

А. КОЛЛИСТ, Я. ПАРИС, Т. ПЮССА

ВЫДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ АГАРОНОСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

1. Выделение желирующих агаровых и агароподобных веществ из некоторых агароносных водорослей

Представлена О. Эйзенюм

Проведено выделение желирующих веществ из следующих агарофитов морей СССР: 1) *Ahnfeltia plicata* (A. p.), Белое море; 2) *Furcellaria fastigiata* (F. f.), Белое и Балтийское моря; 3) *Phyllophora nervosa* (P. n.), Черное море; 4) *Ahnfeltia tobuchiensis* (A. t.), Японское море; 5) *Gracilaria verrucosa* (G. v.), Японское море.

По количеству удаляющихся в ходе очистки веществ (агаровых и неагаровых вместе) самым эффективным в случае всех изученных водорослей был 1-й этап очистки вываренного экстракта, включающий в себя замораживание и последовательное оттаивание студня.

По характеру выхода агара изученные водоросли можно разделить на две группы: 1) *F. f.*, *P. n.* и *A. p.*: основное количество агара выделяется в начале экстрагирования; 2) *A. t.* и *G. v.*: основное количество агара начинает выделяться после 10-часового экстрагирования.

В современной биохимии и молекулярной биологии все шире используются чистые биополимеры — белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты. Для выделения, очистки и анализа этих высокомолекулярных соединений из природного сырья применяются различные физико-химические методы, среди которых наиболее важны разные виды хроматографии: гель-хроматография, ионообменная и аффинная, а также электрофорез. В этих методах (особенно в аффинной хроматографии) в качестве носителя широко используются гели высокомолекулярных полисахарид — агароз (электронейтральная фракция агара, желирующего полигалактана из некоторых красных морских водорослей — багрянок). Для получения высококачественной агарозы обязательно экстрагирование высококачественного агара из подходящих водорослей. За рубежом для этой цели используются водоросли *Gracilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia*, *Acanthopeltis*, *Ceramium* [1].

Агароподобные вещества — каррагинан, филлофоран, фуцелларан, эухеман, агаронд — выделены и из *Furcellaria*, *Phyllophora*, *Chondrus*, *Tichocarpus*, *Euchemia* и др. В настоящее время окончательно не выяснено наличие/отсутствие нейтральной полисахаридной фракции типа агарозы в этих водорослях.

В Советском Союзе в промышленном масштабе изготавливают агар и подобные ему вещества из следующих водорослей: анфельция (Белое море; изготавливаемый продукт агар), фуцеллярия (Балтийское море; фуцелларан, в Эстонии — эстагар), филофора (Черное море; агароид) и дальневосточная анфельция (дальневосточные моря СССР; агар).

Для выяснения возможностей получения высококачественного агара как сырья для агарозы из водорослей морей СССР исследованы фракционным экстрагированием агары следующих красных водорослей: *F. f.* II, *A. p.*, Белое море, Большой Соловецкий остров; *F. f.* I, Балтийское море, о. Хийумаа; *P. n.*, Черное море, филофоровое поле Зернова; *A. t.* I, *G. v.*, Японское море, залив Петра Великого; *A. t.* II, о. Кунашир, залив Измены.

Выделение агара и подобных ему веществ из агароносных водорослей включает следующие этапы.

