

ВАГОВИЙ РІСТ ТА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПОГОЛІВ'Я РАКІВ РІЗНИХ ВИДІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЩІЛЬНОСТІ ЇХ ПОСАДКИ

Є. І. ФЕДОРОВИЧ¹, А. В. МУЖЕНКО², М. В. СЛЮСАР³

¹Інститут біології тварин НААН (Львів, Україна)

²Інститут розведення і генетики тварин імені М.В.Зубця НААН (Чубинське, Україна)

³Поліський національний університет (Житомир, Україна)

<https://orcid.org/0000-0002-9910-7902> – Є. І. Федорович

<https://orcid.org/0000-0003-1032-7317> – А. В. Муженко

<https://orcid.org/0000-0002-3668-2109> – М. В. Слюсар

djmuzhik91@gmail.com

Досліджено залежність вагового росту та збереженості поголів'я раків різних видів від щільності їх посадки. Для проведення експерименту було сформовано по 3 групи 12-місячних раків австралійського червоноклешневого, кубинського мармурового, флоридського червоного та річкового широкопалого видів чисельністю по 10, 20 та 30 особин кожного виду.

Встановлено, що на живу масу, середньодобові прирости та збереження поголів'я раків підконтрольних видів суттєвий вплив мала щільність їх посадки. За максимальної щільності посадки гідробіонтів (30 гол./м²) спостерігалось значне зниження виживаності особин, при цьому їх жива маса та середньодобові прирости вірогідно зростали, що, вочевидь, пояснюється меншою кількістю раків, які крім заданого корму поїдали ще й загиблих особин. При цьому найвищою збереженістю характеризувалися раки кубинського мармурового виду (76,7%), а найнижчою – широкопалого річкового (43,3%). Особини кубинського мармурового та флоридського червоного видів за названим показником займали проміжне становище – 56,7 та 73,3% відповідно.

Ключові слова: австралійський червоноклешневий, кубинський мармуровий, флоридський червоний, широкопалий річковий, щільність посадки, жива маса, середньодобові прирости, втрата кінцівок, збереженість поголів'я

WEIGHT GROWTH AND SURVIVAL CRAYFISH OF DIFFERENT SPECIES DEPENDING OF THEIR STOCKING DENSITY.

E. I. Fedorovych¹, A. V. Muzhenko², M. V. Slusar³

¹Institute of Animal Biology of NAAS (Lviv, Ukraine)

²Institute of Animal Breeding and Genetics nd. a. M.V.Zubets of NAAS (Chubynske, Ukraine)

³Polissia National University (Zhytomyr, Ukraine)

The dependence of weight growth and preservation of the population of crayfish of different species on the density of their planting has been studied. To conduct the experiment, 3 groups of 12 months crayfish of the *Cherax quadricarinatus*, *Procambarus fallax f. virginalis*, *Procambarus clarkii* and *Astacus astacus* species with the number of 10, 20 and 30 individuals of each species were formed.

The stocking density was found to have a significant impact on live weight, average daily gain and conservation of the number of crayfish in controlled species. At the maximum planting density of hydrobionts (30 heads/m²), a significant decrease in the survival of individuals was observed, while their live weight and average daily growth probably increased, which is obviously explained by the smaller number of crayfish, which, in addition to the given feed, also ate dead individuals. At the same time, the marble crayfish (76.7%) were characterized by the highest preservation, and the river

crayfish (43.3%) by the lowest. Specimens of marble and red swamp species according to this indicator occupied an intermediate position – 56.7 and 73.3%, respectively.

Keywords: Australian Redclaw, Cuban Marble, Red Swamp, Noble Crayfish, planting density, live weight, average daily gains, limb loss, livestock preservation

Вступ. В Україні галузь раківництва є досить перспективною. Місцевими видами раків у нашій країні є річковий широкопалий (*Astacus astacus*) і довгопалий (*Astacus leptodactylus*), а імпортованими – австралійський червоноклешневий (*Cherax quadricarinatus*), флоридський червоний (*Procambarus clarkii*) та кубинський мармуровий (*Procambarus fallax forma virginialis*).

