

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

Ribogospod. nauka Ukr., 2015; 4(34): 100-126
DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/fsu2015.04.100>
УДК: [639.3.043.13:636.087.73]:639.371.2

ВИКОРИСТАННЯ КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ У ГОДІВЛІ ОСЕТРОВИХ (*ACIPENSERINAE*) ВИДІВ РИБ (ОГЛЯД)

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Інститут рибного господарства НААН,
м. Київ

Мета. Проаналізувати наукові джерела щодо використання препаратів кормових дріжджів у годівлі осетрових видів риб (*Acipenseridae*).

Результати. Огляд наукових праць показав, що в годівлі осетрових видів риб кормові дріжджі використовують як джерело вітамінів та повноцінного білку, поживність якого значно вища, ніж протеїнів рослинного походження, і наближається до протеїнів тваринного походження. При цьому одиниця маси протеїну дріжджів істотно нижча, ніж у кормів тваринного походження. Крім того, за вмістом вітамінів групи В кормові дріжджі, отримані з зерно-картопляної браги, перевершують рибне і м'ясо-кісткове борошно. У статті висвітлено особливості технологічного процесу отримання різних видів кормових дріжджів, амінокислотний та жирнокислотний склад їх препаратів, проаналізовано основні фізико-хімічні показники їх складу. Наведено приклади рецептур комбикормів для осетрових видів риб з використанням препаратів кормових дріжджів. Показано, що осетрові риби, особливо на ранніх стадіях онтогенезу, здатні ефективно використовувати нуклеотиди кормових дріжджів. Таким чином, останні можуть слугувати ефективним замінником живих організмів зоопланктону, що є загальновідомим оптимальним кормом для молоді осетрових видів риб.

Хоча у 90-х роках ХХ-століття через низку соціально-економічних причин на певний час було припинено випуск деяких препаратів кормових дріжджів (паприну, еприну), однак згодом була продовжена робота щодо виробництва їх повноцінних аналогів. Зараз тенденції розвитку світової аквакультури передбачають повернення до використання дріжджів у годівлі риб. Саме тому в останні кілька років зростає зацікавленість аграріїв України в дріжджах, а, отже, і споживання останніх в сільському господарстві збільшилось у 2–2,5 рази.

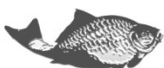
Практична значимість. Масив узагальненої інформації буде важливим для науковців, які досліджують особливості збалансування годівлі осетрових видів риб. Дані щодо використання дріжджів як джерела повноцінного білка в кормах є актуальним в умовах постійного пошуку найбільш ефективних компонентів раціону риб.

Ключові слова: осетрові види риб (*Acipenseridae*), кормові дріжджі, сухі кормові дріжджі, гідролізні дріжджі, білково-вітамінні концентрати, паприн, еприн, меприн, білотин, біотрин, біокорн, кліверолакт, провіт, пекарські дріжджі.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

Успішне вирощування цінних об'єктів аквакультури, якими беззаперечно є осетрові види риб, залежить від повноцінності стартових і продукційних кормів. В наш час не втратило актуальності питання оптимізації методів виробництва високобілкових кормів шляхом їх промислового біосинтезу за допомогою нижчих

© М. Ю. Симон, 2015



організмів, зокрема дріжджів. Останні високоефективно перетворюють прості, складні і синтетичні речовини (целюлозу, прості цукри, солі амонію, спирт, оцтову кислоту, ацетальдегід, вуглець, парафін, нафту, природні гази тощо) у цінні кормові білки [1]. За поживністю кормові дріжджі прирівнюються до кормів тваринного походження, м'ясо-кісткового та рибного борошна [2, 3].

Метою даної роботи був аналіз масиву інформації щодо використання кормових дріжджів різного походження в годівлі різновікових груп осетрових видів риб.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Відомості про дріжджі сягають сивої давнини: вже тисячі років їх використовують при випіканні хліба та приготуванні алкоголю. Однак, лише в середині XIX століття Луї Пастер описав дріжджі як мікроорганізми, що розмножуються брунькуванням і виробляють в процесі своєї життєдіяльності речовини, які викликають бродіння [4].

Дріжджі відносяться до позатаксономічної групи одноклітинних грибів, що втратили міцеліальну будову, оскільки в процесі еволюції перейшли до життєдіяльності у рідких і напіврідких субстратах [5]. Вони надають перевагу субстратам, багатим на органічні речовини, де починають активно рости і розмножуватися [4]. Ця парафілетична група об'єднує близько 1500 видів, що відносяться до аскоміцетів (*Ascomycota*) та базидіоміцетів (*Basidiomycota*) [6], домінуючих (на відміну від інших представників царства грибів (*Fungi*)) у водних середовищах [7]. Таксономічні межі даної групи окреслені нечітко: багато її представників здатні розмножуватися вегетативно в одноклітинній формі і через це ідентифікуються як дріжджі, на інших стадіях свого життєвого циклу можуть утворювати розвинений міцелій, а в ряді випадків і макроскопічні плодові тіла. Раніше такі гриби виділяли в особливу групу дріжджеподібних, але тепер їх все ж відносять до дріжджів, хоча дослідження 18S рРНК виявили спорідненість з типовими грибами інших видів, які можуть рости тільки у вигляді міцелію [6].

Розміри дріжджових клітин переважно сягають 3–7 мкм у діаметрі, однак трапляються види розміром до 40 мкм [8]. Більшість видів дріжджів розмножується безстатево за допомогою брунькування, хоча деякі види здатні до симетричного (бінарного) поділу [5]. Розрізнити дріжджі, що належать до різних відділів грибів, можна як за характеристиками їхнього життєвого циклу, так і за фізіологічними ознаками.

Дріжджі — хемоорганогетеротрофи, використовують органічні сполуки з метою отримання енергії та вуглецю. Вони є факультативними анаеробами. Хоча їм і необхідний кисень для дихання, проте за його відсутності багато видів здатні переходити на анаеробне дихання, розпочинаючи процес бродіння. Однак, якщо у зароджуваний субстрат додати кисень, вони процес бродіння припиняють і починають споживати кисень, виділяючи вуглекислий газ, що є більш енергоефективним і, тим самим, прискорює ріст дріжджів (так званий ефект Пастера) [5]. Проте, якщо в кисневому середовищі наявний високий вміст глюкози, дріжджі розпочнуть її зброджувати (ефект Кребтрі). Дріжджі в анаеробних умовах можуть використовувати як джерело енергії тільки вуглеводи,



переважно гексози і побудовані з них олігосахариди (хоча деякі види, *Pichia stipitis* та *Pachysolen tannophilus*, засвоюють і пентози). *Schwanniomyces occidentalis* і *Saccharomycopsis fibuliger* здатні зброджувати крохмаль, а *Kluyveromyces fragilis* — інулін. В аеробних умовах коло придатних для використання субстратів ширше: крім вуглеводів, використовують також жири, вуглеводні, ароматичні і одновуглецеві сполуки, спирти, органічні кислоти. Значно більше видів здатні використовувати пентози в аеробних умовах. Проте, складні сполуки (лігнін, целюлоза) для дріжджів недоступні. Джерелами азоту для всіх дріжджів можуть бути солі амонію. Приблизно половина видів має нітратредуктазу і може засвоювати нітрати [5].

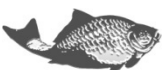
Хімічний склад дріжджів залежить від їх виду (а на сьогодні відомо понад 1500 видів) та від середовища, в якому вони розмножуються. Зазвичай дріжджі містять $\frac{3}{4}$ води і $\frac{1}{4}$ сухої речовини, до складу якої, в свою чергу, входять неорганічні речовини (переважно фосфорна кислота), вуглеводи, азот, білки і жири (з насиченими та ненасиченими жирними кислотами). У дріжджах міститься 35–44% (від маси сухих дріжджів) вуглеводів, які входять до складу протоплазми і оболонки клітин. Також у дріжджах містяться полісахариди: глікоген, маннан (дріжджова камідь) і глюкозан. Манан становить 30% від загального числа вуглеводів та входить до складу клітинної оболонки дріжджів. Глюкозан утворений залишками глюкози, поєднаними 1,4- і 1,6-глюкозидними зв'язками, представлений різними фракціями, що відрізняються розчинністю в лугах і кислотах. Фракції, розчинні в оцтовій кислоті, є запасними речовинами клітини. Ті, що розчинні у хлорній кислоті, є структурними елементами клітини дріжджів. Крім того, у дріжджах міститься (кількість може коливатись в широких межах) дисахарид трегалоза, який використовується як джерело енергії в клітині. Олігосахариди є невід'ємною частиною клітинної оболонки дріжджів, і мають неоднозначний вплив на травлення — з одного боку, вони мають сорбційні властивості, з іншого — їх досить складно перетравлювати [9]. Співвідношення білків і вуглеводів (представлених полісахаридами) залежить від конкретного штаму дріжджів [4, 10]. Дріжджі містять 37–50% сирого білка в перерахунку на суху речовину. До нього відносять всі сполуки азоту, які є в дріжджах. Азотовмісні речовини дріжджів являють собою білкові речовини (63,8%), нуклеїнові кислоти (26,1%), аміди і пептони (10,1%). Співвідношення амінокислот у різних білках дріжджів відрізняється [10].

Загальна кількість P_2O_5 у сахароміцетів (*Saccharomycetes*) коливається в межах від 3,2 до 4,4% за сухою речовиною. Фосфор входить до складу молекул нуклеїнових кислот, фосфоліпідів та коферментів типу аденозинфосфатів і тіаміну. У вигляді різних сполук він відіграє важливу роль в енергетичних процесах клітини.

Магній, що міститься в дріжджах, активує дію багатьох фосфатаз і енолази. Його іони впливають на збереження активності ферментів при нагріванні.

Сульфур входить до складу амінокислот (цистеїн, цистин, метіонін і глутатіон), вітамінів (біотин, аневрин) та ферментів (у вигляді сульфідних і тіолових груп).

Ферум є важливим компонентом цитохромів, пероксидази, каталази та інших ферментів, що беруть участь у процесах окиснення [11].



