

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 3 (127). - Р.246-256. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.3(127).1995

ЭОЖ 639.51

Зерттеу мақаласы

Австралиялық қызыл қысқышты шаянды *Cherax quadricarinatus* өсіруге арналған тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін құру

Гинаяттов Н.С.¹ , Шумейко Д.В.² , Арыстанғалиева В.А.² , Абитбекова А.У.² ,
Копиш А.Е.² , Бригида А.В.³ 

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті
Орал, Қазақстан

²Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз университеті
Тараз, Қазақстан

³Бүкілресейлік интеграцияланған балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты
Мәскеу облысы, Ресей Федерациясы

Корреспондент автор: Абитбекова А.У.: aelinaabitbekova@gmail.com

Бірлескен авторлар: (1:НГ) nginayatov@mail.ru; (2: ДШ) dima-shum-92@mail.ru;
(3:BA) bakyt_kusy_kz@mail.ru; (4: AK) asylan.kopish@mail.ru; (5: AB) fish-vniir@mail.ru

Қабылданған күні: 01.07.2025 **Қабылданды:** 29.09.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Австралиялық қызыл қысқышты шаян *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) жоғары репродуктивтілігі және бейімділігінің арқасында аквакультурада перспективалы түр болып табылады. Дегенмен, дәстүрлі балық өсіру жүйелері шаян тәрізділердің ерекшеліктерін ескермейді, нәтижесінде бұл оның өсіру тиімділігін төмендетеді. Зерттеудің мақсаты шаян жас дарактарының қарқынды өсіру жағдайын оңтайландыру, биоөнімділікті арттыру және ресурс шығындарын азайту үшін тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысын әзірлеу.

Материалдар мен әдістер. Қондырғы көп деңгейлі полипропиленді науалары бар металл жақтауды (биіктігі 12-20 см, су тереңдігі 6-14 см), реттеу құбырлары бар суды беру және ағызу жүйесін, механикалық барабан сүзгісін, су жинақтаушысы бар «змеевик» түріндегі биологиялық сүзгіні, бактерицидті өңдеуге арналған ультракүлгін шамды және аэраторды қамтиды.

Нәтижелер. Тұйық сумен қамтасыз ету қондырғысы Австралиялық қызыл қысқышты шаянның (*Cherax quadricarinatus*) жас дарактарын өсіруде тиімділік көрсетті, нәтижесінде орташа жалпы салмақ 2,9 г, өміршеңдік 44,4-46,2% аралығында болып, өнімділік деңгейі 80 тәулік ішінде 131,5 г/м² құрады. Шығындарды азайту үшін сумен жабдықтауды реттеу және суды тазарту кезекті түрде жүзеге асырылды.

Қорытынды. Тұйық сумен қамту жүйесінің модернизациясы және су дайындауды оңтайландыру электр энергиясын тұтынумен қатар, су шығындарын азайтып өнімділікті жақсартты. Науаларды бөлу каннибализмді төмендетіп, судың тұрақты сапасы механикалық, биологиялық және бактерицидтік тазартумен қамтамасыз етілді. Әзірленген тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысы маусымдықты ескерусіз, шаяндардың үнемді және тұрақты өндірісін қамтамасыз етеді. Қондырғы аквакультураның тұрақты дамуына ықпал ететін басқа шаян тәрізділер түрлерін өсіруге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: Австралиялық қызыл қысқышты шаян; аквакультура; тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысы; тұрақты өндіріс.

Кіріспе

Дүниежүзілік шаян нарығы 2025 жылы шамамен 624,7 млн АҚШ долларын құрап, 2034 жылға қарай 1 004,57 млн АҚШ долларына жетеді деп болжануда, бұл болжамды кезеңде (2025-2034) сала 5,42% жылдық өсу қарқынын (CAGR) көрсетеді [1].

Австралиялық қызыл қысқышты шаян *Cherax quadricarinatus* Австралияның солтүстігінде және Жаңа Гвинеяның оңтүстігінде таралған тұщы судың ең ірі декаподтарына жатады. Ол ерте жетілумен қатар, репродуктивтіліктің жоғары деңгейімен танымал, яғни аналықтары мыңнан астам жұмыртқа салуға қабілетті. Табиғи тіршілік жағдайында бұл түр әдетте баяу ағып жатқан ағындыларға бейім, дегенмен әртүрлі ортада популяциялар құруға мүмкіндік беретін әртүрлі қоршаған орта жағдайларында дами алады. Бұл биологиялық және экологиялық ерекшеліктер қызыл қысқышты шаянды бүкіл әлем бойынша тартымды және танымал түр ретінде танытып, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) шаянынан кейінгі екінші экономикалық маңызды түрге айналдырды [2].

Бастапқыда Австралиялық қызыл қысқышты шаянды өсіру тек жақсы жылытылатын су айдындарында жайылым әдісі арқылы жүргізілді. Бұл нысанның аквакультурасы соңғы онжылдықта қарқынды және прогрессивті технологияларды қолдана отырып, айтарлықтай жоғары деңгейге көтерілді. Суық климаттық жағдайлар, келесі кезеңдерде: уылдырық шашу, инкубация және дернәсілдерді, дарақтарды өсіру тұйық сумен қамту жүйелерін міндетті түрде қолдануды талап етеді [3]. Сонымен бірге, қоңыржай және субтропикалық климаты бар елдерде өсіру әрмен бақыланатын жағдайда жалғасады [4].