Одним із ключових чинників успішного вирощування раків в установках замкнутого водопостачання є визначення оптимальної щільності їх посадки. Чим вища щільність, тим більше особин можна вирощувати в резервуарі. Однак, якщо система буде густо заселена раками, то є ризики канібалізму, смертності та втрат кінцівок. Щільність посадки може також впливати на ріст і розвиток гідробіонтів [8].

У результаті численних досліджень на гідробіонтах з різних таксономічних груп (риби, молюски, креветки, амфібії тощо) доведено, що зі збільшенням щільності посадки спостерігається зменшення інтенсивності росту живої маси особин, а в ракоподібних це призводить ще й до канібалізму та загибелі [4].

Раки принципово відрізняються від таких об'єктів аквакультури, як молюски або нехижі риби наявністю у них різних форм агресивної поведінки та канібалізму, які відносяться до найважливіших чинників регуляції чисельності популяції в установках замкнутого водопостачання (УЗВ). Найбільшою мірою від канібалізму страждають особини, що завершили линьку [5, 6]. Деякі вчені вважають, що виживаність при вилові раків є обернено пропорційною до щільності посадки [3].

Науковці з Еквадору [2] встановили, що для зменшення негативного впливу високої щільності посадки раків на їх виживаність та інтенсивність росту живої маси варто дно ставків встелити ґравієм, що значно покращує якість води.

Мета досліджень. Дослідити вплив щільності посадки раків різних видів на їх ваговий ріст та збереженість поголів'я.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в лабораторії аквакультури Поліського національного університету. Для проведення експерименту було сформовано по 3 групи раків 12-місячного віку австралійського червоноклешневого, кубинського мармурового, флоридського червоного та річкового широкопалого видів чисельністю по 10, 20 та 30 особин кожного виду. У групи відбирали по 50% самців та 50% самиць.

Гідробіонтів кожної групи утримували окремо в резервуарах площею 0,65 м². Всього було 12 акваріумів, температура води в яких, згідно з методикою Т. Abeel et al. [7], становила 25°C, рН води – 7°Т, вміст кисню – 7 мг/л. Якість води була прийнятною та однаковою для всіх піддослідних видів, її фільтрували за допомогою механічних та біологічних фільтрів.

Для зменшення негативного впливу щільності посадки на організм раків в акваріумах розмістили трубки з полівінілхлориду (ПВХ) діаметром 32 мм та довжиною 100 мм, які забезпечували укриття гідробіонтів з розрахунку 3 схованки на одну особину.

Для всіх раків раціон був однотиповим та містив 70% кормів рослинного походження (рис, пшениця, листя дуба) та 30% – тваринного (гранульований корм Aller, діаметр гранули 3 мм, м'ясо нежирних видів риб, мотиль, хробаки) з розрахунку 2,5% корму на добу від загальної маси гідробіонтів. Загальну живу масу раків визначили щоразу після того, як виявляли загиблих раків у резервуарі. Хімічний склад гранульованої добавки наступний: сирий протеїн – 45, сирий жир – 15, вуглеводи – 22, зола – 8, клітковина – 2, азот у сухій речовині – 7,9, фосфор у сухій речовині – 1,2%, загальна енергія – 4944/20,7 Ккал/МДж.

Перед початком досліду проводили зважування всіх підконтрольних раків на вазі МН-267 з точністю 0,001 г. З метою коригування годівлі гідробіонтів контроль за їх живою масою

здійснювали через кожні 5 діб та щоразу після виявлення загиблої особини. Дослід тривав 90 днів, після чого визначали живу масу та середньодобові прирости кожної особини, кількість втрат кінцівок та збереженість поголів'я (рівень виживання).

Середньодобові прирости визначали за формулою:

$$C_{\text{п}} = \frac{W_t - W_0}{t},$$

де: $C_{\text{п}}$ – середньодобовий приріст, г; W_t – маса особини в кінці дослідження, г; W_0 – маса особини на початок дослідження, г; t – тривалість періоду, діб.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel. Ступінь міжгрупової диференціації оцінювали шляхом порівняння групових середніх арифметичних величин за кожною досліджуваною ознакою. Вірогідність різниці між груповими середніми оцінювали за критерієм достовірності Ст'юдента (t). Різницю між середніми значеннями вважали статистично вірогідною при $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)).

