

ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

7.1. Биохимические и пищевые свойства гонад

Зрелые гонады имеют нежную, сочную консистенцию, отличаются свойственным кондиционной икре запахом со слабо выраженными признаками свежего огурца. По вкусу икра напоминает сырой яичный желток с йодистым привкусом. Требуемые коммерческие свойства гонады приобретают в преднерестовый период, когда они имеют максимальную массу, плотность и упругость. Икра, полученная из преднерестовых гонад, может использоваться как деликатесный и лечебно-профилактический продукт (Лебская и др., 1998).

В 1994–1996 гг. в нескольких учреждениях Минздрава РФ и Украины проводилось комплексное исследование возможности применения икры морского ежа и продуктов на ее основе в качестве лечебного и лечебно-профилактического средства, содержащего сбалансированные незаменимые аминокислоты, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, кроветворные микроэлементы, витамины и другие биологически активные соединения.

Специалисты кафедры гигиены питания Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова изучали в 1993–1994 гг. возможность применения икры морских ежей в качестве компонента диетического питания. Объективные результаты проведенных органолептических, физиологических и клинико-гигиенических исследований на добровольцах показали, что употребление икры действительно способствует улучшению общего самочувствия, повышению физической и умственной работоспособности, улучшению внимания, памяти, способности сосредоточиться, снижению утомляемости, появлению чувства уверенности, повышает устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям токсических факторов. Оно также интенсифицирует обменные процессы, повышает энергичность, половую активность, замедляет процессы увядания и старения организма, вместе с тем оказывая благоприятное действие на сердечно-сосудистую систему и функцию щитовидной железы.

По результатам выполненных исследований было рекомендовано употреблять икру по одной чайной ложке (10 г), запивая чаем, соком, кисломолочными напитками или добавлять в соусы и подливы ко вторым блюдам при организации лечебно-профилактического питания профессиональных групп населения, работающих в вечерних и ночных сменах, водителей автотранспорта, диспетчеров, операторов ЭВМ, работников пультов управления и представителей ряда других профессий, от которых требуется особо внимательная, напряженная и безошибочная деятельность. Ее можно также рекомендовать при организации питания работников особо вредных производств, подвергающихся воздействию токсичных металлов, химических канцерогенов, радиоактивных соединений с целью обезвреживания агрессивных окисленных радикалов, выведения из организма токсических веществ, нормализации работы кроветворного аппарата. Рекомендована она и населению эндемичных регионов с целью профилактики и лечения эндемического зоба.

Эти выводы подтвердили и исследования, выполненные в 1995–1996 гг. на Украине под общим руководством НИИ питания Минздрава республики. Клиническая апробация лечебно-профилактической эффективности продукта, проведенная на базах ведущих клиник Киева, свидетельствует о его высокой пищевой и биологической ценности, а также о широком спектре терапевтического действия при лечении и профилактике заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. Кроме того, данный продукт обладает иммуностимулирующим и радиопротекторным действием, что позволяет использовать его в питании больных, которым необходима лучевая терапия.

Гонады играют двоякую роль в жизненном цикле морского ежа: они не только орган, продуцирующий половые продукты, но и аккумулятор метаболитов, обеспечивающий питание животного в периоды бескормицы. В теплых водах при достаточном обилии пищи гонады могут достигать 30% от общей массы морского ежа. По мере приближения сезона нереста большая часть гонад

преобразуется в гаметы, которые в нужный момент выбрасываются в воду. Размер гонад, соответственно, резко уменьшается. Хорошо питающийся морской еж полностью не использует запасы в специальных клетках питательные вещества для продуцирования гамет, но гонады плохого питающегося ежа могут быть почти опустошенными после нереста (The fishery..., 1976).

Масса собранных морских ежей — всего лишь один показатель их ценности. Время года, количество и качество пищи, потребляемой ежом, также определяют размер и качество гонад. Питательные вещества перед использованием для роста тела или воспроизводства хранятся в соматических клетках гонад. Большинство собранных в мире ежей, реализуемых на азиатских рынках, считаются наиболее ценными на ранних стадиях гаметогенеза, когда их гонады уже достаточно крупны, но все еще прочны по структуре. Рыночная (но не физиологическая!) ценность гонад уменьшается, когда процессы развития половых продуктов в гонадах изменяют их структуру.

Гонады морского ежа содержат целый ассортимент питательных веществ, состав которых сильно отличается в зависимости от особенностей биологических видов, репродуктивных стадий, пищевой базы. В качестве примера ниже (табл. 7.1.1) приведен состав гонад нескольких видов морских ежей, полученный при изучении образцов из различных районов мира.

Состав гонад существенно изменяется в течение года. В преднерестовый период в гонадах самок содержится 8–10% белка и 4–5% жира, а в гонадах самцов — 9–14% белка и 3–8% жира. После нереста наблюдается увеличение содержания белка в половых железах самок и самцов с 9 до 16 и с 12 до 17%, соответственно, а жира — с 5 до 7%. Это объясняется повышением функциональной активности вспомогательных клеток, выполняющих важную роль в питании растущих половых клеток (Кизеветтер, Калетина, 1939; Кизеветтер, 1962). Содержание влаги и минеральных веществ в гонадах самцов и самок в среднем составляет около 80 и 2%, соответственно, в период роста половых клеток эти показатели уменьшаются до 76 и 1,2%. Содержание безазотистых экстрактивных веществ обнаруживает значительную изменчивость в течение года как у самцов, так и у самок, и не связано с особенностями биологии размножения.

Гонады — высокоэнергетичный продукт. Их энергетическая ценность различна, колеблется в пределах 105–145 ккал на 100 г продукта и определяется наличием липидного комплекса, содержащего насыщенные, моновенасыщенные и полиненасыщенные компоненты, соотношение которых существенно смещено в сторону полиненасыщенных жирных кислот (ПЖНК) и примерно описывается соотношением 1:1, 1:2,6. ПЖНК непосредственно не синтезируются в организме человека и поэтому также относятся к незаменимым. Особенности их состава позволяют отнести икру морского ежа к продуктам, рекомендуемым для лечебного питания.

Аминокислоты. Гонады содержат набор всех не синтезируемых организмом человека аминокислот, причем в соотношении, близком к таковому для «идеального белка», относительно которого производятся оценки качества белковой пищи по методикам ФАО/ВОЗ (табл. 7.1.2).

По незаменимым аминокислотам белок, содержащийся в гонадах, даже несколько превосходит идеальный. Кроме того, он отличается значительным содержанием глутаминовой кислоты и сравнительно высоким — аргинина. Если глутаминовая кислота играет важную роль в межклеточном обмене, синтезе белков и оптимизации функций иммунной системы, то аргинин — мощный иммуномодулятор, позволяющий преодолевать различные стрессовые состояния (Тутельян, Попова, 2002).

Таблица 7.1.1. Результаты анализа гонад нескольких видов морского ежа по данным различных исследователей, % от общей массы

Компоненты	<i>S. franciscanus</i> , США		<i>S. purpuratus</i> , США		Усреднено по нескольким видам, Япония	<i>S. droebachiensis</i> , Россия
	1	2	1	2	3	4
Влага	70,0	70,8	68,6	71,8	71,5	77,2
Белки	7,7	9,6	9,5	12,3	15,8	13,8
Жиры	7,6	8,3	5,4	5,2	8,5	4,3
Зола	1,6	1,5	1,3	1,7	2,5	2,2
Гликоген	1,3	—	1,7	—	2,0	2,5
Небелковый азот	0,1	0,5	0,1	0,5	—	—

Примечание: 1 — Kato, Schroeter, 1985; 2 — Ramachandran, Terushige, 1991; 3 — Лебская и др., 1998

Витамины и микроэлементы. Подобно яйцам других представителей животного мира, гонады богаты микроэлементами, витаминами. По сбалансированному содержанию жирорастворимых витаминов А, D и E они не уступают многим другим деликатесным продуктам питания (табл. 7.1.3).

Основные функции этих витаминов в организмах и ежа, и человека примерно одинаковы. Так, воздействие витамина А связано с обеспечением роста, регуляцией развития эпителиальных клеток. Кроме самого витамина А, важно присутствие его предшественников — различных каротиноидов. Биологическую активность проявляет не сам витамин D, а его производные — эргокальциферол (витамин D2) и холикальциферол (витамин D3), являющиеся главными регуляторами фосфорно-кальциевого обмена и минерализации элементов скелета. В гонадах содержится не только сам витамин, но и его предшественник — провитамин D (7-дегидрохолестерин). Активные изомеры витамина E (б, в, г-токоферолы и др.) способствуют оптимизации использования организмом белковой пищи, регулируют деятельность половых желез, выполняют антиоксидантные функции, что как раз и позволяет рекомендовать продукты из гонад для профилактики онкологических заболеваний при химических и радиационных воздействиях на организм человека (Тутельян и др., 1999).

В таблице 7.1.3 обращает внимание характерное изменение динамики синтеза витамина E с резким повышением его содержания в сентябре, позволяющее заключить, что данные таблицы получены на ежах, взятых в западных районах Кольского полуострова, у которых нерест начинается в начале декабря. Резкое увеличение содержания всех витаминов в апреле соответствует началу цикла роста гонад. Богаты гонады и витаминами группы B (B₁, B₂, B₆). При переработке гонад, как и других продуктов, витамины сохраняются по-разному. Например, по данным специалистов Института питания РАМН, в высушенной икре лучше сохраняются каратиноиды — провитамины витамина А, витамин E и витамины B₁ и B₂, а в замороженной — витамины А и B₆. Из микроэлементов особенно выделяются хорошо усваиваемые формы железа, магния, кальция, цинка, фосфора и калия. По данным различных источников: 100 г типичной свежей икры содержат до 20 мг кальция, до 300 мг фосфора, до 10 мг железа, до 30 мг цинка, до 1 г магния, по 0,4 г калия и натрия. Эти величины варьируют в зависимости от видов ежа, районов и сезонов вылова.

Таблица 7.1.2. Осредненный аминокислотный состав икры морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis*, % (по: Лебская и др., 1998)

№	Аминокислота	Содержание	№	Аминокислота	Содержание
1	Агринин	5,5	10	Лизин*	6,8
2	Аланин	5,5	11	Метионин*	3,1
3	Аспаргиновая к-та	11,7	12	Серин	5,1
4	Валин*	5,7	13	Пролин	2,6
5	Гистидин*	8,4	14	Тирозин*	3,7
6	Глицин	3,5	15	Треонин*	6,3
7	Глутаминовая к-та	14,4	16	Триптофан*	1,1
8	Изолейцин*	4,4	17	Фениланин*	4,5
9	Лейцин*	7,0	18	Цистин*	0,7

* Отмечены незаменимые аминокислоты; среди них гистидин (незаменим только для грудных детей)

Таблица 7.1.3. Содержание витаминов А, В и D в гонадах морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* (по: Лебская и др., 1998)

Месяцы вылова	Содержание витамина, мг/100 г			
	А	Е	D	Провитамин D
Март	2,37	9,14	0,17	4,04
Апрель	26,3	15,6	1,60	4,10
Май	0,41	2,90	0,07	1,19
Июнь	0,28	22,06	0,62	не определялся
Июль	2,30	25,40	0,26	—
Сентябрь	следы	68,60	0,20	—
Декабрь	—	2,41	следы	—

Биологически активные вещества. Исследования тканей морского ежа показали высокое содержание в них биологически активных веществ (БАВ), которые могут быть непосредственно использованы в качестве биологически активных добавок к пище (БАД) или основы для создания лекарственных препаратов, в том числе оказывающих противоопухолевое действие и ускоряющих процессы регенерации тканей. Во внутрисполостной жидкости ежей обнаружены вещества, обладающие тонизирующим действием. Из вытяжек иглокожих выделены гомарин, карнитин, адреналин и наадреналин, жирные кислоты, стеарины, сапонины, различные ароматические соединения и ряд других веществ с широким спектром действия (Комплексное..., 1978; Гурин, Ажгихин, 1981).

Один из первых в России цикл систематических исследований состава и свойств основных классов органических соединений из организма морского ежа, а также биологической активности гонад был выполнен в Институте биологически активных веществ ДВНЦ АН СССР, в настоящее время — Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН (ТИБОХ), г. Владивосток (Химический состав..., 1969). Специалисты института провели химический анализ содержащей углеводороды фракции гонад ежей *S. intermedius* и *M. nudus*, исследовали стерины, стероиды, терпеноиды и их производные, изучили липидный состав, нуклеиновые кислоты, охарактеризовали нуклеазную, пептидазную и карбоангидразную активности.

Было, в частности, показано, что полученная из гонад икра (гомогенат) повышала работоспособность подопытных животных, оказывала гонадотропное и радиозащитное (на моделях) действие, повышала уровень кортикостероидов в крови, что свидетельствовало о повышении устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям. Скармливание икры лабораторным животным при экспериментальной анемии стимулировало функцию органов кроветворения. Липидная фракция гонад вызывала значительную стимуляцию работоспособности лабораторных животных и обладала высокой радиозащитной активностью, причем наибольшую активность показали именно свежие гонады. Было также установлено, что различные фракции, выделенные из липидов, регулировали уровень кортикостероидов крови, воздействовали на синтез белка в клетках костного мозга, приводили в норму холестерина обмен. Результаты предварительного химического и биохимического исследования гонад морского ежа показали, что в их состав входят весьма активные в биологическом отношении вещества липидной природы, которые могут явиться источником высокоактивных биостимуляторов и радиопротекторных средств.

Фракционный состав гонад морских ежей представлен фосфолипидами, холестерином, свободными жирными кислотами, ди- и триглицеридами, эфирами стерина, каротиноидами и углеводородами. Количественное соотношение идентифицированных фракций общих липидов связано с полом и периодом полового цикла. Так, у самок в преднерестовом и нерестовом состоянии фосфолипиды составляют 15–17%, холестерин — 20–24%, эфиры стерина — 8–12%, триглицериды — 30–44%, каротиноиды — от следов до 0,7%, углеводороды — от следов до 13%. После нерестовый период характеризуется изменением количественного соотношения отдельных фракций в средней пробе гонад самок и самцов. При относительно стабильном содержании фосфолипидов (в среднем 16–17%) происходит значительное увеличение холестерина, каротиноидов, углеводородов и уменьшение свободных жирных кислот и эфиров стерина (Лебская и др., 1998; Юрьева и др., 2000).

Зарубежные авторы приводят несколько иные данные по осредненному липидному составу гонад своих промысловых видов (табл. 7.1.4).