Тұйық сумен қамту жүйелерінің әртүрлі анықтамалары бар, бірақ олар ең алдымен жүйе көлемінің 90% астамын қайта өңдейтін қондырғылар деп түсініліп, ал алмасу уақыт бірлігіне жүйе көлемінің 10% азын құрайды [5]. Тұйық сумен қамту технологиясы дамудың әртүрлі кезеңдерінде және қоршаған ортаның әртүрлі жағдайларында аквакультура нысаналарын өсіру үшін маңызды. Мысалы, аналық топты күту үшін қолданылатын жүйелер жұмыс принципі бойынша уылдырық инкубацияланатын, дернәсілдер мен жас дарақтар өсірілетін жүйелер, сату үшін өсірілетін жүйелерден ерекшеленуі мүмкін, өйткені тығыздыққа, биомассаға, судың сапасына немесе оны тұтынуға қойылатын талаптар әртүрлі. Дегенмен, тұйық сумен қамту жүйелерінің жұмыс істеу принциптері өсірілген балық түріне қарамастан өзгеріссіз қалады. Тұйық сумен қамту жүйелері қоршаған ортаға тәуелді емес бақыланатын өсу жағдайында, үзіліссіз өсіру аралықтарында суды аз пайдалана отырып балық өндіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тұйық сумен қамту технологиясы қосылатын және жүйедегі судың сапасын бақылау арқылы өсіру нысаналарының тіршілік кезеңдерін, өсу қарқыны мен денсаулығын оңтайландыруға мүмкіндік береді [6, 7, 8, 9]. Суды көп мөлшерде (>90%) қайта пайдаланатын әдеттегі тұйық сумен қамту қондырғысы жинақталған тіршілік өнімдерін (азот пен фосфат қосылыстары), органикалық заттар мен бөлшектерден суды тазарту немесе түрлендіру үшін өндірістік резервуарлар мен суды даярлау бөлімінен тұрады [7, 10, 11, 12].

Көбінесе шаян тәрізділерді көбейту үшін қарапайым балық өсіру қондырғыларын қолданады. Шаян тәрізділерге арналған қондырғылар стандартты жабдықтар жиынтығынан тұрады: өсіру цистерналары, циркуляциялық сорғылар, механикалық тазарту қондырғысы, биологиялық сүзгі, терморегулятор және тығыздығы жоғары атмосфералық ауаны жеткізетін компрессор түріндегі аэрациялық құрылғы. Шаян тәрізділерді көбейту үшін қарапайым балық өсіруге арналған бассейндерді пайдалану бұл түрге арналған арнайы жабдықтың болмауымен байланысты. Сонымен қатар, оларды өсірудің биологиялық және биотехникалық негіздері балық өсірумен салыстырғанда өзіндік ерекшеліктерге ие, нәтижесінде айналым жүйелерін құру барысында осы өзгешіліктерді ескеру қажет.

Бұл зерттеудің мақсаты Австралиялық қызыл қысқышты шаянның (*Cherax quadricarinatus*) жас дарақтарын өсіруге арналған тұйық сумен қамту қондырғысын оңтайландырып, өнімділігіне әсерін бағалау.

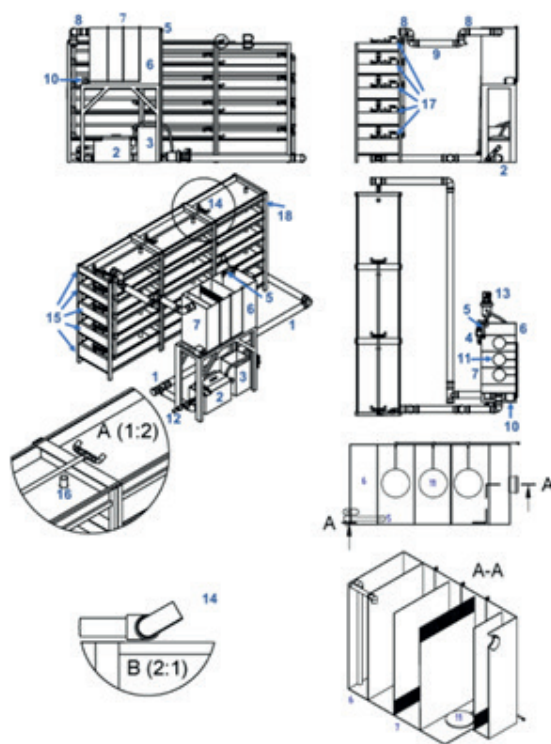
Материалдар мен әдістер

Бұл жұмыс бойынша зерттеу Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз университетіне қарасты «Аквакультура» ғылыми-өндірістік орталығында жүргізіліп, шаян жас дарақтарының тез және нәтижелі өсуі үшін міндетті шарттар сақталды [13].