Результати досліджень. Відомо, що на організм гідробіонтів впливають різні чинники, зокрема якість води, її температура, тривалість світлового дня, рівень годівлі, щільність посадки тощо [1]. Для зменшення негативного впливу щільності посадки на організм гідробіонтів в акваріуми ми помістили трубки в яких зробили схованки для раків (рис. 1).



Рис. 1. Укриття для раків з полівінілхлориду

Встановлено, що щільність посадки у маточнику суттєво впливала на ваговий ріст раків (табл. 1). Так, жива маса раків австралійського червоноклешневого виду за щільності посадки 20 та 30 гол./м² була меншою порівняно з особинами, щільність посадки яких становила 10 гол./м², відповідно на 0,8 ($P < 0,001$) та 3,4 ($P < 0,001$), кубинського мармурового – на 0,9 ($P < 0,01$) та 1,7 ($P < 0,001$), флоридського червоного – на 2,2 ($P < 0,001$) та 3,2 ($P < 0,001$) і широкопалого річкового – на 2,0 ($P < 0,01$) та 5,5 г ($P < 0,001$).

Міжгрупова диференціація залежно від щільності посадки раків спостерігалася і за середньодобовими приростами. Цей показник найнижчим був у гідробіонтів першої групи і становив 0,24 г, що менше ніж у особин австралійського червоноклешневого виду другої і третьої групи на 0,03 та 0,07 ($P < 0,05$), кубинського мармурового виду – на 0,02 ($P < 0,05$) та 0,06 ($P < 0,001$), флоридського червоного – на 0,03 та 0,07 при $P < 0,001$ в обох випадках і широкопалого річкового – на 0,03 ($P < 0,01$) та 0,10 г ($P < 0,001$) відповідно. Більші показники живої маси та середньодобових приростів за максимальної щільності посадки раків, вочевидь, пояснюється тим, що у групах з більш щільною посадкою особин на 1 м² спостерігався більший

рівень канібалізму і менший відсоток виживаності, тобто раки крім заданого корму поїдали ще й загиблих особин.

1. Жива маса та середньодобові прирости раків різних видів залежно від щільності їх посадки

Ознака	Вид раків							
	австралійський червоноклешневий		кубинський мармуровий		флоридський червоний		широкопалий річковий	
	X ± S.E., г	Cv, %	X ± S.E., г	Cv, %	X ± S.E., г	Cv, %	X ± S.E., г	Cv, %
Щільність посадки 10 гол./м ² (I група)								
Жива маса, г	63,6 ± 0,45	3,2	19,1 ± 0,19	3,2	24,9 ± 0,50	6,4	50,6 ± 0,60	3,8
Середньодобовий приріст, г	0,24 ± 0,019	25,7	0,07 ± 0,006	30,5	0,08 ± 0,006	24,9	0,10 ± 0,010	32,1
Щільність посадки 20 гол./м ² (II група)								
Жива маса, г	66,4 ± 0,40***	2,7	20,0 ± 0,27**	6,1	27,1 ± 0,27***	4,6	52,6 ± 0,28**	2,4
Середньодобовий приріст, г	0,27 ± 0,014	23,8	0,09 ± 0,005*	26,1	0,11 ± 0,006***	26,2	0,13 ± 0,007**	26,8
Щільність посадки 30 гол./м ² (III група)								
Жива маса, г	67,4 ± 0,20***	1,7	20,8 ± 0,13***	3,1	28,1 ± 0,20***	3,9	56,1 ± 0,45***	4,5
Середньодобовий приріст, г	0,31 ± 0,015*	26,8	0,13 ± 0,006***	20,7	0,15 ± 0,007***	26,8	0,20 ± 0,010***	30,2

Примітка. Достовірність різниці наведена при порівнянні з першою групою раків.

Мінливість живої маси, залежно від виду раків та щільності їх посадки, коливалася від 1,7 до 6,4%, при цьому найвищою вона була у особин флоридського червоного виду, а найнижчою – у австралійських червоноклешневих раків. Середньодобові прирости характеризувалися значно більшою варіабельністю – від 20,7 до 32,1%.