Таблица 7.1.4. Общая характеристика липидного состава гонад промысловых видов морского ежа (по: The fishery..., 1976)

Группы липидов	Содержание, %
Фосфолипиды и моноглицериды, включая 22,85–44,33% лецитина	10,00–35,00
Диглицериды	2,22–2,75
Холестерин	24,54–31,89
Свободные жирные кислоты	16,27–16,8
Триглицериды	0,61–28,74
Эфиры стерина	3,84–4,85

Фосфолипиды — сложные эфиры фосфорной кислоты и глицерина или аминок спирта сфингозина, соединенные с остатками насыщенных или ненасыщенных жирных кислот. В организме человека они являются обязательным структурным элементом мембран клеток, участвуют в липидном обмене (переваривание и обмен, транспорт по организму) и в регуляции общего обмена веществ. Среди фосфолипидов морских ежей идентифицированы, в частности, лецитин, фосфатидилсерин, сфингомиелин, кефалин. Оказалось, что в январе–марте содержание лецитина в гонадах самок в 3–5 раз больше, чем в гонадах самцов. Его количество за этот период в гонадах самок плавно увеличивается в 2,7 раза, а в гонадах самцов — в 3,5 раза. Содержание кефалина в половых продуктах самок и самцов возрастает в период нереста от следовых количеств до 5,6 и 2,3%, соответственно, а после нереста снова уменьшается до следовых значений. Соотношение таких фракций как фосфатидилсерин, сфингомиелин изменяется скачкообразно (Рудникова, 1975).

Изучение состава липидов гонад морского ежа *S. intermedius* и его изменений на разных стадиях полового цикла показало, что липиды сперматозоидов отличаются по составу от липидов яйцеклеток и эмбрионов. Детальное исследование механизмов включения жирных кислот в яйцеклетки и эмбрионы морского ежа позволило выяснить, что они используются для биосинтеза на первых стадиях развития гораздо активнее, чем фосфаты, холин, ацетаты и глицерин. Обнаружено, что триглицериды, синтезированные эмбрионами из экзогенных жирных кислот, используются в ходе развития гораздо активнее, чем запасенные в период оогенеза (Терехова, 1981).

Исследования, выполненные в последние годы сотрудниками ПИНРО, подтверждают, что перечисленные выше липидные фракции принимают активное участие в процессах годового цикла гонад. Например, у самок в период перехода от преднерестового к нерестовому состоянию выявлена тенденция к некоторому увеличению содержания фосфолипидов и холестерина, а у самцов в процессе созревания половых продуктов — накопление триглицеридов при постоянном уровне фосфолипидов и снижение содержания свободных жирных кислот. Вероятно, триглицериды, являющиеся эфирами жирных кислот и глицерина, необходимы половым клеткам самцов для обеспечения их энергетических потребностей (Сенников и др., 2002).

В цикле развития гонад претерпевает значительные изменения и соотношение свободных жирных кислот. Ниже это показано на примере соответствующих изменений их содержания в гонадах *S. droebachiensis* в зависимости от сезона добычи (табл. 7.1.5). Больше всего в гонадах содержится полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), причем во время нерестового периода их общее количество увеличивается. Именно эти компоненты делают икру морского ежа особо ценной и сообщают ей те свойства, о которых упоминалось выше.

Из ПНЖК только линолевая и α -линоленовая кислоты не синтезируются животными организмами и поэтому относятся к незаменимым в питании веществам, отсутствие которых вызывает симптомы недостаточности жирных кислот, проявляющиеся в подавлении роста молодых животных, угнетении репродуктивных функций взрослых, снижении свертываемости крови, появлении дерматитов. Остальные ПНЖК могут синтезироваться в организме из этих двух кислот и, соответственно, относятся к двум семействам, обозначаемым как ω -6 и ω -3, являясь условно незаменимыми. Основная биологическая роль ПНЖК состоит в структурно-функциональной организации клеточных мембран, биосинтезе эйкозаноидов, являющихся медиаторами метаболических реакций. Роль этих жирных кислот настолько велика, что теперь их относят к витаминам (витамин F). Уникальный набор ПНЖК гонад морского ежа в готовом виде поставляет в организм то, что в случае использования обычных растительных масел должно в нем еще синтезироваться при участии витаминов (например, арахидоновая кислота из линолевой в присутствии витамина B_6).

Из других функций ПНЖК обычно отмечают их способность нормализовать холестериновый обмен, тем самым снижая риск развития атеросклероза и сопутствующих ему сердечно-сосудистых заболеваний, стимулировать работу иммунной системы, способствовать лечению воспалительных процессов внутренних органов человека. Рекомендуемое соотношение ω -6 к ω -3 в рационе для здорового человека должно составлять примерно 10:1, для лечебного питания рекомендуются более низкие пропорции — от 5:1 до 3:1 (Тутельян и др., 1999). В липидной фракции икры морского ежа это соотношение приближается к единице, что указывает на чрезвычайно высокую степень биологической активности продукта.

Таблица 7.1.5. Жирнокислотный состав липидов гонад морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis**, % (по: Лебская и др., 1998)

Жирные кислоты		Месяц вылова		
Код	Наименование	декабрь (конец)	март	июнь
Насыщенные		20,4	15,8	25,8
В том числе:				
C15.0	Пентадекановая	0,2	1,3	0,2
C16.0	Пальмитиновая	12,7	7,8	17,6
C17.0	Гептадекановая	0,3	2,2	0,3
C18.0	Стериновая	2,2	3,0	2,8
C20.0	Арахидовая	5,0	1,5	4,9
Мононенасыщенные		24,7	20,7	25,7
C14.1	Миристолеиновая	0,7	1,0	0,9
C15.1	Пентадеценивая	0,2	0,4	0,1
C16.1	Пальмитолеиновая	5,8	4,5	7,6
C17.1	Гептадеценивая	1,1	1,2	0,6
C18.1	Олеиновая	5,5	5,8	9,7
C20.1	Эйкозеновая	11,4	7,8	6,8
Полиненасыщенные		55,2	57,7	48,2
В том числе:				
C18.2 ω 6	Линолевая	1,8	0,4	3,0
C18.3 ω 6	Линоленовая	2,0	1,5	1,9
C18.3 ω 3	б-Линолевая	—	0,3	—
C20.2 ω 6	Эйкозодиеновая	12,6	1,6	8,8
C20.3 ω 6	Эйкозатриеновая	1,6	0,8	1,6
C20.4 ω 6	Арахидоновая	10,7	12,5	9,6
C20.5 ω 3	Эйкозапентаеновая	22,5	21,0	19,1
C22.2 ω 6	Докозодиеновая	1,5	1,8	0,9
C22.4 ω 6	Докозатетраеновая	—	1,8	0,9
C22.4 ω 3	Докозатриеновая	—	1,0	—
C22.5 ω 3	Докозапентаеновая	—	1,0	1,0
C22.6 ω 3	Докозагексаеновая	2,5	15,3	2,3

*Учтены усредненные пробы гонад обоих полов. Код жирной кислоты, например, линолевой, включает число атомов углерода (18), число двойных связей в молекуле (2), положение наиболее удаленной двойной связи (ω 3)

В липидах гонад морского ежа найдено от 19 до 22 жирных кислот с числом атомов углерода от 15 до 22. Преобладают ПЖНК, наибольшее их количество (55,2–55,7%) отмечается в преднерестовый и нерестовый периоды (декабрь–март), наименьшее (48,2%) — после нереста (июнь). Доминируют эйкозапентаеновая и эйкозатриеновая кислоты. Интересно отметить, что в зрелой икре содержание эйкозодиеновой кислоты резко снижается и повышается содержание докозагексаеновой. Мононенасыщенные и насыщенные жирные кислоты находятся примерно в одинаковых количествах. Из мононенасыщенных преобладают эйкозеновая, олеиновая и пальмитолеиновая, из ненасыщенных — пальмитиновая.

Особый интерес вызывает входящая в состав ω-3 эйкозапентаеновая кислота (ЭПК), обратившая на себя внимание исследователей в качестве средства предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний. Оказалось, что ЭПК в большей степени, чем другие жирные кислоты, снижает синтез триглицеридов и холестерина в организме млекопитающих, регулирует свертываемость крови и препятствует образованию тромбов (Васьковский, Ромашина, 1983).

Содержание липидов (в процентах сырой массы) в гонадах, пищеварительных органах и панцирях самцов составляет 2,1, 3,7 и 0,6, а у самок — 4,4, 3,4 и 0,5, соответственно. Наиболее богаты ЭПК гонады самцов. Если принять средний вклад гонад в общую массу морского ежа равным 15% (в нерестовый период он выше, особенно у самок), то легко рассчитать, что гонады самцов содержат около 60% всей ЭПК животного, а панцири — 30%; а у самок, соответственно, 75,5 и 20%. Полному для выделения ЭПК в небольших количествах в качестве исходного сырья удобнее брать только гонады. При наработке больших количеств ЭПК рациональнее брать для

экстракции животных обоего пола полностью, избавляясь только от полостной жидкости на стадии измельчения сырья.

Сравнительное исследование содержания ЭПК у 23 видов морских беспозвоночных из 9 классов показало, что морской еж *S. intermedius* является удобным объектом для выделения чистой ЭПК и отдельных классов липидов с высоким ее содержанием (Ромашина, 1983). При этом оказалось, что содержание ЭПК в гонадах *S. intermedium*, взятого из 9 мест обитания, различающихся по степени защищенности от волнового воздействия (от открытого до защищенного), по глубине (от 1 до 20 м) и характеру субстрата (песчанистый ил, песок, камни, скала), оказалось различным. Было показано (Васьковский и др., 1983), что в этих условиях содержание ЭПК различалось у самцов в пределах 21,1–36,5%, а у самок — в пределах 15,1–32,5%.

Из гонад морского ежа получают еще и уникальные биорегуляторы теплокровных животных — простагландины, по химической природе представляющие собой особые жирные кислоты, имеющие скелет из 20 атомов углерода и цикlopentanовое кольцо. В зависимости от структуры этого кольца различают несколько видов простагландинов, оказывающих различное избирательное действие на системы организма. Простагландины, в частности, регулируют репродуктивные функции, влияют на работу сердечно-сосудистой системы, снижают агрегацию тромбоцитов, активируют гладкую мускулатуру, управляют синтезом ряда гормонов, воздействуют на воспалительные реакции, снижают выделение пищеварительных секретов, способны вызывать изменение артериального давления, периферического кровоснабжения, терморегуляции.

Наилучшим исходным сырьем для получения простагландинов оказались полиеновые кислоты гонад (арахидоновая, эйкозатриеновая, эйкозапентаеновая), превращение которых катализируется особой ферментной системой, включающей простагландин-синтазу и другие соединения (Коротченко и др., 1979; Гурин, Ажгихин, 1981; Korotchenko et al., 1987).

Один из важнейших моментов при работе с биологическим сырьем при выпуске БАД — его сохранность в условиях длительного хранения (Бусарова, Исai, 1986). Для исследования использовались суммарные липиды, очищенные и неочищенные эфиры жирных кислот. В очищенных образцах уже через месяц наблюдались значительные изменения в жирнокислотном составе; в неочищенных образцах существенные изменения наблюдаются через два года. В липидных экстрактах за пятилетний период хранения не отмечено явных изменений в качественном и количественном составе жирных кислот. Это подтверждает информацию о том, что некоторые липиды сами выполняют роль антиоксидантов, чем и можно объяснить высокую устойчивость к окислению неочищенных эфиров жирных кислот в тканях и суммарных липидах.

Ферменты. Применяются в биохимических и биологических исследованиях для количественного определения и получения различных веществ, для модификации молекул нуклеиновых кислот методами генной инженерии, при диагностике некоторых заболеваний и др.

При исследовании ферментов, участвующих, например, в процессе клеточной пролиферации обычно используют зрелые яйцеклетки и сперматозоиды морских ежей. В нашей стране для этих целей применяются морские ежи родов *Strongylocentrotus* и *Mesocentrotus*, имеющие в составе половых клеток все биохимические компоненты, необходимые для обеспечения структурного и энергетического развития зародыша. Использование сперматозоидов обусловлено тем, что, в отличие от яйцеклетки, они практически не содержат цитоплазмы и представляют упрощенную модель клетки. В процессе изучения оказалось, что по своим свойствам некоторые ферменты, выделенные из сперматозоидов, значительно отличаются от ДНКаз из яйцеклеток морского ежа. Это дало возможность сделать предположение об их разной функциональной роли в процессах деления клеток (Мензорова и др., 2001).

Проводившиеся в течение ряда лет в ТИБОХ исследования свойств ДНК-деполимеризующих ферментов морских ежей показали, что наиболее широко распространенными в их тканях являются два типа эндонуклеаз, которые были обозначены, соответственно, как Са, Mg-зависимые и кислые металлонеинзависимые ДНКазы (Мензорова, Рассказов, 1983; Menzorigova, Rasskazov, 1985; Rasskazov et al., 1996; Рассказов, Мензорова и др., 1999).

Обнаруженная уникальная специфичность Са, Mg-зависимых ДНКаз, выделяемых из эмбрионов морского ежа *S. intermedius*, позволяет использовать их в качестве универсальных рестриктаз (рестрикционных эндонуклеаз) одноцепочечных ДНК. Наиболее перспективными источ-

никами для выделения таких ДНКаз являются эмбрионы морского ежа *S. intermedius*. Существенные различия в ряде физико-химических свойств Са, Mg-зависимых ДНКаз морского происхождения в сравнении с аналогичными ферментами, выделенными из других источников, позволили выделить их в отдельную группу эукариотических металлозависимых ДНКаз (Мензорова и др., 1976; Menzorova, Rasskazov, 1985; Мензорова и др., 1994).

В отличие от металлозависимых дезоксирибонуклеаз, кислые ДНКазы, выделенные из яйцеклеток *S. intermedius*, способны гидролизовать не только одноцепочечные, но также двухцепочечные полидезоксинуклеотиды. Полученные данные создают основы практического использования этих ферментов для анализа структуры ДНК и ее комплексов. Это в настоящее время является одной из важнейших задач молекулярной биологии. Например, задача расшифровки структуры ДНК человека поставлена Международной программой «Геном человека» (Рассказов, Звягинцева и др., 1999).

Выделенные ДНКазы как в зрелых яйцеклетках, так и в эмбрионах морского ежа на ранних стадиях развития проявляют высокий уровень активности, что предполагает возможность их участия в генетических процессах, связанных с метаболизмом ДНК, характерным для начальных этапов дифференцирования клеток (Сибирцев, Рассказов, 1983). В ряде работ (Гафуров и др., 1979; Гафуров, 1999; и др.) рассмотрены выделение и некоторые ферментативные свойства ДНКазы развивающихся клеток эмбрионов *S. intermedius*, содержащей в своем составе АТФазу. Ряд исследований направлен на изучение кислой сайтспецифичной ДНКазы яйцеклеток морского ежа *S. intermedius* (Сибирцев и др., 1985, 1998; Сибирцев, 1990). Кроме того, показана множественность ДНКаз в мужских репродуктивных органах и половых продуктах *S. intermedius* и дано их описание (Сибирцев и др., 2001а, б).

В утилизации предшественников биосинтеза нуклеиновых кислот ключевую роль играют ферменты тимидин- и тимидилаткиназы. В экстрактах мужских и женских гонад морских ежей *M. nudus* и *S. intermedius* обнаруживается достаточно высокая удельная активность этих ферментов (Терентьев и др., 1990, 1991, 1999; Терентьева др., 2001).

В неоплодотворенных яйцеклетках морских ежей содержится фермент β -1,3-глюканаза. Выполненные исследования показали, что отнесение этого вещества к ферментам экзо-типа действия является ошибочным. Исследование специфичности новых ферментов позволяет использовать их в качестве точных инструментов структурной химии (Широкова и др., 1991).

Свойства ферментов, также как и большинства других БАВ, вырабатываемых в организме морского ежа, зависят от стадии гонадного цикла. Например, у самок морских ежей общая активность протеолитических ферментов катепсина D и эластазы постепенно возрастает от III до V стадии развития гонад. Далее, на стадиях V–VI происходит некоторое снижение активности протеиназ. На посленерестовой VI стадии активность ферментов вновь возрастает. У самцов, напротив, активность протеиназ наивысшая в момент нереста, что предусмотрено природой, с одной стороны, для обеспечения внедрения в яйцеклетку и ее оплодотворения, а с другой — для обеспечения энергозатрат на движение за счет гидролиза белков.

Изучению природы химических соединений морских организмов и их медицинскому использованию сейчас уделяется особое внимание, что обусловлено, прежде всего, их полифункциональностью. Характерна следующая стратегия разработки, применения и оценки эффективности использования природных соединений, в частности, получаемых из морских ежей (Nagayama, 1990; Тутельян, 1996; Jack, 1998; Ohshima, 1998):

- исследования специфической активности первичных экстрактов и определение веществ, проявляющих эту активность;
- выделение, очистка продукта, изучение его физико-химических свойств, разработка способа синтеза;
- применение соединений известной структуры, разработка технологии выделения, очистки и выявление приемлемых форм использования;
- разработка комбинированных продуктов на основе натуральных и синтетических БАВ.

Пигменты. Пигменты морских ежей можно подразделить на три категории — каротиноиды, нафтохиноны и меланин; дополнительно может присутствовать липофусцин. Большинство пигментов содержится во внутренних органах, особенно в гонадах.

Основными пигментами гонад съедобных морских ежей являются каротиноиды β -каротин и β -эхиненон (Matsuno, Tsushima, 2001). Свойство гонад как главного аккумулирующего органа питательных веществ морских ежей, реагирующего на пищу разного качества, используется рыбаками и специалистами по культивированию как для повышения качества гонад, так и для контроля за режимом питания. Использование искусственной диеты, включающей каротиноиды, не только позволяет управлять цветом гонад, но и приводит к получению здоровых взрослых ежей и большего количества молоди с высоким уровнем выживания.

У *S. intermedius* и *M. nudus* была исследована взаимосвязь между цветовыми характеристиками гонад и биологическими параметрами (пол, стадия зрелости), между цветом тканей гонад, экстрактов из них и содержанием каротиноидов (Лепская, Задорожный, 1998). Объективные характеристики цветности при этом представлялись в трехмерной системе координат: интенсивность тона (от светлого до темного) — изменение тона от зеленого до красного — изменение тона от синего до желтого. Соотношение эхиненон/каротины оказалось выше для *S. intermedius* (в среднем 7,43), чем для *M. nudus* — 2,70. С увеличением содержания каротиноидов для тканей гонад обоих видов было характерным потемнение гонад и смещение цветовой гаммы в красную сторону. В выбранной системе координат исследовавшиеся образцы лежали в красно-желтом цветовом квадранте. В цвете гонад *M. nudus* присутствовало несколько большее красной составляющей и меньше желтой, а у *S. intermedius* — наоборот, причем доля оранжевого тона увеличивалась по мере приближения нереста с 32% в феврале до 62% в мае–июне.

Эхинохром А. Морские ежи — одна из групп животных, вырабатывающих пигменты нафтохиноны. С. МакМунн (MacMunn, 1885) первым дал одному нафтохинону, полученному из *Echinus esculentus*, название эхинохром, не зная его химического состава. В отличие от каротиноидов, которые были найдены только во внутренних органах, нафтохиноны присутствуют как в мягких, так и в скелетных отделах животных. Первый надежно охарактеризованный пигмент, химическая формула которого 2-этил-3,5,6,7,8-пентагидрокси-1,4-нафтохинон, был выделен из *Arbacia pustulosa* и назван эхинохромом А (Binyon, 1972).

Строение молекулы эхинохрома А было расшифровано только в 1939 г., и еще четыре года ушло на освоение его синтеза. В 1943 г. при первых синтезах выход эхинохрома А не превышал 1%.

Позже из различных тканей морского ежа, а затем из их половых продуктов и эмбрионов были экстрагированы и другие нафтохиноны, которым дали название спинохромы — А, В, С, D и Е. Была также подтверждена необходимость нафтохинонов для обеспечения физиологических процессов, протекающих уже на ранних стадиях развития ежей (Koltsova et al., 1981).

Свойства эхинохрома А. Исследования показали, что эхинохром А является высокоактивным антиоксидантом. Это позволило сделать предположение о его участии в управлении окислительно-восстановительными процессами в организме животных, и, в частности, липидной перекисидацией. В результате проведенного цикла исследований впервые было обнаружено, что хиноидные пигменты из развивающихся эмбрионов морских ежей обладают высокой антиоксидантной активностью, а между нафтохинонами и другими компонентами, содержащимися в пигментах, и компонентами липидных экстрактов эмбрионов имеет место определенное взаимодействие. При этом на модельных реакциях автоокисления минеральных, растительных и животных жиров было установлено, что антиокислительная эффективность всех природных нафтохинонов превышает таковую у широко используемого синтетического антиоксиданта ионола. В качестве модели исследовалась реакция окисления изопропилбензола (Богуславская и др., 1985; Лебедев и др., 1988).

Обнаружение значительного увеличения количества пигментов, особенно связанного эхинохрома А, у ежей на личиночной стадии плутеуса, когда личинка вступает в фазу активного метаболизма и формирует известковый скелет, дало возможность сделать вывод о том, что антиоксидантное депо формируется уже в эмбрионах, позволяя им мобилизовать эхинохром А для подавления избытка липидной перекисидации (Koltsova et al., 1981).

Интерес к изучению природных антиоксидантов определяется тем, что целый ряд патологических состояний человека связан с нарушением естественного уровня свободных радикалов кислорода в организме. Это относится к сердечно-сосудистым заболеваниям, процессам естественного старения, воспалительным явлениям и ожогам, нарушению деятельности печени, пря-

мо или косвенно — к онкологическим заболеваниям. Применение в качестве пищевых добавок и лекарств чужеродных антирадикальных ферментов (супероксиддисмутазы, каталазы и др.) вызывает неизбежный негативный отклик иммунной системы, что исключается при использовании вторичных метаболитов морских ежей (Новиков, 1999).

При изучении кинетики ингибирования процессов окисления различных субстратов было доказано, что обнаружен новый класс природных антиоксидантов, среди которых наиболее активным оказался эхинохром А. В качестве его особенно ценного свойства авторы выделили то, что он связывает свободные радикалы, а также ионы железа и меди, обычно инициирующие в биологических системах свободнорадикальные окислительные процессы (Лебедев и др., 1988; Максимов и др., 1996б). Здесь же упомянем, что среди исследованных полигидроксиафтохинонов, выделенных из игл *M. nudus* и *S. droebachiensis*, были обнаружены соединения, подавляющие рост грибов и стафилококка, причем наибольшую активность в отношении большинства штаммов микроорганизмов показал эхинохром А, содержащий в своей структуре β-этильную функциональную группу (Стехова и др., 1988).

Применение. Практическое применение эхинохрома А впервые было реализовано в опытах по замене синтетического антиоксиданта ионола при криоконсервации семени сельскохозяйственных животных, проводившихся совместно с ВНИИ животноводства. Они показали, что для обеспечения сохранности семени концентрация эхинохрома должна быть в 10 раз ниже, чем ионола. При этом использование эхинохрома позволяет в течение длительного времени хранить сперму, например ценных баранов-производителей, и накапливать ее в течение всего года (Милованов и др., 1981, 1983, 1984).

В настоящее время уже две лекарственные формы эхинохрома (гистохрома) применяются в качестве лекарственных препаратов в кардиологии и офтальмологии.

Кардиология. Эхинохром стал успешно применяться в качестве средства, ограничивающего развитие реперфузионных осложнений при лечении инфаркта миокарда (Максимов и др., 1996в; Лебедев и др., 1999а, б; Препарат..., 1999). В результате многолетней совместной работы сотрудников ТИБОХ, Института экспериментальной кардиологии Кардиологического научного центра РАМН и других учреждений здравоохранения, на основе эхинохрома А был создан один из наиболее эффективных современных кардиопротекторных препаратов — «Гистохром» и разработана технология получения его лекарственной формы («Гистохром 0,1% раствор для инъекций»), разрешенной к применению для лечения последствий инфаркта и ишемической болезни сердца.

Предварительно был выполнен большой цикл работ, позволивших в процессе биохимических исследований выявить способность гистохрома «исправлять» повреждения Са-транспортирующей системы мышечной ткани на уровне внутриклеточных структур, уменьшать выход креатинкиназы из поврежденных структур и препятствовать накоплению в них токсических пероксидов. Это послужило основанием для объяснения механизмов как существенного ограничения размеров экспериментальных инфарктов миокарда при введении гистохрома непосредственно перед реперфузией, так и стабильного снижения на 30–50% размеров некротизированной зоны при остром инфаркте миокарда. Если человеку, перенесшему инфаркт миокарда, в течение 2 ч. после реперфузии ввести гистохром, то у него после выздоровления практически не останется следов перенесенного заболевания (Максимов и др., 1996а; Швилкин и др., 1991а, б; Левицкий и др., 1993; Закирова и др., 1997; Новиков, 1999; Винокуров и др., 2001).

Здесь нужно упомянуть и об экспериментах с гистохромом, предварительно выполненных *in vitro* на гепатоцитах кролика и показавших, что он снижает синтез холестерина и стимулирует продукцию жирных кислот, причем степень воздействия гистохрома была сопоставимой с таковой для α3-токоферола (Лакеев и др., 1992). Соответствующий эффект был подтвержден и в процессе клинических исследований, установивших достоверное снижение концентрации липоперекисей у пациентов, получавших гистохром, на 39% в расчете на 1 мг липидов, а уровня вторичных продуктов перекисного окисления липидов по сравнению с исходным, на 48% на 1 мг липидов. Все это открывает возможность использования препаратов эхинохрома в качестве эффективных гиполлипидимических и антиатерогенных средств (Закирова и др., 1996).

Офтальмология. Другой областью эффективного применения эхинохрома А стала офтальмология (Максимов и др., 1996б). Здесь этот препарат прежде всего был испытан в качестве за-

медлителя процессов перекисидации при ожогах глаз различного происхождения. В результате выполненных исследований сотрудниками кафедры глазных болезней Владивостокского государственного медицинского института была разработана методика лечения ожогов глаз, приоритет которой подтвержден патентами. Было также показано, что под действием эхинохрома А происходит ускоренное рассасывание гемофтальма — кровоизлияний в стекловидное тело, вызванных рядом сосудистых заболеваний или возникших при травматическом поражении глаз (Догадова и др., 1994а, б; Шульгина и др., 1995). Соответствующие исследования, выполненные уже с лекарственной формой «Гистохром 0,02% для офтальмологического применения», показали, что клинический эффект ее воздействия прежде всего зависит от локализации, срока давности и массивности кровоизлияний (Егоров и др., 1999). Так, повышение остроты зрения при рассасывании небольших кровоизлияний в передних отделах стекловидного тела отмечалось в 73,6% случаев. Более массивные кровоизлияния резорбировались с повышением остроты зрения в 46% случаев. Кровоизлияния сроком несколько дней рассасывались полностью или частично с повышением остроты зрения в 64,7% случаев.

При кровоизлиянии в сетчатку давностью 5–7 дней в 27,8% случаев отмечалось повышение остроты зрения до единицы. При давности кровоизлияний более 7 дней острота зрения повысилась на 0,1–0,08 в 43% случаев и на 0,01–0,02 в 57% случаев. На глазном дне отмечались тенденция к уменьшению экссудации и отека, рассасывание кровоизлияний. При лечении гистохромом гифем (кровоизлияний в переднюю камеру глаза) практически у всех больных наблюдалось быстрое снижение степени пропитывания кровью тканей радужной оболочки и задней поверхности роговицы.

С помощью электроретинографии было показано, что гистохром обладает выраженными ретинопротекторными свойствами. При дегенеративных процессах сетчатки и зрительного нерва применение препарата сопровождалось явным улучшением показателей электрофизиологических исследований. Все больные с дистрофическими заболеваниями роговицы отмечали уменьшение болевого синдрома. Наблюдалось уменьшение отека, эпителизация дефектов, а в 60% случаев — повышение остроты зрения.

В целом, результаты клинических исследований показали, что гистохром — достаточно эффективный препарат при пролиферативных процессах, дегенерациях и гемофтальмах различного происхождения. Он оказывает геморезорбционное, ретинопротекторное действие, обладает антиоксидантными свойствами и может быть широко использован в офтальмологической практике при заболеваниях, связанных с нарушением обменных процессов в сетчатке, сосудистой оболочке и роговице, а также для улучшения трофики, уменьшения отека и ускорения эпителизации (Егоров и др., 1999).

Морские ежи — уникальный источник получения новых биологически активных и лекарственных веществ, находящихся широкое применение для профилактики ишемической болезни сердца и ее лечения. В ТИБОХ разработана оригинальная технологическая схема комплексной переработки сырья с целью извлечения максимально возможного количества БАВ. При постадийном разделении получены фракции полярных и неполярных липидов, пигментов, жирных кислот, производные эйкозапентаеновой кислоты, комплекс аминокислот, витаминов и др. Эти соединения также могут быть использованы в качестве БАД и при изготовлении лечебно-профилактических напитков (Артюков и др., 1999).

