Г. Д. Ярошенко

Экологические особенности трагакантовых астрагалов Армении и процессы камедообразования

I

Страны Передней Азии, главным образом Сирия, Иран и Турция, экспортируют в большом количестве так называемую трагакантовую камедь или гумми-трагант. Эта камедь поступает отсюда во все страны Европы и Америки. Точных данных о мировом торговом обороте гумми-траганта, к сожалению, не имеется. Имеются лишь данные по некоторым отдельным областям и странам. Так, например, известно, что из Ирана ежегодно вывозится свыше 3000 тонн трагакантовой камеди. Годовое потребление гумми-траганта в СССР до войны составляло около 300 тонн, из коих главная часть, 225—250 тонн, потреблялась одной только текстильной промышленностью. Основное применение трагакантовая камедь находит в текстильной промышленности. Она применяется в качестве загустителя красок при узорной раскраске тканей. Далее, трагакантовая камедь применяется в карандашном производстве, в фармацевтической, кондитерской и др. отраслях промышленности. В последнее время на трагакантовую камедь предьявляется спрос со стороны некоторых отраслей оборонной промышленности.

Трагакантовая камедь является коллоидальным веществом, нерастворимым в воде, но обладающим исключительной способностью набухания: 25 г трагакантовой камеди поглощают при набухании 1 литр воды, образуя студень такой же консистенции, какой образуется при разваривании в 1 литре воды 160 г крахмала или 1 кг столлярного клея. Эта особенность и обуславливает исключительную ценность гумми-траганта для определенных отраслей промышленности.

В Передней Азии гумми-трагант выходит из естественных или искусственных поранений древесины ветвей или корня так называемых трагакантовых астрагалов. Последние представляют собой низкие колючие кустарники, произрастающие на сухих, каменистых склонах. Всего известно до 150 видов камеденосных, или траган-

товых астрагалов. В Передней Азии гумми-трагант поставляют в основном виды: *Astragalus gummifera*, *A. adscendens*, *A. microcephalus* и др. В СССР также произрастает несколько видов трагантовых астрагалов, приуроченных к южным областям СССР, а именно—трагакантовые астрагалы произрастают в Туркменской ССР, в Нах. АССР (Азерб. ССР) и в Армянской ССР.

Попытки добычи гумми-траганта в Арм. ССР производились давно. Одной из первых таких попыток была добыча нескольких кгр. гумми-траганта в 1916 г. в районе сел. Бжни, Ахтинского района. В 1930 г. небольшое количество гумми-траганта было добыто Армлектехсырьем под руководством т. Арутюняна, которым были сконструированы специальные ножи для подсочки кустов трагантовых астрагалов. Наконец, с 1939 года данным вопросом занялся Ботанический Институт Арм. филиала Академии Наук СССР, где под руководством канд. с.-х. наук З. А. Аствацатрияна было организовано всестороннее изучение как биологии трагантовых астрагалов Арм. ССР, так и процессов камедообразования и техники подсочки кустов. Ниже приводятся основные результаты этих исследований.

II

В Арм. ССР трагантовые астрагалы представлены несколькими видами, из них массовое распространение имеют виды: *Astragalus microcephalus* W., *A. erinaceus* F. et M. *A. strictifolius* Boiss, *A. lagurus* W. и *A. aureus* W. Из них последний вид—*A. aureus* встречается исключительно на летних пастбищах и представлен мелкими кустами с незначительным содержанием камеди. Добыча из него камеди нерентабельна. *A. lagurus* также дает незначительные выходы камеди, и, кроме того, получаемая из него камедь имеет желтобурую окраску, что снижает ее качество. Таким образом, промышленное значение имеют только первые три вида. Однако, из них *A. strictifolius* хотя и дает наибольшие цифры выхода камеди, притом почти бесцветной, самого высшего качества, но этот вид, приуроченный главным образом к нижней и средней горным зонам (в пределах 1000—1500 м над ур. моря), сейчас почти повсеместно истреблен на топливо и встречается уже сравнительно редко. Поэтому, сейчас в основном промышленное значение имеет гл. обр. один вид—*A. microcephalus*, которому всегда сопутствует в меньших количествах *A. erinaceus*. Этот вид—*A. microcephalus* широко распространен по всей территории Арм. ССР и им образовано большинство трагантников или ценозов трагакантовых астрагалов Арм. ССР.