Щільність посадки раків мала також значний вплив на рівень канібалізму та збереження поголів'я (табл. 2). Слід зазначити, що найбільша кількість втрачених кінцівок була відмічена у особин широкопалого річкового виду. За максимальної щільності посадки (30 гол./м²) втрата кінцівок у них становила 76,7, а за щільності посадки 20 гол./м² – 55,0%, що більше, ніж у раків першої групи на 46,7 та 35,0% відповідно. Найменша кількість втрачених кінцівок відмічена у особин кубинського мармурового виду за щільності посадки 10 гол./м². За цим показником вони поступалися гідробіонтам другої та третьої групи на 20,0 та 33,3% (P < 0,01). Раки першої групи австралійського червоноклешневого виду поступалися за вищенаведеним показником особинам другої та третьої групи на 20,0 та 33,3%, а флоридського червоного виду – на 15,0 та 26,7% відповідно.

2. Збереженість раків різних видів залежно від щільності їх посадки, %

Ознака	Вид раків							
	австралійський червоноклешневий		кубинський мармуровий		флоридський червоний		широкопалий річковий	
	голів	X ± S.E.	голів	X ± S.E.	голів	X ± S.E.	голів	X ± S.E.
Щільність посадки 10 гол./м ² (I група)								
Втрата кінцівок	3	30,0 ± 0,14	1	10,0 ± 0,09	2	20,0 ± 0,12	3	30,0 ± 0,14
Збереження поголів'я	8	80,0 ± 0,12	9	90,0 ± 0,09	9	90,0 ± 0,10	8	80,0 ± 0,12
Щільність посадки 20 гол./м ² (II група)								
Втрата кінцівок	10	50,0 ± 0,11	6	30,0 ± 0,10	7	35,0 ± 0,10	11	55,0 ± 0,11
Збереження поголів'я	13	65,0 ± 0,10	17	85,0 ± 0,07	17	85,0 ± 0,07	12	60,0 ± 0,10
Щільність посадки 30 гол./м ² (III група)								
Втрата кінцівок	19	63,3 ± 0,08	13	43,3 ± 0,09**	14	46,7 ± 0,09	24	76,7 ± 0,07**
Збереження поголів'я	17	56,7 ± 0,09*	23	76,7 ± 0,07	22	73,3 ± 0,08*	14	43,3 ± 0,09**

Щодо збереженості поголів'я раків за різної щільності посадки, то варто вказати, що зі збільшенням кількості особин на 1 м² їх виживаність знижувалася. У першій групі найбільший

рівень загибелі спостерігалася у раків австралійського червоноклешневого та широкопалого річкового видів – по 2 голови. З поміж особин флоридського червоного та кубинського мармурового видів загинуло по 1 особині.

За щільності посадки 20 гол./м² збереженість поголів'я раків значно знизилася: у особин австралійського червоноклешневого на 15,0, кубинського мармурового та флоридського червоного – на 5,0 та широкопалого річкового – на 20%.

За максимальної щільності посадки найвищою збереженістю поголів'я характеризувалися кубинські мармурові раки – 76,7%, а найнижчою – широкопалі річкові (43,3%). При цьому різниця за названим показником між гідробіонтами усіх видів третьої та першої групи (виняток – кубинський мармуровий вид) була вірогідною і становила у раків австралійського червоноклешневого виду 24,3 (P < 0,05), кубинського мармурового – 13,3, флоридського червоного – 16,7 (P < 0,05) і широкопалого річкового – 37,7% (P < 0,01).

Висновки. На живу масу та збереження поголів'я раків різних видів суттєвий вплив має щільність їх посадки. За максимальної щільності посадки гідробіонтів спостерігалася значне зниження виживаності особин, при цьому їх жива маса та середньодобові прирости вірогідно зростали, що, вочевидь пояснюється поїданням раками крім заданого корму ще й загиблих особин.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Farhadi Ardavan, Mark A. Jensen. Effects of photoperiod and stocking density on survival, growth and physiological responses of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Aquaculture Research*. 2016. Vol. 47 (8). P. 2518–2527.
2. Hutchings R. W., