

Зависимость содержания галактоманнанов в семенах некоторых видов рода *Oxytropis* (Fabaceae) от условий их произрастания

О. В. АНУЛОВ, Р. Я. ПЛЕННИК*

Институт биохимии им. А. Н. Баха РАН
117071 Москва, Ленинский просп., 33

*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090 Новосибирск, ул. Золото долинская, 101

АННОТАЦИЯ

Из семян семи видов остролодочников впервые выделены галактоманнаны, определено их содержание и соотношение маннозы и галактозы в них. Полученные данные рассмотрены применительно к экологическим условиям произрастания изученных видов.

В семенах многих видов бобовых присутствует развитый в той или иной степени эндосперм [1, 2]. Помимо резервной функции, традиционно приписываемой эндосперму семян бобовых, отмечена защитная роль этой структуры в условиях водного дефицита, а также для защиты зародыша от механических воздействий [3]. Эндосперм семян бобовых практически полностью образован запасными полисахаридами—галактоманнанами. В процессе созревания семян галактоманнаны (ГМ) откладываются как массивное утолщение клеточных стенок эндосперма, иногда полностью замещая протопласт [4]. В некоторых случаях содержание галактоманнанов может составлять более 80 % от массы эндосперма [5]. В работах J.S.G. Reid с соавторами экспериментально показана роль эндосперма и локализованных в нем ГМ как аттрагирующих центров по отношению к воде в процессе набухания семян. Так, галактоманнан семян *Trigonella foenum-graecum* L. удерживает более 60 % воды, впитанной целым семенем [6]. На основании этих фактов предположено участие ГМ в биохимической адаптации семян

бобовых к прорастанию в аридных климатических условиях.

В задачу данной работы входило определение содержания галактоманнанов и характеристика их моносахаридного состава в семенах семи видов остролодочников Юго-Восточного Алтая. Полученные данные сопоставлены с экологическими условиями произрастания изученных видов.

МЕТОДИКА

Растительный материал. В качестве объектов исследования использовали семена следующих видов остролодочников: *Oxytropis ambigua* (Pall.) Dc., *Oxytropis alpestris* Schischk., *Oxytropis alpina* Bunge, *Oxytropis argentata* (Pall.) Pers., *Oxytropis martjanovii* Kryl., *Oxytropis tragacanthoides* Fisch., *Oxytropis trichophysa* Bunge. Семена получены из коллекции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.

Выделение и характеристика моносахаридного состава ГМ. Семена (3 г), измельченные на коллоидной мельнице, помещали в

аппарат Сокслета и последовательно экстрагировали смесью хлороформа и метанола (2 : 1 v/v) в течение 6 ч и 85 % этанолом – 4 ч. Высушенный фиксированный материал заливали 20-кратным количеством воды и экстрагировали при постоянном помешивании при 80 °С в течение 4 ч. Полученный экстракт тестировали на крахмал (КJ–J₂). Затем проводили центрифугирование экстракта при 30 000 g. К полученным супернатантам прибавляли полтора объема 96%-спирта и оставляли на ночь при 4 °С. Выпавший осадок промывали спиртом возрастающей концентрации (70–85–96 %), высушивали под вакуумом. Моносахаридный состав ГМ устанавливали методом полного кислотного гидролиза (2н H₂SO₄ при 100 °С 4 ч), с последующим ГЖ-хроматографированием сахаров в виде ацетатов полиолов. ГЖХ проводили на приборе ЛХМ-80-3 (Россия) в колонке 0,3 × 200 см с 7 % ХЕ-60 на хроматоне при 220 °С. Идентификацию сахаров проводили по времени удерживания, сравнивая с таковым стандартных образцов, количественное соотношение – по площадям пиков на хроматограммах. Площадь пика галактозы принимали за единицу.

Репрезентативность данных. В таблице представлены средние арифметические данные из трех образцов семян и их стандартные отклонения. Аналитическая повторность 3–4-кратная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении морфологической эволюции бобовых на примере родовых комплексов *As-tragalus* L. и *Oxytropis* DC. Юго-Восточного Алтая отмечена прямая связь толщины эндосперма с экологией вида [7]. Наиболее мощный и оформленный эндосперм обнаружен в семе-

нах видов, произрастающих в условиях недостаточной влагообеспеченности высокогорных степей и низких температур почвы высокогорных тундр, что связано с определенной адаптационной ролью эндосперма при прорастании семян.

Наличие эндосперма в семенах сибирских видов *Oxytropis* позволяло предполагать нахождение в семенах остролодочников ГМ и их возможную роль в биохимической адаптации проростков к засушливым условиям. Для проверки этого предположения отобрали 7 видов остролодочников, произрастающих в различных экологических условиях Юго-Восточного Алтая, семена которых отличаются по толщине эндосперма. Выделенные суммарные препараты некрахмальных водорастворимых полисахаридов (НВП) характеризовались различным выходом (см. таблицу). Моносахаридный состав НВП всех исследованных видов представлен исключительно маннозой и галактозой, молярное соотношение которых находилось в известном для ГМ семян бобовых интервале [8].