Трагантники в прошлом были широко распространены в Арм. ССР, главным образом на сухих южных склонах в пределах высоты 1000—1900 м над ур. моря. Однако сейчас трагантники на умеренных высотах над ур. м. почти везде истреблены на топливо и для корма скота, сохранившись гл. обр. в менее доступных участках

на высоте 1700—1900 м. Истребление трагакантов продолжается и сейчас. Сельское население вырубает кусты на топливо, а также на корм скоту. Для последней цели колючки на кустах обжигаются, после чего древесина ветвей расмочаливается под ударами обуха топора. Древесина трагакантовых астрагалов, будучи пропитана камедью, имеет довольно мягкую консистенцию и охотно поедается скотом, тем более что содержащаяся в древесине камедь является весьма питательным концентрированным кормом.

III

Давно было известно, что камедь в древесине астрагалов образуется при распаде целлюлозы, составляющей клеточные стенки паренхимы сердцевинки и сердцевинных лучей. Нашими исследованиями установлено, что этот процесс тесно связан с явлением сокращения корней астрагалов. Сокращение корней описано у целого ряда растений. Так, у многих луковичных, например, у разных видов *Lilium*, *Tulipa*, *Muscari*, *Crocus* и др., семена прорастают на поверхности почвы, но луковицы постепенно зарываются на глубину до 20—25 см, что объясняется сокращением корней и вследствие этого втягиванием луковиц в глубину почвенного слоя. Описанные до сих пор в литературе явления сокращения корней объясняются, главным образом, сокращением длины отдельных клеток вследствие расходования накопленных в них запасных веществ. В отношении трагакантовых астрагалов мы имеем ярко выраженный случай постепенного с возрастом сокращения корней, вследствие чего шейка пня старых кустов астрагалов всегда находится на 10—25 см ниже поверхности почвы, в то время как у молодых всходов астрагалов шейка пня находится у поверхности почвы. Чем старше куст, тем более втянута в глубину почвы шейка пня. Однако, в данном случае мы имеем совершенно новый тип сокращения корней, в литературе еще не описанный.

Обычно у древесных или кустарниковых пород центральная полость корня или ветвей, заполненная сердцевинкой, закладывается в течение первого года жизни растений и в дальнейшем в ширину не растет. Рост в толщину ствола, ветвей или корней происходит путем отложения камбием снаружи так называемых годичных колец. У трагакантовых астрагалов наблюдается иная картина: центральная сердцевинная полость, которая у молодых экземпляров имеет диаметр около 1 мм, с возрастом куста постепенно расширяется, достигая диаметра 0.4—1.0 см. Эта полость бывает заполнена камедью с тонким слоем паренхимы сердцевинки у стенок полости. Аналогичная картина наблюдается и в сердцевинных лучах. Сердцевинные лучи в молодой древесине ветвей или корней астрагалов имеют в поперечном сечении форму узкой линзы, вытянутой в вертикальном направлении, т. е. при относительно большой длине поперечное се-