Пресовані дріжджі складаються з 25–28% сухих речовин та 72–75% води. Всі важливі життєві перетворення для них можливі лише у водному розчині. Зокрема, вільна вода бере участь в метаболізмі, а зв'язана вода утримується молекулами білка за допомогою водневих зв'язків, і таким чином є невід'ємним складником протоплазми клітин дріжджів [10].

Зола дріжджів становить близько 6–10% сухої речовини від їх загальної маси. Склад золи коливається залежно від умов культивування. Зола дріжджів майже наполовину представлена фосфором, а значна частина фосфорної кислоти пов'язана з органічними сполуками. Органічні кислоти дріжджів — ефективні стимулятори шлункового травлення, сприяють зростанню перетравності протеїну раціону. Також, вони стимулюють апетит і ріст корисної мікрофлори в кишківнику риби [9].

Дріжджові клітини багаті вітамінами, особливо вітамінами групи В і ергостерином (провітаміном D). Деякі дріжджові гриби містять каротини (провітамін А). Співвідношення певних вітамінів в різних дріжджових грибах коливається в широких межах і залежить в одних і тих же дріжджів від умов їх культивування. Встановлено, що дріжджові клітини містять такі вітаміни групи В (водорозчинні): вітамін В₁ (тіамін, аневрин), вітамін В₂ (рибофлавін), вітамін В₃ (ніацин), вітамін В₅ (пантотенова кислота), вітамін В₆ (піридоксин), вітамін В₉ (фолієва кислота), вітамін РР (нікотинамід, нікотинова кислота).

Крім того, в дріжджах є вітаміноподібна речовина міоїнозит (раніше — вітамін В₈) — природний стереоізомер шестиатомного циклічного спирту інозиту, що входить до складу фосфоліпідів [12]. Вона має яскраво виражену мембрано-протекторну та ліпотропну дії, відновлює структуру нервової тканини та є анксиолітиком [13].

Кормові дріжджі — це суха концентрована біомаса інактивованих дріжджових клітин, спеціально вирощувана з метою наступного згодовування в складі кормів. Однією з причин обов'язкової інактивації клітин дріжджів є те, що в живому вигляді вони викликають серйозні розлади травлення за згодовування їх риби [14]. Також, інактивацію дріжджів необхідно проводити, оскільки вони проявляють аукогетеротрофні властивості по відношенню до деяких вітамінів, особливо до біотину та тіаміну [15]. Вид кормових дріжджів визначається штамом гриба-продуцента і середовищем, в якому вирощений даний конкретний штам. Як штами-продуценти кормових дріжджів використовують переважно роди *Candida*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis* [16]. Хімічний склад дріжджів залежить від вихідної сировини і виду продуцента, через що їх поживні властивості неоднакові. Зокрема, дріжджі, отримані в процесі використання відходів харчової промисловості, містять протеїну та вітамінів більше, ніж отримані на гідролізаті деревини або соломи [17].

В годівлі осетрових риби застосовують дріжджі трьох основних груп, виділених за особливостями поживного субстрату: сухі кормові (вирощені переважно на бразі), гідролізні (отримані з відходів деревообробної промисловості) та білково-вітамінні концентрати БВК — субстратом є відходи переробки нерослинної сировини [3, 9]. Технологія отримання будь-яких з вищеперерахованих груп дріжджів, в спрощеному вигляді, складається з послідовності наступних процесів [18]:



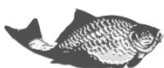
- 1) підготовка субстрату для культивування;
- 2) виготовлення оптимізуючих добавок (зокрема, аміачної води, розчинів сірчано-кислого амонію, ортофосфорної кислоти, суперфосфату, хлористого магнію і т.д.);
- 3) підготовка живильного середовища;
- 4) культивування матеріалу дріжджів;
- 5) вирощування біомаси дріжджів в ферментаторах;
- 6) сепарування біомаси від культурного матеріалу;
- 7) промивання водою виділеної біомаси;
- 8) концентрування та автоліз дріжджів у вакуумно-випарювальній установці;
- 9) сушіння препарату;
- 10) фасування готового продукту.

Порівняння хімічного складу дріжджів різного походження виявляє, що ці кормові продукти суттєво варіюють за кількісними та якісними показниками поживних речовин. Також, дріжджі різного походження суттєво відрізняються між собою за показниками сирого протеїну і рівнем чистого білка за Барнштейном (показником кількісної частки дійсного білка в складі сирого протеїну) [9]. Порівняння основних показників хімічного складу дріжджів представлено в табл. 1

Таблиця 1. Основні показники хімічного складу дріжджів різного походження [9, 19]:

Показник	Дріжджі		
	Кормові	Гідролізні	БВК
Сирий протеїн, %	38–51	40–56	42–60,5
Білок за Барнштейном, % від сирого протеїну	30–42 80–90	22–38 65–89	27–37 75–85
Концентрація пуринових основ, %	2–6	8-13	8–10
Концентрація піримідинових основ, %	0–3	2–4	0–5
Імовірність накопичення надлишку РНК	незначна	значна	значна
Імовірність накопичення живих клітин продуцента	незначна	значна	значна
Сира клітковина, %	1,2–2,9	1,3–2,7	1,5–1,9
Сирі БЕР (безазотисті екстрактивні речовини), %	33–35	31–34	25,9–33
Сира зола, %	3,9–7,1	4,4–7,7	5,9–7,8
Сирий жир, %	2,2–3,1	2,7–3,3	7,2–7,6
Моно- та дисахариди, г/кг	3,9–8,8	3,2–5,1	8–8,5
Органічні кислоти, г / кг	23	18	21
Ненасичені жирні кислоти, мг / кг	540	590	500
Холестерин, мг / кг	–	–	260
Харчові волокна, г / кг	1,8	2,9	2,1

Особливістю дріжджів є ще й те, що вони, як швидкозростаюча субстанція, здатні накопичувати в своєму складі частинки ядерної речовини. Зокрема, відома імовірність накопичення в них пуринових і піримідинових основ, а іноді і цілих



молекул РНК [9]. Як стверджує Подобед Л. І., з практики приготування кормових добавок не відомо жодного випадку, щоб у дріжджах повністю були відсутні пуринові і піримідинові основи або РНК. Тому варто приділяти максимальну увагу концентрації цих речовин на одиницю маси готової кормової добавки і нормі введення дріжджів до раціону риб, для унеможливлення їх згубного впливу [9]. На відміну від використання у тваринництві, високий рівень нуклеїнових кислот у кормах з препаратами дріжджів не впливає негативно на ефективність годівлі риб, оскільки у риб не лише не відбувається накопичення пуринових основ, а й навпаки, — спостерігається їх глибоке розщеплення і виділення кінцевих продуктів через зябра [20].

Слід зауважити, що безпечні для виготовлення кормів дріжджі повинні містити не менше 70% білка за Барнштейном від частки відносного вмісту сирого протеїну [9].

Сухі кормові дріжджі випускаються у вигляді темно-коричневих пластівців. Субстратом їх вирощування найчастіше є зерно, картопляна та мелясна брага [16]. Кормові дріжджі родів *Candida* або *Torulopsis* зазвичай вирощують на післяспиртовій бразі, яка є відходом виробництва спирту [9]. Водорозчинна фракція білків сухих кормових дріжджів не перевищує 12–13%, з переважанням в ній поліпептидів [21]. Варто відзначити, що біологічна цінність білка для риб, як і для сільськогосподарських тварин, визначається наявністю незамінних амінокислот. Їх 10: аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан і валін. Дефіцит або відсутність цих амінокислот в раціоні протягом перших двох тижнів вирощування викликає у риб втрату апетиту і зниження темпів росту, а в подальшому — захворювання. Потреба в амінокислотах змінюється в залежності від умов утримання риб, і в першу чергу — від температури води [22]. Амінокислотний склад сухих кормових дріжджів наведений у таблиці 2:

Таблиця 2. Амінокислотний склад сухих кормових дріжджів (за Н. А. Абросимовою) [21]

Амінокислота	Вміст (г/кг)
Лейцин	33
Ізолейцин	25,0
Валін	25,0
Фенілаланін	20,6
Треонін	27,5
Лізин	38,4
Метіонін	6,5
Аргінін	21,2
Цистин	5,5
Гістидин	10,7
Триптофан	6,7
Гліцин	24,0



Перетравність кормових дріжджів становить 58,7% [16]. В їх складі міститься 2,03% кальцію, 1,26% фосфору та 0,18% магнію. Для цих дріжджів характерний такий вміст вітамінів (табл. 3).

Таблиця 3. Представленість вітамінів в сухих кормових дріжджах (за Н. А. Абросимовою) [21]

Вітамін	Вміст (мг/кг корму)
B ₁ (тіамін, аневрин)	18
B ₂ (рибофлавін)	30
B ₃ (ніацин)	100
B ₄ (холін)	2500
B ₆ (піридоксин)	10
B ₉ (фолієва кислота)	2,8
PP (нікотинамід, нікотинова кислота)	220

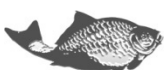
У складі стартових та продукційних кормів та кормосумішей для годівлі осетрових риб вони можуть використовуватися з метою введення вітамінів та мікроелементів, збалансування протеїну. Можливість їх введення до складу кормів та кормосумішей наведена в таблиці 4.