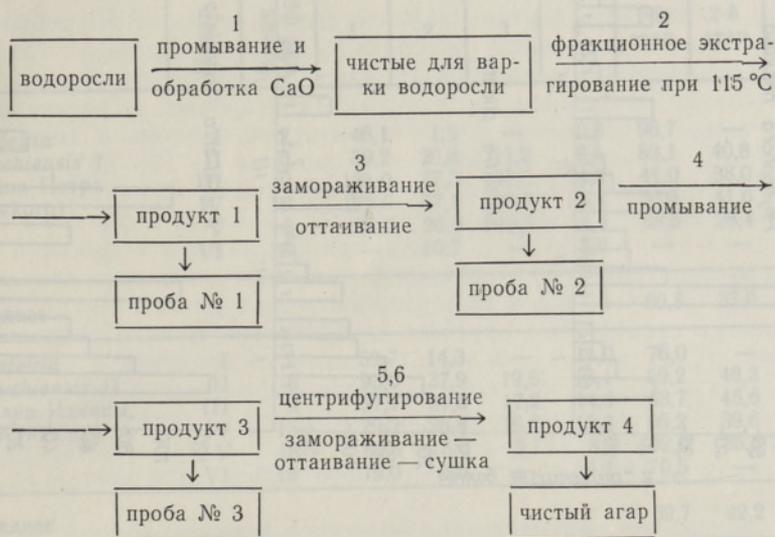
- 1. Добыча и хранение водорослей.** Добыча производится разными методами: ныряние [2], акваланжная техника, разные виды драгирования, рыбные насосы, добыча вручную граблями, сборка на берегу штормовых выбросов [3, 4]. Перед хранением водоросли сушат. Количественный выход агара и его качество сильно зависят от того, где росла водоросль, и времени (месяца) ее добычи [5-9].
- 2. Очистка от механических примесей и промывание водорослей.** Длительность промывания — до 0,5 ч. Имеются данные о нежелательном влиянии сильного промывания [10].
- 3. Предварительная обработка водорослей.** Применяются щелочная обработка окисью кальция или едким натром [11-14] и слабокислая обработка уксусной и серной кислотами [15, 16]. Возможно механическое измельчение водорослей [10, 17, 18] перед экстракцией, но обычно этим методом не пользуются, так как излишнее измельчение отрицательно влияет на экстракцию [18].
- 4. Экстрагирование желирующих веществ.** Варку водорослей проводят в щелочной [6, 19-23], нейтральной [24-28] или слабокислой среде [10, 29-31]. Важным условием является температура экстрагирования агара [5, 18, 32]. Выход агара и его качество зависят и от гидромодуля * экстрагирования [6, 10, 31, 33-35].
- 5. Фильтрация экстракта.** Для удаления из полученного раствора механических примесей и растворенных в нем веществ используют фильтрацию экстракта через хлопчатобумажную ткань, активированный уголь [27] или через ионит [10, 36].
- 6. Очистка и концентрирование геля.** После фильтрации раствор желируют [13, 20, 24, 29] охлаждением его до комнатной температуры. Затем студень промывают водой [20]. Широко применяют метод замораживания и оттаивания геля [10, 20, 27, 29, 37-42]. Воду вместе с растворенными в ней примесями можно удалить также отжиманием студня [11, 20, 41, 43, 44]. Для очистки продукта используют осаждение примесей из раствора агара карбонатом кальция [45].
- 7. Сушка агара.** Для выделения твердого продукта в лабораторных условиях и в промышленном производстве используют осаждение агара из его раствора этиловым спиртом [33, 46, 47] или другими органическими растворителями [6]. Продукт сушат при комнатной температуре. В промышленности сушку агара проводят на специальном барабане при довольно высоких температурах [21]. Агар с очень малым содержанием влаги получают при лиофилизации (сублимационной сушке) раствора [44]. Возможны вымораживание воды из геля и его сушка на открытых площадках на солнце [44].

* Гидромодуль — это весовое соотношение растворителя и растворенного вещества (в данном случае водорослей), подвергаемого экстракции.

Экспериментальная часть

Водоросли собраны в сентябре—ноябре. На месте сборки они были очищены от механических примесей и высушены в тени.

Получение агара-сырца и его очистку проводили по следующей схеме:



1. Водоросли промывали пресной водой и обрабатывали известковым молоком (25 г CaO на 1 кг водорослей) при 20 °C в течение 12 ч. Использовался гидромодуль 10.

2. Экстрагирование агара-сырца по фракциям проводили в лабораторном стерилизаторе ВК-75 при $115 \pm 2^\circ$ и гидромодуле 10 с добавлением 25 г CaO на 1 кг водорослей перед варкой каждой фракции. Продолжительность варки фракций I—VI соответственно 2, 5, 9, 15, 18 и 18 ч. Экстракт фильтровали через хлопчатобумажную ткань и оставляли для желирования при комнатной температуре. Отбирали пробу 1 на анализ с таким расчетом, чтобы после сушки пробы при комнатной (не выше 30°) температуре вес ее сухого вещества был не менее 5 г (необходимое количество для проведения всех анализов). С таким расчетом были отобраны все пробы.

3. Студень замораживали при $-(10-12^\circ)$, затем оттаивали. При этом отделялась значительная часть воды с растворимыми в ней примесями. Отбирали пробу 2 (1-й этап очистки).

4. Полученный коагель промывали водой в течение 12—15 ч и отбирали пробу 3 (2-й этап очистки).

5. Коагель расплавляли в стерилизаторе при $110-115^\circ$, фильтровали через хлопчатобумажную ткань и центрифугировали при 3000 об/мин 20 мин.