117—9

чение имеет незначительную ширину. Сердцевинные лучи в этой стадии заполнены обычно неразложившейся паренхимой. С возрастом древесины форма поперечного сечения сердцевинных лучей меняется из удлиненной в круглую, при этом в вертикальном направлении поперечное сечение укорачивается, а в горизонтальном—расширяется. Окаймляющие сердцевинные лучи сосудисто-волокнистые пучки при этом искривляются. Такие расширенные сердцевинные лучи наполнены камедью с тонким слоем паренхимы у стенок полостей сердцевинных лучей. Исследования показывают, что у трагантовых астрагалов в течение всей жизни растений происходит рост паренхимы с постепенным распадом ее и образованием камеди в центре полостей сердцевинки и сердцевинных лучей. Этот процесс обуславливает постепенное расширение как полости сердцевинки, так и сердцевинных лучей. Сердцевинные лучи очень густо пронизывают всю массу древесины корней и ветвей и при изменении формы их поперечного сечения из продолговатого в округлое, с укорочением в вертикальном направлении, проходящие между сердцевинными лучами сосудисто-волокнистые пучки искривляются, что в общем и вызывает укорочение корней, а отсюда и втягивание шейки пня на известную глубину ниже поверхности почвы. На этом явлении мы здесь подробнее останавливаться не будем, так как оно более подробно описано в статье З. Аствацатряна и Г. Ярошенко (№ 1 „Известий“ Арм. филиала Академии Наук СССР за 1941 г. „К биологии трагакантовых астрагалов Армении“). Отметим лишь, что процесс образования и накопления в древесине астрагалов камеди—это длительный процесс, продолжающийся в течение всей жизни растений. Данный тип сокращения корней в последнее время выявлен нами и у ряда других растений, в частности из сем. Compositae, причем у некоторых видов этот процесс также связан с образованием камеди.

К этому надо прибавить, что трагакантовые астрагалы являются растениями, чрезвычайно медленно растущими. В возрасте 40 лет диаметр шейки пня достигает 3—4 см, при высоте кустов до 0.5 м и диаметре 0.5—0.7 м. Рост в толщину происходит путем отложения годовичных колец, которые выделяются очень ясно на поперечных разрезах, хотя и очень узки—шириной менее 1 мм.

IV

Трагантовые астрагалы выделяют камедь из естественных или искусственных поранений древесины корней или ветвей. Исследования показали, что давление камеди внутри древесины растений выше атмосферного. Давление повышено в результате гигроскопичности камеди, поглощающей влагу, подаваемую корнями растения. Предел поглощения влаги определяется упругостью тканей древесины. При поранении древесины, вследствие высокого давления камеди в тканях, часть камеди выжимается из тканей наружу через

рану, что приводит к уравниванию давления внутри тканей с атмосферным давлением, после чего камедь в тканях растений поглощает снова некоторое количество влаги, что ведет к увеличению объема камеди и выпиранию части камеди наружу. Таким образом, выделение камеди продолжается в сухую летнюю погоду до одного месяца. После начала осенних дождей прекратившееся было выделение камеди снова возобновляется, и из старых поранений снова выделяется значительное количество камеди. После выделения камеди, таким образом, находящаяся в тканях растений камедь должна разжижаться, и, действительно, камедь в неподсоченных здоровых кустах содержит в среднем с округлением 50% влаги, в подсоченных же кустах, выделивших камедь, содержится около 65% влаги. Таким образом, при подсочке кусты отдают часть камеди, накопленной в течение всей жизни кустов за счет разжижения камеди в тканях астрагалов. Гигроскопичность камеди обуславливает и ее физиологическое значение, как аккумулятора влаги. Наличие камеди и объясняет высокую степень ксерофитности трагакантовых астрагалов. Расчеты показывают, что при подсочке кустов астрагалов они отдают около $\frac{1}{3}$ всего запаса камеди, имеющейся в тканях растения. Наибольшее количество находится в сердцевинной полости центрального корня. Наибольшее количество камеди выделяется при нанесении ранений в верхнюю часть центрального корня куста так, чтобы отверстие раны дошло до центральной камеденосной сердцевинной полости центрального корня. Через такую рану камедь выделяется не только из центральной полости, но со всей древесины куста. В данном случае выделение камеди облегчается тем, что центральная полость имеет связь со всей массой камеди в сердцевинных лучах.

