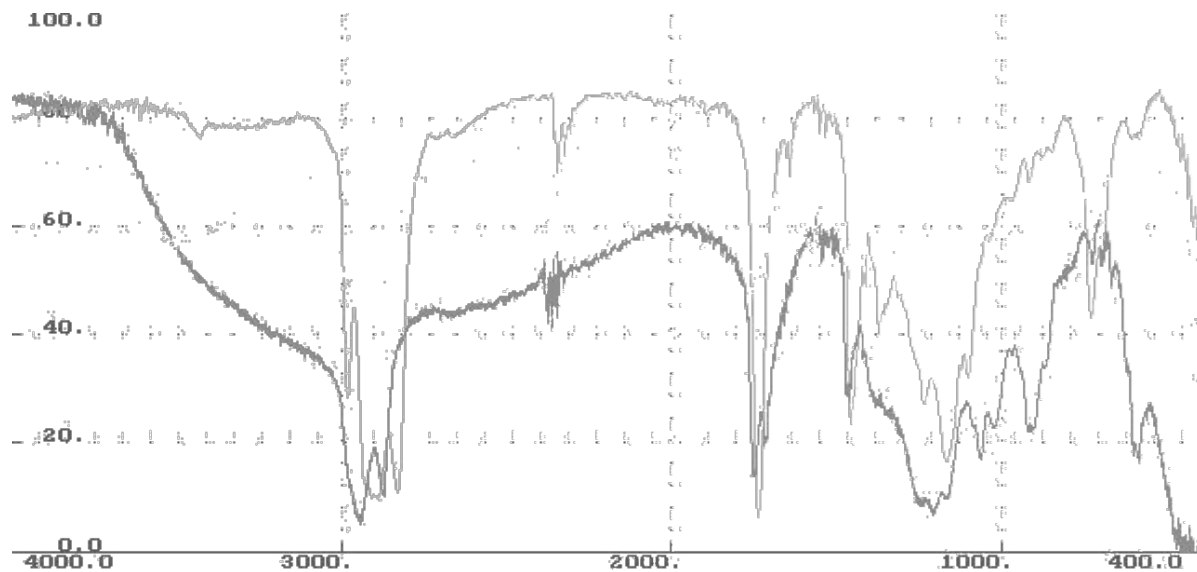




УДК 636.087.69

## ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МИДИЙ

*О.Е. Битютская, О.И. Лавриненко, Е.В. Спирато*

*Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия*

### ВВЕДЕНИЕ

Одна из самых затратных статей в животноводстве – корма, на них приходится от 50 до 80 % всех расходов. С ценовой политикой на корма связана нерентабельность и неконкурентоспособность не только отдельных отраслей, но и животноводства в целом. Но и при таких затратах нет гарантии в том, что корм сбалансирован по питательным веществам, макро- и микроэлементам, витаминам. Поэтому для современного животноводства по-прежнему актуальны вопросы и полноценности рациона, и его экономичности.

Известно, что для развития животноводства особое значение имеют кормовые добавки животного происхождения. Их недостаточность в кормах приводит к перерасходу растительных кормов [1, 2]. В литературе имеются данные об использовании двустворчатых моллюсков для получения кормовых паст, гидролизатов для кормления птиц и животных [3, 4].

Исследованиями, проведенными в 2002 – 2011 гг., было показано, что черноморские мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. и отходы их переработки целесообразно использовать для получения комбинированных кормовых добавок для животноводства [5–8].

Цель работы – разработка технологии кормовых добавок на основе отходов мидийного производства.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате ферментативного гидролиза мидийного сырья [9] был получен плотный (непроферментированный) остаток пастообразной консистенции, который составлял в среднем 6,5 % с содержанием сухих веществ 26,7 %. Химический состав плотного остатка характеризовался содержанием в среднем: белка ( $14 \pm 0,5$  %), жира ( $5,8 \pm 0,7$  %), минеральных веществ ( $2,6 \pm 0,1$  %), углеводов ( $4,4 \pm 0,5$  %) и общей энергетической питательностью (ОЭ) ( $4,2 \pm 0,2$  МДж/кг ( $0,37 \pm 0,02$  к.е.) (таблица 1).

