

Т.А.Северная, Т.Г.Климова, И.М.Попова,  
Т.М.Бикбов, В.А.Исаев (ВНИРО)

## КОМПЛЕКСНАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ СВЕТЯЩЕГОСЯ АНЧОУСА В СУДОВЫХ УСЛОВИЯХ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ВАРИАНТ)

### Введение

Технологические работы, выполненные ВНИРО в условиях ряда рейсов на РТМС "Возрождение", показали возможность переработки светящегося анчоуса *Electrona carlsbergi* на фарш с предварительной разделкой, консервы и другие виды традиционной рыбной продукции. Однако основным способом переработки этого вида сырья остается разваривание с последующими прессованием и сушкой по традиционным схемам жиромучного производства (прессово-сушильной, центрифужной и др.). ВНИРО предложена новая комплексная схема переработки сырья пониженной товарной ценности, которая позволяет в рамках единого технологического процесса получить из неразделанной мелкой рыбы не только кормовой продукт и жир высокого качества, но и такие биологически активные вещества, как ферменты и фосфолипиды (в виде концентратов). Основанная на фракционировании неразделанного сырья схема ВНИРО позволяет разделить основные пищевые и биологически активные компоненты сырья при минимальном расходе реагентов без жесткой термической обработки. Испытания в судовых условиях I4-го рейса РТМС "Возрождение" (1988-1989 гг.) лабораторного варианта данной схемы на светящемся анчоусе проводились с целью ее апробации на свежевывловленном сырье и уточнения параметров для разработки технического задания на судовой комплекс оборудования. При этом исследовались различные варианты фракционирования измельченного без предварительной разделки сырья и свойства полученных фракций.

### Объекты, методы исследования и условия эксперимента

Объектом исследования был светящийся анчоус *Electrona carlsbergi*, выловленный в Южной Полярной фронтальной зоне (ЮПФЗ) Юго-Западной Атлантики (ЮЗА). Время вылова: ноябрь, декабрь. Все ис-  
154

следования проводились в основном на свежельвленной рыбе. Для района Юго-Западной Атлантики в период октябрь 1988 г. - январь 1989 г. характерно наличие в уловах *Electrona carlsbergi* размером от 7,5 до 8,1 см.

В пределах вида жирность колеблется в довольно широком диапазоне, определяется районом и главным образом сезоном промысла и связана, в первую очередь, с физиологическим состоянием рыбы, а также с кормовой базой и возрастом. Следует отметить, что даже в сравнительно близких регионах в один и тот же сезон промысла может существовать рыба в разном физиологическом состоянии и значительно отличающаяся по содержанию липидов. Максимальная жирность отмечалась в декабре - 13,3%, минимальная - в октябре - 1%. Наибольшие скопления встречались в декабре. Кислотность мышечной ткани составляла 6,3-7,1.

Исходным экспериментальным материалом служил светящийся анчоус, измельченный в мясорубке целиком, без предварительной разделки. Фракционирование сырья проводили следующим образом. Добавляли к измельченному фаршу 6 н. соляную кислоту до pH 4,5-5,2, выдерживали при непрерывном перемешивании при комнатной температуре в течение 20-60 мин и центрифугировали полученную массу на лабораторной центрифуге ОС-6М при 5500 об/мин. Получали четыре фракции: триглицеридную (жир, состоящий в основном из триглицеридов), липопротеидную (пленку белково-липидной эмульсии), водорастворимую (с комплексом растворенных неинaktivированных ферментов) и плотный остаток.

Общую протеолитическую активность ферментной фракции (ПА, ед/мл) определяли по методу Ансона в модификации Каверзневой с использованием казеината натрия в качестве субстрата. Определение влаги проводили по стандартному (арбитражному) методу. Содержание жира определяли по модифицированной для судовых условий методике Блайя-Дайера.

Отработка схемы комплексной переработки светящегося анчоуса  
*Electrona carlsbergi* в судовых условиях

Измельченный анчоус исследовали в различных вариантах фракционирования по времени перемешивания (20, 30, 60, 90 мин) и по кислотности среды, т.е. добавляли 6 н. HCl в количестве от 5,5 до 3,5% от



массы фарша. При этом ориентировались на максимальный выход жира и на выход по протеолитической активности в ферментном экстракте.

