



# ПРОИЗВОДСТВО ПИЩЕВОГО И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО АГАРА

Д-р техн. наук, проф. А.В. Подкорытова – ВНИРО

**А**гар имеет большое значение для хозяйственной деятельности: основные его потребители – пищевая, медицинская, микробиологическая, фармацевтическая и многие другие отрасли. Агар также используют в качестве сырья для получения агарозы, применяемой в научных исследованиях в химии, биохимии, иммунохимии (Кизеветтер и др., 1981; Усов, 1985; Егоров, Олескин, Самуилов, 1987; Reen, 1990).

Широкое использование агара основано на способности его водных растворов образовывать твердые гели при охлаждении. Агаровый гель устойчив при хранении, не чувствителен к изменениям температуры в интервале от  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$  и действию бактерий.

Промышленный источник пищевого, микробиологического агара и агарозы – морские красные водоросли. В России в качестве промышленного источника агара традиционно используют красные водоросли анфельцию складчатую (*Ahnfeltia plicata*) и анфельцию тобучинскую (*Ahnfeltia tobuchiensis*), запасы которых сосредоточены, соответственно, в Белом море и в дальневосточных морях: в заливах Петра Великого и Измены (о. Кунашир), в лагуне Буссе (о. Сахалин) (табл.1). Самые крупные запасы анфельции, превышающие 100 тыс. т., сосредоточены в заливе Измены (Евсеева, 2001).

Производство агара в России было начато еще в 1931-33 гг. во Владивостоке и в Архангельске, а затем основные его объемы производили на Дальнем Востоке в связи с тем, что в дальневосточных морях сосредоточены основные промысловые запасы водорослей – агароносов. Объемы производства агара возрастали с увеличением потребности и развитием производства и в период 1956 – 1963 гг. общее производство агара на Дальнем Востоке составляло 30-40 т в год, в том числе 2-3 т агара микробиологического (Кизеветтер и др., 1967).

В 1967 г. введен в строй агаровый цех БСФ им Ш.Надибаидзе в Приморском крае, что позволило стабильно наращивать объемы производства пищевого и микробиологического агара. Растущие потребности промышленности в пищевом агаре в значительной степени восполнялись агароидами, которые производили из красных водорослей филлофоры и фуцеллярии на Украине, на Одесском агаровом заводе и в Эстонии, в пос. Накотне. Суммарное производство агара и агароида в 70-х годах достигло 1200 т (Макарова, 1974). После распада СССР по-

ступление агароидов из этих республик прекратилось, и Россия использовала только внутренние резервы.

К 1985 г. производство пищевого и микробиологического агара из анфельции достигло 175 т. в год на Дальнем Востоке и 20-30 т на Северном бассейне. В связи с возрастающей потребностью различных отраслей промышленности России, и особенно пищевой и микробиологической, в середине 80-х был закуплен в Японии полный комплект оборудования для агарового завода, который установлен в г. Корсаков на о-ве Сахалин. В 1991 г. агаровый завод введен в действие и в течение нескольких лет на нем производили 60-100 т. пищевого и микробиологического агара, однако производственной мощности 150 т. в год так и не достигли.

Объемы добычи анфельции строго контролировали и в период 80-х годов добывали 15,4 тыс. т. в год (2,8 тыс. т. воздушно-сухой) (Ерухимович и др., 1988). В начале 90-х годов, в связи с введением в строй нового агарового предприятия, увеличили добычу до 20 тыс.т. (4,4 тыс.т. в/с анфельции). Затем добыча анфельции была резко сокращена в связи с сокращением производства, а затем и остановкой предприятий.

В 1999 г. добыча *Ahnfeltia tobuchiensis* в зал. Петра Великого (пролив Старка) составляла около 1,5 тыс. т. сырых водорослей (300 т. в/с), из которой на Владимирском агаровом заводе производили пищевой агар (около 30 т. в год). В зал. Петра Великого возможно дальнейшее увеличение добычи анфельции до 3 тыс. т. и увеличение выпуска агара до 60 т. в год. Стоимость 1 кг воздушно-сухой анфельции в 1999-2000 г. г. составляла 15-40 руб. в зависимости от качества.

Во время штормов на берег выбрасываются анфельция, при этом значительные объемы водорослей скапливаются в прибойной зоне и на берегу, называемые штормовыми выбросами (Кизеветтер, Шмелькова, Суховеева, 1981), которые являются полноценным сырьем для производства качественного пищевого и микробиологического агара.

В 80–90-х годах количество и ассортимент агара, производимого в России, не удовлетворяли потребителей в связи с ростом производства пищевой и фармацевтической продукции на основе агара, а также микробиологических питательных сред. К 1985 г. объемы используемого агара в России достигли 1 тыс. т. в год (рис.1), которые практически полностью удовлетворялись за счет импорта.

Около 30% объема закупаемого за рубежом агара составляли микробиологический агар и агароза, которую в России никогда не производили, а выпуск микробиологического агара составлял лишь часть (около 10%) от общей потребности (300-500 т. в год).