Таблица 1 Химический состав мидийного плотного остатка

| Сухие вещества | Массовая доля, % сырого вещества |                      |                                      |          | БЭР, г/кг | ОЭ, МДж/кг |
|----------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------|-----------|------------|
|                | жир                              | минеральные вещества | белок ( $N_{\text{о}} \times 6,25$ ) | углеводы |           |            |
| 30,2           | 7,3                              | 2,7                  | 15,3                                 | 4,2      | 49,0      | 4,8        |
| 27,4           | 5,3                              | 2,9                  | 13,8                                 | 6,1      | 54,0      | 4,0        |
| 25,2           | 4,6                              | 2,3                  | 12,7                                 | 5,2      | 56,0      | 3,6        |
| 23,6           | 2,8                              | 3,0                  | 12,5                                 | 5,4      | 53,0      | 3,1        |
| 26,6           | 7,9                              | 2,3                  | 13,2                                 | 3,4      | 32,0      | 4,7        |
| 26,4           | 6,1                              | 2,2                  | 14,5                                 | 3,8      | 36,0      | 4,3        |
| 27,7           | 6,5                              | 2,7                  | 16,2                                 | 2,4      | 23,0      | 4,6        |

В аминокислотном составе белков плотного остатка преобладали аспарагиновая и глутаминовая кислоты, из незаменимых – триптофан (таблица 2). Показатели аминокислотного сора ниже такого в идеальном белке, но коэффициент аминокислотной сбалансированности ( $U \rightarrow 1$ ) составляет 0,9.

Таблица 2 Аминокислотный состав белка мидийного плотного остатка

| Наименование аминокислот | Содержание аминокислот      |                                     | Аминокислотный скор относительно шкалы ФАО/ВОЗ |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|
|                          | в образце, г / 100 г. белка | в идеальном белке, г / 100 г. белка |                                                |
| Незаменимые, в т. ч.     | 27,95                       |                                     |                                                |
| Валин                    | 3,40                        | 5,0                                 | 0,68                                           |
| Изолейцин                | 3,43                        | 4,0                                 | 0,86                                           |
| Лейцин                   | 5,20                        | 7,0                                 | 0,74                                           |
| Лизин                    | 4,57                        | 5,5                                 | 0,83                                           |
| Метионин + Цистин        | 1,66 + 0,95                 | 3,5                                 | 0,75                                           |
| Треонин                  | 3,04                        | 4,0                                 | 0,76                                           |
| Триптофан                | 0,99                        | 1,0                                 | 0,99                                           |
| Фенилаланин + Тирозин    | 2,57 + 2,14                 | 6,0                                 | 0,79                                           |
| Заменимые, в т. ч.       | 38,51                       |                                     |                                                |
| Аланин                   | 3,35                        |                                     |                                                |
| Аргинин                  | 4,20                        | -                                   | -                                              |
| Аспаргинова кислота      | 6,99                        | -                                   | -                                              |
| Гистидин                 | 1,32                        | -                                   | -                                              |
| Глицин                   | 4,90                        | -                                   | -                                              |
| Глутаминовая кислота     | 10,60                       | -                                   | -                                              |
| Пролин                   | 3,66                        | -                                   | -                                              |
| Серин                    | 3,49                        | -                                   | -                                              |

Липиды мидийного плотного остатка содержали до 30 % ПНЖК, из них 46 % приходилось на жирные кислоты семьи  $\omega$  3 (таблица 3). Для сравнения, на долю ПНЖК в кормовых продуктах, полученных путем ферментативного гидролиза, с черноморской хамсы и криля приходится соответственно 8,60 % и 15 % [10].