При изучении влияния времени перемешивания к измельченной рыбной массе добавляли 6 н. HCl в количестве 2,0% (20 мл на 1 кг измельченного сырья) (табл. I). Как видно из таблицы, перемешивание фарша с кислотой в течение 20 мин при последующем центрифугировании при 5500 об/мин не обеспечивает разделения массы на отдельные фракции. При увеличении времени перемешивания до 30 мин уже наблюдается разделение на четыре фракции. Оптимальным временным условием являются 60 мин перемешивания фарша с кислотой. При этом максимален выход триглицеридной фракции по объему — 40 мл из 1 кг фарша, максимален выход по протеолитической активности — 0,228 ед/мл.

Т а б л и ц а I

Зависимость выхода и характеристик фракций от времени перемешивания фарша из анчоуса с 6 н. HCl (2,0%) при содержании влаги и жира в исходном сырье соответственно 72,0 и 10,8%

| Время перемешивания, мин | Фракция                  |                          |                 |                     |                 |               |           |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------|-----------|
|                          | Триглицеридная, выход, % | Липопротеидная, выход, % | Водорастворимая |                     | Плотный остаток |               |           |
|                          |                          |                          | Выход, %        | ПА, ед/мл (рН 10,5) | Выход, %        | Содержание, % |           |
|                          |                          |                          |                 |                     |                 | влаги         | жира      |
| 20                       | Следы                    | Не сформировалась        | Не отделилась   |                     | 100,0           | 81,0          | Не опред. |
| 30                       | 3,6                      | 2,5                      | 22,0            | 0,177               | 71,9            | 82,0          | 4,4       |
| 60                       | 4,0                      | 3,0                      | 27,4            | 0,228               | 65,6            | 66,0          | 4,0       |
| 90                       | 3,8                      | 2,8                      | 34,0            | 0,218               | 59,4            | 67,0          | 4,2       |

Из табл. 2, где представлены данные по выходам и характеристикам фракций в зависимости от рН фарша, следует что при добавлении 0,5 и 1,0% кислоты и последующем центрифугировании не обеспечивается разделение массы на фракции. Плотный остаток плохо сформирован, имеет высокую влажность (78–74,5%), триглицеридная фракция практически не отделяется, липопротеидная не формируется. При увеличении количества 6 н. HCl до 2–2,5% (рН 5–4,7) после центрифугирования при 5500 об/мин достигается четкое разделение массы на фракции. Значения рН 5–4,7 соответствуют изоэлектрическим точкам многих миофибриллярных белков, контракция и частичная деградация которых приводят к отделению межклеточной жидкости и жи-

ра. При добавлении 2% 6 н. HCl (рН жидкой фракции 5,0) выход триглицеридной фракции максимален, с увеличением количества добавляемой кислоты от остается на том же уровне. Выход липопротеидной фракции максимален при добавлении 2-2,5% 6 н. HCl к массе фарша.

Т а б л и ц а 2

Зависимость выхода и характеристик фракций от рН при содержании в исходном сырье влаги и жира соответственно 71,0 и 10,0%

| Объем<br>6 н. HCl<br>мл/1 кг<br>фарша | рН  | Фракция                          |                                  |                 |                        |                 |                               |
|---------------------------------------|-----|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|
|                                       |     | Триглице-<br>ридная,<br>выход, % | Липопроте-<br>идная,<br>выход, % | Водорастворимая |                        | Плотный остаток |                               |
|                                       |     |                                  |                                  | Выход,<br>%     | ПА, ед/мл<br>(рН 10,5) | Выход,<br>%     | Содержа-<br>ние вла-<br>ги, % |
| 5                                     | 6,8 | Следы                            | Не отделя-<br>ется               | 13,5            | 0,215                  | 86,5            | 78,0                          |
| 10                                    | 6,3 | То же                            | То же                            | 6,6             | 0,196                  | 93,4            | 74,5                          |
| 15                                    | 5,8 | 0,2                              | 0,68                             | 26,5            | 0,176                  | 72,6            | 66,0                          |
| 20                                    | 5,0 | 2,4                              | 1,03                             | 32,0            | 0,148                  | 64,6            | 66,0                          |
| 25                                    | 4,7 | 2,4                              | 1,21                             | 35,0            | 0,107                  | 61,4            | 67,0                          |
| 30                                    | 4,4 | 2,3                              | 0,97                             | 42,5            | 0,066                  | 54,2            | 66,0                          |
| 35                                    | 4,3 | 2,2                              | 0,84                             | 45,0            | 0,066                  | 51,9            | 64,0                          |

Поскольку по предложенной схеме предусматривается переработка неразделанной рыбы, водорастворимая фракция содержит комплекс ферментов, входящих в состав внутренностей и мышечной ткани. Активность комплекса протеолитических ферментов максимальна при рН 6,8 и снижается с уменьшением рН (рис. 1). При рН 5-4,7 активность комплекса протеолитических ферментов имеет среднее значение. Однако именно это значение рН выбрано как оптимальное, поскольку при нем максимален выход триглицеридной и липопротеидной фракций, достаточно высок выход плотного остатка, значение активности комплекса протеолитических ферментов среднее.

По описанной схеме в выбранных оптимальных условиях (60 минут перемешивания, 2% 6 н. HCl) была обработана рыба, выловленная с 17 ноября по 26 декабря. В табл. 3 приведены характеристики условий, а также исходного сырья и всех четырех фракций. Жирность рыбы за указанный период возрастала от 1 до 13,3%, размер рыбы был в пределах 7,6-8,1 см. На активность комплекса протеолитических



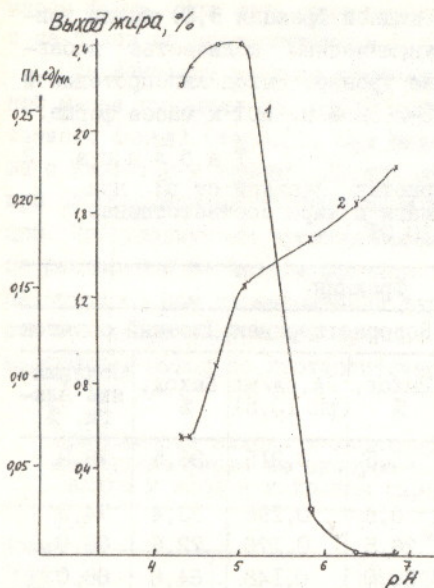


Рис. 1. Зависимость от pH выхода триглицеридной фракции (1) и протеолитической активности водорастворимой фракции (2)

Ферментов оказывает влияние время хранения рыбы на палубе или в холодильнике в течение первых 8 ч после вылова, протеолитическая активность при этом снижается в два раза и остается на одном уровне при увеличении времени хранения до 17 ч.

Выход триглицеридной фракции составляет 0,2–9,4% от массы исходного сырья и 20–75% от суммарного содержания жира в сырье в зависимости от его жирности, причем чем она выше, тем больше не только первый, но и второй указанный выход.

Таким образом, описанные выше условия обеспечивают разделение измельченной подкисленной массы на четыре фракции:

1. Триглицеридная фракция имеет окраску от светло-желтой

до ярко-оранжевой, обладает приятным вкусом и запахом по сравнению с жиром, полученным на рыбомучной установке. При последующей очистке из нее получают продукт "масло ихтиеновое пищевое" (ТУ 15-999-89), являющееся источником полиненасыщенных жирных кислот-производных линоленовой кислоты. По данным Института питания АМН СССР, сохранение этих кислот в неокисленном состоянии (что является следствием использования в процессе щадящих режимов обработки сырья) обеспечивает высокую терапевтическую эффективность ихтиенового масла при лечении и профилактике ряда сердечно-сосудистых заболеваний. Выход 0,2–9,4% от массы сырья (в зависимости от его жирности).

2. Водорастворимая фракция представляет собой комплекс растворенных белков и ферментов в неинaktivированном состоянии (протеиназы, липазы, нуклеазы и др.) и низкомолекулярных веществ. Может быть использована для получения комплексных ферментных препара-

ратов, физиологически активных аминокислот, в частности таурина. Выход 28–32%.

3. Липопротеидная фракция представляет собой стабильную белково-липидную эмульсию, в которой из 50% липидов около половины составляют фосфолипиды. Эта фракция является фосфолипидным концентратом и может быть использована в качестве полуфабриката для выделения фосфолипидов, а также для получения заменителя цельного молока. Выход 0,9–4,8%.

4. Плотный остаток содержит 70–80% белка (на сухой вес) и может направляться на производство сухих и влажных кормов, паст, а также использоваться для выделения изолятов миофибриллярных белков. Выход 52–80%.

Последовательность операций обработки сырья приведена на схеме (рис. 2). Способы последующей переработки каждой из перечисленных фракций – очистка, концентрирование, сушка, консервация концентратов и извлечение из них индивидуальных БАВ и т.д. – в настоящее время разрабатываются как для берегового, так и для судового вариантов.

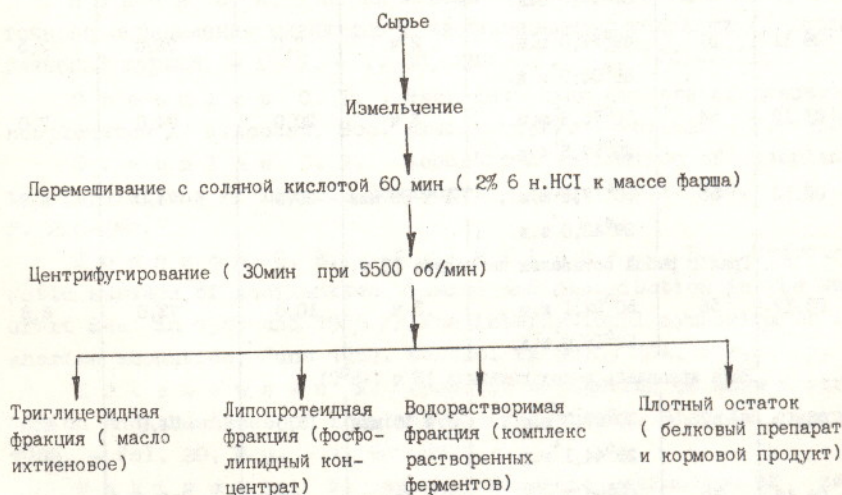


Рис. 2. Схема комплексной переработки светящегося анчоуса



## Характеристика уловов и выход фракций по схеме

| Дата вылова                               | Номер трала | Район лова                      | Время траления, ч, мин | Общий улов, т | Содержание в исходном сырье, % |      |
|---|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------|--------------------------------|------|
|   |             |                                 |                        |               | влаги                          | жира |
| 17.II                                     | 40          | 49°21,9' в.ш.,<br>39°54,9' з.д. | 2 ч                    | 3,0           | 72,0                           | 1,0  |
| 18.II                                     | 42          | 49°17,7' в.ш.,<br>39°29,4' з.д. | 3 ч                    | 12,0          | 72,0                           | 1,0  |
| 19.II                                     | 45          | 49°07,9' в.ш.,<br>38°47,7' з.д. | 2 ч                    | 3,0           | 72,0                           | 1,0  |
| 23.II                                     | 46          | 48°57,7' в.ш.,<br>38°56,8' з.д. | 2 ч 30 мин             | 1,0           | 71,0                           | 1,0  |
| 26.II                                     | 50          | 48°55,9' в.ш.,<br>38°13,3' з.д. | 1 ч 45 мин             | 3,0           | 71,0                           | 1,0  |
| 28.II                                     | 51          | 49°12,0' в.ш.,<br>40°03,9' з.д. | 2 ч                    | 2,0           | 76,0                           | 3,5  |
| 01.I2                                     | 54          | 50°15,9' в.ш.,<br>29°57,5' з.д. | 3 ч                    | 20,0          | 74,0                           | 7,0  |
| 02.I2                                     | 55          | 50°17,5' в.ш.,<br>29°43,0' з.д. | 1 ч 30 мин             | 20,0          | 74,0                           | 6,9  |
| Трал с рыбой оставался на палубе 13 ч     |             |                                 |                        |               |                                |      |
| 03.I2                                     | 56          | 50°22,1' в.ш.,<br>29°19,0' з.д. | 3 ч                    | 10,0          | 73,0                           | 6,8  |
| Рыба хранилась в холодильнике 16 ч (+5°C) |             |                                 |                        |               |                                |      |
| 05.I2                                     | 57          | 50°17,7' в.ш.,<br>29°44,1' з.д. | 3 ч 10 мин             | 15,0          | 74,0                           | 8,0  |
| 06.I2                                     | 59          | 50°30,5' в.ш.,<br>29°03,5' з.д. | 1 ч 30 мин             | 1,0           | 73,0                           | 7,0  |
| Рыба хранилась в холодильнике 8 ч         |             |                                 |                        |               |                                |      |

