

FTAMP 65.31.29

Н.Б. Исембердиева¹ – негізгі автор, ©
Л.А. Каимбаева², Н.Е. Мырзабаева³,
С.Ә. Әшімов⁴, Қ.Қ. Әшімова⁵



¹Докторант, ²Техн. ғылым. д-ры, профессор, ³Магистр, ^{4,5}Вет. ғылым. канд.

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0000-8887-7744> ²<https://orcid.org/0000-0002-5251-8026>

³<https://orcid.org/0009-0007-0332-4237> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-8452-5853>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-0558-328X>



^{1,2,3}Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан



^{4,5}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан



¹nazymisemberdiyeva@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/BIEB7792>

ЭКСТРУДТАЛҒАН ЖӘНЕ ТҮЙІРШІКТЕЛГЕН ЖЕМДЕР: ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ, АМИНҚЫШҚЫЛДАР ЖӘНЕ СТАНДАРТТАРҒА СӘЙКЕСТІК

Андатпа. Бұл жұмыста бахтахтарға арналған экструдталған және түйіршіктелген құрама жемдердің өндірістік жағдайда бірдей рецептура бойынша дайындалған үлгілеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. Зерттеудің мақсаты өндіріс технологиясының жемнің химиялық құрамына, аминқышқылдық профиліне, қауіпсіздігіне және қолданыстағы стандарттарға (ГОСТ) сәйкестігіне әсерін бағалау болды. Зерттеу нәтижелері экструдталған (ЭК-1) және түйіршіктелген (ГК-2) жемдердің жоғары ақуыз мөлшерімен сипатталатынын көрсетті, тиісінше 42,31% және 41,91%, ал май мөлшері 12,62% және 11,32% құрады. Аминқышқылдық құрамды талдау түйіршіктелген жемде жылуға сезімтал аминқышқылдардың – лизин, треонин және цистиннің – жақсы сақталатынын көрсетті, ал экструдталған жем жоғары температура мен қысым әсерінен крахмал мен майдың сіңімділігінің артуымен сипатталды. Қауіпсіздік көрсеткіштері бойынша екі жемде де пестицидтер анықталған жоқ, ал ауыр металдардың мөлшері рұқсат етілген шектерде болды, алайда мырыш мөлшерінің салыстырмалы түрде жоғары екені анықталды. Алынған нәтижелер өндіріс технологиясының жемнің қоректік құндылығына әсерін көрсетіп, бахтахтарға арналған құрама жем өндірісін оңтайландыру үшін қолданылуы мүмкін.

Тірек сөздер: бахта, құрама жем, экструзия, түйіршіктер, химиялық құрамы, аминқышқылдар, стандарттау, қауіпсіздік.



Исембердиева, Н.Б. Экструдталған және түйіршіктелген жемдер: химиялық құрамы, аминқышқылдар және стандарттарға сәйкестік [Мәтін] / Н.Б. Исембердиева, Л.А. Каимбаева, Н.Е. Мырзабаева, С.Ә. Әшімов, Қ.Қ. Әшімова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2026. – №3(93). – Б.9-20. <https://doi.org/10.55956/BIEB7792>

Кіріспе. Соңғы онжылдықтарда аквамәдениеттің дамуы халықты жоғары сапалы жануарлар ақуызының көздерімен қамтамасыз етудің негізгі бағыты болды. Қазақстанда және басқа елдерде балық шаруашылықтарында балық өндірісінің тұрақты өсуі байқалуда, бұл саланы үкіметтің қолдауына, шаруашылықтар санының артуына және аквамәдениет өнімдеріне деген ішкі сұраныстың артуына байланысты. Ресми статистика деректері бойынша

Қазақстанда өсірілетін балық көлемі соңғы жылдары бірнеше есеге артты. Бұл саланы тиімді дамыту және балық шаруашылығындағы өнімділікті арттыру үшін жемді зерттеудің маңыздылығын көрсетеді [1,2].

Балық өсірудің тиімділігі көбінесе жемнің сапасымен анықталады, ол өндіріс шығындарының 60–70%-ын құрайды. Қазіргі заманғы жем талаптарына тек ақуыздың, майдың және энергияның оңтайлы деңгейін қамтамасыз ету ғана емес, сонымен қатар қатаң қауіпсіздік стандарттарын, физикалық және химиялық тұрақтылықты және сапа стандарттарын сақтау кіреді [3]. Импортты алмастыру және импорттық жем бағасының өсуі жағдайында жергілікті аквамәдениет жағдайларына бейімделген, нормативтік талаптарға сәйкес отандық жемдерді әзірлеу өзекті болып табылады [4].