Например, сотрудниками ТИБОХ разработана капсулированная БАД «Золотой рог» (Золотой..., 2000), включающая раствор эхинохрома А в натуральном мёде, предназначенная для профилактических целей и открывающая возможность его использования всеми, кто страдает ранними степенями ишемической болезни или по каким-то показаниям должен застраховать себя от ее проявления. Препарат уменьшает интенсивность процессов перекисного окисления липидов, улучшает функционирование системы антиоксидантной защиты организма в крови и тканях желудка, печени, оказывает цитопротекторное действие на слизистую желудка, снижает уровень холестерина в крови.

Икра морского ежа — весьма специфический продукт. Она не только богата жирами, белками и углеводородами, будучи уникальной, как и любая икра, по гамме биохимических составляющих, но обладает еще одной особенностью, выделяющей ее по специфике усвоения организ-

мом. Человеку, ранее не пробовавшему этот продукт, чтобы привыкнуть к нему, обычно требуются некоторые усилия. Кроме того, существует выраженный и различный для каждого человека достаточно быстро наступающий предел насыщения, по достижении которого возникающая тяга к икре морского ежа ослабевает. Это делает ее совершенно необычным профилактическим средством, потребность в котором регулируется самим организмом. Ядовитых и патогенных химических составляющих икра морского ежа не содержит.

Большую ценность представляют и отходы переработки морского ежа, вполне пригодные к использованию в качестве кормовых добавок в пищу сельскохозяйственным и домашним животным. Так, по данным КамчатНИРО, панцирь ежа включает: карбонат кальция — 83–99%; карбонат магния — 3–14%; белки до — 9%; жиры до — 8%; углеводороды до — 1%. В небольших количествах присутствуют сульфаты кальция, фосфора и алюминия. В виде микроэлементов — железо, магний, стронций, барий, медь, цинк. В отходах из внутренних органов морского ежа обнаружено до 42% белков, 20% — жиров; 5% — гликогена.

Нерестовые и посленерестовые половые продукты рекомендуются для получения соусов, крема икорного, экстрактов биологически активных соединений: комплекса фосфолипидов, каротиноидов, белкового концентрата. При комплексной переработке морских ежей панцирь можно направлять на выработку туков и кормовых минеральных добавок (Лебская и др., 1998).

7.2. Некоторые особенности реализации продукции

Производители используют два способа доставки живого морского ежа из района лова потребителям — в охлажденном виде в водной (1) и воздушной (2) средах. В первом случае ежа транспортируют в танках (пластмасса, нержавеющая сталь) с проточной охлажденной до 4–5 °С морской водой. Срок доставки при этом — до нескольких суток. Во втором случае ежа отправляют чаще всего в специальных ячеистых поддонах, устанавливаемых в теплоизолированные изотермические пенополистироловые контейнеры вместимостью 20–30 кг с размещенными в них блоками аккумуляторов холода, предварительно охлажденными до температуры –40 °С. Второй способ более критичен к скорости транспортировки: необходимо обеспечить доставку товара потребителю в течение 48 ч. Возможна доставка и в контейнерах-рефрижераторах, но это существенно удорожает продукцию. В обоих случаях ежи должны быть свежельвованными, очищенными от инородных предметов, рассортированными по размерам.

На всех стадиях процесса подготовки продукции к отправке и транспортировке ежи требуют бережного обращения. Особое внимание уделяют контролю температурного режима. Это же касается и отправки свежей икры (Penfold et al., 1996).

Для оптовой поставки, предусматривающей длительную транспортировку, подсушенная икра упаковывается в большие деревянные или, в последнее время, пенополистироловые поддоны с размером полости 32×40×2 см (см. цветная вкладка на стр. 197, рис. 8). Икра укладывается на поддон в один слой. При этом используют различные меры предосторожности для предотвращения смещения икры от ударов и вибраций, иногда, например, прокладки из абсорбента, препятствующие скольжению и разрушению икры. Такие поддоны обычно вмещают около 1 кг икры. До отправки поддоны держат в охлаждаемых помещениях, не допуская непосредственного обдува икры. До и во время транспортировки их охлаждают до –4 °С. Перед отгрузкой малые деревянные подносы помещают в теплоизолированные маркированные картонные коробки по 50–54 штук. Оптовые поддоны-контейнеры также укладываются в подобные коробки приблизительно по 8–9 штук в каждую. Перед отгрузкой в коробки добавляется сухой лед — приблизительно по 1,4 кг на коробку зимой и в два раза больше летом. В Японии икру переупаковывают в соответствии с традициями японской кухни (Kato, Schroeter, 1985).

Сейчас предпочтительный метод для оптового экспорта свежей икры на японские аукционные рынки Токио и Осаки — «liquid bulk pack» [заполненная жидкостью оптовая тара]. В этом случае очищенная и подсушенная икра пакуется по 2 кг в запечатанные пластиковые контейнеры с небольшим количеством 2% рассола. В Японии икра переупаковывается на подносы и отправляется на аукцион (Penfold et al., 1996). Близость рынков и возможность использования квалифи-

цированного труда гарантировали, что переупаковка будет выгодной. Раньше препятствиями были необходимость дополнительного времени и то, что на стоимость продукта должна была накладываться и стоимость переупаковки. Поэтому в 1980-е годы свежая икра красных ежей отправлялась в Японию прежде всего на деревянных подносах, и только в относительно небольших количествах упаковывалась в оптовые поддоны. Ассортимент продаваемой продукции в значительной степени определяется текущими ценами, а также тем, что икра, упакованная на деревянные подносы, дает более высокую прибыль.

Для покупателя очень важно внешнее оформление предлагаемой продукции (японцы «едят глазами»). Дольки икры сортируются по цвету. Очень большие дольки либо идут в продукцию более низкого качества, либо делятся на кусочки и помещаются на дно поддона. Яркая желтая икра исторически считалась в Токио икрой наивысшего качества, хотя покупатели в других районах Японии предпочитают ярко-оранжевую. Только в 1970-х годах в Токио оранжевая икра по цене уравнилась с желтой. Подносы, использовавшиеся для японского рынка, 20–30 лет назад зарубежные производители икры привозили из Японии: нужно было применять только специальные сорта древесины, так как считалось, что они придают икре определенный аромат. Предпочтение при этом отдавалось дереву кири (*Paulownia tomentosa*). Сейчас используют различные сорта древесины, включая кедр. Одна из фирм Лос-Анджелеса производит почти все деревянные подносы, используемые американской промышленностью, работающей на японский рынок (Kato, Schroeter, 1985).

Большая часть икры морских ежей, добываемых в Калифорнии, Вашингтоне и Орегоне, доставляется в Японию морем. Некоторая часть ежа из штатов Вашингтон и Орегон в целом виде отправляется на переработку в Канаду, а уже оттуда икру отправляют в Японию. Морской еж из штатов Мэн и Аляска или отправляется в целом виде в Японию, где икру извлекают и упаковывают, или перерабатывается на месте (Sea urchins..., 1995). При этом, хотя основная масса добываемой в США икры экспортируется, все больше свежего продукта реализуется местной торговлей. Для продажи используют небольшие деревянные и пластиковые «устричные» подносы, разделенные перегородками на 5–10 секций и вмещающие 100 или 200 г икры. Местным оптовым потребителям икра доставляется судами в теплоизолированной таре с сухим льдом, подобно тому, как это делается при дальних морских перевозках. Если расстояния позволяют, то используют автомобильный или авиационный транспорт (Kato, Schroeter, 1985).

Так как свежая икра — чрезвычайно скоропортящийся продукт; время перевозки является критическим для обеспечения качества. Однако исследования показывают, что влияние фактора времени оказывается менее существенным, если соблюдаются оптимальные условия хранения. Основное — собрать качественную икру. В то же время, поскольку японские рестораны дорого платят за гонады, они требуют поставки очень свежих продуктов. Это означает, что гонады должны быть приготовлены в ресторане в течение нескольких дней после изъятия ежа из моря. Поэтому при добыче, например, в США продукт должен быть немедленно доставлен в международный аэропорт (Сиэтл или Анкоридж), что ограничивает огромные прибрежные районы от возможности поставок на рынок Японии (The fishery..., 1976).

Время от времени свежую икру пересылают даже с пассажирскими рейсами. По прибытии в Японию груз разгружают в пределах от 30 мин. до часа. От одного до двух часов необходимо для прохождения таможенного контроля. Обычно требуется 6–7 часов после прибытия, прежде чем груз будет передан оптовым покупателям. Таким образом, товар станет доступным для продажи с аукциона не в день прибытия, а только в ближайший рабочий день (Sea urchins..., 1995).

Пригодными для коммерческого сбора являются многие виды, но больше всего ценится *S. pulcherrimus*, он самый дорогой. Цвет его гонад изменяется от желтого до ярко-оранжевого. *S. intermedius* и *S. franciscanus* также достаточно дороги. Последний ценится, в частности, за свой размер (он самый крупный) и высокий гонадный индекс, обеспечивающий высокий выход икры. Размер гонад, как уже упоминалось, зависит главным образом от состава пищи в местах обитания. Влияющими факторами являются стадия зрелости, сезон и т. д. Мужские и женские гонады трудноразличимы и пользуются спросом на равных.

Обычно импортируемая в Японию соленая икра доставляется в расфасовке по 10 кг в проложенных полиэтиленом деревянных ящиках в виде полуфабрикатов. Содержание соли и спирта в них

варьирует в зависимости от производителей и экспортирующих стран в диапазоне 7–10 и 5–7%, соответственно. Полуфабрикаты затем используются японскими производителями для выпуска ферментированных продуктов в баночках. Для этого их сортируют по разным признакам, перемешивают в автоматических мешалках, сдабривают специями и фасуют.

Средние цены: свежая или охлажденная икра — 4921,5 яп. йен за килограмм; замороженная икра — 1790,2 яп. йен за килограмм; соленая или в рассоле — 2183,9 яп. йен за килограмм.

Из менее качественной икры делаются приправы. Японские перерабатывающие компании впервые представили пасту из морского ежа в Европу в 1969 г. Сейчас подобные продукты хорошо расходятся во Франции, Испании, Италии и Германии.

Если икра приготавливается для продажи на лондонском рынке и предназначена для суши-баров, то ее необходимо упаковывать порциями по 200 г на деревянных подносах. Кроме того, здесь может быть спрос на икру, упакованную по 100 г в пластиковые мини-паки для розничной продажи на специализированном «японском» рынке.

Совершенно естественно, что японский рынок — самый разборчивый. Во время пробной продажи, проводившейся в 1995 г., образцы *Echinus esculentus* (обыкновенный морской еж) из Шотландии выставлялись в Японии для определения их пригодности для рынка. Дегустация показала, что икра имела высокое качество, удовлетворяла всем критериям, кроме одного, и была даже признана превосходящей по вкусу чилийскую. Единственным ее недостатком был цвет (икра самого высокого качества была оценена по цвету как бледно-розовато-желтая, а не оранжевая), что сразу переводило ее в категорию «Grade В», делающую экспорт невыгодным. Для устранения этого дефекта были даже проведены исследования по воздействию на цвет гонад модификацией питания, однако они не привели к желаемому результату (Penfold et al., 1996). Все это нужно учитывать рыбакам, переработчикам и экспортерам.

Более подробно об истории развития мирового рынка икры морского ежа и его особенностях можно узнать из работ зарубежных авторов (например: Fisheries..., 1976; Kato, Schroeter, 1985; и др.).

7.3. Технология пищевой переработки

7.3.1. Предварительная подготовка сырья

Для оценки кондиционного ежа используют гонадный индекс, который представляет собой процентное содержание икры в морском еже от общей массы ежа. Определение гонадного индекса ведется по следующей методике.

Из общей массы неразделанных морских ежей производят случайную выборку образцов, которые взвешиваются, затем раскалываются для выемки икры. Икра визуально, по цветам, сортируется на три сорта:

- 1-й сорт — желтая и красновато-желтая икра;
- 2-й сорт — серая икра различных оттенков;
- 3-й сорт — черная и коричневая икра, икра с молоками, мелкие гонады.

Полученные образцы икры взвешиваются по трем сортам, затем определяется гонадный индекс ($G\%$) по формуле:

$$G = (m_r \times 100) / m_e$$

где m_e и m_r — масса ежа и масса икры соответственно, г.

Затем определяют коэффициент стоимости (K) икры по сортам следующим образом: 1-й сорт: $K_1 = 1,0$; 2-й сорт: $K_2 = 0,5$; 3-й сорт: $K_3 = 0,0$, т. к. эта икра не имеет потребительского сбыта.

После этого определяют гонадный индекс партии в пересчете на один сорт по формуле:

$$G_n = G_1 \times K_1 + G_2 \times K_2 + G_3 \times K_3.$$

После оценки гонадного индекса партии морских ежей отправляют на переработку.

Разделка морского ежа — достаточно трудоемкая, требующая времени и определенного навыка операция. Прежде всего, его панцирь необходимо разделить на две части, открыв доступ к гонадам, находящимся на внутренней стороне верхней его части. Эту операцию обычно выполняют вручную, либо разламывая панцирь ежа в вертикальной плоскости вдоль перфорированных амбулакральных секций, либо разбивая в горизонтальной плоскости (рис. 7.3.1.1). В первом слу-

чае можно воспользоваться достаточно длинным ножом или специальными щипцами с губками, раскрывающимися при сжатии рукояток. И нож и губки щипцов вводятся в полость ежа через перистомальную мембрану зоны ротового отверстия в нижней части панциря. Во втором случае нож должен быть достаточно тяжелым и острым, а удар точным и резким. Для упрощения операции можно использовать различные приспособления, типа приведенного на рисунке 7.3.1.2, позволяющие зафиксировать ежа и обеспечить направление скола.

Для обеспечения качества продукции перед разрушением панциря можно добавить операцию механического удаления игл. На японских предприятиях это делается перекачиванием ежей в бамбуковых корзинах с достаточно редким переплетением. Другой вариант — предварительно удалить ротовую часть, также при разрушении дающую посторонние частицы, а затем расширить отверстие и извлечь гонады. Оба приема можно совместить и в одном технологическом процессе (Kramer, Nordin, 1979).

