

ко концентрацию кислот, но и качественный состав смесей кислот и их солей, т.к. на стойкость пресервов оказывает влияние не только величина рН, но и вид используемых для снижения его значения регуляторов кислотности.

Литература

1. Ездакова О.Ю. Использование органических кислот в технологии пресервов, подлежащих хранению при положительных температурах // Пути повышения качества и безопасности рыбных продуктов: сб. науч. трудов. – Калининград, 2002. – С. 90.
2. Касьянов Г.И. Консервирующее действие глюконо-дельта-лактона / Г.И. Касьянов, Г.И. Палагина, В.Б. Харченко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – №5-6.
3. Лисицын А.Б. Комплексные пищевые добавки бактериостатического действия / А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, Т.Г. Кузнецова и др. // Мясная индустрия. – 2002. – №11. – С. 25-29.
4. Booth I.R. Regulation of cytoplasmic pH in bacteria // Microbiol. Rev. – 1995. – Vol. 49 – P. 359-378.
5. Booth I.R. The preservation of foods by low pH // Mechanisms of action of food preservation procedures / I.R. Booth, R.G. Kroll. Ed. by Gould G.W. – London: Elsevier Applied Science, 1989. – P. 119-160.
6. Gould G.W. Homeostatic mechanisms during food preservation by combined methods // Food preservations by moisture control: fundamentals and applications / Ed. by Barbosa-Canovas G.V and Welti-Chanes J. – Lancaster-Basel: Technomic Publishing, 1995. – P. 397-407.
7. Häussinger D. PH homeostasis – mechanisms and control. – London: Academic Press, 1988. – 479 p.
8. Ingram et al. Inhibition and inactivation of vegetative microbes. – London: Academic Press, 1976. – 130 p.
9. Lund B. M. Control of pH and use of organic acid / B. M. Lund, T. Eklund // The microbiological safety and quality of food / Ed. By B. M. Lund, A.C. Baird-Parker, G. W. Gould. – Maryland (USA): Aspen Publishers, 2000. – P. 175-199.
10. Lück E. Antimicrobial food additives. Characteristics. Uses. Effects / E. Lück, M. Jager. – Berlin: Springer, 1997. – 260 p.

О.В.Толкачева, Б.Л.Нехамкин
(АтлантНИРО, г. Калининград)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЗАЛИВКИ ДЛЯ ПРЕСЕРВОВ НА ВЕЛИЧИНУ АКТИВНОСТИ ВОДЫ

Снижение активности воды a_w заливок за счет использования определенного количества соли, сахара, влагоудерживающих агентов (например, крахмал, камеди, каррагенаны и др.) является одним из способов повышения стойкости пресервов, поэтому представляет интерес изучение влияния этих компонентов заливки на величину активности воды.

Оптимум a_w для роста большинства микроорганизмов находится в пределах 0,995-0,980. Как только величина a_w становится ниже оптимума роста, каждая фаза цикла роста удлиняется. Снижение скорости роста в экспоненциальной (логарифмической) фазе роста представлено на рис.1[5].

Бактерии растут быстрее, чем плесневые грибы, так что в условиях, благоприятных для роста как бактерий, так и плесневых грибов, первые будут преобладать [4].

В табл. 1 [4] представлены приблизительные минимальные величины a_w , необходимые для роста некоторых бактерий, которые могут присутствовать в пищевых продуктах. Эти величины получены понижением a_w питательной среды при помощи

хлорида натрия, в то время как остальные факторы окружающей среды, такие как температура и pH, являются оптимальными для роста данного вида бактерий.

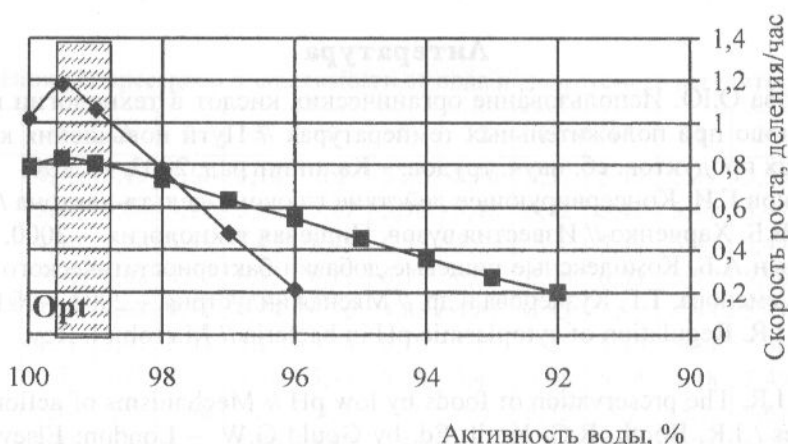


Рис. 1. Влияние активности воды на скорость роста микроорганизмов: \blacklozenge – *Salmonella oranienburg*, \blacksquare – *Saccharomyces cerevisiae*