6. Супернатант застывал при комнатной температуре, студень измельчали, концентрировали вымораживанием воды и сушили при температуре не выше 30°. Получали конечный продукт, часть которого и является пробой 4 (3-й этап очистки).

Определяли общий вес промежуточных продуктов очистки экстракта (продукт 1 → 2 → 3 → 4) в мокром состоянии.

Отобранные в ходе очистки агара пробы взвешивали, сушили при температуре не выше 30° и по их сухим весам определяли содержание сухого вещества в данной фракции.

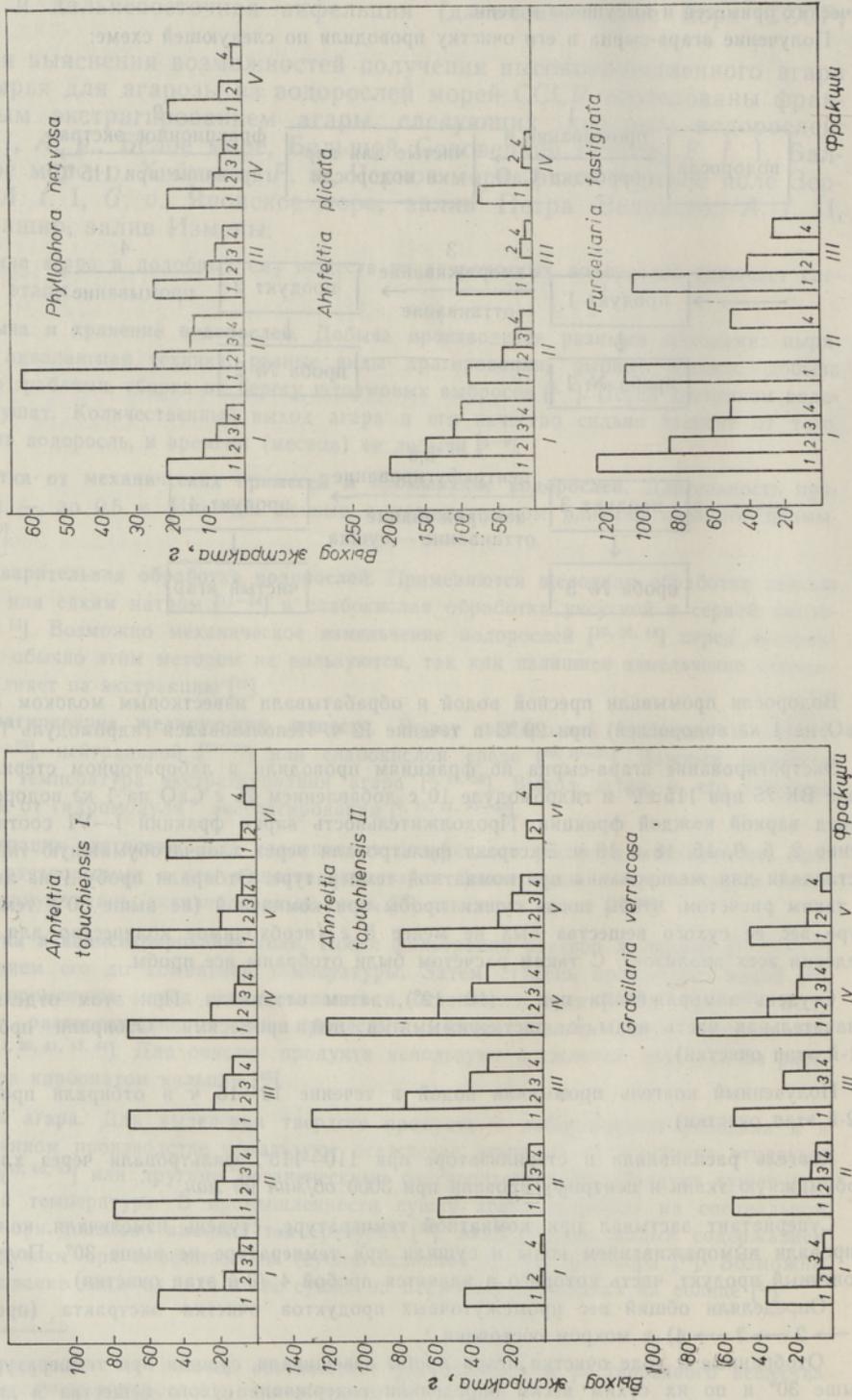


Рис. 1. Очистка экстрактов водорослей, 1—4 — номера проб (соответственно, этап очистки).