Таблица 3 Жирнокислотный состав липидов мидийного плотного остатка

| Наименование жирных кислот | Содержание, % суммарного содержания ЖК в пересчете на сухие вещества | Наименование жирных кислот                       | Содержание, % суммарного содержания ЖК в пересчете на сухие вещества |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Насыщенные, в т. ч.        | 39,0                                                                 | Полиненасыщенные, у т. ч.                        | 27,9                                                                 |
| Лауриновая C:12            | 0,1                                                                  | Линолевая 18:2; 9, 12 ω 6                        | 11,9                                                                 |
| Миристиновая C:14          | 6,7                                                                  | α-Линоленовая 18:3; 9, 12, 15 ω 3                | 1,9                                                                  |
| Пальмитиновая C:16         | 22,2                                                                 | γ-Линоленовая 18:3; 6, 9, 12 ω 6                 | 1,5                                                                  |
| Стеариновая C:18           | 4,2                                                                  | Арахидоновая 20:4; 5, 8, 11, 14 ω 6              | 1,6                                                                  |
| Арахидиновая C:20          | 5,8                                                                  | Эйкозопентаеновая 20:5; 5, 8, 11, 14, 17 ω 3     | 5,9                                                                  |
| Мононенасыщенные, у т. ч.  | 21,6                                                                 | Докозопентаеновая 22:5; 7, 10, 13, 16, 19 ω 3    | 0,4                                                                  |
| Пальмитолеиновая 16:1; 9   | 11,7                                                                 | Докозогексаеновая 22:6; 4, 7, 10, 13, 16, 19 ω 3 | 4,7                                                                  |
| Олеиновая 18:1; 9          | 9,5                                                                  |                                                  |                                                                      |
| Эруковая 22:1; 13          | 0,4                                                                  |                                                  |                                                                      |

В качестве одного из вариантов утилизации плотного остатка нами предложена следующая технологическая схема: замораживание остатка для частичного удаления свободной влаги после дефростации, грануляции и сушки в потоке горячего воздуха для достижения массовой доли влаги не более 12 %. Готовый кормовой продукт – мидийного крупка – содержит  $(46,38 \pm 0,1)$  % протеина, общая энергетическая питательность – на уровне 1,17–1,19 к.е.

Эффективность мидийной крупки была подтверждена на опытных цыплятах с пятидневного возраста. Кормовая добавка вводилась в количестве 0,25 % от рациона, способствовала увеличению живой массы цыплят на 8,0 %, повышала сохранность на 5,0 %, при этом потери кормов снижались на 7,0 % [4].

Кроме плотного мидийного остатка отходами производства (до 66 %) в результате ферментативного гидролиза, как и при получении варено-мороженого мяса, являются мидийные створки.

Сухое вещество створок мидий состоит на 92,6 – 98,5 % из минеральных солей, на 1,5–7,4 % органических веществ, среди которых на долю азота общего приходится 0,15–0,50 %, липидов не более 0,05 %.

В элементарном составе сухих веществ створок 36,1 – 39,6 % приходится на кальций, 5,5 – 8,55 % – углерод, 0,01 – 0,39 % – магний, 0,01 – 0,09 % – фосфор; из микроэлементов обнаружены магний – 0,9 мг %, медь – 2,5 мг %, цинк – 0,75 мг %.

Одним из перспективных ингредиентов при изготовлении кормовых добавок может стать морская трава (зостера) – *Zostera marina* L., полисахариды которой имеют ряд полезных и целебных свойств. Установлено, что полисахарид зостерин в 2,0 – 2,5 раза увеличивает накопление в селезенке животных иммунных клеток, обладает выраженным антимикробным эффектом. Среди углеводов в зостере присутствуют редуцирующие сахара, альгиновые кислоты, пентозаны, метилпентозаны, клетчатка. Известно, что клетчатка (12,0 – 15,0 г/кг) создает благоприятные условия для нормального продвижения пищи вдоль желудочно-кишечного тракта, нормализует деятельность полезной микрофлоры, способствует выведению из организма холестерина. Кроме того, зостера богата различными макро- и микроэлементами, в т. ч. железом, селеном, йодом [11–14].

У опытных животных, получавших в течение одного месяца ежесуточно с рационом индикаторное количество стронция-85 и альгинат натрия, выделенный из морской травы, накопление радионуклида (по сравнению с контрольной группой) снижалось (таблица 4) [15–17].

Таким образом, непроферментированный плотный остаток после гидролиза мяса мидий, морская трава и мидийные створки представляют интерес в качестве ингредиентов для приготовления кормовых добавок.

В таблице 5 приведены сравнительные данные по химическому составу мяса мидии-сырца (ноябрь мес.), мидии-сырца дробленной и створок мидий (воздушно сухих).