Ғылыми зерттеулер жем өндіру технологиясы қоректік заттардың тағамдық құндылығына, физикалық қасиеттеріне және сіңімділігіне айтарлықтай әсер ететінін атап өтеді. Балық жемін қалыптастырудың ең көп таралған әдістері - түйіршіктеу және экструзия. Бұл әдістердің әрқайсысының өзіндік технологиялық сипаттамалары бар және жем құрылымына, қоректік заттардың сақталуына және аминқышқылдарының биожетімділігіне әртүрлі әсер етеді [5].

Жоғары температура мен қысымда жүргізілетін экструзия крахмалдың желатинденуін күшейтеді, түйіршік құрылымында майдың сақталуын жақсартады, суға төзімділікті арттырады және жемнің микробтық ластануын азайтады. Бұл қасиеттер су ортасындағы жемнің мінез-құлқын бақылау және жемді пайдалану тиімділігін арттыру үшін ерекше маңызды. Дегенмен, дұрыс емес экструзия параметрлері жылуға төзімді аминқышқылдарының ішінара жойылуына әкелуі мүмкін, бұл өңдеу шарттарын қатаң бақылауды талап етеді. Бірнеше зерттеу көрсеткендей, термиялық өңдеудің ерекшеліктері балықтардағы жеке аминқышқылдардың сіңімділігін өзгерте алады, және бұл әсер жем құрамына да, өндіріс жағдайларына да тәуелді болады.

Жалпы жемнің физикалық қасиеттері экструдталған құрама жемнің құрамына және өңдеу параметрлеріне тікелей байланысты. Температура, ылғалдылық, шнектің айналу жылдамдығы және қолданылатын шикізат түрі өзара әрекеттесіп, әртүрлі реакциялар туғызады. Сондықтан өндірістік процестерде физикалық қасиеттерді тұрақты түрде талдау қажет, әсіресе жаңа ингредиенттер қосылғанда немесе өңдеу шарттары өзгерген жағдайда [6].

Эксперименттік деректер көрсеткендей, бірдей шикізат қоспаларынан жасалған экструдталған және түйіршіктелген жемдердің жалпы ақуыз және аминқышқылдарының сіңімділік коэффициенттері статистикалық тұрғыдан айтарлықтай ерекшеленбеуі мүмкін. Дегенмен, жеке аминқышқылдар үшін өңдеу әдісіне байланысты айырмашылықтар байқалады, бұл экструзия мен түйіршіктеу процестерінің жеке қоректік заттардың биожетімділігіне нақты әсерін көрсетеді [7]. Ұқсас нәтижелер балық ұнының бір бөлігін өсімдік ақуызының компоненттерімен алмастыру арқылы экструдталған диеталарды қолдануға арналған зерттеулерде алынды, онда жасушалық құрылымдардың бұзылуына және антинутриенттердің белсенділігінің төмендеуіне байланысты ақуыздар мен аминқышқылдарының сіңімділігінің артуы байқалды [8].

Сонымен қатар, әдебиет деректері жемнің аминқышқылдық профиліне экструзияның аралас әсерін көрсетеді. Кейбір жағдайларда экструзия түйіршіктеумен салыстырғанда жеке аминқышқылдарының сіңімділігін статистикалық тұрғыдан айтарлықтай жақсартпайды, дегенмен оның артықшылықтарына энергияның және құрғақ заттардың сіңімділігінің артуы жатады. Түйіршіктеу әдетте айтарлықтай көбіктенбей жұмсақ температурада

жүзеге асырылады және жұмсақ әдіс болып саналады, бұл жеке аминқышқылдары мен дәрумендерді қоса алғанда, ыстыққа сезімтал компоненттерді жақсы сақтауға мүмкіндік береді. Салыстырмалы зерттеулер [9] экструзияланған және түйіршіктелген жемдердің химиялық құрамы, аминқышқылдық профилі және сіңімділігі бойынша әртүрлі болуы мүмкін екенін көрсетеді, бұл балықтардың өсу өнімділігі мен жем тиімділігіне әсер етеді.

Кесте 1

Өндіріс технологиясына байланысты жемдердің салыстырмалы сипаттамалары

Көрсеткіштер	Жем түрі	
	түйіршіктелген	экструдталған
Түйіршіктердің үгітілуі, %	5–10	1
Түйіршіктердің суға төзімділігі, сағ	4	24
Жемнің сіңімділігі, %	75	90

Түйіршіктеу – жем өндіруде көптен бері қолданылып келе жатқан дәстүрлі әдіс. Бұл тәсілде өңдеу төмен температурада жүргізіледі, сондықтан жем құрамындағы жылуға сезімтал заттар жақсы сақталады. Алайда түйіршіктелген жемнің суға төзімділігі төмен болады (шамамен 3–4 сағатқа дейін). Сонымен қатар мұндай жем оңай үгітіледі, ұнтақ қалдықтары 5–8% шамасында болады. Бұл су ластануына және қоректік заттардың жоғалуына әкелуі мүмкін. Ал экструзия әдісі жоғары температура мен қысымда жүргізіледі. Соның нәтижесінде суға төзімділігі жоғары (24 сағатқа дейін), үгітілуі өте аз (1%-дан төмен), крахмалы жақсы желатинденген және қоректік заттары жақсы сіңетін жем алынады [10]. Дегенмен, экструзияланған жемді өндіру кезінде кейбір жылуға сезімтал дәрумендер мен қанықпаған май қышқылдарының бір бөлігі жоғалуы мүмкін [11].