V

Техника добычи камеди путем подсочки астрагалов сводится к следующему: киркой окапывается куст настолько, чтобы обнажилась шейка пня и верхняя часть центрального корня. В эту часть корня, непосредственно под шейкой пня производится прокол каким-либо инструментом, как например шилом, ножом или заостренной, хорошо отточенной отверткой. Род инструмента в данном случае не имеет особенного значения. Важно лишь, чтобы прокол дошел до центральной полости и отверстие не было слишком узко. В сухую жаркую погоду камедь выделяется более медленно, но получается продукт высокого качества—почти бесцветная чистая камедь, быстро затвердевающая на воздухе. Наилучший сезон подсочки—летние месяцы—июнь и август. Выделившаяся затвердевшая камедь должна быть собираема каждые 5—6 дней. После сбора отверстие раны должно быть прочищено от остатков сухой камеди. После начала осенних дождей выделение камеди возобновляется очень энергично из тех же проколов, но в сырую погоду камедь

сразу не высыхает и окрашивается в желтобурый цвет. В сырую погоду сбор камеди должен производиться чаще, примерно каждые 2 дня в не вполне высохшем виде и камедь должна досушиться в помещениях. Для получения высокосортной чистой камеди на землю, под проколы, полезно подкладывать чистый, гладкий камень, чтобы в случае, если струя камеди наклонится вниз, она не коснулась бы земли, так как в этом случае камедь загрязняется пристающими к ней частицами почвы. Камедь выделяется в виде струи, форма которой зависит от формы раны прокола. При проколах шилом или отверткой получается так называемая змеевидная или червообразная камедь. При проколах ножом получается пластинчатая камедь. Высокосортная камедь должна быть бесцветной и незагрязненной. Пожелтевшая и загрязненная камедь относится к низким сортам, ценится дешевле и имеет более ограниченное производственное применение.

VI

При летней подсочке один куст астрагала дает у нас выход сухой камеди в среднем от 1 до 5 г, хотя отдельные кусты дают выход камеди до 60—70 г. Осенью, после дождей, можно получить с тех же кустов примерно еще такое же количество камеди, но более низкого качества. О камеденосности кустов астрагалов можно судить по строению древесины центрального корня. Если центральная сердцевинная полость, а также полости сердцевинных лучей сильно расширены и заполнены камедью, то такие кусты дадут большие выходы камеди. Далее устанавливается некоторая зависимость между условиями местопроизрастания кустов и выходами камеди, а именно — чем жарче и суше местообитание и чем ниже над ур. моря оно расположено, тем более высокие выходы камеди дадут кусты при подсочке. Как сказано выше, самые продуктивные трагантики на меньших высотах над ур. м. в Армении уже истреблены повсеместно. Трагантики сохранились в Арм. ССР, главным образом, на высотах от 1700 до 1900 м над ур. м., на скалистых южных склонах. Травяной покров в трагантиках имеет характер или ценозов сухой степи или, в местах усиленной пастьбы скота, фриганы. Преобладающий возраст кустов 25—40 лет. Максимальный замеченный возраст кустов 70—75 лет. В возрасте 25 лет диаметр шейки пня составляет обычно 2—3 см. В преобладающих случаях число кустов астрагалов на 1 га колеблется в пределах 3000—10000 экз., в отдельных случаях доходя до 20000 на 1 га. Преобладают средние выходы камеди в 2—3 г с куста, и лишь в Карабахлярском районе получены при подсочке средние выходы в 5—6 г с куста.

В СССР трагантовые астрагалы распространены в следующих республиках:

Туркменская ССР. По данным обследования БИН'а Ак. Наук

СССР в 1940 г., в Туркм. ССР может быть добыто при подсочке примерно 2—3 тонны камеди.

Нах. АССР (Азерб. ССР). По данным обследования АзФАН'а, трагакантники здесь дают ничтожные выходы камеди и для эксплуатации нерентабельны.