Зерттеу нысаны ретінде Австралиялық қызыл қысқышты шаян *Cherax quadricarinatus* жас дарақтарының 2600 данасы (орташа салмағы 0,09 г) қолданылды. Олар әрқайсысы 520 жас дарақтан тұратын бес эксперименттік топқа бөлінді (екі реттік қайталаным).

Жас дарақтар тәулігіне «Alltech Coppens B.V.» (Нидерланды) түйіршіктелген жемімен (ақуыз мөлшері 54-58%) дене салмағының 3-5% мөлшерінде қоректендірілді.

Австралиялық қызыл қысқышты шаянды (*Cherax quadricarinatus*) өсіруге арналған тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғылары келесі компоненттерді қамтиды: көп деңгейлі науаларды орналастыруға арналған метал жақтау (18); жас дарақтарды іріктеу үшін бөлімдерге бөлу мүмкіндігі бар гидробионттарды ұстауға арналған полипропиленнен жасалған науалар (15); құбырларды қамтитын суды беру және ағызу жүйесі (1, 8), крандар (17), су беру қарқындылығын (14) және су деңгейін реттеуге (16) арналған жылжымалы келте құбырлар. Суды даярлау қондырғысы суды тазартуға арналған орнатылған контроллері бар механикалық барабан сүзгісін (2), биологиялық сүзгіге су беру мақсатында су жинақтаушы-сумматорды (3), микроорганизмдер субстраты ретіндегі пластикалық түйіршіктерден тұратын су жинақтаушы (6) «змеевик» түріндегі биологиялық сүзгіні (7), кварц және ультракүлгін сәулесімен бактерицидтік өңдеу блогын (9), суды оттегімен қанықтыруға арналған ауа поршенді компрессорды (10), мембраналық аэраторды (11), айналым сорғысын (4) және сүзгілерге су жіберу мақсатында орнатылған жоғары қысымды сорғыны (13) қамтиды. Тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысының графикалық моделі 1-суретте көрсетілген.



1-сурет – Австралиялық қызыл қысқышты шаянды өсірудің дәстүрлі әдісі

Қондырғыны әзірлеу Австралиялық қызыл қысқышты шаянды өсірудің биологиялық және биотехникалық ерекшеліктерін ескере отырып жүргізілді. Негізгі назар биопродуктивтілікті арттыру және ресурс шығындарын азайту мақсатында жас дарақтарды ұстау жағдайларын оңтайландыруға бағытталған. Судың ең аз тереңдігі мен науалардың биіктігі эксперименталды түрде зерттелді (науаның биіктігі үшін 12-20 см және судың тереңдігі үшін 6-14 см). Науалар пайдалы аумақты ұлғайту үшін деңгейлерге орналастырылды (дәстүрлі 3-4 деңгей орнына 5-6). Бекіту арматурасының құнын төмендету мақсатында сумен жабдықтауды реттеу дәстүрлі тұтқалардың орнына құбырлар арқылы жүзеге асырылды. Биологиялық сүзгі су жинақтаушымен біріктіріліп, кеңістікті оңтайландыру мақсатында механикалық сүзгінің үстіне орналастырылды.

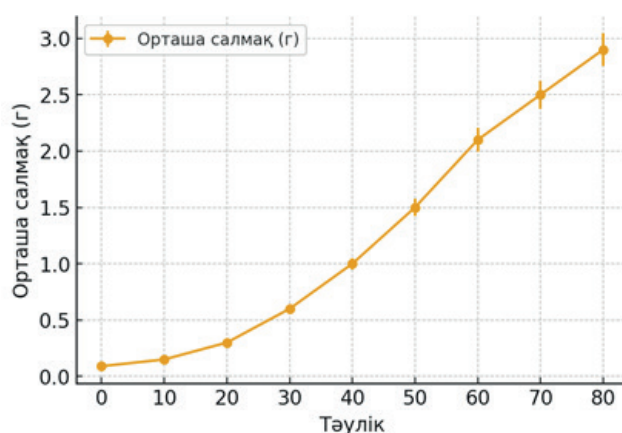
Судың сапасы кезекті түрде түзетілді: механикалық тазарту (барабан сүзгісі), биологиялық тазарту (улы азот қосылыстарының тотығуы), бактерицидтік өңдеу (ультрақұлгін) және аэрация (оттегімен қанықтыру).

Негізгі көрсеткіштер әр 10 тәулік сайын өлшенді (барлығы 8 кезең). Орташа салмақ дәлдігі 0,01-1 г диапазонында болатын электронды таразы арқылы анықталды. Өміршеңдік деңгейі бастапқы жас дарақтар санымен салыстырғандағы тірі дарақтар үлесі ретінде есептелді. Биомасса орташа салмақты тірі қалған даралар санына көбейту арқылы анықталып, өнімділік биомассаны науалардың ауданына бөлу арқылы есептелді (5,32 м² бір топқа).

Алынған деректер топтар арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін Манн–Уитни U-критерийі арқылы ($p < 0,05$) *Microsoft Excel* және *Statistica* 12 бағдарламалық жүйесін қолдана отырып, жалпы қабылданған әдістемелер бойынша талданды.