Расколотый еж передается «ложечникам». С помощью специальных небольших ложечек или шпателей они аккуратно вынимают гонады из панциря и помещают их на ячеистый пластиковый поддон с перфорированным дном или дуршлаг с пластиковой или металлической сеткой. Икра ополаскивается в холодной соленой воде, чтобы удалить частички внутренностей, игл и панциря, попавших на поверхность гонад в момент раскалывания. Кроме того, такая промывка несколько упрочняет сами гонады (см. цветная вкладка на стр. 198, рис. 9).

Затем поддон перемещают в другую ванну, также заполненную охлажденной водой, где гонады легкими щипками большого и указательного пальца разрываются на отдельные дольки. Окончательная очистка от кусочков панциря и мягких мембран производится с помощью пинцетов или небольших вилок. Это весьма ответственная операция, так как на блок продукта при оптовой продаже может быть пропущено не более нескольких кусочков панциря. Обычно их количе-

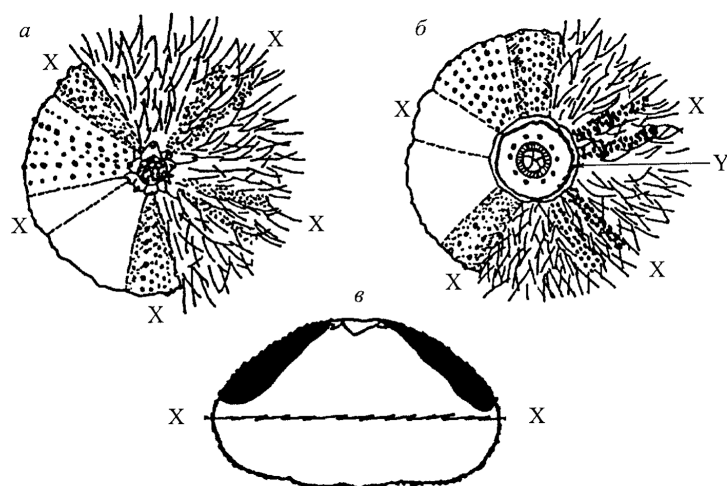


Рис. 7.3.1.1. Схемы разделки морского ежа (по: Kramer, Nordin, 1979): а — разрубить панцирь вдоль секций X; б — разрезать мембрану по линии Y и разломать панцирь щипцами вдоль направлений X; в — разрубить панцирь по сечению X-X тяжелым ножом

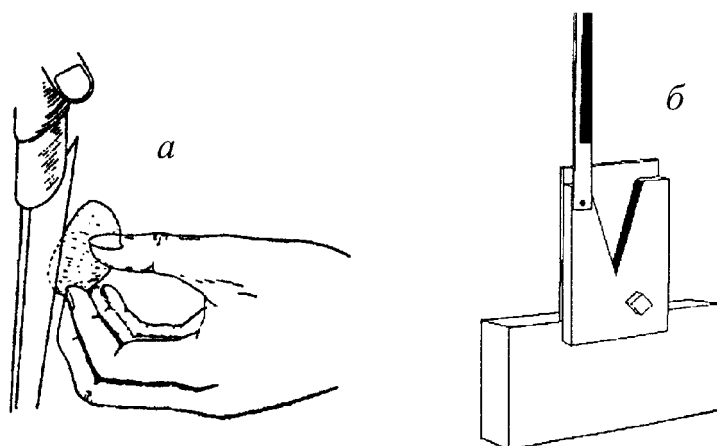


Рис. 7.3.1.2. Разделка ежа: а — «классическая», с помощью тяжелого ножа (Кинтаро-Кимура, 1939); б — с помощью ножа с фиксирующим приспособлением (по: Kramer, Nordin, 1979)

ство оговаривается с покупателем заранее (The fishery..., 1976; Singh, 1990). Переработку ведут в специально подготовленных помещениях или в полевых условиях, под навесами, защищающими от прямого нагрева продукции лучами солнца и от непогоды.

Важный элемент организации производства — обеспечение требования санитарии: икра морского ежа, которую обычно продают в свежем виде, может легко подвергаться заражению бактериями и грибами. Для нейтрализации бактерий некоторые производители на всех стадиях процесса используют воду, обработанную ультрафиолетом, а для санитарной обработки помещений применяют различные дезинфицирующие средства. Это может быть, например, хлорамин, получаемый здесь же из морской воды электролизом. Также, особенно летом, важна надежная работа холодильного оборудования.

После выемки из панциря, промывки и обсушивания, к икре, перед дальнейшей обработкой, предъявляются очень высокие требования. При оценке качества икры учитываются следующие показатели: степень свежести, цвет, консистенция, размер и форма ястыков, вкус и запах.

При оценке свежести, наиболее ценной считается икра, полученная при переработке живого ежа. Далее оценка зависит от срока хранения сырца до переработки, который не должен превышать трех суток хранения на воздухе, при температуре 2–5 °С.

Ястыки отличаются цветом, и при их оценке используются специальные приспособления и таблицы (Лепская, Задорожный, 1998; Mottet, 1976). Цвет икры весьма близко связан с содержанием в ней жира. В свою очередь, содержание жира определяет как долго может храниться готовый продукт. На рисунке 10 (цветная вкладка на стр. 198) представлена таблица цветовых оттенков ястыков икры морских ежей.

Наиболее предпочтительными являются оттенки ярко-желтого, оранжевого и розового цветов — это 1-й сорт. Икра желто-серого цвета и его тонов — 2-й сорт, коричневая и черная икра — 3-й сорт. Следует отметить, однако, что цветовые стандарты могут варьировать в разных провинциях Японии, также как и у разных торговых фирм. Лучшее решение этой проблемы — укладка на один лоток икры приблизительно одного цвета и размера.

Ястыки должны быть плотные и упругие, без посторонних включений и повреждений. По консистенции ястыки должны быть упругими, сочными и обладать однородной структурой.

Ястыки должны иметь четко выраженную форму, т. е. не расплзаться и не быть слишком больших или маленьких размеров. Наибольшим спросом пользуются ястыки размером 4–5 см.

По вкусу икра морских ежей сладковатая, напоминает яичный желток со слабым привкусом йода. Запах икры напоминает запах свежего огурца.

Вся последующая переработка зависит от вида выпускаемой продукции (рис. 7.3.1.3). Наиболее качественная икра идет на производство свежей, соленой и замороженной продукции. Из менее качественной икры в Японии делают различные смесевые продукты и приправы. Извлеченная икра также может упаковываться в банки в 95%-м спирте и соли. В результате этого процесса (особенно для «bafun uni» — икры различных видов морских ежей из Калифорнии, включая и зеленого ежа) получается ярко оранжевый «клейкий» продукт. Поврежденная икра, ее кусочки и икра некондиционного цвета смешиваются с солью, приправами, крахмалом и искусственными красителями для производства пасты, которая упаковывается в банки.

На таких операциях, как тщательная зачистка, сортировка и упаковка труд стоит достаточно дорого. Поэтому многие переработчики всячески совершенствуют методы оптовой упаковки, что не только позволяет производителю снижать затраты на оплату труда, но экономить на поддонах (пластиковые вместо предпочитаемых в Японии при розничной торговле деревянных), одновременно снижая стоимость перевозки, потому что пластиковые поддоны значительно легче и требуется их меньше. После доставки в Японию икра переупаковывается в традиционную тару и реализуется по обычным каналам. Делалось несколько попыток перерабатывать икру прямо на борту судов в море. Принципиальные преимущества этого — близость к запасам ежа, наличие чистой морской воды и простота избавления от отходов. Но на судах в течение длительных периодов путины приходится содержать значительное количество дополнительного персонала, что, по видимому, экономически не оправдано (Kato, Schroeter, 1985).

Затраты на переработку морского ежа определяются, главным образом, производительностью труда переработчиков. Эксперименты, выполненные в Ньюфаундленде (Канада), показали,

что при переработке икры средняя производительность составляет 0,555 кг на человека в час. Отчеты же японских специалистов свидетельствуют, что там нормой считается 1,0 кг на человека в час (Newfoundland..., 1990).

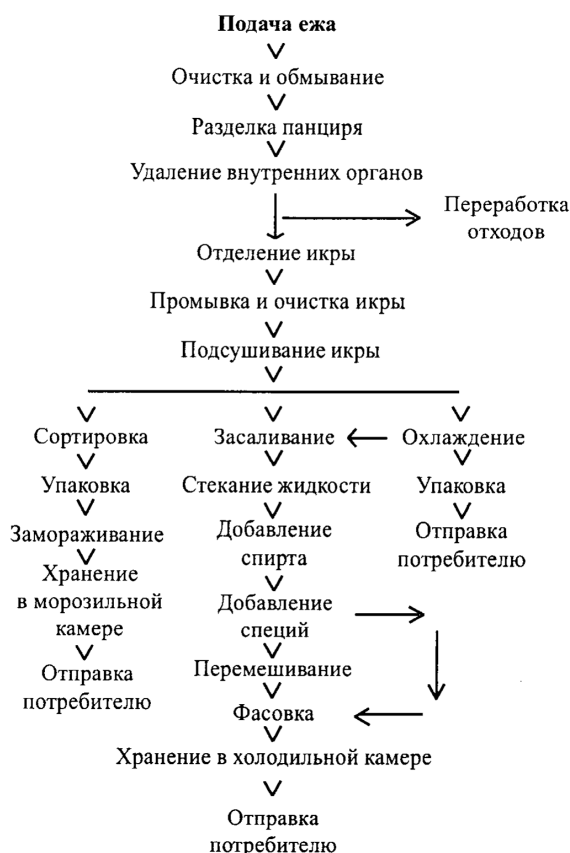


Рис. 7.3.1.3. Схема обобщенного техпроцесса переработки морского ежа (по: Ramachandran, Terushige, 1991)

7.3.2. Пищевые продукты из гонад

Из гонад морского ежа получают свежие и переработанные продукты. Во многих странах в продаже можно найти неразделанного ежа, свежую, соленую, тушеную икру, различные смеси и даже сушеные продукты, а также кулинарные изделия с икрой в качестве основного вкусового компонента.

Свежие морские ежи и гонады почти никогда не продаются в розницу на рыбных рынках. В Японии, а также в США, наибольшее количество их закупается традиционными японскими ресторанами, где имеются суши-бары и подаются в основном свежие морепродукты. Суши (sushi, в японской транскрипции суси) — термин, обозначающий различные японские блюда, включающие сырые морепродукты, рис, приправленный солью, сахаром и уксусом, декорированные морскими растениями. Икра морских ежей часто выставляется на подносах, поставляемых переработчиками.

Рис для блюд суши, как правило, сервируют различными закусками, чаще всего из морепродуктов. Все закуски, имеющиеся в наличии в ресторане, в суши-барах эффектно выкладывают на холодильных прилавках с таким расчетом, чтобы покупатель, сидящий прямо перед ними, мог выбрать и съесть именно то, что видит своими глазами. Он дает стоящему за прилавком повару свой заказ и тот тут же делает две овальных подушечки (4×2 см) из заранее приготовленного риса, а затем сервирует их необходимым образом (Kato, Schroeter, 1985).

Проще всего на рисовую подушечку положить кусочки сырой рыбы или моллюска. Гонады же морского ежа весьма нежны и требуют какого-то дополнительного крепления. Поэтому подушечки для них прежде всего заворачивают в готовые к употреблению водоросли, а дольки гонад кладут поверх риса внутрь водорослевого кокона. Морской еж — одна из самых дорогих закусок,

и стоит в суши-баре около 200 иен за две чайных ложки гонад. Это примерно в 4 раза больше, чем придется заплатить за закуску из креветки или осьминога.

На японском рынке можно найти несколько сортов икры морских ежей. Критерии градации по сортам основываются на ее качестве. При оценке качества во внимание принимается все: размеры долек и форма гонад, цвет, вкус, консистенция, степень свежести (временной фактор), страна-производитель, вид упаковки. Производитель, цвет и степень свежести являются, по всей вероятности, наиболее важными факторами, определяющими цену в том случае, если продукт соответствует требуемым стандартам. Икра высшего качества соответствует категории «Grade A» (Penfold et al., 1996).

При продаже в свежем виде наибольшим спросом пользуется чистая ярко-желтая или оранжевая икра. В дополнение к хорошему цвету и внешнему виду, икра самого лучшего качества должна быть плотной, иметь не слишком крупные дольки (4–5 см), на ее поверхности не должно быть белых выделений. Первосортную икру используют для получения продукции высшего качества, приносящей наибольший доход, а из поврежденных гонад, икры со значительными погрешностями в окраске или чрезмерно подсохшей делают продукцию более низкого качества. Для оценки цвета икры калифорнийскими производителями, например, используется до восьми допустимых градаций цвета. Для соленой икры предпочтителен оранжевый цвет, соответствующий цвету высококачественной фасованной соленой икры, производимой в самой Японии. Соленую икру обычно производят летом, когда цены на свежую продукцию в Японии наиболее низкие (Kato, Schroeter, 1985).

Для суши-баров Японии свежие гонады раскладывают на небольших деревянных подносах вместимостью от 170 до 350 г. Иногда используют и более мелкие подносы, вмещающие 100, 50 или 30 г. Стандартный поднос имеет внутренние размеры 8,6×16×1,2 см и снабжен дренажем для удаления избытка влаги.

Предприятия, занимающиеся добычей и переработкой морского ежа, обычно ориентируются на тот или иной способ переработки в зависимости от имеющегося уровня оснащения, возможностей вложения средств, потребностей и близости рынка и т. п. Можно выделить три градации затрат на организацию соответствующего производства. Наименьших вложений требует выпуск на рынок живого ежа, затрат среднего уровня — выпуск пищевых продуктов и, наконец, наибольших — выпуск продуктов высоких технологий, к которым относится производство лекарственных препаратов. Крупные производители обычно выпускают несколько видов продукции, но на рынке наибольшим спросом пользуется икра в свежем, а не в консервированном виде. Это связано с вековыми традициями японской кухни, открывшей для мира потребление этих продуктов. При этом используются различные методы упаковки, также соответствующие вкусам потребителей, и достаточно «мягкая» химическая обработка, необходимая для увеличения сроков хранения, улучшения внешнего вида и консистенции икры.

Отметим, что под консервированием пищевых продуктов обычно понимают любую обработку, позволяющую обеспечить хранение продуктов в течение достаточно длительного времени при определенных для каждого вида обработки условиях. Под это определение подпадают замораживание, различные виды стерилизации, в т. ч. термическая, сушка, соление, маринование и засолка (соление в рассоле). При этом за счет воздействия физических и химических факторов в продукте производится либо уничтожение микробов и некоторых ферментов, вызывающих порчу продукта, либо создаются неблагоприятные условия для их развития или проявления активности. В случае с икрой замораживание может быть вынесено за рамки консервирования в связи с тем, что используется оно в основном как технологическая операция для временной консервации продукта, продаваемого затем в качестве свежего или поступающего на дальнейшую переработку. Продаются ежи и в неразделанном виде.