Предложены соотношения мидийной массы: створок: зостеры в белково-минеральной добавке (БМД-М) – 15:4:1, мидийной массы: створок в БМД-М-1 – 4:1. Технологическая схема производства представлена на рисунке 1.

Таблица 4 Кратность накопления стронция-85 в животных [17]

| Альгинат натрия из ВБР | Кратность накопления стронция-85 | % снижения от контроля |
|------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Контроль               | 9,74 ± 0,36                      | -                      |
| Ламинария японская     | 2,59 ± 0,30                      | 73,4                   |
| Цистозира              | 2,96 ± 0,30                      | 69,6                   |
| Зостера                | 2,67 ± 0,41                      | 72,6                   |

Таблица 5 Химический состав исходного сырья, используемого при приготовлении кормовых добавок ( $M \pm m_x$ ;  $n = 5$ )

| Название объекта исследования | Содержание в % сырого вещества |            |           |             |            |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|-------------|------------|
|                               | СВ                             | протеин    | жир       | зола        | углеводы   |
| Створка мидий                 | 98,9 ± 0,2                     | 2,0 ± 0,3  | -         | 94,2 ± 0,01 | -          |
| Мидийная масса                | 22,4 ± 0,2                     | 13,5 ± 0,5 | 2,6 ± 0,3 | 3,5 ± 0,01  | 2,8 ± 0,1  |
| Зостера                       | 83,7 ± 0,4                     | 4,8 ± 0,2  | -         | 17,8 ± 0,01 | 61,1 ± 0,3 |