Таблица 1

Характеристика процесса очистки агара

Водоросль	Номер фракции	Время экстрагирования фракции, ч	Уменьшение общего веса в ходе очистки (г) продукта:				Эффективность этапов очистки, % от веса удаленных веществ			Количество удаленных веществ, %
			1	2	3	4	1-й этап	2-й этап	3-й этап	
<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> I (залив Петра Великого)	I	2	46,1	1,5	—	0,8	96,7	—	—	98,4
	II	5	59,2	20,8	11,2	8,1	89,1	40,8	29,1	86,3
	III	9	131,0	77,5	43,5	34,8	41,0	38,0	19,9	73,4
	IV	15	122,6	57,1	39,5	33,4	53,5	41,6	15,5	72,8
	V	18	82,7	26,0	18,5	14,4	68,5	28,4	22,9	82,6
	VI	18	—	10,7	—	5,8	—	—	—	—
Среднее							69,8	37,0	22,0	82,7
<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> II (залив Измены, о. Кунашир)	I	2	59,7	14,3	—	14,0	76,0	—	—	76,5
	II	5	93,0	37,9	19,6	18,1	59,2	48,3	7,7	80,5
	III	9	87,1	31,6	17,2	14,3	63,7	45,6	16,9	83,6
	IV	15	79,2	26,8	16,2	12,3	66,2	39,6	24,1	84,5
	V	18	86,5	15,0	9,7	8,0	82,6	35,3	17,5	90,8
	VI	18	19,0	5,6	—	4,1	70,5	—	—	78,5
Среднее							69,7	42,2	16,6	82,2
<i>Gracilaria verrucosa</i> (залив Петра Великого)	I	2	25,4	6,9	5,1	3,2	72,6	27,0	40,0	87,4
	II	5	52,0	16,8	13,1	8,7	67,7	22,0	33,5	83,3
	III	9	—	—	26,5	17,3	—	—	34,8	—
	IV	15	63,3	35,8	20,4	19,0	43,5	43,0	2,1	69,8
	V	18	32,0	4,0	—	4,6	87,5	—	—	85,6
Среднее							67,8	30,6	27,8	81,5
<i>Ahnfeltia plicata</i> (Белое море)	I	2	194,0	152,0	111,0	105,1	21,6	27,0	5,0	45,6
	II	5	88,5	39,3	26,8	19,4	55,6	31,9	20,4	78,1
	III	9	114,0	—	6,6	6,2	—	—	6,0	94,6
	IV	15	75,6	7,6	—	4,7	90,0	—	—	93,8
	V	18	42,3	5,3	—	1,1	87,5	—	—	97,4
Среднее							63,6	29,9	10,4	81,9
<i>Phyllophora nervosa</i> (Черное море)	I	2	22,0	10,8	8,3	6,2	51,0	23,0	25,0	71,8
	II	5	61,7	26,7	15,3	14,8	57,3	42,7	3,3	76,0
	III	9	24,1	9,9	7,6	6,9	58,9	23,2	10,0	71,6
	IV	15	21,6	8,1	6,1	4,7	62,5	17,1	23,0	78,2
	V	18	20,9	5,4	—	2,4	74,1	—	—	88,5
Среднее							60,8	26,5	15,5	77,2
<i>Furcellaria fastigiata</i> (Балтийское море)	I	2	130,0	85,1	60,6	51,7	34,5	28,8	14,8	60,2
	II	3	117,0	—	—	48,3	—	—	—	58,7
	III	5	111,0	42,8	—	25,6	61,4	—	—	76,9
Среднее							48,0	28,8	14,8	65,2

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 изображен ход очистки экстрактов изученных водорослей. Высота столбика соответствует среднему из нескольких параллельных опытов сухому весу каждой фракции после 1-, 2-, 3- и 4-го этапов очистки. Отсутствие некоторых столбиков указывает на то, что пробы не отбирались.

В табл. 1 включены данные, характеризующие более подробно ход очистки и концентрирования экстрактов. Здесь помещены данные одного опыта, наиболее характерного для конкретной водоросли.