Таблица 1

Минимальные значения активности воды для роста отдельных видов бактерий

Вид	Значение a_w
<i>Campylobacter jejuni</i>	0,98
<i>Aeromonas hydrophila</i>	0,97
<i>Clostridium botulinum</i> type E	0,97
<i>Clostridium perfringens</i>	0,97
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0,97
<i>Streptococcus lactis</i>	0,97
<i>Escherichia coli</i>	0,95
<i>Lactobacillus helveticus</i>	0,95
<i>Salmonella species</i>	0,95
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0,95
<i>Bacillus cereus</i>	0,93
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	0,93
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,92
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86
<i>Micrococcus halodenitrificans</i>	0,85
<i>Vibrio costicola</i>	0,85
<i>Halobacterium halobium</i>	0,75

Большинство патогенных бактерий, присутствующих в пищевых продуктах, растет при a_w больше 0,98. Часть патогенных бактерий имеет минимальный уровень a_w для роста – 0,95-0,94 [7]. К этой группе относится сем. Enterobacteriaceae. К галофильным пищевым патогенам относится *Vibrio parahaemolyticus*, которому для роста необходимо по меньшей мере 0,5% хлористого натрия. *Listeria monocytogenes* является одним из патогенов, которые лучше размножаются при пониженном значении a_w . Ее нижний предел 0,92 в присутствии NaCl [8]. Единственной патогенной бактерией, которой необходимо низкое значение a_w , является *Staphylococcus aureus*. Ее нижним пределом является 0,86. Хотя *St. aureus* является факультативным анаэробом, в анаэробных условиях рост наблюдается только до значения a_w , равного 0,92 [9].

Плесневые грибы и дрожжи, как правило, присутствующие в пресервах сверх нормативных значений, обычно растут в более кислой или более сухой среде, чем

бактерии. Для подавления их жизнедеятельности требуются низкие значения a_w . Минимальные величины a_w , при которых прекращается рост дрожжей и плесневых грибов, характерных для пищевых продуктов, находятся в пределах 0,60-0,93 при среднем значении 0,77 [6].

Материалы и методы

Для изучения влияния хлористого натрия и сахара на активность воды их растворяли в дистиллированной воде в необходимой концентрации.

При изучении совместного влияния компонентов в целях рационального планирования эксперимента использовали метод «латинского квадрата», описанный М.М. Протодяконовым и Р.И. Тедером в 1970 г. Метод позволяет значительно снизить количество практических вариантов при оценке множественной корреляции.

В качестве составных частей заливки, определяющих необходимые ее свойства (от вкуса до возможности повысить потенциальную стойкость пресервов) использовали хлористый натрий, сахар, смесь камедей (гуаровая и рожкового дерева), крахмал модифицированный.

Активность воды определяли на приборе AQC-2 (фирма NAGY Mess system, Германия) с емкостным датчиком влажности, разрешением измерения 0,001, при температуре 24,5-25,0°C.

Результаты и их обсуждение

На рис. 2, 3 представлены данные по влиянию хлористого натрия и сахара на величину активности воды в растворах. Известно, что хлористый натрий снижает величину активности воды значительно интенсивнее, чем сахар [2, 4]. Соль при массовой доле 4-6% снижает активность воды до 0,97-0,95, что уже достаточно для подавления роста большинства бактерий. Влияние сахара при массовой доле 5-10% на активность воды менее существенно в сравнении с массовой долей хлористого натрия. При этом массовая доля соли в заливках может достигать 7-10% (в расчете на водную фазу) с сохранением приемлемых органолептических показателей. Высокие массовые доли сахара (более 5-7%) придают нехарактерный для традиционных пресервов вкус, который требуется корректировать введением новых компонентов, например, пищевых кислот, томатной пасты и др.



Рис. 2. Влияние хлористого натрия на активность воды

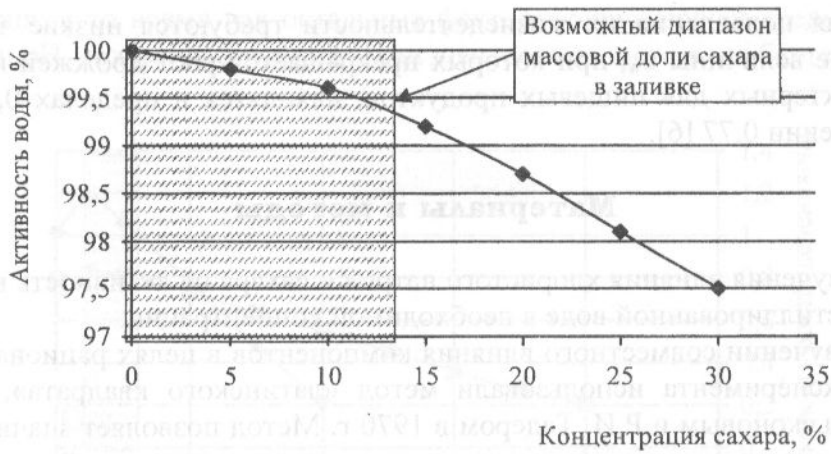


Рис. 3. Влияние сахара на величину активности воды

Поваренная соль является обязательным компонентом, как рыбы, так и заливки в пресервах. Поэтому представляло интерес изучение влияния сахара на активность воды на фоне различных концентраций соли. На рис. 4 показано влияние различных концентраций сахара на изменение активности воды солевого раствора. При желаемой величине a_w около 0,95 внесение в заливку 10% сахара позволяет снизить массовую долю соли на 0,8-1,0%. При равных значениях солёности заливки a_w может отличаться на 0,008-0,01, что является существенной величиной для торможения жизнедеятельности патогенных и гнилостных микроорганизмов.

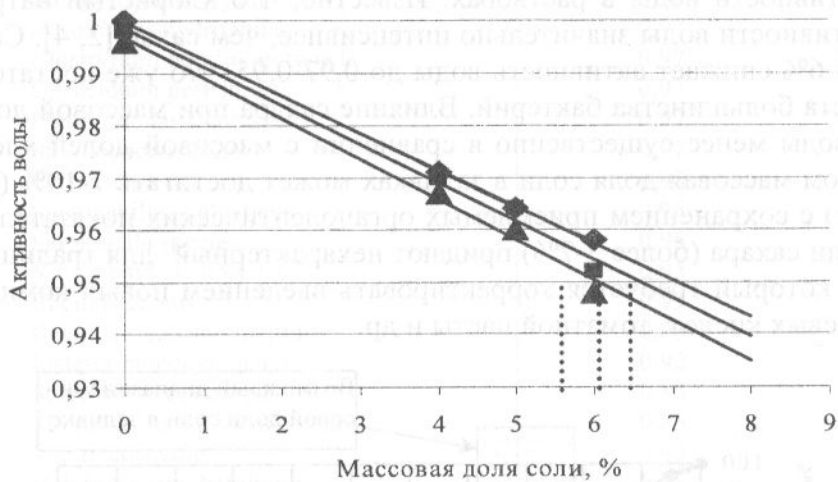


Рис. 4. Изменение активности воды солевого раствора при различной массовой доле сахара: \diamond – 0% сахара, \blacksquare – 5% сахара, \blacktriangle – 10% сахара (Толкачева, Нехамкин, 2006)

Важными компонентами для снижения активной влажности могут явиться влагоудерживающие агенты. Исследовали влияние модифицированного картофельного крахмала и смеси камедей (гуаровой и рожкового дерева) – веществ, которые в настоящее время широко используют при производстве рыбной продукции в качестве загустителей [2]. По предварительно полученным нами данным для большинства видов заливок нецелесообразно использовать рассматриваемые вещества в концентрации большей, чем указано в табл. 2.

Влияние влагоудерживающих агентов на a_w

Компоненты	Массовая доля компонентов, %	Значение a_w
Крахмал модифицированный	1	0,989
	2	0,986
	3	0,983
Камедь гуаровая	0,1	0,993
	0,2	0,989
	0,3	0,984

Снижение a_w под действием камеди и крахмала происходит на одинаковые значения, но при этом концентрация камеди на порядок ниже. Можно заметить, что при исследованных концентрациях компонентов происходит незначительное снижение a_w , однако даже такое снижение может на 20-30% снизить скорость роста отдельных видов микроорганизмов, если выйти за оптимальную зону развития. А как показывает рис. 3, оптимум развития микроорганизмов находится в очень узком диапазоне активности воды.