комплексной переработки рыб пониженной товарной ценности

| Фракция        |             |                |             |                 |             |                        |             |                 |               |       |
|----------------|-------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------|---------------|-------|
| Триглицеридная |             | Липопротеидная |             | Водорастворимая |             |                        |             | Плотный остаток |               |       |
| Объем,<br>мл   | Выход,<br>% | Масса,<br>г    | Выход,<br>% | Объем,<br>мл    | Выход,<br>% | ПА, ед/мл<br>(рН 10,5) | Масса,<br>г | Выход,<br>%     | Содержание, % |       |
|                |             |                |             |                 |             |                        |             |                 | влаги         | жира  |
| 2,0            | 0,20        | 9,0            | 0,90        | 280             | 28,0        | -                      | 709         | 70,9            | 66,0          | Следы |
| 2,0            | 0,20        | 14,8           | 1,48        | 265             | 26,5        | -                      | 718         | 71,8            | 67,0          | "     |
| 3,0            | 0,30        | 10,4           | 1,04        | 300             | 30,0        | -                      | 686         | 68,6            | 66,0          | "     |
| 3,0            | 0,30        | 10,2           | 1,02        | 300             | 30,0        | -                      | 686         | 68,6            | 66,0          | "     |
| 3,0            | 0,30        | 12,2           | 1,22        | 350             | 35,0        | 0,129                  | 638         | 63,8            | 66,0          | "     |
| 12,3           | 1,23        | 14,6           | 1,46        | 417             | 41,7        | 0,197                  | 556         | 55,6            | 66,0          | 1,2   |
| 29,0           | 2,90        | 14,8           | 1,48        | 366             | 36,6        | 0,139                  | 590         | 59,0            | 67,0          | 2,5   |
| 30,0           | 3,00        | 15,1           | 1,51        | 310             | 31,0        | 0,066                  | 645         | 64,5            | 66,0          | 2,2   |
| 31,5           | 3,15        | 24,9           | 2,49        | 340             | 34,0        | 0,058                  | 604         | 60,4            | 67,0          | 2,2   |
| 34,0           | 3,40        | 23,6           | 2,36        | 335             | 33,5        | -                      | 607         | 60,7            | 66,0          | 3,0   |
| 24,0           | 2,40        | 38,4           | 3,84        | 320             | 32,0        | 0,058                  | 617         | 61,7            | 67,0          | 2,4   |



| Дата вылова  | Номер трала | Район лова                      | Время траления, ч, мин | Общий улов, т | Содержание в исходном сырье, % |      |
|--|-------------|---------------------------------|------------------------|---------------|--------------------------------|------|
|  |             |                                 |                        |               | влаги                          | жира |
| 07.I2  | 61          | 50°11,2' ю.ш.,<br>27°58,2' в.д. | 3 ч 40 мин             | 3,0           | 74,0                           | 10,8 |
| 08.I2  | 63          | 51°36,1' ю.ш.,<br>26°32,0' в.д. | 2 ч                    | 2,0           | 73,0                           | 11,0 |
| 10.I2  | 67          | 52°19,7' ю.ш.,<br>26°42,0' в.д. | 4 ч                    | 40,0          | 72,0                           | 11,3 |
| 13.I2  | 70          | 53°50,6' ю.ш.,<br>26°28,4' в.д. | 3 ч                    | 15,0          | 71,0                           | 11,0 |
| 15.I2  | 72          | 52°39,7' ю.ш.,<br>23°23,9' в.д. | 1 ч                    | 10,0          | 71,0                           | 12,6 |
| Рыба хранилась в холодильнике 3 ч                            |             |                                 |                        |               |                                |      |
| 15.I2  | 73          | 52°35,7' ю.ш.,<br>23°16,9' в.д. | 1 ч                    | 10,0          | 71,0                           | 12,3 |
| Из трала заморожено 300 кг рыбы для исследований в береговых |             |                                 |                        |               |                                |      |
| 18.I2  | 80          | 51°21,0' ю.ш.,<br>26°03,0' в.д. | 3 ч                    | 8,0           | 70,0                           | 13,3 |
| 19.I2  | 81          | 51°02,3' ю.ш.,<br>26°36,9' в.д. | 2 ч 30 мин             | 15,0          | 72,0                           | 11,7 |
| Рыба хранилась в холодильнике 3 ч                            |             |                                 |                        |               |                                |      |
| 23.I2  | 83          | 50°00,9' ю.ш.,<br>39°05,2' в.д. | 3 ч 15 мин             | 30,0          | 73,8                           | 13,3 |
| Рыба хранилась в холодильнике 3 ч                            |             |                                 |                        |               |                                |      |
| 26.I2  | 86          | 49°14,6' ю.ш.,<br>39°05,2' в.д. | —                      | 73,0          | 73,0                           | 7,3  |