Значительное вымывание балластных (неагаровых и растворимых агаровых) веществ достигается уже в 1-м этапе очистки, в ходе которого сухой вес фракции уменьшается в среднем на 50—70% (рис. 1, табл. 1). В большинстве случаев этот процент мало зависит от номера фракции экстракта. Исключение составляет *A. p.*, вес I фракции которой уменьшается только на 22%, в то время как из IV и V фракций удаляется в 1-м этапе 90% сухих веществ. Аналогичные результаты получены и в случае *F. f. I*: здесь эффективность 1-го этапа очистки также заметно ниже в сравнении с другими водорослями. В ходе длительного промывания студня агара (2-й этап очистки) из продукта 2 удаляется 26—42% сухих веществ. Этот этап наиболее эффективен в случае обоих образцов *A. t.* Во 2-м этапе больших отклонений от средней эффективности не наблюдалось (для *A. p.* мало данных). 3-й этап очистки уменьшает вес сухих веществ на 10—28%. Более эффективен этот этап для *G. v.* (27,8%).

Менее эффективна количественно очистка I фракции водоросли *A. p.* (удаляется лишь 45,6% сухого вещества). А доля этой фракции от общего выхода конечного продукта составляет 85%. Таким образом, в случае *A. p.* желирующие полисахариды, вываривающиеся в основном в начальной стадии процесса, содержат относительно мало примесей.

Суммарное удаление балластных веществ в ходе очистки зависит от типа водоросли и колеблется в пределах от 83% (*A. t. I*; *A. t. II*; *G. v.* и *A. p.*) до 65% (*F. f.*).

Таблица 2

Выход чистого агара (продукт 4) по фракциям (в %)

Номер фракции	Время экстрагирования, ч	<i>Phyllophora nervosa</i>	<i>Furcellaria fastigiata</i> I	<i>Furcellaria fastigiata</i> II	<i>Ahnfeltia plicata</i>	<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> I	<i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> II	<i>Gracilaria verucosa</i>
I	2	11,5	37,6	44,2	65,0	3,0	17,2	8,7
II	5	50,1	35,3	29,2	21,9	13,2	20,8	18,8
III	9	23,4	20,1	22,8	6,4	32,3	21,8	26,3
IV	15	11,6	7,0	3,8	5,4	34,4	21,7	33,5
V	18	3,4	—	—	1,2	13,7	11,4	10,8
VI	18	—	—	—	0,1	3,4	7,1	1,9
Всего		100	100	100	100	100	100	100
Число опытов		3	3	1	2	5	5	3
Средний выход		4,4	17,4	18,4	17,0	12,2	7,9	7,3