Заливка пресервов – это обычно многокомпонентная система. Поэтому представляло интерес изучение совместного влияния основных компонентов заливки (сахара, соли, крахмала, камедей), способных изменять величину активности воды. Полученные результаты измерений в виде усредненных зависимостей активности воды от массовой доли соли и сахара представлены на рис. 5, 6. Наиболее сильное влияние на активность воды оказывает поваренная соль и на ее фоне роль крахмала и камедей практически отсутствует. Зависимость a_w от массовой доли соли носит прямолинейный характер, как и в случае одиночного ее присутствия в растворе. Также адекватны и зависимости a_w от массовой доли сахара при совместном и одиночном присутствии в растворе, только зависимости носят полиномиальный характер.

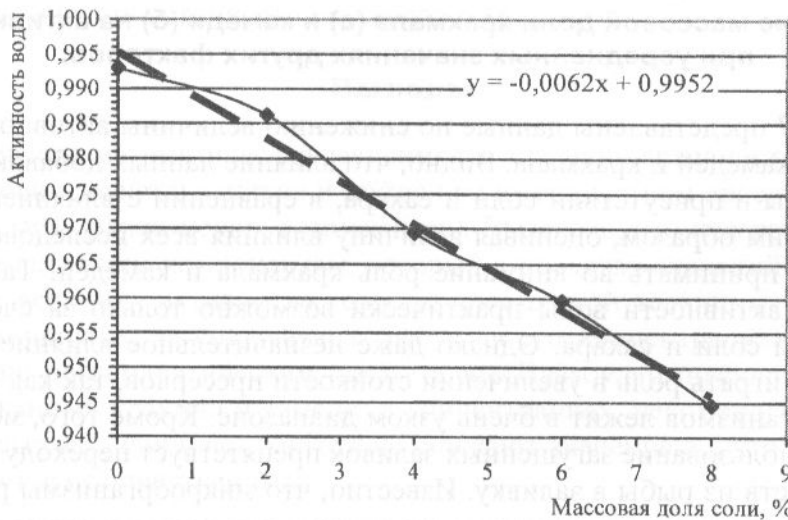


Рис. 5. Влияние массовой доли хлористого натрия на активность воды при усредненных значениях остальных факторов

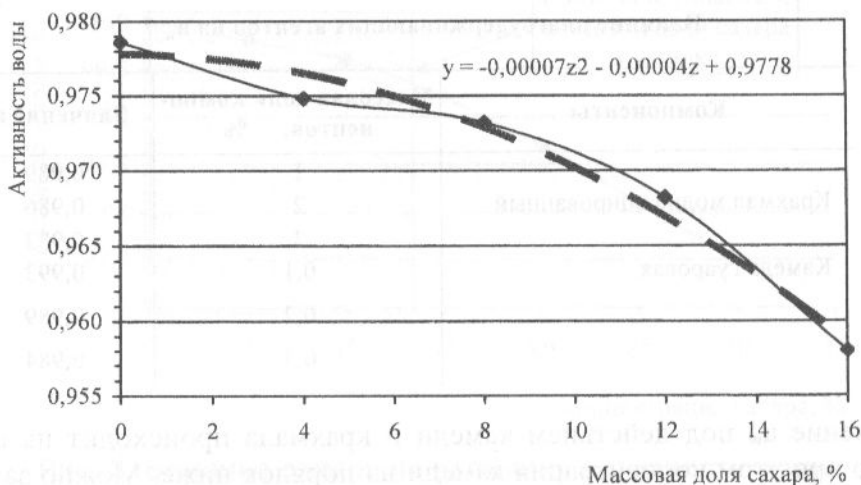


Рис. 6. Влияние массовой доли сахара на активность воды при усредненных значениях других факторов