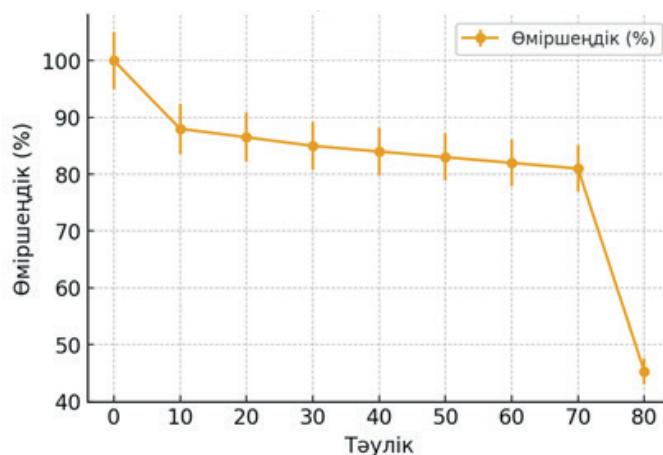
Нәтижелер және талқылау

Өзірленген тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғысы өндірістік аудандарда шаян жас дарақтарының өнімділігін және өсуін қамтамасыз етті. Орташа салмақ 2-суретте көрсетілгендей 0,09 г бастапқы көрсеткіштен 2,9 г дейін өсті. Бұл тәулігіне 7-66 мг салмақ қосуға сәйкес келеді.



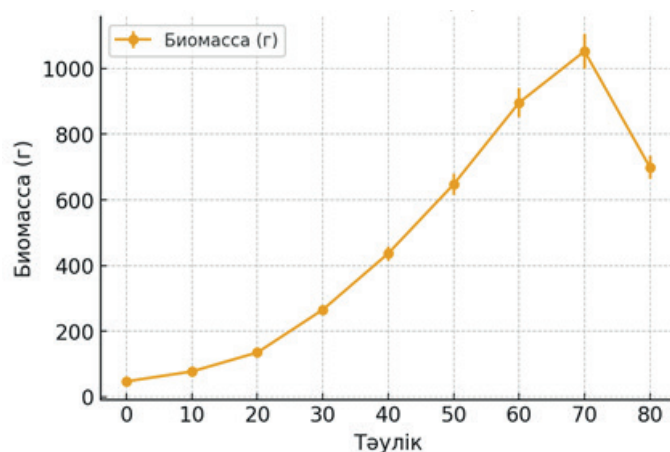
2-сурет – Орташа салмақтың кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Өміршеңдік 88% көрсеткішінен 81% дейін төмендеді, ал соңғы мәні 44,4-46,2% болды. Австралиялық қызыл қысқышты шаян жоғары каннибализм деңгейімен белгілі, әсіресе шабақтар арасында, бұл олардың территориялық мінез-құлқымен түсіндірілетін агрессиямен байланысты [13] (3-сурет). Сұрыптау мен жасырыну орындарын қолдануға қарамастан, каннибализм шығындардың елеулі факторы болып қала берді. Дегенмен, жасырыну орындарын қолдану оның әсерін төмендетіп, оңтайландыру (мысалы, жеке ұяшықтар) өміршеңдікті 80-90% дейін арттыруы мүмкін [17].



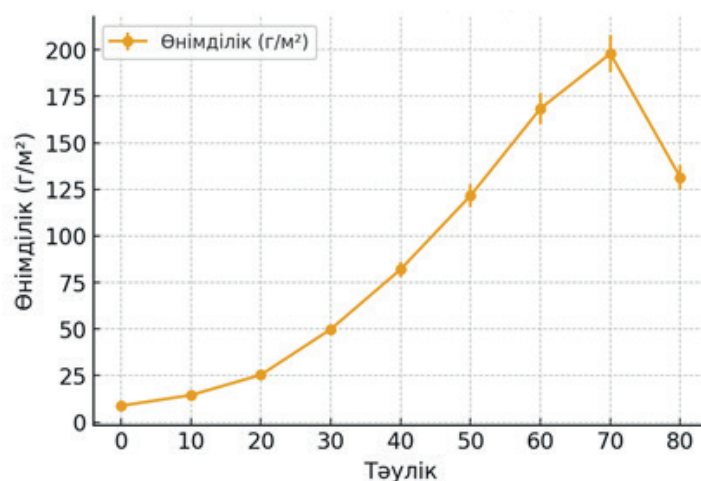
3-сурет – Өміршеңдіктің кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Биомасса 4-суретке сәйкес 46,8 г деңгейінен 1053 г шыңына дейін өсіп, өміршеңдіктің төмендеуіне байланысты 680,9-717,5 г деңгейіне дейін азайды.



4-сурет – Биомассаның кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Өнімділік 128-134,9 г/м² деңгейіне жетіп, шамамен 215-225 дарак/м² көрсеткішіне сәйкес келеді. Бұл нәтиже ұқсас жүйелерден (120-200 дарак/м²) 25 % жоғары [17] (5-сурет).



5-сурет – Өнімділіктің кезең аралығындағы өзгеріс динамикасы

Бұл науалардың биіктігін 12-20 см диапазонында және судың тереңдігін 6-14 см аралығында оңтайландыру арқылы мүмкін болды, бұл деңгейлердің санын дәстүрлі 3-4-тен 5-6-ға дейін арттыруға мүмкіндік берді, осылайша өсіру үшін пайдалы аумақ кеңейтілді.