| Фракция               |             |                |             |                 |             |                        |                 |             |               |      |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------------|-----------------|-------------|---------------|------|
| Триглицеридная        |             | Липопротеидная |             | Водорастворимая |             |                        | Плотный остаток |             |               |      |
| Объем,<br>мл          | Выход,<br>% | Масса,<br>г    | Выход,<br>% | Объем,<br>мл    | Выход,<br>% | ПА, ед/мл<br>(рН 10,5) | Масса,<br>г     | Выход,<br>% | Содержание, % |      |
|                       |             |                |             |                 |             |                        |                 |             | влаги         | жира |
| 40,0                  | 4,0         | 30,2           | 3,02        | 274             | 27,4        | 0,114                  | 656             | 65,6        | 67,0          | 4,0  |
| 40,0                  | 4,0         | 21,2           | 2,12        | 310             | 31,0        | 0,099                  | 629             | 62,9        | 67,0          | 4,2  |
| 50,0                  | 5,0         | 21,6           | 2,16        | 220             | 22,0        | 0,100                  | 708             | 70,8        | 65,0          | 4,2  |
| 46,0                  | 4,6         | 48,1           | 4,81        | 294             | 29,4        | 0,103                  | 612             | 61,2        | 65,0          | 4,0  |
| 94,0                  | 9,4         | 34,0           | 3,40        | 316             | 31,6        | 0,097                  | 556             | 55,6        | 70,0          | 5,4  |
| 80,0                  | 8,0         | 24,0           | 2,4         | 360             | 36,0        | 0,116                  | 536             | 53,6        | 70,0          | 5,7  |
| лабораторных условиях |             |                |             |                 |             |                        |                 |             |               |      |
| 44,0                  | 4,4         | 31,6           | 3,16        | 272             | 27,2        | 0,109                  | 652             | 65,2        | 67,0          | 5,6  |
| 52,0                  | 5,2         | 32,8           | 3,28        | 280             | 28,0        | 0,052                  | 635             | 63,5        | 70,0          | 5,1  |
| 66,0                  | 6,6         | 32,1           | 3,21        | 280             | 28,0        | -                      | 622             | 62,2        | 70,0          | 4,0  |
| 36,0                  | 3,6         | 21,6           | 2,16        | 314             | 31,4        | -                      | 628             | 62,8        | 67,0          | 0,5  |



## Выводы

1. Показано, что в судовых условиях на свежевывловленном сырье — светящемся анчоусе *Electrona carlsbergi* успешно воспроизводятся условия фракционирования по схеме комплексной переработки сырья пониженной товарной ценности ВНИРО (в лабораторном варианте).

2. Уточнены параметры процесса обработки сырья.

3. Даны характеристики исходного сырья и каждой из четырех фракций, полученных из него по комплексной схеме ВНИРО.

4. Показано, что выход триглицеридной фракции составляет 20–75% от суммарного содержания жира в сырье в зависимости от его жирности и увеличивается с ростом последней.

О.И.Глазуров, Л.Б.Кадников, В.А.Алсуфьев,  
А.К.Пыганов (ВНИРО)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЗОПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ

Одной из важнейших задач, поставленных перед рыбной промышленностью, является удовлетворение растущих потребностей в пищевой продукции. Выполнение этой задачи осложняется тем, что в последние годы интенсивность промыслового использования многих традиционных объектов морского рыболовства близка к пределу. Поэтому дальнейшее увеличение объема добычи возможно за счет более эффективного и рационального использования потенциальных ресурсов Мирового океана, в частности, мелких мезопелагических рыб, обитающих в верхнем 1000-метровом слое. По статистическим данным мировых уловов, доля мезопелагических рыб в нем составляет 35–40%.

По современным представлениям ихтиофауна мезопелагиали в основном населена рыбами семейства гомостомовых, миктофидов и им подобных. Общий ориентировочный запас миктофид в Мировом океане, по данным ФАО, составляет около 1 млрд т. Практически все виды миктофид относятся в основном к белковым рыбам (15–20% белковых веществ) с практически полным набором аминокислот, соответствующим