Армянская ССР оказалась наиболее богатой трагакантовыми астрагалами. Произведенные нами обследования 7 районов Арм. ССР показали возможность заготовки в этих районах следующих количеств камеди:

Абаранский район	.	.	.	2.2	тн
Аштаракский	.	.	.	1.15	"
Басаргечарский	.	.	.	0.7	"
Ахтинский	.	.	.	0.34	"
Кироваканский	.	.	.	0.24	"
Спитакский	.	.	.	0.11	"
Севанский	.	.	.	0.1	"
Всего	.	.	.	4.84	"

Остальные районы пока не обследованы, но среди них имеются районы, весьма богатые камеденосными астрагалами, как, например, Карабахлярский, Азизбековский и др. Общее количество камеди, возможной к заготовке в Арм. ССР, составит, вероятно, не менее 10 тн.

VII

Для организации правильной эксплуатации трагакантников весьма важное значение представляет вопрос о возможности повторной подсочки кустов астрагалов.

Наблюдения показывают, что глубокие ранения древесины растение переживает довольно болезненно. Камедь является прекрасным субстратом для развития плесневых грибов, и подсоченные кусты осенью обычно поражаются грибами, которые развиваются в виде плесени вокруг раны, а также поражают частично и камедь внутри древесины. На следующий год растение оправляется. У места ранения камедь окисляется, превращаясь в твердое вещество черного цвета, которое плотно закупоривает отверстие раны. С прекращением доступа воздуха через рану внутрь древесины проникающие туда грибные гифы отмирают и кусты оправляются. Однако, часть кустов отмирает после первой подсочки. Исследования древесины оправившихся кустов показали отмирание части древесины на поперечных сучьях вокруг растения сектором, примерно, в 90°, т. е. иными словами—на поперечных сечениях, примерно, $\frac{1}{4}$ площади поперечного сечения представлена мертвой древесиной. Это вызывает прекращение сокодвижения через отмершие части и засыхание части ветвей данного куста.

Опыты повторной подсочки тех же кустов показали, что прокальвание в пределах сектора отмершей древесины не дает вовсе выхода камеди. Если же второй прокол сделать с другой стороны и немного ниже первого прокола, то через 2 года после первой подсочки те же кусты снова выделяют камедь, но в меньшем количестве, примерно в размере 40 % от выходов первой подсочки. Факт вторичного выделения камеди указывает на то, что подсоченные кусты восстанавливают первоначальную степень концентрации камеди в тканях. Механизм этого процесса не совсем пока ясен, но есть основания предполагать, что это происходит за счет усиленного роста и распада паренхимы сердцевинки и сердцевинных лучей после подсочки. После второй подсочки часть кустов снова отмирает, а у остальных отмирает опять новый сектор древесины вокруг места ранения и в связи с этим отмирает снова часть кроны. Опытов третьей подсочки нами не производилось, но из приведенных выше данных можно сделать вывод, что одни и те же кусты можно подсочить не более 4-х раз, после чего кусты отомрут. Расчеты показывают, что в течение 3-х последующих подсочек можно получить камедь в количестве всего 60—65% от размеров первой подсочки.

VIII

В трагантиках Арм. ССР везде наблюдается хорошее естественное возобновление. Число всходов на 1 га обычно не менее числа взрослых кустов. Это создает возможность организации в трагантиках правильного хозяйства с расчетом на естественное семенное возобновление, примерно на след. основаниях: 1) беспорядочное уничтожение трагантиков путем вырубki на топливо и корм скоту должно быть, безусловно, прекращено. Хотя на этот счет имеется специальное постановление СНК, но нигде в исследованных нами районах оно не только не выполняется, но даже неизвестно сельским властям. 2) Поскольку добыча камеди приводит в конечном счете к отмиранию кустов, то хозяйство трагантиков может быть организовано на основах очередности назначения в подсочку определенных участков трагантиков наивысшего возраста, с последующей вырубкой подсоченных кустов колхозниками для своих нужд, при условии обеспеченности мест рубок естественным возобновлением. 3) Естественное возобновление в отдельных случаях уничтожается низовыми пожарами при поджигании сухой травы в трагантиках колхозниками с целью обжечь таким путем колючки на старых кустах и этим сделать их ветви доступными к поеданию скотом. Необходимо строго преследовать поджоги травы и всячески охранять молодые всходы астрагалов от поджогов и потрав козами.