Бірнеше зерттеулер экструзияның антинутриенттерді инактивтеу және биополимерлердің құрылымдық өзгерістері арқылы ақуыздар мен аминқышқылдарының, әсіресе өсімдік тектес жем компоненттерінің сіңімділігін жақсартатынын көрсетті. Мысалы, *in vitro* экспериментінде бахта ферменттерімен өңдегенде, экструдталған компоненттердің ақуыздары мен көмірсуларын гидролиздеу қабілеті табиғи (шикі) ингредиенттерге қарағанда жоғары болды. Ағынды аквамәдениет сынақтарында экструдталған жеммен қоректенген бахта салыстырмалы түрде ең жоғары салмақ қосты және жемнің конверсия коэффициенті төмен болды, ал бірдей құрамдағы түйіршіктелген жеммен қоректенген бахтаға өсу жылдамдығы екі еседен артық баяу, ал конверсия коэффициенті екі еседен артық жоғары болды [12].

Түйіршіктелген жемдер суға төзімділігі мен үгітілуі төмен бола тұра, ыстыққа сезімтал аминқышқылдар мен дәрумендерді көбірек сақтайды, бұл өсімдік компоненттері көп диеталар үшін маңызды болып табылады. Дегенмен, суда ұзақ болу түйіршіктердің жұмсаруына әкеліп, жем сапасын төмендетіп, жем шығынын арттырады.

Азықтың тиімділігіне әсер ететін маңызды факторлардың бірі – ингредиенттер бөлшектерінің мөлшері. Ұсақталған ингредиенттер қоспаның біртектілігін қамтамасыз етіп, сіңімділігін жақсартады, алайда тым ұсақ бөлшектер (0,1–0,3 мм) азықтың ас қорыту жолы арқылы өтуін жеделдетіп, қоректік заттардың сіңімділігін төмендетуі мүмкін. Ірі бөлшектер (1,0 мм) азықтың өсуіне және тиімділігіне кері әсер етуі ықтимал [13]. Сондықтан

коректік заттардың оңтайлы биожетімділігін және азықтың максималды конверсиясын қамтамасыз ету үшін бөлшектердің дұрыс мөлшері өте маңызды.

Стандарттарға (ГОСТ және халықаралық аналитикалық әдістер) сәйкестік ақуыз, липид, аминқышқыл және микроэлемент құрамын дәл бағалауды, сондай-ақ пестицидтер мен ауыр металдарды бақылауды қамтамасыз етеді. Бұл жемнің қауіпсіздігін сақтау, өнеркәсіптік өндірісті және нарыққа шығаруды қамтамасыз ету, сондай-ақ бахтахтар мен соңғы тұтынушының денсаулығына қауіптерді азайту үшін маңызды.

Зерттеудің негізгі мақсаты – бірдей рецептура бойынша дайындалған экструдталған және түйіршіктелген жемдердің химиялық құрамы, аминқышқылдық профилі және қауіпсіздік көрсеткіштерін салыстырмалы түрде бағалау. Бұл өндіріс процесінің жемнің тағамдық құндылығына ықпалын бағалауға және биологиялық құндылығы жоғары жемдер үшін рецептура мен технологияларды оңтайландыру бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді.

Жұмыстың нәтижелері өндіріс технологиясының жем сапасына әсерін бағалауға және құрама жемнің биологиялық құндылығын барынша арттыру үшін шикізатты өңдеудің оңтайлы әдісін таңдау мүмкіндігін береді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу аясында бахтахтарға арналған екі типті құрама жем қолданылды:

1. ЭК-1 – экструзия әдісімен өндірілген экструдталған жем.
2. ГК-2 – түйіршіктеу әдісімен өндірілген түйіршіктелген жем.

Екі жем де ТОО «Агротехсервис14» өндіріс жағдайында бірдей рецептура бойынша дайындалды. Жем өндірісінің барлық операциялары стандарттар мен нормативтік талаптарға сәйкес жүзеге асырылды. Тәжірибе үшін 40 кг көлемінде тәжірибелік жем дайындалды. 40 кг үшін жемнің құрамы 2 кестеде көрсетілген.

Барлық жем компоненттері алдын ала дайындалды: балық ұны, ет-сүйек ұны, жем ашытқысы, қызылша ұны, бидай ұны және алдын премикс ұнтақ түрінде пайдаланылды. Құс айдаршалары біркелкі фаршка ұнтақталды, фосфатидтер 40°C дейінгі температурада жұмсартылды, ал меласса қоспаның біркелкі таралуын қамтамасыз ету үшін 30-35°C дейін қыздырылды.