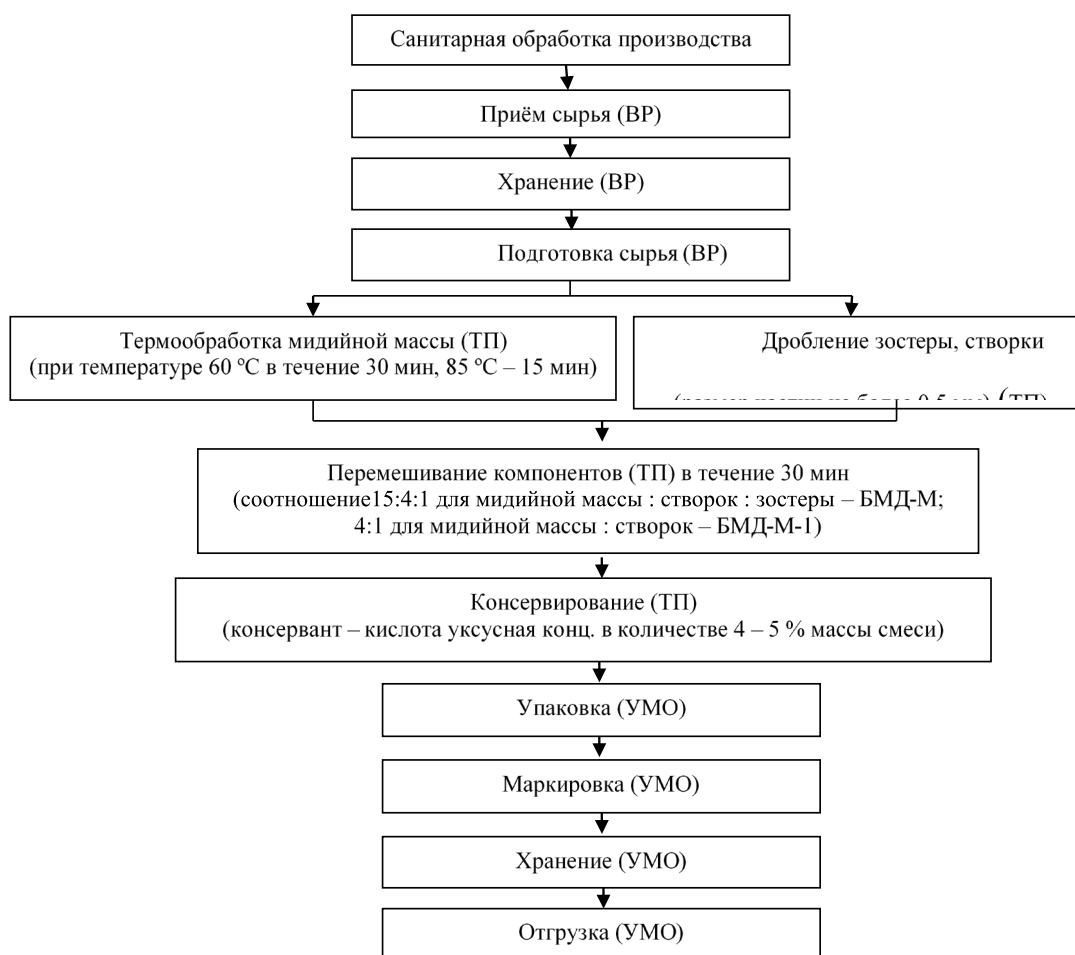


Рисунок 1 – Технологическая схема производства кормовых добавок (ВР – стадии вспомогательных работ; ТП – стадии основного технологического процесса; УМО – стадия упаковки, маркирования и отгрузки готовой продукции)

Протеин в кормовых добавках в среднем находился на уровне 105,0–110,0 г/кг (таблица 6). Из минеральных веществ преобладали макроэлементы, составляющие основу костной ткани животных: кальций (3,7–9,5 %) и фосфор (0,13–0,34 %). Липиды кормовых добавок содержат 19,0–19,5 % полиненасыщенных жирных кислот, в БМД-М преобладают арахидоновая, эйкозопентаеновая, докозопентаеновая жирные кислоты, в БМД-М-1 – линолевая и арахидоновая (таблица 7). Обменная энергия составляла 0,85 – 0,93 к. е.

Таблица 6 Химический состав кормовых добавок, ( $M \pm m_x$ ;  $n = 5$ )

| Наименование<br>кормовых добавок | Массовая доля, г/кг |                   |              |             |                                 |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|--------------|-------------|---------------------------------|
|                                  | сырого<br>протеина  | жира              | зола         | в том числе |                                 |
|                                  |                     |                   |              | кальция     | фосфора                         |
| БМД-М                            | 105,0 ± 4,6         | 31,0 ± 2,7        | 250,0 ± 16,7 | 85,0 ± 3,6  | 1,2 ± 0,1                       |
| БМД-М-1                          | 110,0 ± 3,5         | 44,0 ± 3,0        | 208,4 ± 3,3  | 93,0 ± 2,5  | 1,3 ± 0,1                       |
| Наименование<br>кормовых добавок | Массовая доля, г/кг |                   |              | ОЭ, к. е.   | Активная<br>кислотность<br>(pH) |
|                                  | углеводов           | в т. ч. клетчатки |              |             |                                 |
| БМД-М                            | 45,0 ± 1,0          | 20,0 ± 1,3        |              | 0,87 ± 0,02 | 4,5                             |
| БМД-М-1                          | 25,0 ± 1,0          | -                 |              | 0,95 ± 0,02 | 4,3                             |

Таблица 7 Жирнокислотный состав липидов кормовых добавок

| Наименование кормовых добавок | Содержание ПНЖК, % |             |       |                                           |                  |        |
|-------------------------------|--------------------|-------------|-------|-------------------------------------------|------------------|--------|
|                               | Всего              | в том числе |       |                                           |                  |        |
|                               |                    | С 18:2      | С18:3 | С 20:4                                    | С 20:5<br>С 22:5 | С 22:6 |
| БМД-М                         | 19,5               | 3,7         | 2,7   | 4,5                                       | 5,0              | 3,6    |
| БМД-М-1                       | 18,9               | 4,9         | 2,9   | 5,0                                       | 3,3              | 2,8    |
| Наименование кормовых добавок | С 18:1             | НЖК         |       | Биологическая эффективность, ед./1 г жиру |                  |        |
| БМД-М                         | 7,6                | 68,5        |       | 10,0                                      |                  |        |
| БМД-М-1                       | 12,5               | 64,2        |       | 12,0                                      |                  |        |

Кислотное число жира в кормовых добавках находилось на уровне 25,0 – 40,0 мг КОН, перекисное – 0,1 %I<sub>2</sub>.

На основе органолептических (цвета, запаха, консистенции), химических и микробиологических показателей установлен срок хранения кормовых добавок при температуре окружающей среды – 4 мес.; лимитирующим показателем хранения явился рост кислотного числа.

