперм (пробы 5, 6).

Полнота впитывания воды семенами и их частями наступает достаточно быстро. Измельченные семена первые десять минут интенсивно поглощают воду, а затем процесс набухания становится медленным, но в течение 1,5 ч достигается максимальное значение КН. Погложительная способность эндосперма превышает таковую у зародышей. Высокие значения КН измельченных семян, по сравнению с их отдельными частями, могут быть обусловлены наличием семенной кожуры.

Выводы. Семена цератонии, произрастающей в Сирии, по способности поглощать воду, не уступают семенам с о. Крит. Коэффициент набухания эндосперма выше, чем у зародышей, так как в нем присутствует галактоманнановая камедь.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ворошилов, В.Н. Поиски нового лекарственного растительного сырья. — М.: Сельхозгиз., 1941. — Вып. 6. — С. 176.
2. Жизнь растений (под ред. акад. АН СССР Тахтаджана). — М.: Просвещение. — 1981. — Т. 5 (2). — С. 189–198.
3. Содержание Фармакопеи Евразийского экономического союза (утвержденной решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 11.08.2020 № 100. — С. 270).
4. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции / технический регламент таможенного союза 9 декабря 2011 г. — № 880.
5. Ayaz, F.A. Determination of chemical composition of Anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) Sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds / F.A. Ayaz, H. Torun, S. Ayaz et al. // *J. Food Qual.* — 2007. — № 30 (6). — С. 1040–1055.
6. Battle, I. Carob Tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops / I. Battle, J. Tous. — Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, 1997. — № 92. — С. 17.
7. Custodio, L. Microspore genesis and another culture in carob tree [*Ceratonia siliqua* L.] / L. Custodio, M.F. Carneiro, A. Romano // *Scientia Horticulture.* — 2005. — № 104. — С. 65–77.
8. Dakia, P.A. Isolation and chemical evaluation of carob [*Ceratonia siliqua* L.] seed germ / P.A. Dakia, B. Wathlet, M. Paquot // *Food Chem.* — 2007. — Т. 102. — № 4. — С. 1368–1374.
9. El Batal, H. Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (*Ceratonia siliqua* L.) / H.El. Batal, A. Hasib, A. Ouattmane et al. // *Arab. J. Chem.*, in press DOI:10.1016/j.arabjc.2011.10.012.
10. European pharmacopoeia — № 7. — С. 396.
11. Morton, J.F. Carob. In *Fruits of Warm Climates* / J.F. Morton, F.L. Miami // C.F. Dowling, ed., 1987. — С. 56–96.
12. Pharmacopée française juillet. Les prescriptions générales et les monographies générales de la Pharmacopée européenne ainsi que le préambule de la Pharmacopée française s'appliquent. — 2016.
13. Salinas, M. Influence of Different Carob Fruit Flours [*Ceratonia siliqua* L.] on Wheat Dough Performance and Bread Quality / M. Salinas, B. Carbas, C. Brites, M. Puppo // *Food and Bioprocess Technology.* — 2015. — № 8. — С. 1561–1570.
14. Sandolo, C. Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery / C. Sandolo, T. Coviello, P. Matricardi, F. Alhaique // *Eur. Biophys.* — 2002. — № 36 (7). — С. 693–700.

LIST OF SOURCES

1. Voroshilov, V.N. Poiski novogo lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya. — M.: Sel'hozgiz., 1941. — Vyp. 6. — S. 176.
2. Zhizn' rastenij (pod red. akad. AN SSSR Tahtadzhana). — M.: Prosveshchenie. — 1981. — T. 5 (2). — S. 189–198.
3. Soderzhanie Farmakopei Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza (utverzhdennoj resheniem Kollegii Evrazijskoj ekonomicheskoy komissii ot 11.08.2020. — № 100. — s. 270).
4. TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishchevoj produkcii / tekhnicheskij reglament tamozhennogo soyuza 9 dekabrya 2011 g. — № 880.
5. Ayaz, F.A. Determination of chemical composition of Anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) Sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds / F.A. Ayaz, H. Torun, S. Ayaz et al. // *J. Food Qual.* — 2007. — № 30 (6). — S. 1040–1055.
6. Battle, I. Carob Tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops / I. Battle, J. Tous. — Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, 1997. — № 92. — S. 17.
7. Custodio, L. Microspore genesis and another culture in carob tree [*Ceratonia siliqua* L.] / L. Custodio, M.F. Carneiro, A. Romano // *Scientia Horticulture.* — 2005. — № 104. — S. 65–77.
8. Dakia, P.A. Isolation and chemical evaluation of carob [*Ceratonia siliqua* L.] seed germ / P.A. Dakia, B. Wathlet, M. Paquot // *Food Chem.* — 2007. — T. 102. — № 4. — S. 1368–1374.
9. El Batal, H. Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (*Ceratonia siliqua* L.) / H.El. Batal, A. Hasib, A. Ouattmane et al. // *Arab. J. Chem.*, in press DOI:10.1016/j.arabjc.2011.10.012.
10. European pharmacopoeia — № 7. — S. 396.
11. Morton, J.F. Carob. In *Fruits of Warm Climates* / J.F. Morton, F.L. Miami // C.F. Dowling, ed., 1987. — S. 56–96.
12. Pharmacopée française juillet. Les prescriptions générales et les monographies générales de la Pharmacopée européenne ainsi que le préambule de la Pharmacopée française s'appliquent. — 2016.
13. Salinas, M. Influence of Different Carob Fruit Flours [*Ceratonia siliqua* L.] on Wheat Dough Performance and Bread Quality / M. Salinas, B. Carbas, C. Brites, M. Puppo // *Food and Bioprocess Technology.* — 2015. — № 8. — S. 1561–1570.
14. Sandolo, C. Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery / C. Sandolo, T. Coviello, P. Matricardi, F. Alhaique // *Eur. Biophys.* — 2002. — № 36 (7). — S. 693–700.