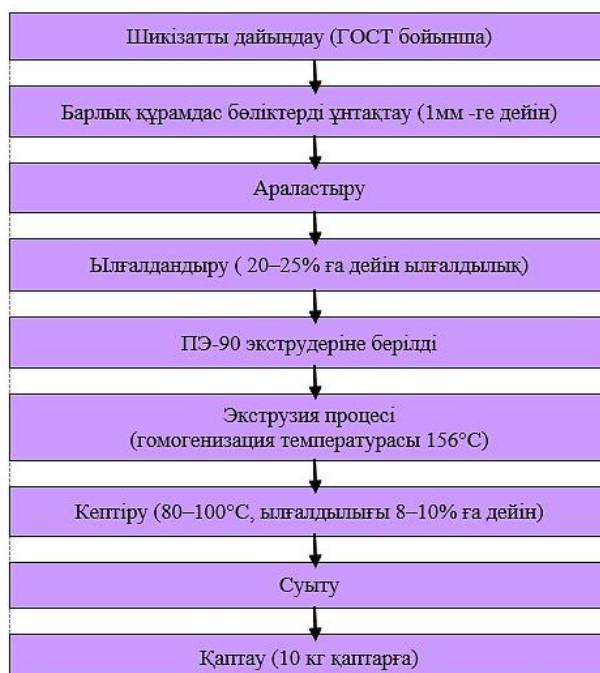
Кесте 2

Бахтахтарға арналған жемнің құрамы

№	Ингредиенттер (ГОСТ бойынша)	40 кг-ға
1	Балық ұны (ГОСТ 2116-2019)	15,60
2	Ет-сүйек ұны (ГОСТ 17536-82)	2,60
3	Құс айдаршалары	2,60
4	Жемдік ашытқы (ГОСТ 20083-74)	6,00
5	Қызылша ұны	2,40
6	Бидай ұны (ГОСТ Р 52554-2006)	8,00
7	Фосфатидтер (ГОСТ 23999-80)	1,20
8	Меласса (ГОСТ 30561-2013)	1,20
9	Премикс ПФ-2 (по ТУ производителя)	0,40
	Барлығы	40,00

Өндіріс бекітілген технологиялық параметрлерді дәл сақтау мүмкіндігін қамтамасыз ететін арнайы жабдықтарды пайдалана отырып, өндірістік жағдайда жүзеге асырылды. Төменде келтірілген бекітілген рецептураға

сәйкес, технологиялық үдерістің барлық кезеңдерін сақтай отырып, құрама жемнің өндірісі жүргізілді.



Сурет 1. Экструдталған жем өндірісінің технологиялық процесі

Экструдталған жем (ЭК-1) өндірісі бірнеше кезеңнен тұрды (1-суретте көрсетілген): бастапқыда компоненттердің сапасы бақыланып, олар 1 мм-ден кіші бөлшектерге дейін ұнтақталды, содан кейін ингредиенты біртектілікке жеткенше 10 минут араластырылды. Қоспаның ылғалдылығы су мен меласса қосу арқылы 20–25% деңгейіне дейін реттелді, кейін 156°C гомогендеу температурасында және 25 атм қысымда, 90 кг/сағ сыйымдылықтағы ПЭ-90 аппараты арқылы экструзияланды, бұл процесс крахмалды желатиндеуге және жемді зарарсыздандыруға мүмкіндік берді. Түйіршіктер 80–100°C температурада 8–10% ылғалдыққа дейін кептіріліп, шаң мен ұсақ бөлшектерінен бөлініп, қоршаған орта температурасында салқындатылды. Дайын жем 10–25 кг полиэтилен қаптарға оралды.

Түйіршіктелген жем ұқсас технология бойынша дайындалды, алайда экструзиясыз өндірілді. Шикізат араластырылып, қажетті ылғалдылық деңгейіне дейін ылғалдандырылды да, жұмсақ температурада түйіршіктегіштен өткізілді. Дайын түйіршіктер кептіріліп, экструдталған жем сияқты қоршаған орта температурасында салқындатылды. 2-суретте түйіршіктелген және экструдталған жемнің суреттері келтірілген.

Зерттеу жұмыстары Қазақстан-Жапон инновациялық орталығында жүргізілді.

Жемнің химиялық құрамы келесі әдістер бойынша анықталды:

ГОСТ 13496.2-91 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Шикі талшықты анықтау әдісі.

ГОСТ 13496.4-2019 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Азот пен шикі протеиннің құрамын анықтау әдістері.

ГОСТ Р 57059-2016 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Ылғалдылықты анықтаудың жылдам әдісі.

ГОСТ 26226-95 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Шикі күлді анықтау әдістері.

ГОСТ 13496.15-2016 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Шикі майдың массалық үлесін анықтау әдістері.