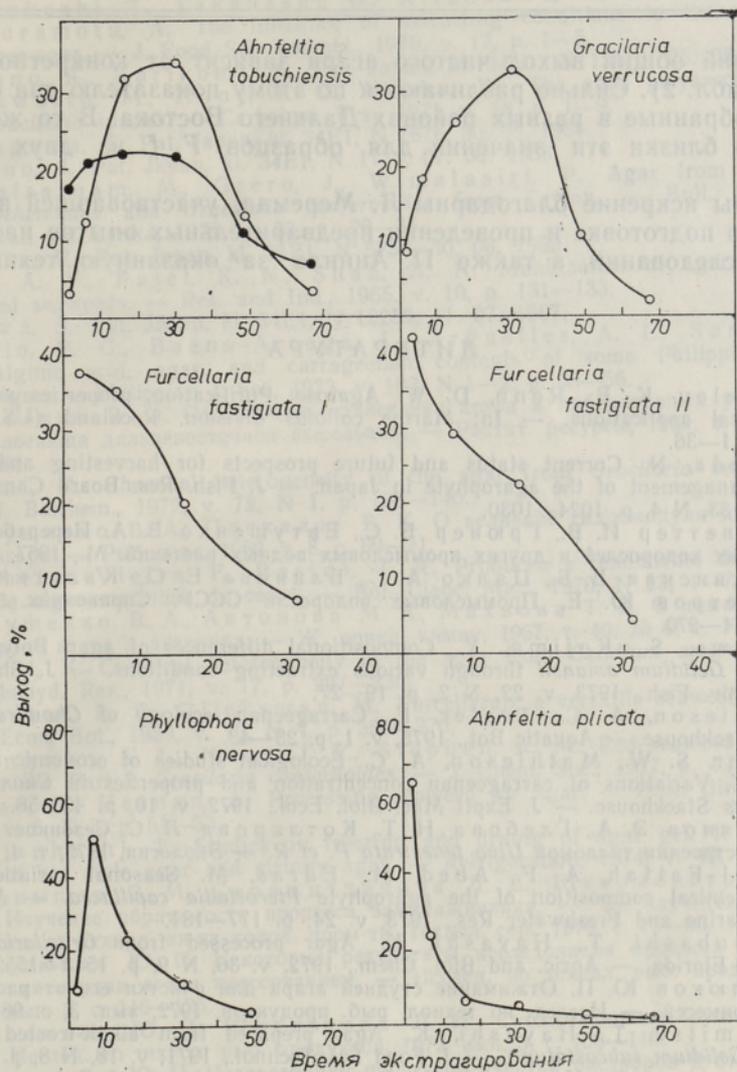


Рис. 2. Распределение выхода чистого агара по времени экстрагирования.

По данным табл. 2 все изученные водоросли можно разделить на две группы. В первую группу войдут агарофиты видов *A. t.* I, II и *G. v.*, для которых зависимость выхода чистого агара от времени экстрагирования фракций проходит через максимум (в случае *A. t.* II максимум выражен слабее). Вторую группу составят остальные водоросли, из которых основное количество агара выделяется уже в первых фракциях, т. е. в первые часы экстрагирования. При дальнейшей варке водорослей этой группы выход чистого агара значительно уменьшается. Особенно резко падение выхода чистого продукта в случае водоросли *A. p.* (рис. 2). Для багрянки *P. n.* соответствующая кривая проходит также через очень резкий максимум (что характерно для водорослей первой группы), но поскольку основное количество агара выделяется в начальной стадии экстрагирования (с фракцией II), то правомерно *P. n.* отнести ко второй группе.

Средний общий выход чистого агара зависит от конкретной водоросли (табл. 2). Сильно различаются по этому показателю два образца *A. t.*, отобранные в разных районах Дальнего Востока. В то же время довольно близки эти значения для образцов *F. f.* из двух разных морей.

Авторы искренне благодарны Л. Меремаа, участвовавшей в 1974—1975 гг. в подготовке и проведении предварительных опытов настоящей серии исследований, а также П. Аннило за оказанную техническую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guiseley, K. B., Renn, D. W. Agarose: Purification, properties and biomedical applications. — In: Marine colloids division. Rockland (USA), 1977, p. 1—36.
2. Yamada, N. Current status and future prospects for harvesting and resource management of the agarophyte in Japan. — J. Fish. Res. Board Canada, 1976, v. 33, N 4, p. 1024—1030.
3. Кизеветтер И. В., Грюнер В. С., Евтушенко В. А. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М., 1967, с. 3—416.
4. Возжинская В. Б., Цапко А. С., Блинова Е. С., Калугина А. А., Петров Ю. Е. Промысловые водоросли СССР. Справочник. М., 1971, с. 4—270.
5. Tagawa, S., Kojima, Y. Compositional differences of agar. Polysaccharide of *Gelidium amansii* through various extracting conditions. — J. Shimonoseki Univ. Fish., 1973, v. 22, N 2, p. 19—27.
6. Mathieson, A. C., Tveter, E. Carrageenan ecology of *Chondrus crispus* Stackhouse. — Aquatic Bot., 1975, v. 1, p. 25—43.
7. Fuller, S. W., Mathieson, A. C. Ecological studies of economic red algae. IV. Variations of carrageenan concentration and properties in *Chondrus crispus* Stackhouse. — J. Exptl Mar. Biol. Ecol., 1972, v. 10, p. 49—58.
8. Титлянов Э. А., Глебова Н. Т., Котлярова Л. С. Сезонное изменение в строении талломов *Ulva tenestrata P. et R.* — Экология, 1975, т. 4, с. 36—41.
9. Abdel-Fattah, A. F., Abed, M., Edras, M. Seasonal variation in the chemical composition of the agarophyte *Pterocladia capillacea*. — Austral. J. Marine and Freshwater Res., 1973, v. 24, p. 177—181.
10. Matsushashi, T., Hayashi, K. Agar processed from *Gracilaria foliifera* of Florida. — Agric. and Biol. Chem., 1972, v. 36, N 9, p. 1543—1552.
11. Маслюков Ю. П. Отжимание студней агара для очистки его от растворимых примесей. — Исслед. по технол. рыб. продуктов, 1972, вып. 3, с. 98—102.
12. Hiramitsu, T., Hayashi, K. Agar prepared from alkali-treated *Hircusca (Gelidium subcostatum)*. — J. Food Sci. Technol., 1971, v. 18, N 8, p. 394—399.
13. Hiramitsu, T., Hayashi, K. On the alkali-treatment of *Onicusa (Gelidium japonicum)* and *Macusa (Gelidium amansii)*. — J. Food Sci. Technol., 1971, v. 18, N 10, p. 488—490.
14. Matsushashi, T., Takahashi, B., Kitadzawa, T. Agar-agar from alkali-treated *Macusa (Gelidium amansii)*. — J. Food Sci. Technol., 1971, v. 18, N 8, p. 284—287.
15. Matsushashi, T. Acid pretreatment of agarophytes provides improvement in agar extraction. — J. Food Sci., 1977, v. 42, N 5, p. 1396—1400.
16. Matsushashi, T. Firmness of agar gel with respect to the heat energy required to dissociate cross linkage of gel. — Proc. 7th Intern. Seaweed Symp. Sapporo 1971. Tokyo, 1972, p. 460—463.
17. Лукачев О. П. Ускорение процесса экстрагирования агара. — Рыб. х-во, 1965, т. 3, с. 64—65.
18. Евтушенко В. А., Почкалов В. К. Влияние температуры греющей поверхности на выход и качество агара при щелочной варке анфельции. — Рыб. х-во, 1962, т. 5, с. 73—75.
19. Ханцкевич В. Г., Гемп К. П., Киреева М. С., Грюнер В. С. Новый вид агара из водорослей фуцеллярии. — Рыб. х-во, 1957, т. 5, с. 47—50.
20. Kodzima, Y., Tagawa, S., Fukushima, Y., Kono, M. Investigation of a new method of preparing agar-agar from *Ahnfeltia plicata*. — J. Shimonoseki Univ. Fish., 1960, v. 9, p. 43—52.
21. Tagawa, S., Nodzawa, S., Kadzima, Y. Compositional differences of agar polysaccharide of *Gelidium amansii* through various extracting conditions. — J. Shimonoseki Univ. Fish., 1965, v. 14, p. 15—20.