Таблиця 4. Можливість застосування сухих кормових дріжджів в годівлі осетрових видів риб, % [17]

Показник	Комбікорм		
	стартовий	продукційний	
Маса, г	до 5 г	понад 5 г	понад 50 г
Введення дріжджів, %	6	14	12

Гідролізні дріжджі (гіприн) вирощують, використовуючи відходи деревообробної, спиртової, ацетону-бутилової, мелясно-дріжджової промисловостей та на целюлозно-паперових комбінатах. Їх випускають у вигляді порошку, гранул або пластівців, чий колір варіює від світло-жовтого до темно-коричневого [21]. У якості продуцента найчастіше використовують технічно чистий штам *Candida tropicalis*, який культивують за температури 34–36°C та рН 5,0–5,5. Згідно з технічними вимогами, при виробництві кормових гідролізних дріжджів суворо заборонено використовувати карбамід та інші небілкові азотисті речовини [23]. Для оптимізації хімічного складу субстратів культивування, в них дозволено додавати, як джерело легкодоступного для мікроорганізмів азоту, аміачну воду, а також сульфат амонію, сечовину, діамоній фосфат, фосфатні солі калію і т. ін. [18]. Залежно від показників якості, ці дріжджі поділяються на чотири групи: вищу, першу, другу та третю [2]. Препарати гідролізних дріжджів упаковують в чисті та сухі мішки з поліетиленової плівки, які після заварювання придатні до транспортування будь-яким видом транспорту. Зберігають гідролізні дріжджі у мішках, в чистих, добре провітрюваних, захищених від дії прямого сонячного світла приміщеннях не більше 6 місяців [21].

При використанні гідролізних дріжджів варто звернути увагу на те, що в умовах вищих температур води норми їх введення до раціону можуть бути



набагато вищими, ніж за нижчої її температури. Це зумовлено тим, що препарат гідролізних дріжджів може виступати як ростостимулюючий агент, регулюючи накопичення вологи в організмі риб, і тим самим впливати на їх приріст. Адже відомо, що за низьких температур в тілі риб накопичується набагато більше вологи, ніж за високих [18]. Препарати гідролізних дріжджів містять в 1 кг близько 12,5–19,5% вуглеводів, з яких від 4,35% цукрози та 1,3–1,6% клітковини [23]. У своєму складі вони також містять 3,0% кальцію [21]. За своєю поживною цінністю вони не значно відрізняються від рибного борошна, а їх перетравність становить близько 58%. Вважається, що ці дріжджі можна вводити до складу кормів та кормосумішей для різновікових груп риб у кількості до 40% [17]. Гідролізні дріжджі містять усі необхідні для росту риб амінокислоти, зокрема, в умовах годівлі ними молоді осетрових риб виникає необхідність лише в додатковому метіоніні (табл. 5).

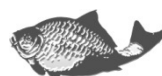
Таблиця 5. Амінокислотний склад гідролізних дріжджів (у перерахунку на 100 г протеїну цього продукту) [16, 21, 24]

Амінокислота	Вміст (мг/100 г)
Метіонін	6,3
Лейцин	41,0
Валін	22,9
Фенілаланін	19,3
Треонін	21,9
Лізин	32,6
Аргінін	23,6
Цистин	5,1
Гістидин	8,5
Триптофан	4,3
Гліцин	21,2

Вітаміни в організмі виконують роль біологічних каталізаторів хімічних реакцій, що протікають в живій клітині [22]. Саме тому є сенс використовувати гідролізні дріжджі після обробки ультрафіолетовими променями, оскільки ці дріжджі багаті ергостеролом (провітаміном D₂), який під їх дією перетворюється на вітамін D₃. Крім ергостеролу в цих дріжджах наявні ще такі вітаміни (табл. 6) [25].

Таблиця 6. Наявність вітамінів в гідролізних дріжджах (за Ю. Ю. Харчуком) [25]

Вітамін	Значення (мг/кг сухої речовини)
B ₁ (тіамін, аневрин)	18
B ₂ (рибофлавін)	20–50
B ₄ (холін)	2500–4000
B ₅ (пантотенова кислота)	50–100
PP (нікотинамід, нікотинова кислота)	200–300



Слід також відмітити, що кормові гідролізні дріжджі в своєму складі містять багато необхідних для росту та розвитку осетрових риб мікро- та макроелементів (табл. 7).

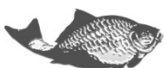
Таблиця 7. Вміст мікро- та макроелементів в сухих гідролізних дріжджах [23]

Елемент	Вміст (мг/кг)	Елемент	Вміст (мг/кг)
Фосфор	10890–1400	Купрум	3,5–10,5
Калій	10275–26540	Цинк	83–112
Натрій	1015–4050	Марганець	176–2080
Кальцій	2075–2940	Хром	4,6
Магній	790–3230	Нікель	1,7–8,6
Ферум	658–930	Кобальт	0,48–1,8
Селен	3,30	–	–

Дріжджі БВК, як зазначалось, отримують, культивуючи клітини дріжджів на відходах переробки нерослинної сировини, а саме: нафтопарафінів (паприн), етанолу (еприн), метанолу (меприн), отримали назву за першим складом їх живильного субстрату [9]. Паприн, еприн, меприн — це загальні назви препаратів, які використовуються і як комерційні. Вони набули свого розповсюдження з 1982 року [26]. Однією з особливостей цих препаратів є те, що їх варто застосовувати з набагато більшою обережністю, ніж кормові або гідролізні дріжджі [24].

Паприн випускають у вигляді порошку світло-жовтого кольору. Це продукт мікробіологічного синтезу з очищених рідких парафінів нормальної будови (Н-алканів) [17]. Продуцентами паприну можуть бути технічно чисті культури кількох різних штамів, всі з яких вирощують на підкисленому середовищі, аби запобігти розвитку патогенних бактерій. Хоча вимоги до середовища у його продуцентів схожі, температурні переваги в них відрізняються, а саме: у роду *Rhodotorula* це 30–32°C, у роду *Candida* — 28–34°C (*Candida guilliermondii* — 28–30°C і *Candida tropicalis* 28–34°C) [26]. Найкращою сировиною для створення живильного середовища цих дріжджів вважають низькомолекулярні парафіни з числом атомів вуглецю рівним 11–14. Використання високомолекулярних парафінів також можливе, але має трохи меншу ефективність. Як джерело азоту у живильне середовище додають аміачну воду (з 15–20% аміаку) та підтримують необхідну концентрацію мікроелементів (додаючи сполуки FeCl₃, MnSO₄, CuSO₄, KI, Na₂MoO₄). Концентрація н-парафінів в живильному середовищі має бути рівною 1,5–2,0%. Технологія вирощування дріжджів на алканах (паприну) аналогічна процесу вирощування дріжджів на вуглеводній сировині (зокрема гідролізних), але використання н-парафінів як субстрату дозволяє отримати вдвічі більше продукції дріжджів. За неперервного процесу культивування, після виділення дріжджів, живильне середовище має в своєму складі близько 15–20% води [18].

Належну увагу у годівлі осетрових риб слід приділяти мінеральним речовинам. При цьому потрібно враховувати, що мікроелементи неорганічного походження менш ефективно засвоюються ніж органічного, а найбільш ефективним є використання хелатних сполук цих елементів з білком та



амінокислотами [27]. У складі паприну міститься 20% кальцію та 1,8% фосфору [21]. Паприн містить необхідні для нормального розвитку риб мікро- та макроелементи (табл. 8).

Таблиця 8. Вміст мікро- та макроелементів в паприні, на абсолютно-суху речовину (за М. А. Щербиною) [18]

Елемент	Вміст (мг/100г)	Елемент	Вміст (мг/100 г)
Кальцій	460 ⁶	Цинк	5,0 ⁴ –40 ⁶
Фосфор	890 ⁴ –1330 ²	Марганець	4,9 ⁴ –22 ⁶
Магній	140 ⁶	Купрум	4 ⁶ –4,9 ⁴
Калій	2390 ⁴	Йод	0,06 ⁴
Натрій	78	Кобальт	0,2 ⁴
Ферум	0,8 ⁴	–	–

Як і для всіх дріжджових препаратів, для паприну характерна наявність в своєму складі вітамінів групи В (табл. 9):

Таблиця 9. Вміст вітамінів групи В в паприні, на абсолютно суху речовину (за М. А. Щербиною) [18]

Вітамін	Вміст (мг/100 г)
В ₁ (тіамін, аневрин)	1,24 ⁴
В ₂ (рибофлавін)	8,3 ⁴
В ₃ (ніацин)	9,6 ⁴
В ₄ (холін)	690 ⁴
В ₅ (пантотенова кислота)	58,04 ⁴
В ₆ (піридоксин)	1,7 ⁴

Перетравність паприну перевищує 70%. Його білок на 13% представлений водорозчинною фракцією, з якої 47% — це пептиди [21]. Амінокислотний склад цього препарату наведено в таблиці 10.

Таблиця 10. Амінокислотний склад паприну (у перерахунку на 100 г протеїну цього продукту) [16, 21]

Показник	Вміст (мг/100 г)
Σ амінокислот	454
Незамінні амінокислоти	202,3
Метіонін	7,8
Лейцин	39,2
Ізолейцин	19,6
Валін	25,1
Фенілаланін	13,3
Треонін	24,7

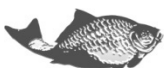


Показник	Вміст (мг/100 г)
Лізин	43,7
Аргінін	20,4
Цистин	8
Гістидин	9,8
Триптофан	4,8

Для паприну характерна збалансованість амінокислотного складу білка та складу жирних кислот. Встановлено високий вміст жирних кислот з непарним числом атомів вуглецю, наявність залишкових вуглеводнів ізоаліфатичної та циклічної будови, утворених під час ендogenous синтезу в дріжджах або з парафінової фракції, на якій вони вирощуються [20]. Ці залишкові вуглеводні (допустима концентрація в кінцевому продукті — 0,5%) мають канцерогенні властивості і за тривалого згодовування риbam можуть викликати порушення їх росту та розвитку. Паприн рекомендовано вводити до складу рибних комбікормів у концентраціях не більше 25% від вмісту протеїну, або 5% від маси згодовуваного корму [16]. Також, в паприні допускається вміст залишкових n-парафінів до 2,5%, оскільки, якщо дотримуватись рекомендованих норм годівлі, вони будуть сприйматися організмом риб як біогенні елементи та не матимуть токсичного впливу. Зокрема, відома їх позитивна роль в регулюванні перекисного окиснення ліпідів, стабілізації та підвищенні антиоксидантних властивостей клітинних мембран [18].