Жемнің құрамындағы аминқышқылдарды ГОСТ 34132-2017 Ет және ет өнімдері. Жануарлар ақуызының аминқышқылдық құрамын анықтау әдісі арқылы анықталды.

Жемнің элементтік талдауы мен пестицидтер қалдық мөлшері келесі әдістер бойынша анықталды:

ГОСТ 30692-2000 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Мыс, қорғасын, мырыш және кадмий құрамын анықтауға арналған атомдық сіңіру әдісі.

ГОСТ 31481-2012 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Хлорорганикалық пестицидтердің қалдық мөлшерін анықтау әдісі.



а



ә

Сурет 2. Түйіршіктелген (а) және экструдталған (ә) жемнің суреті

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Экструдталған (ЭК-1) және түйіршіктелген (ГК-2) жемнің химиялық құрамы% анықталды. Нәтижелері 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3

Экструдталған (ЭК-1) және түйіршіктелген (ГК-2) жемнің химиялық құрамы%

№	Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	ЭК-1	ГК-2
1	Ылғалдың массалық үлесі,%	4,05	4,18
2	Күл мөлшері,%	11,04	12,63
3	Ақуыздың массалық үлесі,%	42,31	41,91
4	Майдың массалық үлесі,%	12,62	11,32
5	Талшықтың массалық үлесі,%	3,12	1,57

3-кестеде көрсетілген нәтижелер екі жем үлгісінде де ақуыздың жоғары деңгейі байқалғанын көрсетті. Экструдталған жемде ақуыз мөлшері 42,31%, ал түйіршіктелген жемде 41,91% құрады. Бұл көрсеткіштер бахтахтарға арналған жоғары ақуызды жем талаптарына сәйкес келеді.

Май мөлшері экструдталған жемде 12,62%, ал түйіршіктелген жемде 11,32% болды. Экструдталған жемдегі май мөлшерінің жоғары болуы

экструзия процесінде крахмалдың желатинизациялануы және липидтердің құрылымда жақсы бекітілуімен түсіндіріледі.

Күл мөлшері түйіршіктелген жемде жоғары (12,63%), бұл жұмсақ температуралық өңдеу кезінде минералды заттардың жақсы сақталуымен байланысты болуы мүмкін.

Талшық мөлшері экструдталған жемде жоғары болды (3,12%), ал түйіршіктелген жемде 1,57% құрады. Бұл айырмашылық өндіріс технологиясының жем құрылымына әсерін көрсетеді.

Жалпы алғанда, екі технология бойынша алынған жемдер жоғары ақуызды, энергетикалық құндылығы жоғары және бахтахтарды өсіруге жарамды екенін көрсетті.

Бұл нәтижелер өндіріс технологиясының химиялық құрамға тікелей әсер ететінін растайды, ал ГОСТ стандарттарына сәйкестік сертификаттау және сапаны қамтамасыз ету үшін маңызды параметрлердің бірізділігін қамтамасыз етеді.

Жемнің аминқышқылдық профилі 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4

Экструдталған (ЭК-1) және түйіршіктелген (ГК-2) жемдегі
аминқышқылдарының мөлшері, мг/кг

№	Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері, мг/мл	ЭК-1	ГК 2
1	Аспарагин қышқылы	169,29	-
2	Глутамин қышқылы	490,49	907,67
3	Серин	486,40	-
4	Аспарагин	-	1283,22
5	Гистидин	2731,46	4889,91
6	Аргинин	405,53	800,58
7	Треонин	508,73	1114,82
8	Аланин	103,37	247,11
9	Пролин	63,18	140,62
10	Цистеин	29,79	69,55
11	Тирозин	749,61	249,57
12	Валин	342,47	765,57
13	Метионин	486,99	789,64
14	Цистин	1330,94	2608,59
15	Изолейцин	606,21	998,36
16	Лейцин	123,44	611,36
17	Фенилаланин	275,31	500,28
18	Лизин	137,63	216,66

4-кестеде көрсетілгендей, түйіршіктелген жемде аминқышқылдары, әсіресе жоғары температураға сезімтал аминқышқылдары – лизин, треонин және цистин – жақсырақ сақталған. Экструзия процесінде қолданылатын жоғары температураның әсерінен аталған аминқышқылдары ішінара ыдырауға ұшырайды.

Стандарттау тұрғысынан алғанда, алынған деректер жемнің биологиялық құндылығын растау және оны кейіннен сертификаттау үшін аминқышқылдық құрамды ГОСТ 34132–2017 «Ет және ет өнімдері. Жануарлар ақуызының

аминқышқылдық құрамын анықтау әдісі» стандартының талаптарына сәйкес бақылаудың маңыздылығын көрсетеді.

Жемнің қауіпсіздігін бағалау мақсатында ауыр металдар мен пестицидтердің қалдық мөлшері анықталды.