Предлагавшиеся отдельными специалистами меры по искусственному разведению трагантиков с целью увеличения их общей площади в республике мы считаем нереальными, вслед-

ствии чрезвычайно медленного роста кустов. Так, при искусственном выращивании культуры поступят в эксплуатацию примерно в возрасте 30 лет, т. е. около 1970 года, и дадут тогда с куста всего 2—3 г камеди. К 1970 г. техника настолько разовьется, что, возможно, спрос на камедь упадет и она будет заменена другими веществами.

Прежде чем ставить вопрос о выращивании новых трагантиков, целесообразнее заострить внимание на охране уже существующих трагантиков и в частности молодых всходов астрагалов, число которых в трагантиках Арм. ССР измеряется десятками миллионов и которые сейчас беспорядочно уничтожаются.

IX

Таким образом, мы находим, что при условии единовременной подсадки всех кустов трагакантовых астрагалов, произрастающих на территории Арм. ССР, может быть добыто единовременно, примерно, около 10—20 тонн гумми-траганта. При установлении же правильного непрерывного хозяйства может быть ежегодно добываемо не более 1—2 тонны камеди, в зависимости от принятой системы хозяйства. Потребность же промышленности СССР в трагакантовой камеди составляет около 300 тонн в год. Ясно, что сырьевая база Армянск. ССР совершенно недостаточна даже для удовлетворения спроса на камедь в СССР в течение одного лишь года. Следовательно, научная мысль должна работать в направлении подыскания других веществ, сходных по свойствам с гумми-трагантом и могущих заменить трагакантовую камедь. В настоящее время гумми-трагант в промышленности отчасти заменяется крахмалом, но крахмала требуется в 6—7 раз больше для достижения того же эффекта, чем гумми-траганта, и крахмал сам по себе также является дефицитным продуктом. Единственный путь к скорейшему разрешению данной проблемы лежит, по нашему мнению, в разработке технологического метода искусственного приготовления основной составной части гумми-траганта, так называемого „бассорина“ путем гидролиза целлюлозы, т. е. тем же путем, каким „бассорин“ образуется в ткани растений.

В данном случае необязательно получение вещества, тождественного с бассорином, важно получить вещество, близкое к бассорину по своим коллоидальным свойствам. Полный гидролиз целлюлозы до стадии глюкозы давно уже освоен промышленностью. Нет ничего невероятного, поэтому, и в возможности неполного гидролиза до стадии коллоидального вещества, близкого по свойствам к бассорину, тем более, что в растениях бассорин образуется именно таким путем. В качестве исходного сырья могут быть использованы отходы лесопильных заводов и т. п. отходы, богатые целлюлозой. Хотя точная структурная формула бассорина пока не установлена,

но изучение продуктов его гидролитического распада указывает на его химическую близость к гемицеллюлозам.

Гемицеллюлозы также являются весьма доступным сырьем массового распространения. Так, например, древесина бука содержит до 30—35% гемицеллюлозы, которые могут быть выделены из отходов буковой древесины, которой, как известно, весьма богата Сев. Армения. Далее, гемицеллюлозами богаты кочаны кукурузных початков, скорлупа грецких орехов и т. п.

Проблема искусственного приготовления бассорина или близко к нему по свойствам коллоидального вещества должна стать в центре внимания наших химиков, так как это — самый надежный путь к освобождению СССР от необходимости импортирования гумми-траганта и к обеспечению нашей промышленности своим отечественным продуктом.

Армянский филиал Академии наук СССР
Ботанический институт