Наивысшее значение содержания ГМ характерно для вида *O. tragacanthoides*, типичными условиями обитания которого являются трагакантовые опустыненные высокогорные степи с постоянным дефицитом влажности почв. Относительно высокое содержание ГМ в семенах имел также *O. trichophysa* – эдификатор злаково-разнотравных каменистых опустыненных степей. То же можно сказать о содержании ГМ в семенах эндемичного вида *O. argentata*, произрастающего в Алтае на каменистых осыпях, в злаково-разнотравных каменистых степях, с нестабильным водным режимом почв.

Семена видов *O. martjanovii* и *O. alpestris*, произрастающих в условиях достаточной влагообеспеченности (орошаемые луга, лиственный лес с высокой влажностью гумусового

Толщина эндосперма и основные характеристики галактоманнанов семян некоторых видов *Oxytropis*

Вид	Толщина эндосперма, мм	Соотношение маннозы и галактозы, отн. ед.	Содержание галактоманнанов, % от воздушно-сухой массы семян
<i>Oxytropis ambigua</i>	0,075	1,52 ± 0,02	11,47 ± 0,08
<i>O. alpestris</i>	0,150	1,27 ± 0,05	5,99 ± 0,04
<i>O. alpina</i>	0,120	1,50 ± 0,03	11,43 ± 0,11
<i>O. argentata</i>	0,131	1,17 ± 0,14	8,06 ± 0,09
<i>O. martjanovii</i>	0,050	1,66 ± 0,08	5,32 ± 0,17
<i>O. tragacanthoides</i>	0,150	1,51 ± 0,05	14,25 ± 0,04
<i>O. trichophysa</i>	0,263	1,55 ± 0,01	9,27 ± 0,03

горизонта), напротив, характеризовались на-
иболее низкими значениями содержания ГМ.

Отметим, что виды *O.ambigua* и *O.alpina*,
обладающие широкой экологической амплиту-
дой, имели высокое содержание ГМ в семенах.
Так, *O.alpina* растет в пределах высокогорно-
тундрового пояса, занимает различные эколо-
гические ниши. Вид *O.ambigua* встречается в
равнинной степной части Алтая, в лесах и на
горных лугах, в горных лесах, отличающихся
разными режимами влагообеспеченности почв.

Согласно некоторым авторам, семена бобо-
вых с мощным оформленным эндоспермом об-
ладают более высоким содержанием ГМ, чем
виды, семена которых содержат сильно редуци-
рованный эндосперм [6]. Отсутствие четко вы-
раженной корреляции между толщиной эндо-
сперма и содержанием ГМ в семенах изученных
видов *Oxytropis* ($r^2 = 0,16$, $n = 7$), можно объ-
яснить различной степенью отложения ГМ в
клеточных стенках эндосперма.

Таким образом, впервые из семян семи
видов остролодочников выделены галактоман-
наны. Различное содержание ГМ в семенах изу-
ченных видов остролодочников коррелирует с

условиями их произрастания. Более высокое
содержание ГМ обнаружено у видов, приуро-
ченных к аридным местообитаниям, что позво-
ляет говорить о возможном участии галакто-
маннанов в биохимической адаптации прорас-
тающих семян остролодочников к условиям
водного дефицита почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Попцов, Биология твердосемянности, М., Наука, 1976.
2. С. Ф. Понаморенко, Структурная эволюция семян бобоцветных (пор. Fabales Nakai), Автореф. дис.... д-ра биол. наук, Новосибирск, 1985.
3. М. Daoud Kamel, *Biochem. J.*, 1932, 26, 255–263.
4. J. S. G. Reid, H. Meier, *Phytochemistry*, 1970, 9, 513–520.
5. А. Е. Manzi, Е. Ancibor, А. S. Cerezo, *Plant Physiol.*, 1990, **92**: 4, 931–938.
6. J. S. G. Reid, J. D. Bewley, *Planta*, 1979, 147, 2, 145–150.
7. Р. Я. Пленник, Морфологическая эволюция бобовых Юго-Восточного Алтая (на примере родовых комплексов *Astragalus* L. и *Oxytropis* DC.), Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние, 1976, 215.
8. I. C. M. Dea, A. Morrison, *Advances Carbohydr. Chem. and Biochem.*, 1975, 31, 241–312.

Dependence of Galactomannane Content of Seeds of Some Species of *Oxytropis* (Fabaceae) on Their Growth Conditions

O. V. ANULOVA, R. YA. PLENNIK

For the first time galactomannanes were extracted from seeds of seven *Oxytropis* species. Their content and mannose–galactose ratio were determined. The results obtained are discussed in accordance with ecological conditions of growth of the species studied.