Кесте 5

Жемнің элементтік талдауы мен пестицидтер қалдық мөлшері

№	Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	ПДК	ЭК-1	ГК2
Пестицидтер, мг/кг				
1	ГХЦГ α-изомерлер	0,1 ден көп емес (суммада)	табылмады	табылмады
2	ГХЦГ β- изомерлер		табылмады	табылмады
3	ГХЦГ γ- изомерлер		табылмады	табылмады
4	4,4-ДДТ	0,1 ден көп емес (суммада)	табылмады	табылмады
5	4,4-ДДЭ		табылмады	табылмады
6	ДДД		табылмады	табылмады
Элементтік құрам, мг/кг				
1	Қорғасын (Pb)	5,0	0,82	1,01
2	Кадмий (Cd)	1,0	0,19	0,22
3	Мыс (Cu)	30	5,93	2,22
4	Мырыш (Zn)	50	64,56	69,27

Екі үлгіде де пестицидтердің (ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ) қалдық мөлшері анықталған жоқ, бұл зерттелген жемдердің қолданыстағы қауіпсіздік талаптарына толық сәйкес келетінін көрсетеді. Алынған нәтижелер екі жем түрінің де балықтар үшін қауіпсіз екенін растайды.

Сонымен қатар, мырыштың мөлшері нормативтік шектен жоғары екені анықталды, бұл жемді сертификаттау және өндірістік бақылау кезеңдерінде ерекше назар аударуды талап етеді. ГОСТ 30692–2000 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Мыс, қорғасын, мырыш және кадмий құрамын анықтауға арналған атомдық сіңіру әдісі және ГОСТ 31481–2012 Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Хлорорганикалық пестицидтердің қалдық мөлшерін анықтау әдісі стандарттарын қолдану ықтимал ауытқуларды дәл анықтауға, сондай-ақ жем қауіпсіздігіне қойылатын талаптардың сақталуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қорытынды. Бұл зерттеуде бірдей рецептура бойынша өндірілген экструдталған (ЭК-1) және түйіршіктелген (ГК-2) бақтақтарға арналған құрама жемдер салыстырмалы түрде зерттелді. Алынған нәтижелер екі жем түрінің де химиялық құрамы қолданыстағы нормативтік талаптарға сәйкес келетінін және ақуыздың жоғары деңгейімен, сондай-ақ май мен талшықтың орташа мөлшерімен сипатталатынын көрсетті.

Жемдердің аминқышқылдық құрамы өндіріс технологиясына тікелей тәуелді екені анықталды. Түйіршіктеу технологиясы лизин, треонин және цистин сияқты ыстыққа сезімтал аминқышқылдарының сақталуын жақсырақ қамтамасыз етеді, ал экструзия процесінде жоғары температураның әсерінен бұл аминқышқылдары ішінара ыдырауға ұшырайды. Сонымен қатар, экструдталған жем крахмал мен майдың сіңімділігінің жоғарылауымен, желатинизация дәрежесінің артуымен және микробиологиялық қауіпсіздіктің жақсаруымен сипатталады, бұл оның физика-химиялық қасиеттерінің артықшылығын көрсетеді.

Қауіпсіздік көрсеткіштерін талдау нәтижелері екі жем түрінде де пестицид қалдықтары мен ауыр металдардың мөлшері рұқсат етілген шектерден аспайтынын көрсетті. Алайда мырыштың салыстырмалы түрде жоғары деңгейі анықталып, бұл көрсеткіш сертификаттау және өндірістік бақылау барысында қосымша назар аударуды талап етеді.

Осылайша, өндіріс технологиясын таңдау нақты мақсаттарға байланысты болуы тиіс: қоректік заттардың сіңімділігін және физика-химиялық қасиеттерін жақсарту үшін екструзия тиімді болса, аминқышқылдық профиль мен ақуыздың биологиялық құндылығын барынша сақтау үшін түйіршіктеу технологиясы қолайлы. Өндірістің барлық кезеңдерінде ГОСТ стандарттарын сақтау жемнің жоғары сапасын, қауіпсіздігін және сертификаттау талаптарына сәйкестігін қамтамасыз етеді, бұл өнеркәсіптік бахтахтарды өсіру жағдайында ерекше маңызға ие.