Похідним паприну є його ферментолізат, отриманий в результаті застосування ферментних препаратів (найчастіше — протосубтилін Г3х або Г10х) [1]. Це оброблення дозволяє підвищити на 50% всмоктування через стінки шлунку риб вільних амінокислот, поліпептидів різної молекулярної маси та білків [21, 26]. Такий ефект досягається завдяки руйнуванню клітинної оболонки дріжджів та розщепленню значної частини білка до пептидів, з наступних переходом у водорозчинний стан [19]. Продукти проміжного лізису білка, якими є низько- та високомолекулярні пептиди, а також амінокислоти є основою стартових комбікормів з паприном. Загалом, його введення до складу кормів для осетрових риб, в залежності від рецептури, становить від 5 до 15% [21].

Ще однією похідною паприну є мікробна біомаса (активний мул), яка виникає при його виробництві і містить 55–62% сирого протеїну. Вона відрізняється від паприну кількісним вмістом вітаміну В₁₂, і хоча за іншими показниками їх відмінності незначні, поживна цінність мікробної біомаси дещо вища, ніж паприну [26]. Паприн має бути упакований в чисті та сухі мішки з поліетиленової плівки, які після заварювання придатні до транспортування будь-яким видом транспорту. Зберігати ці мішки потрібно в чистих, добре провітрюваних, захищених від дії прямого сонячного світла приміщеннях. Термін придатності паприну — 12 місяців. Для паприну, як і для гідролізних дріжджів притаманний поділ на групи чи сорти за якістю кінцевого продукту. Паприн для використання в годівлі риб, має відповідати наступним вимогам (табл. 11).



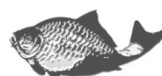
Таблиця 11. Загальні вимоги до якості паприну (за Н. А. Абросимовою) [21]

Показник	Вміст
Домішки металів	до 20 мг/кг
Ртуть (Меркурій)	до 0,1 мг/кг
Кадмій	до 0,3 мг/кг
Плюмбум	до 5,0 мг/кг
Арсеніум	до 2 мг/кг
Фтор	100 мг/кг
Нітрати	до 200,0 мг/кг
Бактерії роду <i>Salmonella</i>	відсутні
Клітин дріжджів (в 1 г)	до 1×10^2 клітин
Загальне обсіменіння (в 1 г)	до 1×10^5 клітин
3,4-бензапірен	до 5,0 мкг/кг

Еприн виготовляють за допомогою технічно чистих культур *Candida utilis* та синтетичного етилового спирту (винний спирт — C_2H_5OH) [16]. Процес виробництва екологічно чистий та безперервний, відбувається переважно у ферментаторі, в який поміщають водний розчин мінеральних речовин, етиловий спирт та культуру продуцента [18]. В еприні міститься 0,19% кальцію та 1,14 магнію. Його білок майже на 15% представлений водорозчинними речовинами. У фракційному складі цього препарату переважають білки та поліпептиди, частка олігопептидів відносно мала. Сума незамінних амінокислот в еприні трохи менша суми амінокислот білка курячого яйця, амінокислотний склад еприну наведено нижче (табл. 12).

Таблиця 12. Амінокислотний склад еприну (у перерахунку на 100 г протеїну цього продукту) (за Н. А. Абросимовою) [21]

Амінокислота	Вміст (мг/100 г)
Метіонін	7,5
Лейцин	47,7
Ізолейцин	29,8
Валін	34,7
Фенілаланін	27,7
Треонін	32,1
Лізін	44,5
Аргінін	29,0
Гістидин	12,4
Серин	28,1
Пролін	19,2
Аланін	34,1
Гліцин	24,7



Амінокислота	Вміст (мг/100 г)
Тирозин	17,9
Аспарагін	54,8
Глутамінова кислота	73,5

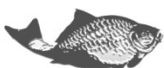
Культивовані на етанолі дріжджі за кількісним вмістом сирого протеїну близькі до рибного борошна (протеїну 67,6%), та навіть перевершують сухе молоко (протеїну 38,5%), м'ясо-кісткове борошно і всі види шротів (протеїну 40,2–49,1%) [24]. Однак, за своєю поживною цінністю еприн істотно відрізняється. Для еприну характерна висока перетравність рибами його протеїну та амінокислот. У порівнянні з паприном, він майже не містить залишкових вуглеводів, відносно шкідливих для осетрів [14]. У 1994–1995 рр. встановлено ефективність згодовування молоді осетрових риб стартового комбікорму ОСТ-4 з вмістом еприну в кількості 22%. Молодь осетра, білуги, севрюги, вирощена з використанням такого комбікорму, мала підвищену життєстійкість та менше страждала на аліментарні захворювання [20]. Такий ефект досягався, також і завдяки наявності в еприні вітамінів групи В (табл. 13).

Таблиця 13. Представленість вітамінів групи В в еприні [24]

Вітамін	Вміст (мг/кг сухої речовини)
В ₁ (тіамін, аневрин)	5
В ₂ (рибофлавін)	8
В ₃ (ніацин)	6
В ₅ (пантотенова кислота)	310
В ₆ (піридоксин)	15
В ₉ (фолієва кислота)	18

Важливими і корисними якостями еприну є низький вміст інгібіторів протеїнази та висока протеолітична активність, що перевищує активність ферментів рибного борошна в 20 разів, паприну — у 4 рази та пшеничних висівків — у 80 разів. Присутність в комбікормах протеаз паприну позитивно впливає на загальну протеолітичну активність травної системи риб. Процес ферментативного гідролізу поширюється не лише на власні білки еприну, а й на білки інших компонентів, сприяючи їх розщепленню в кишківнику риб до тих фракцій, які можуть засвоюватись навіть личинками з слабкорозвинутим травним трактом [28].

Меприн є продуктом мікробіологічного синтезу культур *Candida guilliermondii* на середовищах, багатих метанолом (деревний спирт — CH_3OH) [16]. Цей препарат випускають у вигляді порошку білого або світло-сірого кольору, з характерним для дріжджів запахом. Залишки метанолу в кінцевому продукті мають не перевищувати 0,01% [21]. У порівнянні з еприном, меприн містить більше залишкових вуглеводів, що можуть негативно впливати на ріст та розвиток риб [14]. Високий вміст насичених жирних кислот непарного ряду (зокрема енатової, ундеканової, тридеканової, пентадеканової та ін.) в жири меприну також зумовлює його обмежене використання в комбікормах для



личинок осетрових риб [20]. Приблизно до 1995 року проводились активні роботи щодо визначення доцільності згодовування його осетровим риbam у складі стартових комбікормів [1].

Білотин, біотрин, біокорн — відносно нові препарати, отримані за допомогою інактивізації сухої біомаси непатогенних штамів дріжджів та ферментолізатів висівок і меленого зерна [24]. Однак, вони не знайшли широкого вжитку, оскільки в дослідях з коропом виявили інгібуючі ріст та травлення властивості [28]. При застосуванні цих препаратів як складового компонента стартових кормів для молоді осетрових риб, відзначено зниження виживання піддослідних риб (у порівнянні з використанням кормів на основі паприну чи еприну), хоча згодом виявилась залежність сили цього впливу від густоти посадки риб. Їх випробовування проводили переважно на виробничій базі навчально-виробничого центру з осетрівництва «БІОС» (табл. 14).

Таблиця 14. Результати вирощування молоді російського осетра при введенні до складу стартового комбікорму ОСТ-5 різних препаратів кормових дріжджів (за Л. М. Васильєвою) [20]

Показник	Препарат кормових дріжджів			
	Паприн	Білотин	Біотрин	Біокорн
Початкова маса тіла риб, мг	15,6	15,6	15,6	15,6
Кінцева маса тіла риб, мг	130,4	100,3	110,4	125,6
Середньодобовий приріст, %	5,24	4,87	5,02	5,19
Виживання, %	70,1	51,2	58,3	68,8
Кормові затрати, од.	2,4	2,9	2,9	2,6
Період вирощування, діб	30	30	30	30

Загалом, їх дозволяється вводити до складу корму для риб, в залежності від рецептури, в кількості від 5 до 10%. Форма їх випуску на ринок — у вигляді порошку або гранул світло-жовтого кольору, з характерним запахом дріжджів. Вимоги до їх пакування та зберігання такі ж, як і до гідролізних дріжджів або паприну. Термін придатності — 12 місяців, а загальні вимоги до якості аналогічні вимогам до якості паприну [21].

Кліверолакт — це нещодавно розроблений концентрат на основі лактозутилізувального роду *Kluyveromyces* (близького до пекарських дріжджів), який вирощують на продуктах переробки молочної сироватки, з наступним автолізом та сушінням. Для цього препарату характерний високий вміст зольних елементів (20–24%) та ліпідів (7–8%). Вміст фосфору в ньому близько 2700 мг / 100 г. Також, він вирізняється серед інших дріжджових препаратів своїм атрактивним ефектом при згодовуванні. Застосування кліверолакту забезпечує вищу швидкість масонакопичення (порівняно з гідролізними дріжджами) за рахунок обводнення клітин організму [19].

Провіт є ще однією сучасною розробкою. Біотехнологія виробництва провіту є спільною розробкою Державного науково-дослідницького інституту синтезу білка (РФ) та Новополицького заводу БВК (Білорусь). Його отримують методом біоконверсії зернових відходів на основі дріжджів сахароміцетів (*Saccharomyces*). Він успішно пройшов випробовування на теплокровних тваринах, а досліді щодо



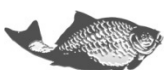
Його застосування в аквакультурі було нещодавно розпочато. Цей препарат містить в своєму складі не менше 38–48% протеїну, який на 60% складається з протеїну синтезованої біомаси та на 40% — з протеїну рослинної сировини. У ньому є найважливіші для риб амінокислоти, в тому числі незамінні, які відсутні в зернових культурах. Саме тому для нього характерна висока засвоюваність — 87%. Також, до його складу входить ряд вітамінів (в основному групи В, Е, Н), макро- та мікроелементів, необхідних для життєдіяльності організму. За вмістом вітамінів групи В він значно перевершує рибне борошно, а за вмістом мікро- та макроелементів — соєвий шрот. Федеральним державним унітарним підприємством «Всеросійський науково-дослідний інститут прісноводного рибного господарства» доведено, що при застосуванні у годівлі риб Провіт не токсичний і не має канцерогенної дії, а навпаки — виявляє біопротекторний вплив на організм осетрових. Зокрема, він позитивно впливає на ріст риб, покращує їх імунну систему, активізує механізми, що підвищують резистентність молоді риб, і збільшує виживання личинок осетра у 5 разів [29, 31, 32].