Резкое падение потребления агара в 90-е годы вызвано общими тенденциями перестройки, снижением объемов производства агара в России и ростом цен на продукцию на мировом рынке. В последние же годы импорт агара в Россию оживился, и только в 2001 году из Дании, Чили, Италии, Китая было ввезено около 176 т. пищевого агара.

В настоящее время агар производят в США, Японии, Южной Корее, Чили, Китае, Вьетнаме, Индонезии, Испании, Португалии, Франции, Италии, Канаде, Африке. Суммарный объем ежегодного производства достигает 6-7,5 тыс. т. пищевого, микробиологического агара и агарозы на 120-130 млн. долл. США (Sailling, 2001). За последние 20 лет это производство стабильно, некоторые колебания в пределах 1-1,5 тыс. тонн обусловлены недостатком сырья и заявками потребителей (рис. 2).

Стоимость 1 кг пищевого агара на мировом рынке в зависимости от качества и страны – производителя составляет 20–100 долл. США, микробиологического агара – 175 – 400 долл. США. Стоимость агарозы на мировом рынке зависит от степени чистоты, регулярности структуры полисахарида и прочности геля 1%-ного раствора, а также области применения (биохимия, микробиология, биотехнология, геновая инженерия и др.) и составляет от 700 до 1500 долл. США за 1 кг. На внутреннем рынке стоимость 1 кг агара российского производства составляет: агар пищевой – 500-800 руб., агар микробиологический – 1000– 3000 руб. и более.

Для производства агара за рубежом ежегодно используют 50 тыс. т сухих красных водорослей – грацилярии, гелидиума, птерокладии, в том числе гелидиума 20 тыс. т., как естественных популяций, так и культивируемых, выход агара из них колеблется в пределах 14-28% сухой массы. Эти красные водоросли в морях России промысловых запасов не образуют и встречаются только в виде единичных экземпляров или незначительных скоплений. Поэтому красные водоросли – анфельция (*Ahnfeltia plicata* и *Ahnfeltia tobuchiensis*) и агар в России всегда относили к стратегическому сырью, а состояние запасов анфельции контролировали с особой тщательностью.

На территории России имеется четыре цеха по выпуску агара. В течение последних пяти лет работал только Владимирский в Приморском крае, где выпускали около 30 т пищевого агара в год. Однако в текущем году выпуск прекращен в связи с полным физическим износом оборудования.

Агаровый завод в пос. Южно-Морской, Находкинского района с производственной мощностью 100 т в год пищевого и микробиологического агара с 1994 по 2001г. не работал, так как его оборудование требовало коренной реконструкции, а здание – капитального ремонта. Агаровый завод в г. Корсаков,



Таблица 1

Основные места скопления анфельции	Биомасса, кг/м <sup>2</sup>	Запасы тыс. т	Прогнозируемый объем с учетом существующих производств	
			добычи, тыс. т	выпуска агара, т/год
<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i>				
Сахалино-Курильский регион: о-в Кунашир, зал. Измены о-в Сахалин, лаг. Буссе	0,2-28 0,1-3	93-143 12-15	10	200-260, в том числе 100-140 пищевого, 90-110 микробиологического и агарозы
<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i>				
Японское море, зал. Петра Великого	0,7-16,0	70-80	2,5	60 (пищевого и микробиологического)
<i>Ahnfeltia plicata</i>				
Белое море	0,3-1,4	8-10	1 (на сухую массу), штормовые выбросы	20-25 – пищевого 2-3 – агарозы

Таблица 2

Тип и сорт агара	Содержание, %			Электроэндоосмос, (ЭЭО)	Характеристики 0,85 %-ного геля		
	воды	золы	общего азота		прочность, г/см <sup>2</sup>	T <sub>жель</sub> , °C	T <sub>пл.</sub> , °C
Пищевой, высший сорт	≤ 18,0	≤ 4,5	Не нормир.	Не нормир.	≥ 300	≥ 30	≥ 80
Микробиологический, сорт «экстра»	≤ 18,0	≤ 1,5	≤ 0,2	Не нормир.	≥ 500	30-37	≥ 80
Особой очистки	≤ 18,0	≤ 1,0	≤ 0,2	Не нормир.	≥ 500	30-37	≥ 80
Агароза, марка «А»	≤ 12,0	≤ 0,5	Не допуск.	0,3	≥ 800	≥ 34	≥ 92
Агароза, марка «Б»	≤ 18,0	≤ 0,8	Не допуск.	0,4	≥ 600	≥ 35	≥ 95

Примечание: T<sub>жель.</sub> и T<sub>пл.</sub> – температуры желирования и плавления геля

о. Сахалин, также не выпускает агар с 1997 года, что в целом негативно отражается на экономике регионов и развитии отдельных отраслей, особенно пищевой и микробиологической, промышленности в России.