Әдебиеттер тізімі

1. World of NAN. Рыбоводство набирает популярность в Казахстане: объёмы аквакультуры более чем утроились [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://world-nan.kz/en/news/rybovodstvo-nabiraet-populyarnost-v-kazakhstane>.
2. SOZmedia.kz. Аквакультура Казахстана: объём выращиваемой рыбы в 2024 году достиг примерно 18,2 тыс. тонн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sozmedia.kz/94772/>.
3. Kamarudin M.S., de Cruz C.R., Saad C.R., Romano N., Ramezani-Fard E. Effects of extruder die head temperature and pre-gelatinized taro and broken rice flour level on physical properties of floating fish pellets // Animal Feed Science and Technology. – 2018. – Vol. 236. – P. 122–130. – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.12.007.
4. Акимов, Е.Б. Производство комбикормов для выращивания ценных видов рыб – главная задача аквакультуры России [Текст] / Е.Б. Акимов // Вестник Академии Знаний. – 2021. – DOI: 10.24412/2304-6139-2021-6-20-24.
5. Коноваленко, Л.Ю. Технологии производства кормов для аквакультуры: аналит. обзор [Текст] / Л.Ю. Коноваленко, Н.П. Мишуров, С.В. Пономарев, Ю.В. Федоровых. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 80 с.
6. Bektursunova M., Sidorova V., Zhiyenbayeva S., Mashentseva N., Assylbekova S. Effect of extrusion process parameters on pellet crumbliness in fish feed production // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Vol. 17. – P. 594–605. – DOI: 10.5219/1886.
7. Austreng E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract // Aquaculture. – 1978. – Vol. 13, No. 3. – P. 265–272. – DOI: 10.1016/0044-8486(78)90008-X.
8. Carter C.G., Hauler R.C. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. // Aquaculture. – 2000. – Vol. 185, No. 3–4. – P. 299–311. – DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00353-1.
9. Кучко, Т.Ю. Комплексное исследование качества рыбных кормов [Текст]: учебно-методическое пособие / Т.Ю. Кучко, С.В. Матросова, Н.А. Сидорова. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2021. – 111 с.
10. Glencross B., Hawkins W., Evans D., Rutherford N., McCafferty P., Dods K., Hauler R. A comparison of the effect of diet extrusion or screw-press pelleting on the digestibility of grain protein products when fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Aquaculture. – 2011. – Vol. 312, No. 1–4. – P. 154–161. – DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.12.025.
11. Romano N., Kumar V. Starch gelatinization on the physical characteristics of aquafeeds and subsequent implications to the productivity in farmed aquatic animals // Reviews in Aquaculture. – 2018. – Vol. 11, No. 4. – P. 1271–1284. – DOI: 10.1111/raq.12291.

12. Pennells J., Salini M., Rombenso A., Simon C., Ying D. The state-of-the-art of aquafeed extrusion: mechanisms, challenges and opportunities // Reviews in Aquaculture. – 2025. – Vol. 17, No. 2. – e70002. – DOI: 10.1111/raq.70002.
13. Li X.-Q., Xu H.-B., Sun W.-T., Xu X.-Y., Xu Z., Leng X.-J. Grass carp fed a fishmeal-free extruded diet showed higher weight gain and nutrient utilization than those fed a pelleted diet at various feeding rates // Aquaculture. – 2018. – Vol. 493. – P. 283–288. – DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.04.058.

Материал редакцияға 04.02.26 түсті, 21.09.26 қабылданды.

Н.Б. Исембердиева¹, Л.А. Каимбаева¹, Н.Е. Мырзабаева¹,
С.А. Ашимов², К.К. Ашимова²

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
Алматы, Казахстан

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Казахстан

ЭКСТРУДИРОВАННЫЕ И ГРАНУЛИРОВАННЫЕ КОРМА: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, АМИНОКИСЛОТЫ И СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ

Аннотация. В данной работе проведён сравнительный анализ экструдированного и гранулированного комбикормов для форели, изготовленных в производственных условиях по одинаковой рецептуре. Цель исследования заключалась в оценке влияния технологии производства на химический состав, аминокислотный профиль, безопасность и соответствие кормов действующим стандартам (ГОСТ). Результаты исследования показали, что экструдированный (ЭК-1) и гранулированный (ГК-2) корма характеризуются высоким содержанием белка – 42,31% и 41,91% соответственно, при содержании жира 12,62% и 11,32%. Анализ аминокислотного состава показал, что гранулированный корм лучше сохраняет термочувствительные аминокислоты – лизин, треонин и цистин, тогда как экструдированный корм характеризуется повышенной усвояемостью крахмала и жира вследствие воздействия высокой температуры и давления в процессе экструзии. По показателям безопасности остаточные количества пестицидов в обоих образцах не обнаружены, содержание тяжёлых металлов находилось в пределах допустимых значений, однако выявлено повышенное содержание цинка. Полученные результаты подтверждают влияние технологии производства на питательную ценность кормов и могут быть использованы для оптимизации производства комбикормов для форели.

Ключевые слова: форель, комбикорм, экструзия, гранулирование, химический состав, аминокислоты, стандартизация, безопасность.