Ресурстық шығындардың айтарлықтай төмендеуіне де қол жеткізілді: су шығыны 60%, көп деңгейлі қондырғы науасы 180 л/м²-ден 70 л/м² дейін қысқарды. Тұтқалардың орнына реттеу құбырларын қолдану бекіту арматурасының құнын төмендетуге әкелді. Су жинақтаушыны биологиялық сүзгімен біріктіру және биологиялық сүзгіні механикалық сүзгінің үстіне 6-суретте көрсетілгендей орналастыру, өндіріс орындарын пайдалануды оңтайландыруға ықпал етті.



6-сурет – Су дайындау блогының жалпы көрінісі

Сонымен қатар, төмен қуатты ультракүлгін жүйесін, жеңіл металды жақтауларды және науалар үшін полипропиленнің аз өлшемін пайдалану жылыту мен қуат шығындарын азайтуға мүмкіндік берді.

Баламалы қондырғылармен салыстыру, қолданыстағы шешімдер шаян тәрізділердің ерекшеліктерін ескермейтінін немесе пайдалану тұрғысынан тиімділігі төмен екенін көрсетті [14, 15, 16]. Мысалы, тік және көлденең тіректерді қамтитын көп деңгейлі конструкция жұмыста су қабаттарындағы объектілерді толық бақылауды қамтамасыз етпеді, сонымен қатар пайдалану барысында қолайсыздықтар тудырады [14]. Салыстырмалы түрде, әзірленген қондырғы судың деңгейі мен қарқындылығын дәл реттеуге, сондай-ақ каннибализмді төмендету үшін жас дарақтарды іріктеуге мүмкіндік берді.

Тұйық сумен қамтасыз ету жүйелеріндегі биотехнологияларда өнімділік 150-250 дарак/м² деңгейіне 70-80% өміршеңдікпен жетеді, бірақ су шығыны жоғары болады. Ғаламдық шолулар алынған нәтижелердің, әсіресе, жыл бойғы өндіріс маңызды саналатын қоңыржай климатты өңірлер үшін аса перспективалы екенін атап өтеді [17].

Науаларды бөлу каннибализмді дәстүрлі жүйелермен салыстырғанда 20% азайтты [14]. Судың тұрақты сапасы (аммиак <0,1 мг/л, нитриттер <0,05 мг/л, оттегі 6-8 мг/л) кезекті түрде бақыланды. Құрылған тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесі аналогтарымен салыстырылып, нәтижесінде оның биоөнімділікті арттыру, су және энергияны үнемдеу бойынша салыстырмалы бәсекестігін анықтады (1-кесте).

1-кесте – Тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін өзге жұмыстармен салыстыру

Жүйе	Биоөнімділік, кг/м ² /цикл	Су шығыны, л/м ² /цикл	Жас дарақтардың өміршеңдігі, %	Энергия тұтыну, (кВт·сағ/м ²)	Температура, °C
Құрылған тұйық сумен қамту жүйесі	2,5-3,0	60-140	44-46	0,8-10	24-28
Дәстүрлі тұйық сумен қамту жүйесі [14]	1,8-2,2	150-200	75-80	1,2-1,5	22-26
Биотоп [15]	1,5-2,0	180-220	70-75	1,4-1,8	20-25

Ұсынылған жүйе әр циклде 2,5-3,0 кг/м² биоөнімділікті, отырғызу тығыздығы 40–60 дана/м² болғанда жас дарақтардың 85–90% тіршілігін қамтамасыз етеді. Дегенмен бұл мән 44,4-46,2% дейін төмендеді. Шаяндарды өсірудің негізгі шектеуі, әсіресе ересек дарақтардың жоғары тығыздығында (10-15 дарак/м²) [13].

Шаян тәрізділер аквакультурасында тіршілік ету ортасының параметрлерін, отырғызу тығыздығын, өлшемдік-массалық және жыныстық құрамын бақылауға мүмкіндік беретін тұйық сумен қамтамасыз ету жүйесін пайдалану ерекше орын алады [18, 19]. Оларды қолдану табиғи су қоймаларында оңтайлы температура мәндерінен төмен түсетін аймақтарда термофильді түрлерді өсірудің жалғыз мүмкін әдісі болып табылады. Әзірленген қондырғы Австралиялық қызыл қысқышты шаян өсіруде ғана емес, сонымен қатар ұқсас жағдайларды қажет ететін басқа шаян тәрізділерді де өсіруде қолдану мүмкіндігіне ие.

Қорытынды

Тұйық сумен қамтасыз ету қондырғысы Австралиялық қызыл қысқышты шаян (*Cherax quadricarinatus*) жас дарактарын өсіруде тиімділік көрсетті, нәтижесінде орташа жалпы салмақ 2,9 г, өміршендік 44,4-46,2% аралығында болып, өнімділік деңгейі 80 тәулік ішінде 131,5 г/м² құрады. Нәтижелер жүйенің типтік тұйық сумен қамту жүйелеріне қарағанда артықшылықтарын көрсетіп (өнімділік 25%-ға жоғары, су тұтыну 60%-ға төмен), оны шектеулі ресурстары бар өңірлерде тұрақты коммерциялық өндіріс үшін болашағы зор етеді. Су деңгейін азайту және ересектерге арналған жеке қораптарды пайдалану бойынша қосымша зерттеулер (тығыздығы 10-15 дарак/м²) жүйенің тиімділігін одан әрі арттыра алады. Жүйенің суды тұтынуды 60% азайтуы және өнімділікті ұқсас жүйелермен салыстырғанда 25% арттыру мүмкіндігі оның өнеркәсіптік аквакультураға әлеуетті әсерін айқындайды. Су шығынының төмендеуі тиімді қайта өңдеу және тұтқалардың орнына реттеу құбырларын пайдалану арқылы қол жеткізілді, бұл сонымен қатар бекіту арматурасының құнын төмендетті. Су жинақтаушыны биологиялық сүзгімен біріктіру және биофилтрді механикалық сүзгінің үстіне қою өндіріс кеңістігін пайдалануды оңтайландырды, ал қуаты аз ультракүлгін сәулелі тазарту жүйесін, жеңіл металды жақтауларды және полипропиленнің аз мөлшерін қолдану энергия мен жылыту шығындарын азайтты. Бұл нәтижелер жыл бойы үнемді түрде тірі өнімді алуды қамтамасыз ете отырып, шаян бизнесінің маусымдылығы мәселесін шешуде құрастырылған қондырғының әлеуетін көрсетеді. Қондырғы аквакультурада ұқсас жағдайларды қажет ететін басқа шаян тәрізділер түрлерін масштабтау үшін әлеуетті.

Авторлардың қосқан үлесі

ДШ, ДР, АА: зерттеуді рәсімдеді, әдебиеттерді жан-жақты іздестірді, жиналған деректерді талдады және қолжазбаны дайындады. ДШ және АК тәжірбиелік жұмыстардың барысын бақылады. ДШ, НГ және ВА: қолжазбаға түзету енгізіп, соңғы кезеңін дайындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы нұсқасын оқып, баспаға шығаруға ұсынды.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Жұмыс BR24992799 «Жабық сумен жабдықтау қондырғыларын қолдана отырып, әртүрлі аквамәдениет объектілерін қарқынды және жоғары өнімді өндірудің жаңа технологияларын жетілдіру және әзірлеу» жобасы шеңберінде орындалды. Ғылыми жоба «Ғылымды дамыту» 217-бюджеттік бағдарламасы, «Ғылыми және/немесе ғылыми-техникалық қызмет субъектілерін бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру» 101 ішкі бағдарламасы бойынша ғылыми бағдарламаны жүзеге асыруға мемлекеттік тапсырыс шеңберінде қаржыландырылды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Market Reports World. (n.d.). Crayfish market - *Global crayfish market size, share, price, trend and forecast*. (2025).
- 2 FAO. (2020). *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- 3 Shumeyko, D., Tsimbal, N., Abramchuk, A., Moskul, G., Taranik, A. (2020). Biotechnology of Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) juvenile ongrowing in recirculating aquaculture system. *E3S Web of Conferences*, 175, 02005. DOI:10.1051/e3sconf/202017502005.

- 4 Barki, A., Karplus, I., Manor, R., Parnes, S., Aflalo, ED, Sagi, A. (2006). Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? *Aquaculture*, 252(2-4), 348-355. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.07.012.
- 5 Timmons, MB, Ebeling, JM, Wheaton, FW, Summerfelt, ST, Vinci, BJ. (2001). Recirculating aquaculture systems. NRAC. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 6 Attramadal, KJK, Salvesen, I., Xue, R., Øie, G., Størseth, TR, Vadstein, O., Olsen, Y. (2012). Recirculation as a possible microbial control strategy in the production of marine larvae. *Aquacultural Engineering*, 46, 27-39. DOI:10.1016/j.aquaeng.2011.10.003.
- 7 Timmons, MB, Ebeling, JM. (2007). Recirculating aquaculture. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 8 Martins, CIM, Eding, EH, Verdegem, MCJ, Heinsbroek, LTN, Schneider, O., Blancheton, JP, d'Orbcastel, ER, Verreth, JAJ. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83-93. DOI:10.1016/j.aquaeng.2010.09.002.
- 9 Martins, CIM, Ochola, D., Ende, SSW, Eding, EH, Verreth, JAJ. (2009). Is growth retardation present in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in low water exchange recirculating aquaculture systems? *Aquaculture*, 298(1-2), 43-50. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.09.030.
- 10 Colt, J. (2006). Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 143-156. DOI:10.1016/j.aquaeng.2005.08.011.
- 11 Lekang, O. (Ed.). (2007). *Aquaculture Engineering*. Wiley. DOI:10.1002/9780470995945.
- 12 Good, C., Davidson, J., Welsh, C., Brazil, B., Snekvik, K., Summerfelt, S. (2009). The impact of water exchange rate on the health and performance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in water recirculation aquaculture systems. *Aquaculture*, 294(12), 80-85. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.05.014.
- 13 Shumeyko, D., (2022). Rearing of *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) juveniles using feed for sturgeons. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 57(4), 803-816. DOI:10.15389/agrobiology.2022.4.803rus.
- 14 Многоярусная конструкция для выращивания речного рака. (2020). Пат. РФ RU199367U1. Старцев А.В.; Пономарева Е.Н.; Журба Д.Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет». Заявл. 24.04.2020; опубл. 28.08.2020
- 15 Искусственный биотип. (2003). Пат. РФ RU2202881C1. Бойко Ю.В.; Вышкварцев Д.И.; Лебедев Е.Б.; заявитель и патентообладатель Бойко Ю.В. заявл. 06.09.2001; опубл. 24.04.2003. Бюл. № 25.
- 16 Искусственный биотип. (2008). Пат. РФ RU2314684C1. Грицыхин В.А.; Афанасьев Д.Ф.; Барабашин Т.О.; Корпакова И.Г.; Елецкий Б.Д.; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное Унитарное предприятие "Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства". заявл. 24.04.2006; опубл. 20.01.2008; Бюл № 2.
- 17 Rigg, D. (2021). Identify factors influencing the variability of survivorship of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1898) in aquaculture. *James Cook University*. DOI:10.25903/P952-0Y21.
- 18 García-Ulloa, GM, Pérez-Moreno, MR, Rodríguez-González, D., Gallo-García, MC, Ponce-Palafox, JT, Rodríguez-González, H., Góngora-Gómez, AM. (2012). Stocking Density for Nursery Production of Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in a Recirculating System. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(1), 8-15. DOI:10.1080/10454438.2012.650599.
- 19 Drengstig, A., Bergheim, A. (2013). Commercial land-based farming of European lobster (*Homarus gammarus* L.) in recirculating aquaculture system (RAS) using a single cage approach. *Aquacultural Engineering*, 53, 14-18. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2012.11.007.

References

- 1 Market Reports World. (n.d.). *Crayfish market - Global crayfish market size, share, price, trend and forecast*. (2025).
- 2 FAO. (2020). *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

- 3 Shumeyko, D., Tsimbal, N., Abramchuk, A., Moskul, G., Taranik, A. (2020). Biotechnology of Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) juvenile ongrowing in recirculating aquaculture system. *E3S Web of Conferences*, 175, 02005. DOI:10.1051/e3sconf/202017502005.
- 4 Barki, A., Karplus, I., Manor, R., Parnes, S., Aflalo, ED, Sagi, A. (2006). Growth of redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in a three-dimensional compartments system: Does a neighbor matter? *Aquaculture*, 252(2-4), 348-355. DOI:10.1016/j.aquaculture.2005.07.012.
- 5 Timmons, MB, Ebeling, JM, Wheaton, FW, Summerfelt, ST, Vinci, BJ. (2001). Recirculating aquaculture systems. NRAC. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 6 Attramadal, KJK, Salvesen, I., Xue, R., Øie, G., Størseth, TR, Vadstein, O., Olsen, Y. (2012). Recirculation as a possible microbial control strategy in the production of marine larvae. *Aquacultural Engineering*, 46, 27-39. DOI:10.1016/j.aquaeng.2011.10.003.
- 7 Timmons, MB, Ebeling, JM. (2007). Recirculating aquaculture. Ithaca, NY: *Cayuga Aqua Ventures*.
- 8 Martins, CIM, Eding, EH, Verdegem, MCJ, Heinsbroek, LTN, Schneider, O., Blancheton, JP, d'Orbcastel, ER, Verreth, JAJ. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 83-93. DOI:10.1016/j.aquaeng.2010.09.002.
- 9 Martins, CIM, Ochola, D., Ende, SSW, Eding, EH, Verreth, JAJ. (2009). Is growth retardation present in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in low water exchange recirculating aquaculture systems? *Aquaculture*, 298(1-2), 43-50. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.09.030.
- 10 Colt, J. (2006). Water quality requirements for reuse systems. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 143-156. DOI:10.1016/j.aquaeng.2005.08.011.
- 11 Lekang, O. (Ed.). (2007). *Aquaculture Engineering*. Wiley. DOI:10.1002/9780470995945.
- 12 Good, C., Davidson, J., Welsh, C., Brazil, B., Snekvik, K., Summerfelt, S. (2009). The impact of water exchange rate on the health and performance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in water recirculation aquaculture systems. *Aquaculture*, 294(12), 80-85. DOI:10.1016/j.aquaculture.2009.05.014.
- 13 Shumeyko, D., (2022). Rearing of *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) juveniles using feed for sturgeons. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 57(4), 803-816. DOI:10.15389/agrobiologiya.2022.4.803rus.
- 14 Mnogoyarusnaya konstrukciya dlja vyrashhivaniya rechnogo raka. (2020). Pat. RF RU199367U1. Starcev A.V.; Ponomareva E.N.; Zhurba D.G.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe buydzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Donskoi gosudarstvennyi tehnikeskii universitet». zayavl. 24.04.2020; opubl. 28.08.2020
- 15 Iskusstvennyi biotip. (2003). Pat. RF RU2202881C1. Bojko Ju.V.; Vyshkvarcev D.I.; Lebedev E.B.; zayavitel' i patentoobladatel' Boiko Ju.V. zayavl. 06.09.2001; opubl. 24.04.2003. Byul. № 25.
- 16 Iskusstvennyi biotip. (2008). Pat. RF RU2314684C1. Gricyhina V.A.; Afanas'ev D.F.; Barabashin T.O.; Korpakova I.G.; Eleckii B.D.; zayavitel' i patentoobladatel' Federal'noe Gosudarstvennoe Unitarnoe predpriyatie Azovskii nauchno-issledovatel'skii institut rybnogo hozyaistva. zayavl. 24.04.2006; opubl. 20.01.2008; Byul № 2.
- 17 Rigg, D. (2021). Identify factors influencing the variability of survivorship of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1898) in aquaculture. *James Cook University*. DOI:10.25903/P952-0Y21.
- 18 García-Ulloa, GM, Pérez-Moreno, MR, Rodríguez-González, D., Gallo-García, MC, Ponce-Palafox, JT, Rodríguez-González, H., Góngora-Gómez, AM. (2012). Stocking Density for Nursery Production of Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus*, in a Recirculating System. *Journal of Applied Aquaculture*, 24(1), 8-15. DOI:10.1080/10454438.2012.650599.
- 19 Drengstig, A., Bergheim, A. (2013). Commercial land-based farming of European lobster (*Homarus gammarus* L.) in recirculating aquaculture system (RAS) using a single cage approach. *Aquacultural Engineering*, 53, 14-18. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2012.11.007.

Разработка замкнутой системы водоснабжения для выращивания Австралийского красноклешневого рака *Cherax quadricarinatus*

Гинятов Н.С., Шумейко Д.В., Арыстангалиева В.А., Абитбекова А.У.
Копиш А.Е., Бригида А.В.

Аннотация

Предпосылки и цель. Австралийский красноклешневый рак *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) является перспективным видом для аквакультуры благодаря высокой репродуктивности и адаптивности. Однако традиционные рыбоводные системы не учитывают специфику ракообразных, что снижает эффективность выращивания. Целью исследования является разработка установки замкнутого водоснабжения для оптимизации условий интенсивного выращивания молоди раков, повышения биопродуктивности и снижения ресурсозатрат.

Материалы и методы. Установка включает металлический каркас с многоярусными полипропиленовыми лотками (высота 12-20 см, глубина воды 6-14 см), систему подачи и слива воды с регулировочными патрубками, механический барабанный фильтр, биологический фильтр типа «змеевик» с водонакопителем, УФ-лампу для бактерицидной обработки и аэратор.

Результаты. Установка замкнутого водообеспечения показала эффективность в выращивании молоди Австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*), в результате чего средний общий вес составил 2,9 г, выживаемость 44,4-46,2%, а уровень продуктивности за 80 суток составил 131,5 г/м². Регулировка водоснабжения и очистка воды осуществлялись поэтапно для минимизации затрат.

Закключение. Модернизация УЗВ и оптимизация водоподготовки снизили затраты на электроэнергию, воду и улучшили эксплуатационные характеристики. Секционирование лотков уменьшило каннибализм, а стабильное качество воды поддерживалось механической, биологической и бактерицидной очисткой. Разработанная УЗВ обеспечивает рентабельное и экологичное производство раков, преодолевая сезонность. Установка применима для других ракообразных, способствуя устойчивому развитию аквакультуры.

Ключевые слова: Австралийский красноклешневый рак; установка замкнутого водоснабжения; аквакультура; устойчивое производство.

Development of a recirculating aquaculture system for the cultivation of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*)

Nurbek S. Ginayatov, Dmitry V. Shumeyko, Venera A. Arystangalieva, Aelina U. Abitbekova,
Asylan E. Kopish, Artyom V. Brigida

Abstract

Background and Aim. The Australian red-claw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868) is a promising species for aquaculture due to its high reproductive capacity and adaptability. However, traditional fish farming systems do not account for the specific biological needs of crayfish, which reduces cultivation efficiency. The aim of this study was to develop a recirculating aquaculture system to optimize conditions for intensive cultivation of young crayfish, increase bioproductivity and reduce resource costs.

Materials and Methods. The system comprises a metal frame with multi-tiered polypropylene trays (height 12-20 cm, water depth 6-14 cm), a water supply and drainage system with adjustable fittings, a mechanical drum filter, a coil-type biological filter with a water reservoir, a UV lamp for bactericidal treatment, and an aerator.

Results. The installation of a recirculating aquaculture system proved effective in the cultivation of young Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) resulting in an average body weight of 2.9 g, a survival rate of 44.4-46.2%, and productivity of 131.5 g/m² over an 80-day cultivation period. Water supply and purification were adjusted progressively to minimize operating costs.

Conclusion. Modernization of the recirculating aquaculture system (RAS) and optimization of water treatment reduced electricity and water consumption and improved operational performance. Tray sectioning helped decrease cannibalism, while stable water quality was maintained through mechanical, biological, and UV filtration. The developed RAS enables cost-effective and environmentally sustainable crayfish production, thereby overcoming seasonality. The system can also be adapted for other crustacean species, contributing to the sustainable development of aquaculture.

Keywords: Australian red-claw crayfish; recirculating aquaculture system (RAS); aquaculture; sustainable production.