22. Matsubashi, T., Takahashi, B., Kitadzawa, T., Nakadzima, G., Kuramoto, A. The influence of extracting conditions to the quality of agar-agar. — J. Food Sci. Technol., 1970, v. 17, p. 1—5.
23. Kurano, K., Karikomi, K. Pat. Japan, kl. 34E1, N 12170, 25. 05. 1960.
24. Duckworth, M., Hony, K. C., Yaphe, W. The agar polysaccharides of *Gracilaria* species. — Carbohyd. Res., 1971, v. 18, p. 1—9.
25. Janagawa, T. Pat. Japan, kl. 34E1, N 7676, 30. 08. 1958.
26. Amano, J. Pat. Japan, kl. 34E1, N 1134, 07. 05. 1958.
27. Durairatnam, M., Grero, J., Wimalasiri, P. Agar from *Gracilaria lochenoides* and *Gracilaria confervoides* from Ceylon. — Bull. Fish. Res. Stat. Sri Lanka, 1972, v. 23, p. 29—35.
28. Kijeta, R. Pat. Japan, kl. 34E1, N 5734, 30. 06. 1959.
29. Rao, A. V., Patel, K. N., Shah, H. N. Manufacture of agar-agar from red seaweeds. — Res. and Ind., 1965, v. 10, p. 131—133.
30. Igawa, S. Pat. Japan, kl. 34E1, N 18259, 11. 07. 1967.
31. Anglo, P. G., Baens-Arcega, L., Arguelles, A. L., Sarabia, N. Alginic acid, agar, and carrageenan contents of some Philippine marine algae. — Philippine J. Sci., 1973, v. 102, N 1—2, p. 55—56.
32. Макиенко В. Ф. Особенности извлечения агара в лабораторных условиях из слоевища дальневосточной анфельдии. — Растит. ресурсы, 1969, т. 5, с. 560—564.
33. Izumi, K. Chemical heterogeneity of the agar from *Gracilaria verrucosa*. — J. Biochem., 1972, v. 72, N 1, p. 135—140.
34. Евтушенко В. А., Почкалов В. К. О величине гидромодуля при выварке агара. — Рыб. х-во, 1962, т. 8, с. 69—71.
35. Pinheiro-Vieira, F., Bastos, J. R. Producao e rendimento do agar-agar de algas marinhas do ceara. — Bol. Cienc. Mar., 1970, N 23, 1—7.
36. Евтушенко В. А., Антонова М. А., Махнова Т. В. О химической природе агара и агароида. — Ж. прикл. химии, 1967, т. 40, № 8, с. 1767—1774.
37. Izumi, K. Chemical heterogeneity of the agar from *Gelidium amansii*. — Carbohyd. Res., 1971, v. 17, p. 227—230.
38. Schahat, R. E., Glicksman, M. Furcellaran, a versatile seaweed extract. — Econ. Bot., 1959, v. 13, N 4, p. 365—370.
39. Clingman, A. L., Nunn, J. R., Stephen, A. M. Red seaweed polysaccharides. Part I. *Gracilaria confervoides*. — J. Chem. Soc., 1957, p. 197—203.
40. Chao, D., Heenan, A. Processing seaweed for agar. — Proc. Biochem., 1971, v. 6, N 3, p. 51—53.
41. Matsubashi, T. Studies on freezing and drying of agar gel. I. Comparison of bar style agar and stringy agar. — Refrigeration, 1974, v. 49, p. 397—404.
42. Чернышев В. М., Серажитдинова Л. Д., Шкермонстрова Л. А. Изучение обратимости процесса замораживания. — Тр. науч.-тех. конф. Ленингр. технол. ин-та холод. пром-ти. Технол. сер., 1970, с. 77—80.
43. Маслюков Ю. П. Некоторые результаты исследования процесса обезвоживания студня агара прессованием. — Исслед. по технол. рыб. продуктов, 1971, вып. 5, с. 116—125.
44. Маслюков Ю. П., Шмелькова Л. П. Сублимационная сушка агара. — Исслед. по технол. рыб. продуктов, 1972, вып. 3, с. 103—110.
45. Маслюков Ю. П. Исследования процессов очистки растворов и студней агара. Автореф. канд. дис. Владивосток, 1973.
46. Whyte, J. N. C. Polysaccharides of red seaweed *Rhodymenia pertusee*. Part I. Water soluble glucan. — Carbohyd. Res., 1971, v. 16, p. 220—224.
47. Yaphe, W. The determination of *k*-carrageenan as a factor in the classification of the *Rhodophyceae*. — Canad. J. Bot., 1959, v. 37, p. 751—757.