Пекарські дріжджі відносяться до роду *Scacharomyces*. До складу клітинних стінок дріжджів роду *Scacharomyces* входять полісахариди, які адсорбують на своїй поверхні мікотоксини та інші шкідливі сполуки, що потрапляють в травний тракт. Глюкозани та мананові олігосахариди створюють своєрідну захисну плівку на поверхневому шарі кишківників риб, тим самим перешкоджаючи розвитку патогенної мікрофлори. Олігосахариди з цих стінок сприяють посиленню імунної активності риб. Однак, через низку своїх особливостей пекарські дріжджі не є звичним компонентом комбікормів, але їх можна використовувати в годівлі осетрових риб, попередньо автолізуєючи не менше 10 годин. Їх автолізація є обов'язковою умовою, оскільки для них характерна дуже щільна оболонка, яка може становити 20–30% сухої маси клітин дріжджів, що дає можливість отримати низькомолекулярні фракції їх білка. Компоненти автолізату пекарських дріжджів наведені в таблиці 15.

Таблиця 15. Склад автолізату пекарських дріжджів (за С. В. Пономаровим) [1]

Показник	Вміст, %
Вільні амінокислоти	50–70
Нуклеїнові кислоти	0,8–1,0
Зола	0,8–1,0
Пептиди	25–30

Ще однією складністю застосування в годівлі риб цих дріжджів є наявність великої кількості D-амінокислот, які мають негативний вплив на метаболізм [19]. З іншого боку, пекарські дріжджі — це чудове джерело амінокислот гетероциклічного ряду. Він сприяє синтезу серотоніну, нікотинової кислоти, утворенню гемоглобіну, бере участь у регулюванні ендокринного статусу і гемопоезу [33]. Таким чином, додавання пекарських дріжджів до раціону осетрових видів риб можна вважати ефективним засобом регулювання росту тканин та поліпшення якості м'яса. Амінокислотний склад пекарських дріжджів наведено в таблиці 16.



Таблиця 16. Амінокислотний склад пекарських дріжджів, % від протеїну (за Ю. Н.Алехінім) [30]

Показник	Вміст, %
Сирий протеїн	47,6
Лізин	6,9
Метіонін	1,3
Цистин	1,2
Триптофан	1,5
Аргінін	4,0
Гістидин	2,0
Треонін	5,1
Фенілаланін	3,9
Лейцин	7,0
Ізолейцин	5,9
Валін	5,9

Потреби осетрових риб у поживних речовинах тісно залежать від їх виду, віку, маси тіла, вгодваності, загального впливу чинників внутрішнього та зовнішнього середовища. Чим повніше норма годівлі відповідає фізіологічним та продуктивним потребам організму, тим реальніше отримання максимальної ефективності вирощування [27]. У процесі життєдіяльності риби потребують енергії, яку вони отримують з корму. Для приросту 1 кг маси в їжі риб повинно міститися 4000–5000 ккал (16760–20950 кДж) енергії, у той час як у їжі сільськогосподарських тварин — 7000–90000 ккал (29330–37710 кДж) і більше [22]. Енергетична цінність показує кількість енергії (в калоріях або джоулях), яка звільняється при окисненні в організмі поживних речовин, що містяться в 100 г продукту, з урахуванням їх засвоюваності [34]. Основою оцінки поживності препаратів з кормових дріжджів є наведені нижче дані (табл. 17).

Таблиця 17. Енергетична цінність препаратів дріжджів різного походження (за Ю. О. Желтовим) [16]

Показник	Дріжджі				
	кормові	гідролізні	паприн	меприн	еприн
Вміст енергії					
кКал / кг	4200–4700	4200–4600	5500–5810	4000–4500	3900–4500
МДж / кг	17,6–19,7	17,6–19,3	23,1–24,3	16,8–18,9	16,3–18,9
Енерго-протеїнове відношення	9:1	9:1	10:1	8:1	9:1
Кормовий коефіцієнт (кг/кг)	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3

В організмі осетрових риб жири гідролізуються ліпазами і фосфоліпазами. У ліпідах риб виявлено підвищену кількість поліненасичених жирних кислот, які містять 20–22 атоми вуглецю з 4–6 подвійними зв'язками, що зумовлює бажаність



переважання рідких жирів в кормах. У разі дотримання всіх норм і вимог годівлі, вони перетравлюються на 90–95%, що супроводжується підвищенням ефективності використання протеїну. Тверді жири в організмі риб засвоюються на 60–70% і за низьких температур води провокують патології травного тракту у молоді. Відсутність або нестача у раціоні поліненасичених жирних кислот спричиняє розлад багатьох фізіологічних функцій, зокрема некроз хвостового плавця, цирозне переродження печінки, патологічні зміни у структурі м'язів та нирок, порушення функції підшлункової залози [27]. Жири дріжджів є своєрідною сумішшю істинних жирів (гліцеридів жирних кислот) з фосфоліпідами (лецитин, кафалін) і стеролами (ергостерол). Вони представлені, головним чином, насиченими кислотами жирного ряду: олеїною, ліноленою, пальмітиною і стеариною [10]. До складу ліпідів дріжджів входять фосфоліпіди, тригліцериди, стерини та жирні кислоти. Стіввідношення поліненасичених, мононенасичених та насичених жирних кислот в різних препаратах варіює в широких межах. Однією з особливостей ліпідів дріжджів є наявність жирних кислот з непарним числом атомів вуглецю, які в малих кількостях наявні в ліпідах гідробіонтів і відповідають за регулювання вмісту фосфоліпідів та холестерину в плазмі крові [18]. При порівнянні жирнокислотного складу препаратів кормових дріжджів з жирнокислотним складом природної кормової бази молоді осетрових, виявляється, що препарати дріжджів досить багаті жирними кислотами 14:0, 16:0, 16:1w9, 18:2w3, 18:2w6, які в подібних кількостях трапляються і в зоопланктоні. Однак препарати кормових дріжджів відрізняються меншим вмістом олеїнової кислоти (1–3%), порівняно з зоопланктоном (27,6%). Серед цих препаратів за вмістом мононенасичених кислот вирізняється еприн, зокрема за рахунок олеїнової та лінолевої кислот. Лінолева кислота є незамінною для риб і слугує субстратом для синтезу іншої життєво важливої кислоти — арахідонової, яка міститься у великій кількості в природних кормах і рідко трапляється в сировині для комбікормів [1, 20]. Важливість ліпідів і специфічність їх кормових властивостей у годівлі риб виявляють доцільність отримання певної інформації щодо їх хімічного складу, що наведена в таблиці 18.

Таблиця 18. Жирнокислотний склад загальних ліпідів кормових препаратів із дріжджів, у % від суми жирних кислот [18, 20]

Жирні кислоти	Гідролізні дріжджі	Паприн	Еприн	Меприн	Білотин	Біотрин	Біокорн
14:0	0,2± 0,1	0,3± 0,1	0,4±0,1	2,4±0,6	1,2±0,3	2,4±0,5	0,2±0,1
15:0	2,1± 1,0	1,2± 0,5	0,8±0,3	2,6±0,9	1,8±0,5	4,8±1,5	2,0±0,5
16:0	20,4± 5,5	18,1±2,6	16,5±3,6	22,4±6,3	20,1±3,6	15,1±3,6	16,3±4,4
18:0	3,8± 0,6	3,6±0,5	2,1±0,4	3,6±0,5	2,0±0,5	3,6±1,5	2,1±0,3
16:1w9	12,3± 7,0	16,4±8,6	18,3±6,0	15,3±4,6	15,0± 6,0	17,4±6,0	16,1±5,0
16:1w7	1,5±0,3	6,6±3,2	1,0±0,2	2,1±0,5	1,0±0,5	1,8±0,6	1,5±0,4
18:1w9	1,5±0,2	3,2±0,6	1,2±0,3	2,0±0,4	1,2±0,3	1,2±0,4	1,8±0,3
18:2w3	6,3±2,0	5,3±1,0	4,8±0,8	5,6±0,6	7,0±3,1	6,8±5,3	6,4±2,1



Жирні кислоти	Гідролізні дріжджі	Паприн	Еприн	Меприн	Білотин	Біотрин	Біокорн
18:3w6	5,1±2,0	4,3±0,7	3,8±0,6	3,6±0,4	8,0±3,4	7,5±2,5	7,0±2,0
20:4w3	0,3±0,1	–	0,4±0,1	0,2±0,1	–	–	–
20:4w6	–	0,2±0,1	0,5±0,2	–	–	–	–
20:5w3	8,5±5,6	10,6±2,3	12,4±4,5	11,4±4,4	14,0±4,6	11,5±2,3	12,5±3,6
20:5w5	3,6±0,1	3,1±0,2	4,6±0,3	5,6±1,1	8,6±2,5	6,7±3,3	7,0±2,1
21:3	0,4±0,1	–	–	0,3±0,1	–	–	–
21:4	0,4±0,2	0,5±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,6±0,1	0,5±0,1	0,8±0,2
Ненасичені	27,3	23,7	20,1	31,5	25,7	26,4	21,4
Моноєнові	18,9	29,3	25,1	25,0	25,8	27,1	26,4
Полієнові	16,2	20,4	26,5	20,8	29,0	25,8	25,9