N.B. Issemberdiyeva¹, L.A. Kaimbayeva¹, N.E. Myrzabaeva¹,
S.A. Ashimov², K.K. Ashimova²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

²Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan

EXTRUDED AND PELLETTED FEEDS: CHEMICAL COMPOSITION, AMINO ACIDS, AND COMPLIANCE WITH STANDARDS

Abstract. This study presents a comparative analysis of extruded and pelleted compound feeds for trout produced under industrial conditions using the same formulation. The aim of the study was to evaluate the influence of processing technology on chemical

composition, amino acid profile, safety, and compliance with current standards (GOST). The results showed that extruded (EC-1) and pelleted (GC-2) feeds were characterized by high protein content of 42.31% and 41.91%, respectively, while fat content reached 12.62% and 11.32%. Amino acid analysis demonstrated that pelleted feed better preserved heat-sensitive amino acids such as lysine, threonine, and cystine, whereas extruded feed exhibited improved starch and fat digestibility due to the effects of high temperature and pressure during extrusion. Safety assessment showed that pesticide residues were not detected in either sample. Heavy metal concentrations were within permissible limits; however, elevated zinc content was observed. The obtained results confirm the influence of processing technology on feed nutritional value and can be used to optimize compound feed production for trout.

Keywords: trout, compound feed, extrusion, pelleting, chemical composition, amino acids, standardization, safety.

References

1. World of NAN. Rybovodstvo nabiraet populyarnost' v Kazakhstane: ob"emy akvakul'tury bolee chem utroilis' [Fish farming is gaining popularity in Kazakhstan: aquaculture production has more than tripled] [Electronic resource]. – Acces mode: <https://world-nan.kz/en/news/rybovodstvo-nabiraet-populyarnost-v-kazakhstane> [in Russian].
2. SOZmedia.kz. Akvakul'tura Kazakhstana: ob"em vyrashchivaemoy ryby v 2024 godu dostig primerno 18,2 tys. tonn [Aquaculture in Kazakhstan: the volume of farmed fish reached approximately 18.2 thousand tons in 2024] [Electronic resource]. – Access mode: <https://sozmedia.kz/94772/> [in Russian].
3. Kamarudin M.S., de Cruz C.R., Saad C.R., Romano N., Ramezani-Fard E. Effects of extruder die head temperature and pre-gelatinized taro and broken rice flour level on physical properties of floating fish pellets // Animal Feed Science and Technology. – 2018. – Vol. 236. – P. 122–130. – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2017.12.007.
4. Akimov E.B. Proizvodstvo kombikormov dlya vyrashchivaniya tsennykh vidov ryb – glavnyaya zadacha akvakul'tury Rossii [Production of compound feeds for farming valuable fish species as the main task of aquaculture in Russia] // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2021. – DOI: 10.24412/2304-6139-2021-6-20-24 [in Russian].
5. Konovalenko L.Yu., Mishurov N.P., Ponomarev S.V., Fedorovykh Yu.V. Tekhnologii proizvodstva kormov dlya akvakul'tury: analiticheskiy obzor [Aquaculture feed production technologies: analytical review]. – Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. – 80 p. [in Russian].
6. Bektursunova M., Sidorova V., Zhiyenbayeva S., Mashentseva N., Assylbekova S. Effect of extrusion process parameters on pellet crumbliness in fish feed production // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Vol. 17. – P. 594–605. – DOI: 10.5219/1886.
7. Austreng E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract // Aquaculture. – 1978. – Vol. 13, No. 3. – P. 265–272. – DOI: 10.1016/0044-8486(78)90008-X.
8. Carter C.G., Hauler R.C. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. // Aquaculture. – 2000. – Vol. 185, No. 3–4. – P. 299–311. – DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00353-1.
9. Kuchko T.Yu., Matrosova S.V., Sidorova N.A. Kompleksnoe issledovanie kachestva rybnykh kormov: uchebno-metodicheskoe posobie [Comprehensive study of fish feed quality: study guide]. – Petrozavodsk: Izdatel'stvo PetrGU, 2021. – 111 p. [in Russian].

10. Glencross B., Hawkins W., Evans D., Rutherford N., McCafferty P., Dods K., Hauler R. A comparison of the effect of diet extrusion or screw-press pelleting on the digestibility of grain protein products when fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Aquaculture*. – 2011. – Vol. 312, No. 1–4. – P. 154–161. – DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.12.025.
11. Romano N., Kumar V. Starch gelatinization on the physical characteristics of aquafeeds and subsequent implications to the productivity in farmed aquatic animals // *Reviews in Aquaculture*. – 2018. – Vol. 11, No. 4. – P. 1271–1284. – DOI: 10.1111/raq.12291.
12. Pennells J., Salini M., Rombenso A., Simon C., Ying D. The state-of-the-art of aquafeed extrusion: mechanisms, challenges and opportunities // *Reviews in Aquaculture*. – 2025. – Vol. 17, No. 2. – e70002. – DOI: 10.1111/raq.70002.
13. Li X.-Q., Xu H.-B., Sun W.-T., Xu X.-Y., Xu Z., Leng X.-J. Grass carp fed a fishmeal-free extruded diet showed higher weight gain and nutrient utilization than those fed a pelleted diet at various feeding rates // *Aquaculture*. – 2018. – Vol. 493. – P. 283–288. – DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.04.058.