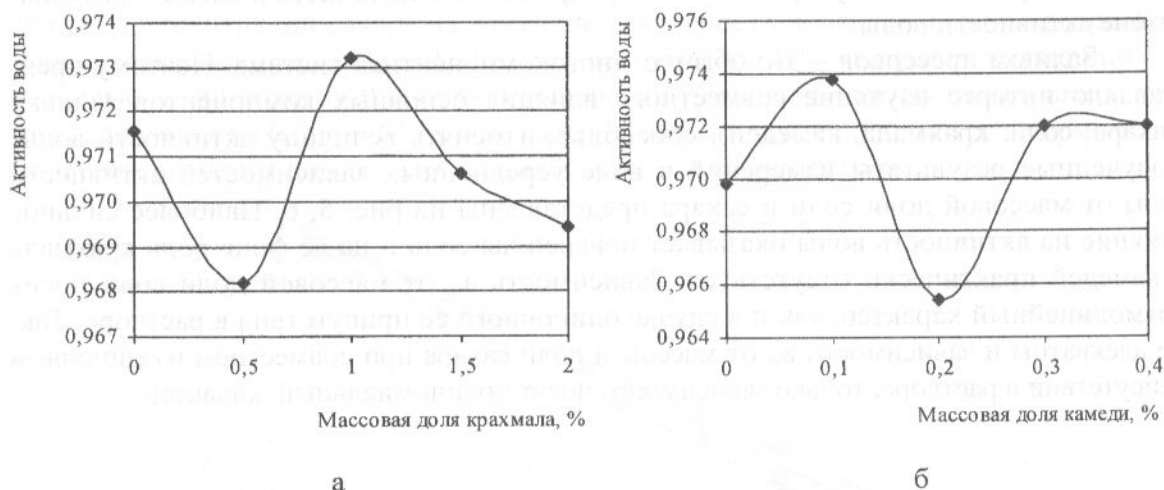


Рис.7. Влияние массовой доли крахмала (а) и камеди (б) на активность воды при усредненных значениях других факторов.

На рис. 7 представлены данные по снижению величины активности воды при помощи смеси камедей и крахмала. Видно, что влияние данных добавок на величину активности воды в присутствии соли и сахара, в сравнении с влиянием соли, несущественно. Таким образом, оценивая величину влияния всех исследованных факторов, можно не принимать во внимание роль крахмала и камедей. Таким образом, регулирование активности воды практически возможно только за счет изменения массовых долей соли и сахара. Однако даже незначительное влияние крахмалов и камедей может играть роль в увеличении стойкости пресервов, так как оптимум развития микроорганизмов лежит в очень узком диапазоне. Кроме того, можно предположить, что использование загущенных заливок препятствует переходу растворимых белковых веществ из рыбы в заливку. Известно, что микроорганизмы развиваются в водной фазе, следовательно, уменьшая количество питательных веществ в ней, можно снизить скорость их развития.

Для объединения частных эмпирических зависимостей в общую (факторы – массовая доля соли и сахара) мы оценили изменение активности воды при изменении

массовой доли сахара на 1% в зависимости от диапазона его концентрации (рис. 8). При этом влияние оценивали на фоне присутствия в растворе других компонентов.

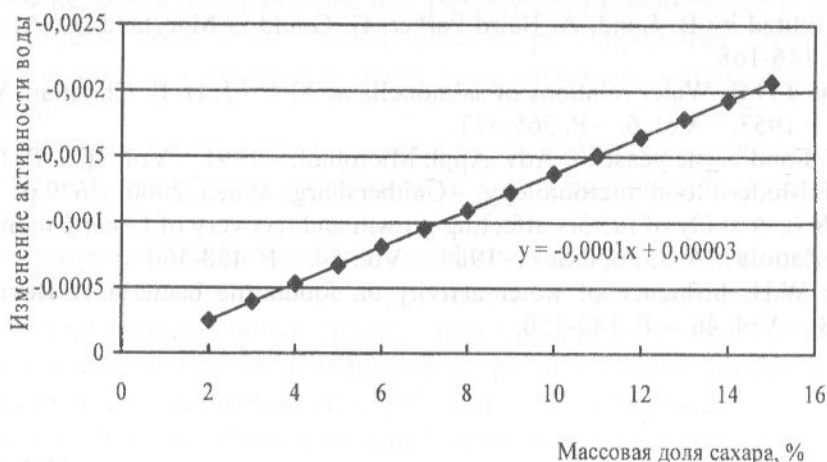


Рис. 8. Изменение активности воды при изменении массовой доли сахара на 1% в зависимости от диапазона его концентрации

Свободным членом, ввиду его незначительной величины, можно пренебречь, и тогда зависимость активности воды от двух факторов будет выглядеть следующим образом:

$$Y = 0,9952 - 0,0062 \times X - 0,0001 \times Z, \quad (1)$$

Y – активность воды модельной заливки,

X – массовая доля соли, %,

Z – массовая доля сахара, %.