Таким образом, предложенные белково-минеральные кормовые добавки содержат биологически активные вещества – аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, зостерин, минеральные вещества, что позволит сбалансировать рацион животных и снизить затраты комбикормов на единицу прироста живой массы.

Внедрение технологии белково-минеральных кормовых добавок позволит отнести основное производство мидийных концентратов к малоотходным.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Протеиновое питание сельскохозяйственных животных и пути решения проблемы протеина в животноводстве // Электр. дан. – Режим доступа URL: <https://ptica.ru.ru/korm/3092-proteinovoe-pitanie.html> (дата обращения: 25.07.2019).

2 Пути развития кормовой базы и обеспечение животных полноценными кормами // Электр. дан. – Режим доступа URL: <https://infopedia.su/7x8318.html> (дата обращения: 25.07.2019).

3 Белково-минеральные добавки в рационах свиней / О.Е. Битютская, Л.П. Борисова, В.И. Скрепец и др. // Аграрна наука виробництву. – 2008. – № 2. – С. 15.

4 Борисова Л.П. Губанова А.Г., Битютская О.Е. Кормовая добавка из отходов переработки мидий // Рыбное хозяйство Украины. – 2001. – № 2. – С. 28–31.

5 Гидробионты и отходы из разделки как перспективное сырье для получения БАД к пище / М.В. Новикова // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: материалы 1-ой Междунар. науч.-практ. конф., Москва-Голицыно, 26–28 авг. 2002 г. – М., 2002. – С. 161–164.

6 Новикова М.В. Разработка технологии получения биологически активных добавок из гидробионтов и отходов их разделки: автореф. дис... д-ра техн. наук. – М., 2003. – 49 с.

7 Щеглов Л.Н., Истомина Т.В., Виннов А.С. Белково-минеральные кормовые продукты на основе отходов переработки двустворчатых моллюсков Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – № 6(59). – С. 64–68.

8 Murado M., Gonzalez M., Pastrana L. Mussel processing wastes as a fermentation substrate // Fisheries Processing: biotechnological applications. – 1994. – Ch. 13. – P. 311–343.

9 Битютская О.Е. Технология белково-углеводного концентрата из черноморских мидий: дис... канд. техн. наук. – Киев, 2011. – 195 с.

10 Технологические параметры получения белковых гидролизатов и характеристика их кормовой ценности / Ю.А. Бойко, А.Г. Мухленов, Т.К. Лебская, Ю.Н. Чайковская // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: материалы 2-ой Междунар. науч.-практ. конф., Архангельск, 5–7 окт. 2005 г. – М., 2005. – С. 180–183.

11 Биологически активные полисахариды морских водорослей и морских цветковых растений / Ю.Н. Лоечко, Г.П. Лямкин, А.А. Артюков, Г.Б. Еляков // Раст. ресурсы. – 1991. – Т. 27. – № 3. – С. 150–160.

12 Зостерин: монография / Ю.Н. Лоечко, А.А. Артюков, Э.П. Козловская и др. / Владивосток: Дальнаука, 1997. – 212 с.

13 Артюков А.А. Разработка биотехнологических основ получения некоторых биологически активных веществ из океанического сырья: дис... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2012. – 50 с.

14 Иммуномодулирующее действие пектина морских трав – зостерина / В.А. Мирошниченко, А.С. Шаронов, Т.Н. Суровенко и др. // Иммуномодуляторы природного происхождения (Владивосток, 9–10 окт. 1990 г.): тез. докл. рабочего совещ. – Владивосток, 1990. – С. 36–37.

Корзун В.Н., Реус М.А. Использование черноморской зостеры как пищевой добавки лечебно-профилактического назначения // Громадське харчування і туристична індустрія у ринкових умовах: Сб. научн. работ. – 2001. – С. 126–130.

16 Корзун В.Н., Сагло В.И., Парац А.М. Питание в условиях широкомасштабной аварии и её последствий // Укр. мед. часопис. – 2002. – № 11–12. – С. 99–105.

17 Пищевые продукты из водорослей как способ минимизации действия радиации и эндемии / В.Н. Корзун, В.И. Сагло, А.М. Парац и др. // Проблемы питания. – 2004. – № 1(2). – С. 29–34.