Свежие высококачественные гонады имеют четко выраженную форму, пупырчатую поверхность, отличаются градациями цвета (ярко-желтый, ярко-оранжевый, розоватый, красновато-оранжевый — высшее качество, и коричневатый различных тонов — более низкое качество), обладают однородной структурой, по консистенции напоминая мягкую пасту (Лебская и др., 1998). Гонады обоих полов одинаково ценны, различаются только при микроскопическом исследовании, поэтому «икра морского ежа», или по-японски «уни» — обобщенное понятие.

Соль используется для консервации с незапамятных времен и поэтому существует много способов соления гонад, применяемых как при промышленной переработке, так и в домашней практике. Выше уже упоминалось, что наиболее высококачественные гонады идут в реализацию в свежем виде, но это не означает, что для производства соленых гонад используют только сырье низкого качества: качественные соленые гонады также пользуются спросом на рынке. Отметим, что на российском рынке из-за отсутствия или неразвитости сети японских ресторанов с барами суши, именно они и являются основным продуктом. В таблице 7.3.2 приведены характерные японские наименования различных продуктов из икры морских ежей.

Здесь использованы наиболее часто встречающиеся в литературе наименования, однако во многих районах Японии существуют аналоги описанных продуктов, отличающиеся только местными названиями. Известен, например, аналог Neri Uni — Echizen uni, производимый в префектуре Фукуи, первое упоминание о котором относится к 1600-м годам. Есть почти двойник и у Yaki Uni — это популярное местное блюдо Kaiyaki Uni, подаваемое в преф. Фукусима и Ивате на раковинах двустворки *Pseudocardium sybilla* или халиотиса *Haliotis hannai*. Встречаются и обратные заимствования: популярный Bafun Uni, хорошо перемешанная соленая икра из Калифорнии — аналог Shimonoseki Uni, производимой в префектуре Ямагути с 1800-х годов (Taki, Higashida, 1964; Kan, 1968).

Ниже описываются особенности приготовления разных пищевых продуктов.

Свежая икра. Икру сортируют по цвету, отдавая предпочтение долькам размером от 4 до 5 см. Цвет икры тесно связан с содержанием жира, а последнее определяет длительность хранения икры. Более предпочтительные цвета — от ярко-желтого до ярко-оранжевого. Красновато-оранжевый цвет также принимается хорошо, но имеет более высокое содержание жира и не обладает столь же долгим сроком хранения при одинаковой обработке. Некоторые фирмы практикуют упаковку икры более низкого сорта с икрой наилучшего качества.

Предпродажная подготовка свежей икры включает придание ей упругости, что одновременно позволяет предотвратить излишнюю потерю влаги, подсушивание, сортировку по цвету, размеру и внешнему виду, укладку ровными рядами в небольшие деревянные (пенополистироловые) подносы или контейнеры (см. цветная вкладка на стр. 197, рис. 8). Подносы делаются таким образом, чтобы их можно было поставить один на другой, обеспечивая циркуляцию воздуха.

Таблица 7.3.2. Русские и японские названия характерных продуктов из гонад морского ежа (латинская и русская транскрипции)

Наименование продукта	Транскрипции		Примечания
	Латинская	Русская	
Свежая икра	Uni; NamaUni	уни; нама уни	
Замороженная икра	Reito Uni	рэйто уни	
Соленая икра	Shio Uni	(сио) уни	«Классическая» соленая икра
	Shimonoseki Uni	симоносэки уни	Растертая соленая икра с добавлением спирта «спиртовой морской еж»
	Mizu Uni	мидзу уни	Жидкая ферментированная икра (водянистый морской еж)
	Doro Uni	доро уни	Пастообразная ферментированная икра
Продукты горячего приготовления	Neri Uni	нэри уни	Тестообразная ферментированная икра
	Tsubu Uni	цубу уни	Текстурированная ферментированная икра
	Mushi Uni	муси уни	Паровая икра
	Yaki Uni	яки уни	Печеная икра
Смесевые продукты	Uni Aemono	уни аэмоно	Собирательное название, включающее различные продукты, как правило, из соленой икры с различными добавками

Для придания упругости икре после промывки в тех же поддонах подвергают принятой в пищевой промышленности процедуре — помещают в емкости, заполненные охлажденным раствором алюмокалиевых квасцов $KAl(SO_4)_2$. Используемая концентрация раствора по квасцам не должна превышать 2% (обычно варьирует от 0,4 до 0,7%). Передержка в растворе квасцов (особенно вероятная при концентрации более 1%) может привести к появлению горьковатого привкуса. Известны успешные попытки заменить квасцы солями лимонной кислоты и фосфорнокислым натрием. Часто для сохранения качества икры в упрочняющий раствор в качестве консерванта добавляют сорбат калия и бензоат натрия в суммарном количестве по массе не более 0,1% (Kramer, Nordin, 1979). Для приготовления раствора используется морская вода, примерно в 1,5 раза разбавленная пресной (до концентрации соли 2,5%). Концентрация и время обработки зависят от начального состояния гонад, а выдерживают их в растворе до тех пор, пока икра не станет упругой. Время обработки колеблется от 15 минут до 1 часа. Подсушивают икру после извлечения из квасцов, оставляя на поддонах на стеллажах в охлаждаемом помещении (или шкафу) при температуре не выше 5 °С. При этом важно, чтобы икра во избежание пересыхания поверхностного слоя не обдувалась потоком воздуха ни в процессе, ни после подсушивания. На завершающей стадии подсушивания непосредственно перед укладкой на подносы икру промокают, прокладывая несколько раз сменяемую чистую хорошо впитывающую ткань, например, марлю (Kato, 1972; Penfold et al., 1996).

Замороженная икра. Свежая икра морских ежей пользуется в Японии наибольшим спросом. При этом одна из главных проблем торговли ею — обеспечение реализации в ресторанах и барах в течение не более трех суток с момента извлечения. Поэтому перед специалистами встала задача увеличения времени хранения икры до требуемого по условиям доставки потребителю. Единственно возможной при этом стала доставка икры в замороженном виде, но и при этом возникал ряд проблем.

Встала необходимость разработки такой технологии замораживания, при которой продукт не терял бы своих вкусовых и органолептических качеств. Последнее возможно в связи с тем, что как при замораживании, так и при дефростации существует опасность разрушения гонад с их последующим разжижением; кроме того, в процессе замораживания и хранения в продукте возможны химические изменения, в результате чего образуются кетоны и альдегиды, определяющие появление специфического запаха и горьковатого привкуса.

Проведенные специалистами Японии и США исследования показали, что гонады менее разжижались, когда они дефростировались при частичном предварительном удалении летучих компонентов, быстром замораживании и медленной дефростации. Таким образом, при подготовке икры к замораживанию необходимо предварительно удалить из нее избыточную влагу, а затем быстро заморозить при низкой (до –30 °С) температуре. Для лучшей сохранности икру необходимо глазировать, например, погружением в воду или опрыскиванием, хранить при низких (примерно –18 °С) температурах, а перед дефростацией путем лиофилизации удалять глазурь. Саму дефростацию надо вести достаточно медленно при температуре 5–10 °С.

При этом надо помнить, что конвекционное замораживание разрушает зернистую консистенцию икры, делая ее мягкой. Первую и вторую процедуры можно объединить, используя замораживание в вакууме. Так, Furunaga (1974) описал метод с использованием вакуумной морозильной установки, позволяющей при разрежении в 0,1 торр в течение всего процесса замораживания экстрагировать из икры до 1% жидкости. Такая обработка требует наличия достаточно сложного оборудования. Несколько упростить процесс можно за счет предварительного обезвоживания путем непродолжительного (10–15 мин.) вымачивания икры в 5% растворе соли с последующим подсушиванием адсорбирующими влагу материалами (The fishery..., 1976; Kramer, Nordin, 1979). В процессе хранения и особенно транспортировки необходимо выдерживать установленный температурный режим, постоянно контролировать температуру, ни в коем случае не допуская размораживания продукта.

Икру в замороженном виде выпускают как для непосредственной продажи в размороженном виде, так и для последующей переработки (засола и т. п.). В первом случае используется только икра по всем показателям высшего качества (цвет, размер, степень свежести), во втором — менее качественная. В первом случае ее сразу укладывают на стандартные деревянные подносы,

во втором — на более вместительные пластиковые поддоны для оптовой продажи. Для замораживания подносы и поддоны вставляют в специальные пластмассовые контейнеры и помещают в морозильную камеру с требуемой температурой. Затем контейнеры запаковывают в маркированные теплоизолированные картонные коробки, закатывают в полиэтиленовую пленку и отправляют на хранение в холодильник, откуда их по мере надобности отправляют потребителям. Перед продажей икру размораживают и продают в течение суток. Нереализованная икра поступает на переработку.

Соленая икра. Воздействие соли оказывает на гонады двойной эффект. С одной стороны, оно вызывает удаление части жидкости и обеспечивает ее содержание в конечном продукте на определенном уровне (поддерживает баланс между содержанием соли и жидкости в конечном продукте). С другой — регулирует ход процессов ферментации. При недостатке соли продукт портится, но при ее избытке невозможно достичь требуемого вкуса, обеспечиваемого ферментацией. Вообще, те продукты, в которых соли минимум, имеют лучший вкус. Поэтому при выборе параметров соления технологи подбирают тот минимум, который не только гарантирует сохранность продукта в заданных условиях, но и обеспечивает нужные вкусовые качества.

Количество соли, добавляемой к свежим гонадам при получении различных продуктов, может варьировать от 5 до 40% по массе, причем соль может смешиваться с ними непосредственно в твердом виде или использоваться в рассолах (The fishery..., 1976). Более «крутую» засолку чаще используют в условиях, когда нет возможности обеспечить температурный режим хранения более ценного малосольного продукта. В качестве дополнительного консерванта для приготовления продуктов с пониженным содержанием соли может использоваться 96% этиловый спирт.

Способы засаливания отличаются в зависимости от требований покупателей, особенностей и ноу-хау технологий, используемых производителями. Классическая Shio Uni готовится в следующей последовательности (Таникава, 1975; Kato, Schroeter, 1985):

- на проволочную решетку поддона накладывается слой марли;
- на марлю помещается слой предварительно подсушенной икры и полностью равномерно засыпается солью в количестве примерно 25% от массы взятой икры;
- сверху накладываются последующие слои икры и соли, иногда перемежающиеся марлевыми прокладками. Это делается до тех пор, пока общая толщина не достигнет 5 см;
- икре дают вылежаться в течение нескольких часов или ночи; при этом вместе с избыточной солью удаляется около 40–50% влаги, а соленость самой икры увеличивается до 10–15%.
- соленая икра перекладывается и пакуются в выстланные пластиком фирменные деревянные бочонки или в пластиковые контейнеры, иногда с добавлением до 15% по массе гонад (без учета впитавшейся соли!) 95–99% этилового спирта. Спирт добавляется в минимальном количестве, так как сообщает икре специфический привкус.

При обработке с добавлением спирта удастся получить продукт с содержанием соли примерно 5–7%. Спирт обычно смешивается с икрой после того, как икра отдаст воду (1–2 ч после засаливания). Срок годности продукта зависит от содержания влаги, соли и спирта. Продукт, включающий 50% влаги, 10% соли и 7% спирта, имеет срок реализации 3–5 мес. При снижении количества соли и добавлении спирта продукт приходится хранить и фасовать при низких температурах (Ramachandran, Terushige, 1991).

Альтернативный продукт — малосольная икра, приготавливаемая с добавлением меньшего количества соли (10–15% вместо 25%) без добавления спирта. Для обеспечения ее хранения требуется замораживание. При условии использования икры хорошего качества и соблюдения режима хранения подобный продукт приносит наивысший доход.

У большинства продуктов выделившаяся из гонад в процессе переработки вода высушивается (удаляется). Исключением является Mizu Uni [*водянистый морской еж*]. Он изначально отличается не лучшим для подсушенных гонад содержанием жидкости, что и влияет на вид получаемого продукта. Некоторые продукты могут содержать 45% влаги, в то время как другие — 56%. Однако для каждого специфического продукта содержание влаги является критическим параметром: в свежих необработанных гонадах оно влияет на то, сколько потребуется соли, а в подсушенных — на то, сколько потребуется спирта и других добавок. В случае, если в готовом продукте содержится слишком большое по отношению к добавкам количество влаги, она будет

из него выделяться. При заниженном количестве влаги может нарушиться текстура продукта. Диапазон приемлемого содержания влаги, при котором подобных проблем не возникает, составляет всего 4–6%. Для того, чтобы получить стойкие результаты, оптимальное содержание влаги технологи определяют опытным путем (The fishery..., 1976).

После смешения гонад и консервантов продукт должен быть сразу же закупорен в стеклянные или деревянные емкости. Если количество соли, спирта и жидкости соответствовало оптимуму, то аромат в результате процессов ферментации, достигаемый при определенном сроке хранения, будет, как правило, приемлемым. Однако продукт может испортиться, если консерванты были недостаточно хорошо перемешаны с гонадами или в толще продукта остались пузырьки воздуха.

Видоизменяя процесс соления, из икры морских ежей получают другие пользующиеся, по большей части в самой Японии, спросом соленые продукты. Так, уже упоминавшаяся Mizu Uni [*жидкая ферментированная икра*] приготавливается без начального подсушивания и без разделения ястыков на дольки путем добавления соли к каждому слою икры, сразу укладываемой на дно деревянного или пластмассового бочонка (Таникава, 1975). Общее количество добавляемой соли составляет 30–40% от массы икры. Заполненный доверху бочонок плотно закрывается крышкой и для ферментации оставляется храниться в прохладном месте. После достижения требуемого вкуса и аромата продукт переносится в более холодное хранилище.

Для приготовления Doro Uni [*пастообразная ферментированная икра*] очищенную икру морского ежа прежде всего промывают на поддоне с 6–9% раствором спирта, разделяют на дольки, обсушивают, а затем смешивают с 25–30% соли. Как и в первом случае, выделяющейся жидкости не дают стечь или подсохнуть, однако из-за того, что ее начальное количество было значительно более низким, продукт получается более консистентным. Смесь оставляется в прохладном месте. В Японии наилучшим сырьем для приготовления этого продукта считается *S. intermedius*, но может использоваться и *S. franciscanus* (Таникава, 1975; Ramachandran, Terushige, 1991).