Руководство двух последних предприятий пытается возобновить выпуск агара. После некоторой реконструкции агаровый завод в пос. Южно-Морской октябре 2001г. был запущен, и до мая 2002 г. было выпущено около 40 тонн пищевого агара. Корсаковский агаровый завод, включенный в рыбопромышленную группу «БИНОМ», также введен в действие в текущем году и сообщают о возможном выпуске агара пищевого двух сортов и микробиологического трех сортов. Однако о постоянном промышленном производстве этого важного для России продукта еще не заявлено.

Деятельность агарового цеха, принадлежащего ФГУП Опытному водорослевому комбинату г.Архангельск (АОВК), в настоящее время также остановлена из-за передислокации его с Соловецких островов на территорию АОВК. После монтажа производственной линии мощностью 20-25 т. в год ее запуск осуществлен в ноябре 2002 года.

В этой неустойчивой ситуации самое важное то, что в России так и не производят микробиологический агар в достаточных объемах и соответствующего качества. В настоящее время существует реальная опасность террористических актов, направленных на дестабилизацию бактериологической обстановки во всем мире. На случай обострения таковой в России и успешной борьбы с

последствиями необходимы собственные запасы микробиологического агара, который является основой для дифференциально-диагностических питательных сред и используется для идентификации болезнетворных и опасных для жизни бактерий, вызывающих ряд инфекционных трудноизлечимых или неизлечимых заболеваний. Микробиологический агар также является основой питательной среды для селекции продуцентов пенициллина и стрептомицина – антибиотиков, которые необходимы для борьбы с инфекционными заболеваниями и включены в перечень жизненно важных лекарственных средств по Российской Федерации.

В настоящее время в России еще не налажено стабильное производство микробиологического агара, объемы выпуска агара пищевого недостаточны, агарозу не выпускают вообще, хотя имеются значительные объемы качественного сырья, высокая потребность рынка, а также агаровые предприятия. В системе научно-исследовательских институтов Госкомрыболовства России разработана воспроизводимая технология, позволяющая в едином технологическом цикле получать из *Ahnfeltia tobuchiensis* и *Ahnfeltia plicata* агар трех типов, каждый из которых соответствует требованиям нормативных документов – ГОСТ 16280-88 «Агар пищевой», ГОСТ 17206-96 «Агар микробиологический», ТУ 9284-095-00472012-97 «Агар особой очистки», а также «Агароза» (ТУ 9284-150-00472012-2000) (Суховерков и др., 2000). По заключению Института органической химии им. Зелинского РАН высокоочищенный агар из анфельции по всем

показателям не уступает хорошо известному препарату А-9793 фирмы Sigma и может использоваться в качестве носителя при гель-хроматографии и гель-электрофорезе как полноценный заменитель импортных препаратов агарозы. Показатели разных типов агара, получаемых из *Ahnfeltia tobuchiensis*, приведены в табл. 2.

Микробиологическое тестирование и испытания высокоочищенного агара из анфельции показали возможность его использования для селекции продуцентов антибиотиков.

Запасы водорослей, в том числе анфельции на Дальневосточном бассейне осваиваются очень слабо (Котенев, 2001). При общих запасах анфельции на Дальнем Востоке около 170 тыс. т. минимальная ежегодная квота составляет 12,3 тыс. т., что позволяет производить ежегодно 300-320 т. пищевого и микробиологического агара. Объемы штормовых выбросов приравниваются к ежегодной квоте, и их рациональное использование позволяет увеличить выпуск агара почти вдвое (до 600 т в год).

В настоящее время пищевая и микробиологическая отрасли, медицина и фармацевтика остро нуждаются в агаре и вынуждены закупать его за рубежом, хотя в России есть все предпосылки для производства агара различных типов.

Решение проблемы производства отечественного агара возможно в рамках государственных программ. Одной из составных частей ФЦП «Социально-экономическое развитие Курильских островов Сахалинской области на период с 2002 г. до 2005 г.» является проект «Развитие биофармацевтического комплекса», включающий создание производства на 100 т агара в год на о-ве Кунашир. Применение современных ресурсосберегающих технологий в биофармацевтическом комплексе позволяет организовать производство пищевого и микробиологического агара, эффективно использовать сырьевые ресурсы Дальневосточного региона, преодолеть кризисную ситуацию с обеспечением агаром пищевой, микробиологической и других отраслей. Создание нового производственного комплекса позволит открыть рабочие места для населения Сахалино-Курильского региона, улучшить условия жизни, повысить предпринимательскую активность, что будет способствовать всестороннему развитию экономики Курильских островов и России в целом.

Строительство Биофармацевтического комплекса, включающего цех по производству агара, ориентировано на инвестиционные средства, и очевидно, что при реализации этого проекта производство не будет контролироваться государством. В интересах государства в рамках целевых программ оказать финансовую поддержку существующим предприятиям в целях их реанимации и развития, а также выделить средства на строительство нового государственного предприятия по производству пищевого и микробиологического агара, стоимость которого ориентировочно оценивается в пределах 10 млн. долл. США, срок – окупаемости 2,5-3 года.