Найбільш важливими амінокислотами для риб є лізин (бере участь в регулюванні обміну азоту та вуглеводів, синтезі нуклеопротейдів, сприяє інтенсивному росту), метіонін (є джерелом сульфуру, сприяє регулюванню обміну ліпідів та білків) та триптофан (необхідний для синтезу гемоглобіну, впливає на процес запліднення). Їх кількість в комбікормах та кормосумішах прямо визначає рівень засвоюваності всіх інших амінокислот. За підвищення рівня протеїну в раціоні риб, автоматично підвищується і потреба в цих трьох амінокислотах. Однак, варто зауважити, що метіонін може бути замінений в годівлі риб на 50% цистином [26]. Доступність різних амінокислот для осетрових видів риб в препаратах кормових дріжджів наведена в таблиці 19 [21]:

Таблиця 19. Доступність амінокислот для осетрових риб в препаратах кормових дріжджів (за Н. А. Абросимовою) [21]

Препарат	Перетравний протеїн, %	Доступність амінокислот, %		
		Σ	замінних	незамінних
Сухі кормові дріжджі	83	83	75	88
Паприн	93	83	80	85
Ферментолізат	96	92	91	93
Еприн	96	92	91	93

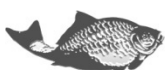
За часткової заміни (20–25% за протеїном) рибного борошна паприном чи еприном в повнораціонних комбікормах для осетрових, зберігається нормальний фізіологічний стан різновікових груп риб та відмічається підвищення швидкості їх росту [26]. Варто зауважити, що добові норми годівлі, а також розміри крупки та гранул комбікормів мають повністю відповідати загальноприйнятим вимогам. Нижче наведено приклад повнораціонного комбікорму для осетрових риб із застосуванням протеїну дріжджів, на прикладі бестера (табл. 20).



Таблиця 20. Рецепти повнораціонного комбікорму для бестера з використанням протеїну дріжджів, у % (за В. Я. Скляровим) [26]

Компонент	ПБ-1 (маса риб 0,1–5 г)	ПБ-2 (маса риб від 5 г)	ПБ-3 (маса риб від 5 г)
Борошно:			
рибне	45	36	26
м'ясо-кісткове	–	7	10
пшеничне	2,5	18	30
рисове	–	3	5
трав'яне	–	3	5
Шрот:			
соевий	10	6	2
соняшниковий	–	5	2
Гідролізні дріжджі	5,5	7	7
Паприн	10,5	8	8
Еприн	10,5	–	–
Кров'яне борошно	3	–	–
Сухий залишок	6	–	–
Фосфатиди	–	6	4
Риб'ячий жир	6	–	–
Премікс	1	1	1
Обмінна енергія, МДж/кг	14,3	12,6	11,8
Сирий протеїн	49,2	39,7	34,9
БЕР	11,9	24,3	31,9
Сирий жир	10,1	9,3	7,0
Сира клітковина	1,5	2,6	2,8
Лізин	2,1	2,0	1,9
Метіонін	0,8	0,6	0,5
Триптофан	–	0,6	0,5

Наприкінці 90-х років було розроблено новий спосіб балансування фракційного складу протеїну високоефективних стартових комбікормів, в основу якого було покладено метод гель-хроматографії. Метод гель-хроматографії був розроблений Флодином та Порато у 1959 р. Він використовується для розділення речовин з різною молекулярною масою. Поділ сумішей за цим методом засновано на здатності гелів деяких природних речовин і гелів окремих синтетичних продуктів (сефадекс, Молс-ЛЕКТА та ін.) з контрольованою пористістю, сортувати і розділяти речовини відповідно з розмірами і формою їх молекул [35]. Застосовуючи цей метод визначають вміст вільних амінокислот, поліпептидів, низькомолекулярного білка кормових організмів зоопланктону, що в кінцевому вигляді дає змогу збалансувати білкові сполуки в комбікормах. Особливе значення це має для молоді осетрових риб, для якої характерна слабко розвинена

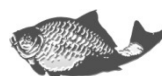


травна система, особливо в ранньому постембріогенезі. Глибоке балансування складу білкових сполук різної молекулярної маси (М. м.) в рецептах стартових комбікормів з використанням кормових дріжджів дозволяє отримати корми, які не поступаються за всіма важливими якостями живим кормам, але більш зручні та надійні у використанні. Виявлено, що у складі стартового комбікорму для осетрових риб низькомолекулярні білки мають займати 10–12% його складу. Найбільш оптимальним для засвоєння ранньою молоддю осетрових є поліпептиди з М. м. 1000–1300 Да. Їх наявність у стартовому комбікормі підвищує виживання. Загальний рівень водорозчинного білка в складі ефективного стартового комбікорму для осетрових риб може досягати до 40–50%, а подальше його підвищення перешкоджає процесу грануляції [20]. До простих водорозчинних білків належать насамперед альбуміни, наприклад альбуміни яєчного білка (кональбумін, овальбумін, авідин), С-реактивний білок, лактальбумін (альфа-лактальбумін), парвальбумін, рицин. Вони проявляють високу зв'язуючу здатність відносно низькомолекулярних сполук, містять гідрофільні і ліпофільні зв'язки. Їх відносна молекулярна маса становить приблизно 65000 Да, і вони не містять вуглеводів, при гідролізі розпадаючись на різні амінокислоти [36]. Вміст білкових сполук різної молекулярної маси в препаратах кормових дріжджів наведений в таблиці 21.

Таблиця 21. Склад сполук білка в препаратах дріжджів (за С. В. Пономарьовим) [1]

Компоненти	Вільні амінокислоти (М.м. 120 Да)	Пептиди			Низькомолекулярний білок (М. м. 10000 ≥ Да)	Σ розчинного білка
		М.м. ≥200 Да	М. м. 1000–1300 Да	М. м. ≥ 1300 Да		
Гідролізовані дріжджі	1,6	0,1	5,2	–	15,1	22,0
Паприн	1,5	2,1	16,0	–	15,4	35,0
Меприн	2,0	–	12,3	1,2	17,7	33,2
Білотин	–	–	8,6	1,2	6,3	16,2
Біотрин	–	–	5,6	2,6	9,2	17,4
Біокорн	–	–	10,1	2,2	6,0	18,3

Оскільки з 90-х років виробництво паприну та еприну (мікробіологічних препаратів першого покоління) зазнавало стагнації, проводився пошук їх ефективних замінників, зокрема, були розроблені препарати, отримані за допомогою інактивної сухої біомаси непатогенних штамів дріжджів та ферментолізатів висівок і меленого зерна [24]. З цієї причини виробничі потужності підприємств з випуску продуктів мікробіологічного синтезу були переорієнтовані на випуск препаратів другого покоління на основі ферментативних гідролізатів рослинної сировини, виробництво яких вимагає менших енерговитрат та не викликає екологічних питань. Ці препарати позиціонуються як ефективна альтернатива продуктам мікробіологічного синтезу першого покоління. За вмістом протеїну вони поступаються продуктам мікробіологічного синтезу першого покоління, проте за своїми фізико-хімічними показниками мають багато спільного. Нові кормові добавки поки не мають чіткої класифікації, опубліковані в різних джерелах під найменуванням: білотин,



біотрин, біокорн, кліверолакт, еліта, сарепта і т.д. [29, 37]. На виробничій базі навчально-виробничого центру з осетрівництва «БІОС» на основі біокорну, замість паприну, було розроблено рецепт стартового комбікорму для молоді осетрових риб (табл. 22):

Таблиця 22. Рецепт стартового комбікорму ОСТ-5 для молоді осетрових видів риб з використанням біокорну, % (за Л. М. Васильєвою) [20]

Компонент	Вміст
Борошно:	
рибне	50,0
пшеничне	3,5
Соевий шрот	10,0
Сухі молочні відвійки	8,0
Біокорн	22,0
Соняшникова олія	3,0
Риб'ячий жир	2,0
Премікс ПФ-2В	1,5
Сирий протеїн	49,6
Сирий жир	7,8
БЕР	16,4
Сира клітковина	1,0
Кальцій	1,1
Фосфор	0,4
Загальна енергія, мДж/кг	18,2

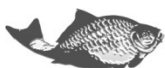
При згодовуванні цього комбікорму молоді білуги та російського осетра показники виживання та росту їх наближаються за своїми значеннями до тих, які отримані при використанні кормів з паприном [20].

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Таким чином, вищенаведене підтверджує актуальність досліджень із створення препаратів кормових дріжджів з метою наступного згодовування різновіковим групам осетрових риб, як альтернативи природним кормам та джерела високоперетравного протеїну.

Перспективи використання препаратів кормових дріжджів у стартових кормах для осетрових риб визначаються можливістю повної відмови від застосування кормових організмів зоопланктону для годівлі молоді на ранніх етапах онтогенезу.

Вміст протеїну дріжджів в повнораціонних комбікормах для тварин має не перевищувати 20–25% від потреби. Основною причиною цього є відносно велика кількість в ньому нуклеїнових кислот. Так, у дріжджах одноклітинних їх міститься 6–18% від маси сухої речовини, а в молоці чи яйцях лише 0,2–0,7%. Риби, на відміну від теплокровних тварин та птахів, в природних умовах споживають в їжу кормові організми, які містять велику кількість нуклеїнових кислот (зокрема, зоопланктон). Тому, враховуючи біологічні особливості риб, використання протеїнів дріжджів в аквакультурі є перспективним.