Институт химии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
24/X 1979

Тартуский
государственный университет

A. KOLLIST, J. PARIS, T. PUSSA

AGARIVETIKATEST ERALDATUD POLÜSAHHARIIDIDE UURIMINE JA KASUTAMINE

1. Geelistuvate ainete eraldamine mõningatest agarivetikatest

Käsitletud geelistuvad ained eraldati järgmistest NSV Liidu meredes kasvavatest agarivetikatest: 1. *Ahnfeltia plicata* ja 2. *Furcellaria fastigiata* (Solovetsi saared, Valge meri), 3. *Furcellaria fastigiata* I (Hiiumaa), 4. *Phyllophora nervosa* (Zernovi füllofooraväli, Must meri), 5. *Ahnfeltia tobuchiensis* I ja 6. *Gracilaria verrucosa* (Peeter Suure laht, Jaapani meri), 7. *Ahnfeltia tobuchiensis* II (Kunaširi saar Kuriili saarestikus). Ekstraheerimine toimus CaO-lisandiga keetmise teel fraktsioonide kaupa. Geelistuvate ainete eraldumise dünaamika järgi jaotati vetikad kahte rühma: esimesse kuuluvad vetikad nr. 1—4, teise nr. 5—7.

A. KOLLIST, J. PARIS, T. PUSSA

CHARACTERIZATION AND UTILIZATION OF POLYSACCHARIDES ISOLATED FROM AGAR-CONTAINING ALGAE

1. Isolation of gelling substances from several agarophytes

Gelling substances have been isolated from the following agarophytes growing on the seashores of the USSR: (1) *Ahnfeltia plicata* and (2) *Furcellaria fastigiata* II (Solovets Islands in the White Sea), (3) *Furcellaria fastigiata* I (Hiiumaa Island in the Baltic Sea), (4) *Phyllophora nervosa* (Odessa Region on the Black Sea), (5) *Ahnfeltia tobuchiensis* I, and (6) *Gracilaria verrucosa* (Gulf of Peter the Great in the Sea of Japan), and (7) *Ahnfeltia tobuchiensis* II (Kunashir Island in the Kurile Archipelago in the Pacific). According to the character of the extraction of gelling substances obtained by using extracting by fractions, the studied algae have been divided into two groups (algae species 1—4 and 5—7).