При двухфакторной зависимости свободный член в данном уравнении должен быть равным 1,0000. Величина 0,9952 может быть объяснена тем, что результаты получены на фоне присутствия загустителей (крахмала и камедей).

Активность воды мышечной ткани атлантической сельди с массовой долей хлористого натрия 5% находится в пределах 0,955-0,965 (в зависимости от жирности рыбы). Снижение величины активности воды заливки до этих значений будет способствовать увеличению стойкости пресервов в хранении.

Выводы

Установлена математическая зависимость значения активности воды заливки от массовой доли хлористого натрия и сахара при их совместном присутствии (на фоне присутствия влагоудерживающих компонентов). Выявлено, что поваренная соль является наиболее активным компонентом, который в пределах значений массовой доли 4-6% снижает величину активности воды до приемлемой величины. Для значимого снижения величины a_w за счет сахара требуется его концентрация, превышающая приемлемую по органолептическим показателям. Влагоудерживающие компоненты (модифицированный крахмал и камеди) в концентрациях, рекомендуемых к использованию в пресервах, лишь незначительно снижают значение a_w , что на фоне действия соли является несущественным.

Литература

1. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688 с.
2. Пищевые продукты с промежуточной влажностью / Под ред. Р. Девиса, Г. Берча, К. Паркера. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 208 с.

3. Протодьяконов М.М. Методика рационального планирования экспериментов / М.М. Протодьяконов, Р.И. Тедер. – М.: Наука, 1970. – 76 с.
4. Christian J.H.B. Drying and reduction of water activity // The microbiological safety and quality of food / Edited by B. Lund, A. Baird-Parker, G. Gould. – Maryland (USA): Aspen Publishers, 2000. – P. 146-168.
5. Christian J.H.B. Water relations of salmonella at 30°C / J. H. B. Christian, W. J. Scott // Aust. J. Biol. Sci. – 1953. – Vol. 6. – P. 565-573.
6. Deak T. Food borne yeasts. // Adv. Appl. Microbiol. – 1991. - Vol. 36. – P. 179-278.
7. Jay J.M. Modern food microbiology. – Gaithersburg: Aspen, 2000. – 679 p.
8. Petran R.L. A study of factors affecting growth and recovery of *Listeria monocytogenes* / R.L. Petran, E.A. Zottola // A. J. Food Sci. – 1989. – Vol. 54. – P. 458-460.
9. Sperber W.H. Influence of water activity on foodborne bacteria. // Review. J. Food Protection. – 1983. – Vol. 46. – P. 142-150.

И.А. Кадникова
(ТИНРО-Центр, г. Владивосток)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛИСАХАРИДОВ ИЗ КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ТРАВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ

Морские полисахариды – ценные структурообразователи, обладающие широким спектром свойств, от загустителей до гелеобразователей. Практически ни одна отрасль промышленности не обходится без использования полисахаридов. Российский рынок широко представлен разнообразным ассортиментом импортных загустителей и гелеобразователей.

В нашей стране производство полисахаридов находится на низком уровне, хотя имеются все предпосылки для его развития. В настоящее время на Дальнем Востоке производят только агар пищевой и микробиологический в количестве 100 т (10% от потребности).

Органы управления промышленностью искусственно относят производство полисахаридов к весьма сложным технологиям, определяя им второстепенное значение. Это приводит к увеличению закупок импортных загустителей и гелеобразователей, обладающих не всегда высоким качеством, ухудшению показателей безопасности продукции, материальным потерям.

Разработка технологий полисахаридов со стабильными заданными свойствами является основополагающей для получения высококачественных гелеобразователей и загустителей из морского растительного сырья.

Природные полисахариды обычно образуют гели с невысокой прочностью или обладают полным отсутствием склонности к гелеобразованию, которая зависит от регулярности построения молекул. Основной тенденцией развития технологии структурообразователей является разработка способов регуляции структуры и свойств полисахаридов, способствующих устранению нарушений регулярности и удалению части ионогенных групп, препятствующих процессу гелеобразования.

Для структуры природных полисахаридов морского растительного сырья характерно избыточное сульфатирование или метилирование моносахаридов. Действительно, ЯМР-спектроскопия нативных полисахаридов красных водорослей *Chondrus armatus*, *Meristotheca papulosa* выявила сигнал химического сдвига при 104,8 м.д. приложенного поля, соответствующий сульфату при шестом углеродном атоме 4 замещен-