Используются различные пищевые добавки и красители, улучшающие потребительские качества продукции. Добавляться они могут как до, так и после окончания процесса ферментации. Обычные пищевые добавки — глютаминат натрия, сладкое сакэ (mirim), осадок сакэ, сахар, крахмал. Предпочитаемый цвет продуктов — оранжевый, поэтому большинство их, и получаемое из разных сортов икры, для достижения желаемого цвета нуждается в пищевых красителях.

Два наиболее известных покупателям на рынке Японии соленых ферментированных продукта — Neri Uni и Tsubu Uni. Первый представляет собой тестообразную ферментированную икру. Для приготовления Neri Uni лучшим сырьем считается *S. intermedius*. Очищенную и подсушенную икру раскладывают на обвалочном столе, предварительно обсыпанном солью. Затем икру с помощью бамбуковой лопаточки равномерно покрывают солью. Количество соли различно и зависит от качества и степени свежести гонад, сезона добычи морского ежа. Обычно оно варьирует в пределах 20–30% от массы икры. Посоленной икре дают возможность обсохнуть на бамбуковых матах в течение нескольких часов. Подсушенную икру упаковывают в бочонки или сосуды с плотно закрывающейся крышкой. Затем просоленную икру перемешивают вручную с помощью бамбукового шпателя или электрической мешалки.

В процессе приготовления Neri Uni используются только японские материалы. Продукт сдабривают специями — сладкое сакэ, сахар и продолжают ферментацию уже в закрытых сосудах. По ее окончании продукт фасуют в стеклянные банки различной вместимости (Таникава, 1975; Ramachandran, Terushige, 1991). По сходной технологии в преф. Фукуи приготавливается еще один дорогой ферментированный японский деликатес — Uni Shiokara [уни сиокара], отличающийся более глубокой степенью ферментации и экспортируемый Японией во многие страны (Кинтаро-Кимура, 1939; Ramachandran, Terushige, 1991).

Tsubu Uni по вкусу весьма схожа с Neri Uni, однако отличается консистенцией. После внесения консервантов и специй за счет неполного разрушения гонад продукт получает оригинальную неоднородную текстуру в виде небольших комочков. Tsubu Uni, в отличие от сиокары, не может быть приготовлена из мягких гонад, так как в этом случае при перемешивании они полностью разрушаются.

Neri Uni и Tsubu Uni выпускаются, например, крупной японской фирмой Ogava Sea Urchin Company (г. Симоносеки). Производимая этой фирмой Nery Uni содержит 75% соленых гонад, 5% соли, спирт, сахар, а также приправы и красители; в 1975 г. баночка, содержащая 60 г, в розничной торговле продавалась за 256 иен (6,17 долл. США за фунт). Tsubu Uni содержит 90% соленых гонад и стоит значительно дороже Neri Uni: 60-граммовая баночка в том же году продавалась за 375 иен (The fishery..., 1976).

Рассмотренными продуктами перечень не ограничивается. Например, икра консервируется в стеклянной таре с использованием 95% спирта и соли. При этом кусочки гонад и даже разноцветные гонады перемешиваются с солью, специями, крахмалом и красителями до получения однородной пасты. В результате этого процесса получается ярко-оранжевый клейкий продукт, например, Bafun Uni — вариант соленой икры, приготавливаемый в Калифорнии. Получаемая паста закатывается в банки с красочными этикетками. Ее сервируют в качестве приправы или компонента различных соусов традиционной японской кухни, а также в качестве закуски, намазываемой на хлеб в европейской кухне (Kato, 1972).

Упрощенная технология приготовления соленой икры, ориентированная на отечественное сырье, описана И.В. Кизеветтером (1962). Ежей (*M. nudus*) обрабатывают сразу после вылова, при этом раскалывают скорлупу, извлекают икру и промывают ее в 2–3% растворе соли. Затем дольки икры помещают в сетку с сухой солью (30–40% от массы икры) и выдерживают в течение 8–10 ч. Дольки икры укладывают в небольшие бочки (15–20 л); иногда перед укладкой икру растирают до однородной массы, на дно бочек и под крышку кладут пропитанный растительным маслом кружок пергаменты. Хранят продукт при температуре 4–6 °С. Выход соленой икры при этом составляет 3,5–4,0% от массы выловленных ежей.

Зарубежные специалисты указывают несколько иные цифры: выход свежих зрелых гонад из сырья варьирует в диапазоне 8–12% и зависит от стадии зрелости, сезона, района лова и т. д. Конечный выход соленой икры в спирту лежит в диапазоне 7,0–10,6% (Ramachandran, Terushige, 1991).

Икра горячей обработки. Пользуются спросом две разновидности икры с такой обработкой — паровая (Mushi Uni) и запеченная (Yaki Uni). В первом случае свежую икру помещают в деревянные или плетеные емкости различного размера, штабелируют их в большом котле для варки на пару и обрабатывают паром около 30 мин. При этом из икры удаляется около 20–30% влаги. Некоторые переработчики подают пар под давлением, что позволяет ускорить обработку до 15 мин. и даже менее. Затем икру упаковывают в оптовые пластиковые или более мелкие деревянные контейнеры и замораживают.

Запеченную икру также готовят из свежих гонад. Их помещают на мелкие закрытые (oven-proof) противни и около 30 мин. запекают в печи при температуре 190 °С. При этом удаляется около 30–40% влаги. Затем готовый продукт упаковывают на маленькие деревянные подносы или в пластиковые имитации раковины гребешка и замораживают.

По традиционной японской технологии запеченное уни приготавливают несколько иначе. Сначала дольки гонад медленно варят в предварительно прокипяченном рассоле с плотностью 1,04 кг/дм³ до всплытия; затем варку продолжают примерно 30 мин., не доводя до кипения и препятствуя повреждению долек. Потом их вынимают, дают стечь воде, удаляют куски скорлупы и раскладывают продукт на циновках. Икру сушат в печах на древесном угле, иногда переворачивая продукт с одной стороны на другую, а потом раскладывают на деревянные подносы и отправляют на продажу или хранение (Кинтаро-Кимура, 1939).

По современной технологии, ориентированной на более длительное хранение, паровая икра может закатываться в стандартные металлические банки. В этом случае после обработки паром гонады охлаждают, обдувая воздухом (при этом теряется до 20% жидкости), аккуратно укладывают в баночки, положив на дно и покрыв сверху кружком пергаменты, затем банки прогревают в течение 13 мин. при температуре около 100 °С для частичного удаления воздуха, закатывают и стерилизуют в течение 80–90 мин., после чего сразу же охлаждают холодной водой. Консервированные таким образом гонады морского ежа продаются во многих небольших японских бакалейных магазинах по достаточно высоким ценам. В 1975 г. баночка на 110 г продукта в розницу стоила 990 иен (13,60 долл. США за фунт) (The fishery..., 1976).

Надо иметь в виду, что в процессе термической обработки гонад возможна потеря некоторых ценных качеств. Например, отмечено, что количество витамина Е после бланширования и автоклавирования убывает примерно на 20%, а содержание ПНЖК снижается примерно в два раза (Толкачева и др., 1999).

Смесевые продукты. Ферментированная паста из морского ежа используется в разнообразных смесях под собирательным названием Uni Aemono (The fishery..., 1976). Типичная смесь содержит дешевые морепродукты, например, сушеная икра сельдевых рыб, кальмар, сушеная медуза или халиотис (абалоне). При этом гонады составляют менее 20% продукта, что делает Uni Aemono относительно дешевыми. Один из типичных смесевых продуктов — Kazunoko Uni (икра сельди и морской еж), в 1975 г. его 80-граммовая баночка продавалась в розницу за 150 иен (2,84 долл. США за фунт). Эта смесь содержит 35% икры сельди, 16% икры морского ежа, 19% осадка sake, спирт, сладкое sake, крахмал, ароматизаторы и красители. Продукт, приготавливаемый с добавлением сушеной медузы — Kurage Uni, содержит 45% медузы, 17% морского ежа, 17% осадка sake и ароматизаторы.

К подобным продуктам можно отнести и разработанное несколько лет назад в Мурманске сотрудниками ПИНРО икорное масло, содержащее 85% высококачественного маргарина «Лапландия», выпускаемого по норвежской технологии, и 15% блендированной малосольной икры морского ежа. Предварительно гонады обезвоживались не менее чем до 74% исходной влажности, а затем измельчались в блендере. Затем производилось смешение гонад с маргарином и гомогенизация смеси до получения однородной массы. Готовый продукт характеризуется содержанием влаги 44–45%, жира 49–52%, белка 1,6–2,5%, золы 0,4–0,7%, а также обогащен фосфолипидами, ПНЖК, витамином Е (28–32 мг/100 г), каротиноидами (176–240 мг/100 г) (Толкачева и др., 1999).

Икорное масло отличается весьма высокими вкусовыми качествами, технологичностью (может разливаться в подогретом виде в пластиковые контейнеры, не требует сортировки гонад по цвету) и сравнительно дешево — пластиковые контейнеры массой нетто 250 г в 1995 г. продавались в Мурманске по 24 руб.

Выше уже отмечалось, что приготовление продукции из морепродуктов, естественно, не обходится без применения различных пищевых добавок, улучшающих вкусовые качества, цвет, структуру. Здесь отметим, что для продукции длительного хранения необходимы еще и антиоксиданты для предохранения потери качества продуктов замедлением развития процессов окисления жировых составляющих, различные пищевые ингибиторы и консерванты (кроме уже упоминавшейся поваренной соли и этилового спирта). С этой целью в рыбоперерабатывающей промышленности Японии используются лимонная, аскорбиновая, эрисорбиновая кислоты, эрисорбат натрия (не только в качестве антиоксидантов, но и для «закрепления» продукта), бутилгидроксанизол и другие разрешенные ФАО соединения. В качестве дополнительных консервантов рекомендуются сорбат калия и бензоат натрия. Для коррекции цвета можно воспользоваться натуральными пищевыми красителями — карминами и бета-каротином (Таникава, 1975; Сарафанова, 2001).

7.3.3. Кулинарные рецепты

Чтобы показать, что блюда из икры морского ежа доступны всем, кто живет недалеко от побережья наших северных и восточных морей, приведем в качестве примера несколько простых рецептов блюд из икры.

Сотэ из икры морских ежей

Рецептура. 50 г свежей икры морских ежей, 100 г сливочного масла, 50 г очень мелко порезанного репчатого лука, 1/2 чайной ложки лимонного сока.

Способ приготовления. Икру смешать с маслом и предварительно слегка обжаренным луком, добавить лимонный сок и соль по вкусу. Массу охладить, затем приготовить из нее небольшие лепешки, которые быстро обжарить с двух сторон по 30–40 сек, и сразу подать на стол.

Масло из икры морских ежей

Рецептура. 50 г свежей или малосольной икры, 100 г сливочного масла.

Способ приготовления. Тщательно растереть икру с маслом и использовать для бутербродов или в качестве добавки в пищу из морепродуктов, например из рыбы или морского гребешка.

Яйца, фаршированные икрой морского ежа

Рецептура. 6 круто сваренных яиц, 50 г сливочного масла, 50 г свежей или малосольной икры морского ежа, $\frac{1}{2}$ чайной ложки лимонного сока, 20 г мелко порезанной петрушки.

Способ приготовления. Разрезать яйца вдоль и удалить желток. Смешать масло с икрой, добавив лимонный сок. Наполнить половинки яиц полученной смесью и украсить петрушкой. Перед употреблением охладить.

Гункан суши с икрой морского ежа

Ингредиенты на 8 суши. Рис для суши — 160 г, нори (листья сушеной водоросли) — 1 лист, 8 полос, икра морского ежа — 80 г, огурец — 40 г, кресс-салат — 20 г.

Способ приготовления. 160 г риса суши промыть в сите холодной проточной водой до тех пор, пока стекающая вода не станет прозрачной. Две минуты варить рис в 250 мл воды, затем выключить конфорку и оставить его под крышкой набухать в течение 10 минут. Открыть крышку и так оставить рис еще на 10 минут. Добавить по 1 чайной ложке без верха соли и сахара, 2 столовых ложки рисового уксуса смешать и подогреть. Пересыпать рис в миску, сбрызнуть маринадом и перемешать палочками. В результате получается приблизительно 450 г риса суши. Целый лист нори разрезать на 8 полос одинаковой ширины. Для раствора тещу смешать в миске рисовый уксус с 200 мл воды. Постоянно смачивая тещу руки, изготовить 8 шариков нигири одинакового размера. Каждый из шариков обернуть полоской нори так, чтобы полоска с одной стороны выступала над рисом. Концы полоски соединить между собой с помощью раздавленных зернышек риса. Внутрь положить икру морского ежа. Украсить огурцом и кресс салатом.

Темпура уна — темпура из икры морского ежа

Ингредиенты. Икра морского ежа — 100 г, листья обо, сисо — 9 шт., нори — 1 шт., украшают долькой лайма.

Для кляра: яйцо — 1 шт., темпурная мука — 100 г, вода — 80 г, сок от имбиря — 20 г.

Способ приготовления. Замешать кляр. Для этого в миску положить кусочки льда, влить яйцо, воду и сок имбиря. Перемешать. Постепенно ввести муку. Кляр должен быть как жидкая сметана, комочки муки должны присутствовать в кляре. На 3 полоски нори выложить листья обо, на обо выложить икру морского ежа. Всё скрутить в тугую трубочку, обваливать в муке, окунуть в кляр и жарить во фритюре при 170 градусов около 40 секунд. Достать, обсушить салфеткой и выложить на блюдо.

Паштет из икры морского ежа

Ингредиенты. 1 баночка икры морского ежа (примерно 100 г), брынза — 300 г, сливочное масло — 100 г, морковь — 2 шт., яйцо — 1 шт., соль по вкусу.

Способ приготовления. Залить брынзу кипятком и выдержать под крышкой 30–40 мин. Пропустить подготовленную брынзу через мясорубку вместе с вареной морковью и белком вареного яйца, растереть со сливочным маслом и желтком яйца до получения однородной массы. Смешать с икрой морского ежа, добавить соль по вкусу. Паштет используют для приготовления бутербродов, фаршируют им сладкий перец, свежие помидоры, яйца для сервировки праздничного стола.