ЛІТЕРАТУРА

1. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России (справочное, учебное пособие) / [Пономарев С. В., Гамыгин Е. А., Никоноров С. И. и др.]. — Астрахань : Нова плюс, 2002. — 264 с.
2. Технічна енциклопедія TechTrend. Кормові дріжджі [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=11420>.
3. Белково-витаминные добавки / [Чемодуров А. А., Рубцов Ю. А., Шевандина В. М., Бойко Л. Я.]. — Москва : Колос, 1977. — 96 с.
4. Гатауліна Г. Дріжджі. Склад, властивості, застосування і види дріжджів. [Електронний ресурс] / Г. Гатауліна. — Режим доступу : <http://inmoment.com.ua/beauty/health/yeast.html>.
5. Дріжджі [Електронний ресурс]. — http://library.kiwix.org/wikipedia_uk_all/A/%D0%94%D1%80%D1%96%D0%B6%D0%B4%D0%B6%D1%96.html.
6. Kurtzman C. P. Yeast Systematics and Phylogeny — Implications of Molecular Identification Methods for Studies in Ecology / C. P. Kurtzman, J. W. Fell // Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts. The Yeast Handbook. — Springer, 2006.
7. Yeast forms dominate fungal diversity in the deep oceans / [Bass D., Howe A., Brown N., Barton H. et al.] // Proc Biol Sci. — 2007.
8. Walker K. Cutaneous lesions showing giant yeast forms of *Blastomyces dermatitidis* / K Walker., H. Skelton, K. Smith // J Cutan Pathol. — 2002. — № 29(10). — С. 616—618.
9. Подобед Л. И. Ветеринарные аспекты использования кормовых дрожжей в свиноводстве [Электронный ресурс] / Подобед Л. И. — Режим доступа : http://podobed.org/veterinarnye_aspekty_ispolzovaniya_kormovyh_drozhzhey_v_s_vinovodstve.html.
10. Скиба Е. А. Технологія виробництва дріжджів : навчальний посібник. [Електронний ресурс] / Скиба Е. А. — Бійськ : Вид-во Алт. держ. техн. ун-ту. Режим доступу : <http://ukrdoc.com.ua/text/48750/index-1.html>.
11. Гамыгин Е. А. Корма и кормление рыбы : Обзорная информация. Рыбное хозяйство / Гамыгин Е. А. — М., 1987. — 86 с. — (Серия: Рыбохозяйственное использование внутренних водоёмов ; вып. 1).
12. Биологический энциклопедический словарь / [гл. ред. Гиляров М. С.; редкол.: Бабаев А. А., Винберг Г. Г., Заварзин Г. А. и др.] — [2-е изд., исправл.]. — М. : Сов. Энциклопедия, 1986. — 831 с.
13. Reynolds James E. F. Martindale: The Extra Pharmacopoeia. / Reynolds J. E. F. — Pennsylvania, 1993. — Vol. 30.
14. Гамыгин Е. А. Корма и кормление рыб : учебно-практическое пособие / Е. А. Гамыгин, А. Н. Канидьев. — [2-е изд., доп.]. — М. : МГУТУ, 2009. — 48 с.
15. Искусственные корма. Высокобелковые компоненты комбикорма. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://osetrovie.ru/iskusstvennyye-korma/vysokobelkovyye-komponenty-kombikorma.html>.
16. Применение кормов микробиологического синтеза, искусственных аминокислот, ферментоллизатов БВК, мочевины и углеаммонийных солей (УАС) в кормлении рыб / Ю. А. Желтов, А. И. Дворецкий, Е. В. Немировская [та ін.]. — Рибне господарство України. — 2013. — № 2. — С. 30—35.



17. Желтов Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Желтов Ю. А. — К. : ИНКОС, 2006. — 221 с.
18. Щербина М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — М. : ВНИРО, 2006. — 360 с.
19. Кормовой дрожжевой белок: состав и свойства [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1835.
20. Васильева Л. М. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / Васильева Л. М., Пономарев С. В., Судакова Н. В. — Астрахань : НПЦ по осетроводству «БИОС»; ГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Волга», 2000. — 87 с.
21. Абросимова Н. А. Кормовое сырье и добавки для объектов аквакультуры / Абросимова Н. А., Абросимов С. С., Саенко Е. М. — Ростов н/Д. : Эверест, 2005. — 144 с.
22. Кормовая база и кормление рыбы. Потребность рыб в питательных веществах [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://fish-farming.ru/630>.
23. Кормовые дрожжи [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://sv-at.ru/kormovye-drozhzhi>.
24. Кормовые дрожжи и другие продукты микробиологической промышленности, применяемые в звероводстве [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.gold-fox.ru/01-03-05-02.php>.
25. Харчук Ю. Разведение рыбы, раков и домашней птицы / Харчук Ю. — Ростов н/Д. : Феникс, 2007. — 182 с.
26. Скляр В. Я. Использование продуктов микробиологического синтеза в индустриальном рыбоводстве : методические рекомендации / В. Я. Скляр, М. Т. Проскуряков. — Краснодар : Кубанский государственный университет, 1988. — 24 с.
27. Годівля риб / [Шерман І. М., Гринжевський М. В., Желтов Ю. О. та ін.]. — К. : Вища освіта, 2001. — 269 с.
28. Гамыгин Е. А. Итоги работы по созданию новых кормов для ценных объектов аквакультуры / Е. А. Гамыгин, М. А. Щербина, А. А. Передня // Вестник АГТУ. — 2004. — № 2(21). — С. 55—59.
29. Микробиологическая добавка «Провит» в комбикормах для рыб / П. П. Головин, О. В. Григорьева, Н. Н. Романова [и др.] // Аквакультура Центральной и Восточной Европы: настоящее и будущее : II съезд НАСЭЕ, 2011 г. : тезисы докл. — Кишинев, 2011. — С. 72—75.
30. Перспективы использования высушенных пивных дрожжей и кормов на их основе в животноводстве / Ю. Н. Алехин, Т. И. Елизарова, Б. П. Лазарев [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. — 2014. — № 2. — С. 7—12.
31. Приз В. В. Использование новых кормовых компонентов в стартовых кормах для личинок африканского сома (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) [Электронный ресурс] / В. В. Приз, Д. Г. Шевченко, О. А. Бондаренко. — Режим доступа : <http://akvarium-moskva.ru/science/newfood.php>.
32. РУП «Новополоцкий БВК»: на страже сельского хозяйства [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.znk.by/arhiv/03_04_10/polock_bvk.html.
33. Наукове обгрунтування раціональної годівлі риб : довідково-навчальний посібник / [Шерман І. М., Гринжевський М. В., Желтов Ю. О. та ін.]. — К. : Вища освіта, 2002. — 128 с.



34. Желтов Ю. А. Протеины и аминокислоты в кормах для выращивания разного вида и возраста рыб / Желтов Ю. А. — Луганск : АСТРА-Плюс, 2014. — 156 с.
35. Фирсов Н. Н. Микробиология : словарь терминов / Фирсов Н. Н. — М. : Дрофа, 2006. — 256 с.
36. Якубке Х. Физико-химические свойства. Глава 3.5 / Х. Якубке, Х. Ешкайт // Аминокислоты, пептиды, белки. — М. : Мир, 1985. — С. 356—363.
37. Скларов В. Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / Скларов В. Я. — М. : ВНИРО, 2008. — 150 с.
38. Чипинова Г. М. Технологические особенности кормления молоди осетровых рыб при индустриальном выращивании : дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.10 спец. «Ихтиология» / Чипинова Г. М. — Астрахань, 2006. — 149 с.

REFERENCES

1. Ponomarev, S. V., Gamygin, E. A., Nikonorov, S. I., Ponomareva, E. N., Grozesku, Ju. N., & Bahareva, A. A. (2002). *Tehnologii vyrashhivaniya i kormleniya ob'ektov akvakul'tury juga Rossii (spravochnoe, uchebnoe posobie)*. Astrahan' : Nova pljus.
2. Tekhnichna entsyklopediia TechTrend. Kormovi drizhdzhi. (n.d.). *techtrend.com.ua*. Retrieved from <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=11420>.
3. Chemoedurov, A. A., Rubcov, Ju. A., Shevandina, V. M., & Bojko, L. Ja. (1977). *Belkovo-vitaminnye dobavki*. Moskva : Kolos.
4. Hataulina, Halyna. (n.d.). *Drizhdzhi. Sklad, vlastyvoli, zastosuvannia i vydy drizhdzhiv*. *inmoment.com.ua*. Retrieved from <http://inmoment.com.ua/beauty/health/yeast.html>.
5. Drizhdzhi. *library.kiwix.org/wikipedia_uk_all*. Retrieved from http://library.kiwix.org/wikipedia_uk_all/A/%D0%94%D1%80%D1%96%D0%B6%D0%B4%D0%B6%D1%96.html.
6. Kurtzman, C. P., & Fell, J. W. (2006). Yeast Systematics and Phylogeny — Implications of Molecular Identification Methods for Studies in Ecology. *Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts*. Springer : The Yeast Handbook.
7. Bass, D., Howe, A., Brown, N., Barton, H., Demidova, M., Michelle, H., Li, L., Sanders, H., Watkinson, S. C., Willcock, S., & Richards, T. A. (2007). Yeast forms dominate fungal diversity in the deep oceans. *Proc Biol Sci.*, 2007-10-16.
8. Walker, K, Skelton, H., & Smith, K. (2002). Cutaneous lesions showing giant yeast forms of *Blastomyces dermatitidis*. *J Cutan Pathol.*, 29(10), 616-618.
9. Podobed, L. I. (n.d.). *Veterinarnye aspekty ispol'zovaniya kormovyh drozhzhey v svinovodstve*. *podobed.org*. Retrieved from http://podobed.org/veterinarnye_aspekty_ispolzovaniya_kormovyh_drozhzhey_v_svinovodstve.html.
10. Skyba, E. A. (2010). *Tekhnolohiia vyrobnytstva drizhdzhiv : navchalnyi posibnyk. Alt. derzh. tekhn. un-t, BTI*. Biisk : Vyd-vo Alt. derzh. tekhn. un-tu. Retrieved from <http://ukrdoc.com.ua/text/48750/index-1.html>.
11. Gamygin, E. A. (1987). Korma i kormlenie ryby. *Obzornaja informacija. Rybnoe hozjajstvo: serija rybohozjajstvennoe ispol'zovanie vnutrennih vodojomov, 1*. Moskva.
12. Giljarov, M. S. (Ed.). (1986). *Biologicheskij jenciklopedicheskij slovar'. 2-e izd., ispravl.* Moskva : Sov. Jenciklopedija.