Суши «Саппоро», с морским ежом

Ингредиенты. Готовый рис для суши — 1 стакан, кампё (полоски тыквы) — 10 г, креветки — 2 шт., тельное морского угря — 1 шт., свежий тунец — 100 г, свежий кальмар — 100 г, готовый вареный морской еж — 150 г, с добавкой в виде пасты ежовой икры — 20 г, корень сельдерея — 1 шт., корень пастернака — 1 шт., шампиньон — 2 шт., огурец свежий — 1 шт., уксус соевый — 1 чайная ложка, сакэ (рисовая водка) — 1 чайная ложка, имбирь — 5–6 ломтиков.

Способ приготовления. Свежие грибы для суши промыть, сухие — подержать в воде, пока они не набухнут и не станут мягкими. Ножки удалить. Шляпки положить в небольшую миску и влить столько воды, чтобы она покрывала грибы. Когда вода закипит, убавить огонь, варить примерно 3 мин., добавить сахар, 2 ст. ложки соевого соуса и варить, помешивая, пока вода не испарится. Добавить мирин (японское сладкое рисовое вино для кулинарных целей). Грибы для суши остудить и нарезать небольшими кусочками. Нарезать для суши мелкими кусочками, как говорят — «на один укус», мясо тунца, угря, креветок, кальмара и сбрызнуть уксусом. Корни сельдерея и пастернака для суши помыть, почистить, нашинковать. Огурец помыть, почистить, поре-

зять, слегка посыпать солью, помять, сок слить. Рис смешать с тыквой, выложить на блюдо, сбрызнуть соевым уксусом и сакэ, а сверху аккуратно выложить смесь морепродуктов и овощей: мясо тунца, угря, кальмара, креветок, корни сельдерея и пастернака, грибы, огурцы, имбирь. Завершить эту пирамиду порезанным мясом вареного морского ежа, сдабривая перед самой подачей суши-салат икрой морского ежа. Подавать суши с соевым соусом.

Морские ежи с красной икрой

Ингредиенты на 4 персоны. Хорошо заполненные морские ежи — 12 шт., перепелиные яйца — 12 шт., красная икра — 100 г, кервель — 4 веточки, соль, перец.

Способ приготовления. Разрезать морских ежей пополам острыми ножницами. Собрать при этом сок и осторожно вынуть икру. Положите ее в дуршлаг, также сохраняя при этом сок, посолить и слегка поперчить. Вымыть панцири ежей, просушить их и разложить на листе для жарки. Установить печь на температурный режим 7. В каждую из 12 половинок панцирей ежа разбить по одному перепелиному яйцу; разложить в них икру ежей и влить собранный сок; поставить в печь на 5 минут. Перед подачей на стол добавить в эти панцири лососевую икру и украсить их нарезанными листиками кервеля.

Спагетти с морским ежом

Ингредиенты. Морской еж — 3 шт., спагетти из пшеницы твердых сортов — 80 г, рыбный бульон — 70 г, белое сухое вино — 50 г, оливковое масло — 15 г, петрушка — один пучок, зеленый базилик — один пучок, чеснок — 2 зубчика, тосканское оливковое масло первого отжима, соль, перец.

Для постаментов из морской соли: крупная морская соль — 100 г, вода — 15 г, немолотый кориандр.

Способ приготовления.

Деликатесное, но простое в исполнении блюдо. Для его украшения нам понадобится постамент из морской соли. Смешайте соль с кориандром и водой. Смесь вылейте в небольшую круглую форму и оставьте на 10 минут в духовом шкафу.

Ингредиенты для заправки спагетти. Мелко порубите петрушку и базилик. Разделите морских ежей. На небольшую тарелку вылейте сок и ложкой вытащите икру. Сохраните панцирь одного ежа, он понадобится для декора готового блюда.

Спагетти варится в подсоленной воде в течение 9 минут. За это время разогрейте сковороду и обжарьте в оливковом масле цельные зубчики чеснока. Когда масло пропитается чесночным ароматом (а это случится через 4–5 минут), зубчики вытащите. Теперь на сковородку поместите несколько стеблей петрушки и базилика. Через пару минут последовательно вылейте на сковородку сухое белое вино и рыбный бульон. Удалите стебли.

Спагетти откиньте на дуршлаг и переложите на сковородку. Необходимо довести их до степени готовности — на это уйдет 3 минуты.

Добавьте икру морских ежей к спагетти и перемешивайте полминуты, не снимая с огня. Высыпьте рубленую зелень. На большое блюдо поместите соляной постамент с морским ежом, украшенным веточкой базилика, а рядом аккуратно выложите готовую пасту. Посыпьте спагетти черным перцем и сбрызните оливковым маслом первого отжима.

Жюльен из морского ежа

Ингредиенты. Морской еж (по 75 г) — 3 шт., кресс-салат — 1 веточка, раковые шейки — 20 г, лук-шарлот — 1 луковица, базилик и мята — по 1 веточке, масло оливковое — 1 столовая ложка, средний помидор — 1 шт.

Для соуса: сок морских ежей, масло сливочное, белое вино — 3 столовых ложки, сок лайма — 1 чайная ложка, яичные желтки, соль, черный перец.

Способ приготовления. Морского ежа открыть щипцами и отделить икру. Слить сок в отдельную посуду. Ежа промыть и обсушить. Помидор нарезать мелкими кубиками. Раковые шейки и лук-шарлот порубить. Базилик и мяту порезать. На раскаленной сковороде в оливковом масле обжарить лук-шарлот, икру ежа, помидоры, раковые шейки. Добавить зелень и обжаривать 2–3 минуты. Посолить, поперчить. В панцирь ежа положить кресс-салат и полученную смесь. Полить соусом.

Для соуса: Растопить сливочное масло, на водяной бане взбить желтки, добавить сок ежей и взбивать, пока объем не увеличится вдвое. Добавить вино и тонкой струей вливать сливочное масло до загустения. Добавить сок лайма, соль, перец и оставить в теплом месте.

Морские ежи фаршированные (греческое блюдо, остров Спецес)

Ингредиенты. 14 очищенных ежей, 2 чашки риса, 1 мелконарезанная луковица, 1 чашка растительного масла, петрушка измельченная, 3 спелых помидора, соль, перец.

Способ приготовления. Острым ножом очистить скорлупу ежей и тереть их о чистый камень. Тщательно помыть их, не погружая в воду. Открыть скорлупу со стороны зубов, вылив оттуда морскую воду, которую необходимо сохранить. Очистить от песка и содержимое скорлупы оставить внутри, отделив его от стенок. Обжарить лук в масле, добавить петрушку, соль, перец, размягченные помидоры, затем положить рис. Оставить тушиться. Затем начинить приготовленной смесью ежей, выложить их в широкую и глубокую кастрюлю. Сохраненную морскую воду вылить в кастрюлю с начиненными ежами, добавить еще немного воды и растительного масла. Закрыть тарелкой и оставить тушиться на слабом огне 30 мин.

Паста из икры морского ежа

Ингредиенты. 130 г слабосоленой икры морского ежа, 100 г сливочного масла, 2 вареных яйца, при желании — 1 маленькая головка лука.

Способ приготовления. Икру морского ежа интенсивно измельчить миксером. Сливочное масло довести до комнатной температуры. У яиц разделить белки от желтков. Миксером взбить масло с желтками в пышную пену, положить икру и снова взбить. Белки натереть на средней терке и смешать с икорным маслом. При желании для остроты можно добавить очень мелко порезанный лук (тереть на терке нельзя).

При подаче намазывать на ломтики хлеба или крекеры. Так же эту пасту можно подавать на кружочках огурцов или помидоров, или заполнить ею половинки вареных яиц или авокадо.

Соленая икра морского ежа для длительного хранения

Промытую икру солят в сите или дуршлаге сухой солью мелкого помола (причем соль должна соприкасаться с икрой только через бязь или марлю). Продолжительность посола — 10–14 часов при температуре 4–5 °С. Из соленой икры удаляют избыток тузлука, после чего перекладывают в посуду небольшими порциями и хорошо перемешивают с пищевым спиртом (10–15% к весу икры). Икра созревает в течение 2–2,5 месяцев при температуре 2–4 °С.

Рыбное банкетное блюдо (на 8 порций)

На порцию: ложечка с рулетом из печени трески п/ф — 160 г, рулет с овощами п/ф — 150 г, таблетка из морской соли п/ф — 50 г, морской еж п/ф — 1 шт., запеканка с ризотто п/ф — 130 г, рулетики из лука-порей п/ф — 70 г, рыба-монах п/ф — 100 г, лук-порей жареный п/ф — 75 г, соус из шампиньонов п/ф — 36 г, мидия-киви отварная — 17 г, трубочка из теста спринг-ролл п/ф — 50 г, укроп — 1 веточка.

Ложечка с рулетом из печени трески п/ф 8 штук (на 1250 г): подставка из тулипного теста п/ф — 8 шт., рулет из печени трески п/ф — 700 г, творожный п/ф — 500 г, перец розовый — 10 г, карамельная декорация п/ф — 10 г, лук-сибулет — 30 г.

Подставка из тулипного теста п/ф (8 штук по 10 г): тулипное тесто — 200 г, рулет из печени трески п/ф (на 700 г), печень трески — 1000 г, вода — 1000 г, соль — 400 г.

Творожный п/ф (на 550 г): творог — 200 г, сливки 35% — 250 г, соль — 10 г, перец — 5 г, сыр «Фета» — 100 г.

Карамельная декорация п/ф (на 287 г): сахар — 250 г, глюкоза — 250 г, уксус бальзамический — 70 г, соус «Табаско» — 3 г.

Рулет с овощами п/ф (8 штук по 150 г): картофель — 500 г, масло сливочное — 200 г, масло растительное — 100 г, цуккини — 150 г, баклажан — 150 г, перец болгарский — 150 г, соль — по вкусу, перец — по вкусу, водоросли Нори — 4 г, перец розовый горошком — 20 г, кунжут черный — 50 г.

Таблетка из морской соли п/ф (8 штук по 50 г): соль морская крупная — 700 г, яйцо (белок) — 4 шт.

Морские ежи п/ф (на 8 штук): морские ежи — 8 шт., вино белое — 500 мл.

Запеканка с ризотто п/ф (на 1030 г): ризотто п/ф — 500 г, пюре из маракуйи п/ф — 130 г, икра морского ежа — 250 г, соус сливочно-горчичный п/ф — 150 г.

Ризотто п/ф (на 500 г): рис — 150 г, Даши (рыбный бульон) — 20 г, вино белое — 100 г, лук репчатый — 100 г, масло оливковое — 100 г.

Пюре из маракуйи п/ф (на 130 г): маракуйя — 4 шт.

Соус сливочно-горчичный п/ф (на 100 г): горчица дижонская — 30 г, сливки 33% — 10 г, сок лимонный — 50 г, яйцо (желток) — 2 шт.

Рулетики из лука-порей п/ф (на 1025 г): картофель — 1000 г, масло сливочное — 150 г, семя аниса — 30 г, лук репчатый — 250 г, масло растительное — 100 г, чеснок — 15 г, укроп — 100 г, лук-порей — 400 г, соль — по вкусу.

Технология приготовления и оформления рыбного банкетного блюда

На тарелку выложить ложечку с рулетом из печени трески. Рядом поместить рулет с овощами п/ф, таблетку из морской соли, на нее — морского ежа п/ф и сверху — запеканку с ризотто. Рядом поместить рулетики из лука-порей. На них — подваренную рыбу-монах, жареный лук-порей. Полить соусом из шампиньонов и сверху поместить мидию. Блюдо декорировать трубочкой из теста спринг-ролл и укропом. Ложечка с рулетом из печени трески п/ф. На подставку из тулипного теста выложить рулет из печени. Сверху из кондитерского мешка отсадить творожный полуфабрикат. Посыпать розовым перцем. Сделать еще один слой. Украсить карамельной декорацией и луком-сибулетом.

Подставка из тулипного теста п/ф. Выпечь из тулипного теста подставки в виде ложек.

Рулет из печени трески п/ф. Печень очистить от жил и пленок и поместить в солевой раствор (вода+соль). Промыть, завернуть рулетом в пищевую пленку, обернуть фольгой и отварить до готовности. Остудить и нарезать на 8 частей.

Творожный п/ф. Творог посолить, добавить сливки, сыр «Фета», перец. Перемешать и поместить смесь в кондитерский мешок.

Карамельная декорация п/ф. Из сахара, глюкозы, бальзамического уксуса и соуса «Табаско» сделать карамель.

Рулет с овощами п/ф. Отварить картофель, сделать картофельное пюре с добавлением сливочного масла. На сковороде обжарить на растительном масле нарезанные соломкой цуккини, баклажаны и болгарский перец с добавлением соли, перца. На циновку выложить картофельное пюре, накрыть его листом «Нори». На «Нори» выложить обжаренные овощи и завернуть рулет. Посыпать его розовым перцем, кунжутом и разрезать на 8 частей.

Таблетка из морской соли п/ф. Из морской соли и яичного белка сделать заготовки 8 таблеток. Выпекать в духовке в течение 5 минут при температуре 200 °С.

Морские ежи п/ф. Извлечь икру морских ежей. Отварить в вине.

Запеканка с ризотто п/ф. Выложить ризотто в соусник, сверху — пюре из маракуйи, затем — икру морского ежа. Залить все сливочно-горчичным соусом и запекать в духовке при температуре 180 °С в течение 3 минут.

Ризотто п/ф. На сковороде на оливковом масле обжарить мелко нарезанный лук, затем рис. Залить вином и выпарить. Добавить бульон и перемешать.

Пюре из маракуйи п/ф. Из плодов маракуйи с помощью ложки сделать пюре.

Соус сливочно-горчичный п/ф. Ингредиенты смешать с помощью венчика.

Рулетики из лука-порей п/ф. Отварить картофель в подсоленной воде, размять его, добавить сливочное масло, семя аниса, жаренный на растительном масле репчатый лук, рубленые чеснок и укроп. Смесь закрутить в заранее отваренный лук-порей в виде трубочек.

Жареный лук-порей п/ф. Лук-порей нарезать соломкой, обжарить на сливочном масле и добавить помидоры конкассе, белое вино, сахар. Перемешать.

Соус из шампиньонов п/ф. Шампиньоны обжарить на растительном масле. Добавить белое вино, рыбный бульон и пробить в блендере. Добавить бульон от мидий, сливки и протереть через сито.

Рыба-монах п/ф. Рыбу зачистить, нарезать в виде пяточков обжарить на растительном масле и подварить в белом вине в течение 5 минут.

Трубочка из теста спринг-ролл п/ф. Из теста спринг-ролл выпечь 8 трубочек.