13. Reynolds, James E. F. (1993). *Martindale: The Extra Pharmacopoeia. Vol. 30.* Pennsylvania.
14. Gamygin, E. A., & Kanid'ev, A. N. (2009). *Korma i kormlenie ryb: Uchebno-prakticheskoe posobie.* Moskva : MGUTU.
15. Iskusstvennye korma. Vysokobelkovye komponenty kombikorma. *osetrovie.ru*. Retrieved from <http://osetrovie.ru/iskusstvennye-korma/vysokobelkovye-komponenty-kombikorma.html>.
16. Zheltov, Ju. A., Dvoreckij, A. I., Nemirovskaja, E. V., & Deren', O. V. (2013). Primenenie kormov mikrobiologicheskogo sinteza, iskusstvennyh aminokislot, fermentolizatov BVK, mocheviny i ugleammonijnyh solej (UAS) v kormlenii ryb. *Ribne gospodarstvo Ukrainy, 2*, 30-35.
17. Zheltov, Ju. A. (2006). *Kormlenie raznovozrastnyh cennyh vidov ryb v fermerskih rybnyh hozjajstvah.* Kiev : Firma INKOS.
18. Shherbina, M. A., & Gamygin, E. A. (2006). *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture.* Moskva : VNIRO.
19. Kormovoj drozhzhevoj belok: sostav i svojstva. *newchemistry.ru* Retrieved from http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1835.
20. Vasil'eva, L. M., Ponomarev, S. V., & Sudakova N. V. (2000). *Kormlenie osetrovyyh ryb v industrial'noj akvakul'ture.* Astrahan' : NPC po osetrovodstvu BIOS; GUP Izdatel'sko-poligraficheskij kompleks Volga.
21. Abrosimova, N. A., Abrosimov, S. C., & Saenko, E. M. (2005). *Kormovoe syr'e i dobavki dlja ob'ektov akvakul'tury.* Rostov-na-Donu : Jeverest.
22. Kormovaja baza i kormlenie ryby potrebnost' ryb v pitatel'nyh veshhestvah. *fish-farming.ru*. Retrieved from <http://fish-farming.ru/630>.
23. Kormovye drozhzhi. *sv-at.ru*. Retrieved from <http://sv-at.ru/kormovye-drozhzhi>.
24. Kormovye drozhzhi i drugie produkty mikrobiologicheskoy promyshlennosti, primenjaemye v zverovodstve. *gold-fox.ru*. Retrieved from <http://www.gold-fox.ru/01-03-05-02.php>.
25. Harchuk, Ju. (2007). *Razvedenie ryby, rakov i domashnej pticy.* Rostov-na-Donu : Feniks.
26. Skljarov, V. Ja., & Proskurjakov, M. Y. (1988). *Ispol'zovanie produktov mikrobiologicheskogo sinteza v industrial'nom rybovodstve (Metodicheskie rekomendacii).* Krasnodar : Kubanskij gosudarstvennyj universitet.
27. Sherman, I. M., Hrynzhevskiy, M. V., Zheltov, Yu. O., Pylypenko, Yu. V., Volichenko, M. I., & Hrytsyniak, I. I. (2001). *Hodivlia ryb.* Kyiv : Vyshcha osvita.
28. Gamygin, E. A., Shherbina, M. A., & Perednja, A. A. (2004). Itogi raboty po sozdaniju novyyh kormov dlja cennyh ob'ektov akvakul'tury. *Vestnik AGTU, 2(21)*, 55-59.
29. Golovin, P. P., Grigor'eva, O. V., Romanova, N. N., & Golovina, N. A. (2011). Mikrobiologicheskaja dobavka Provit v kombikormah dlja ryb. *Akvakul'tura Central'noj i Vostochnoj Evropy: nastojashhee i budushhee: II s'ezd NACEE, Kishinev, 72-75.*
30. Alehin, Ju. N., Elizarova, T. I., Lazarev, B. P., & Min'chenko, S. V. (2014). Perspektivy ispol'zovaniya vysushennyh pivnyh drozhzhej i kormov na ih osnove v zhivotnovodstve. *Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya, 2*, 7-12.
31. Priz, V. V., Shevchenko, D. G., & Bondarenko, O. A. Ispol'zovanie novyyh kormovyh komponentov v startovyh kormah dlja lichinok afrikanskogo soma (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822). *akvarium-moskva.ru*. Retrieved from <http://akvarium-moskva.ru/science/newfood.php>.



32. RUP Novopolockij BVK: na strazhe sel'skogo hozjajstva. *znk.by*. Retrieved from http://www.znk.by/arhiv/03_04_10/polock_bvk.html.
33. Sherman, I. M., Hrynzhhevskiy, M. V., Zheltov, Yu. O., Pylypenko, Yu. V., Volichenko, M. I., & Hrytsyniak, I. I. (2002). *Naukove obhruntuvannia ratsionalnoi hodivli ryb. Dovidkovo-navchalnyi posibnyk*. Kyiv : Vyshcha osvita.
34. Zheltov, Ju. A. (2014). *Proteiny i aminokisloty v kormah dlja vyrashhivaniya raznogo vida i vozrasta ryb*. Lugansk : ASTRA-Pljus.
35. Firsov, N. N. (2006). *Mikrobiologija : slovar' terminov*. Moskva : Drofa.
36. Jakubke, H., & Eshkajt, H. (1985). Glava 3.5. Fiziko-himicheskie svojstva. *Aminokisloty, peptidy, belki*. Moskva : Mir, 356-363.
37. Skljarov, V. Ja. (2008). *Korma i kormlenie ryb v akvakul'ture*. Moskva : VNIRO.
38. Chipinova, G. M. (2006). Tehnologicheskie osobennosti kormlenija molodi osetrovyh ryb pri industrial'nom vyrashhivanii. *Candidate's thesis*. Astrahan'.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ В КОРМЛЕНИИ ОСЕТРОВЫХ (ACIPENSERINAE) ВИДОВ РЫБ (ОБЗОР)

М. Ю. Симон, seemann.sm@gmail.com, Институт рыбного хозяйства НААН,
г. Киев

Цель. Проанализировать данные научных источников по использованию препаратов кормовых дрожжей в кормлении осетровых видов рыб (*Acipenseridae*).

Результаты. Обзор научных работ показал, что в кормлении осетровых видов рыб кормовые дрожжи используют как источник витаминов и полноценного белка, питательность которого значительно выше, чем в протеинах растительного происхождения и приближается к протеинам животного происхождения. При этом единица массы протеина дрожжей существенно ниже, чем в кормах животного происхождения. Кроме того, по содержанию витаминов группы В кормовые дрожжи, полученные из зерно-картофельной барды, превосходят рыбную и мясо-костную муку. В статье освещены особенности технологического процесса получения различных видов кормовых дрожжей, аминокислотный и жирнокислотный состав их препаратов, проанализированы основные физико-химические показатели их состава. Приведены примеры рецептур комбикормов для осетровых видов рыб на основе препаратов кормовых дрожжей. Показано, что осетровые рыбы, особенно на ранних стадиях онтогенеза, способны эффективно использовать нуклеотиды кормовых дрожжей. Таким образом, последние могут служить эффективным заменителем живых организмов зоопланктона. Хотя в 90-х годах XX в. из-за ряда социально-экономических причин на время был прекращен выпуск некоторых препаратов кормовых дрожжей (паприн, эприн), но впоследствии была продолжена работа по созданию их полноценных аналогов. Сейчас тенденции развития мировой аквакультуры предусматривают возвращение к использованию дрожжей в кормлении рыб. Именно поэтому в последние несколько лет интерес аграриев Украины к дрожжам, а следовательно и потребление последних в сельском хозяйстве увеличилось в 2–2,5 раза.

Практическая значимость. Массив обобщенной информации будет важным для ученых, исследующих особенности кормления осетровых видов рыб, так как данные об использовании дрожжей как источников полноценного белка в кормах является актуальными в условиях постоянного поиска наиболее эффективных компонентов рациона рыб.

Ключевые слова: осетровые виды рыб (*Acipenseridae*), кормовые дрожжи, сухие кормовые дрожжи, гидролизные дрожжи, белково-витаминные концентраты, паприн, эприн, меприн, белотин, биотрин, биокорн, кливеролакт, пекарские дрожжи.



USE OF FEED YEAST IN FEEDING OF STURGEON (ACIPENSERINAE) SPECIES (A REVIEW)

M. Simon, seemann_sm@gmail.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. To review scientific sources on the use of feed yeast preparations in feeding of sturgeon species (Acipenseridae).

Findings. The review of scientific works demonstrated that feed yeast in the feeding of sturgeons have been used as a source of vitamins and complete protein, the nutritional value of which is significantly higher than in the proteins of plant origin and are similar to the proteins of animal origin. In addition, a unit of yeast protein mass is significantly lower than in the feeds of animal origin. Moreover, based on the content of B group vitamins, feed yeast produced from the grain-potato spent wash exceed fish meal and meat-and-bone meal. The article highlights the peculiarities of the technological process of the production of different feed yeast species, amino acid and fatty acid composition of their preparations, basic physical and chemical parameters of their composition. The examples of feed yeast formulas for sturgeon species based on feed yeast preparations are presented. It was shown that sturgeon species, especially on early stages of their ontogenesis, could effectively use the feed yeast nucleotides. Thus, the latter can be an effective substitute of live zooplanktonic organisms. While the production of some feed yeast preparations (paprin, eprin) was stopped in 1990s due to a number of social-economic reasons, the works on the creation of their full analogues was continued later. Currently, the trends of the development of world aquaculture anticipates the return to the use of yeast in fish feeding. Therefore, the interest of the agrarians of Ukraine in yeast lately increased and their use in agricultural sector increased by 2-2.5 times.

Practical value. The array of the summarized information will be important for scientists who study the peculiarities of feeding of sturgeon species, because the data about the use of yeast as sources of complete protein in fish feeds is important in a constant search for the most effective components of their ration.

Keywords: sturgeon species (Acipenseridae), feed yeast, dry feed yeast, hydrolysis yeast, protein and vitamin concentrates, paprin, eprin, mepirin, belotin, biotrin, biokorn, kliverolakt, baker's yeast.

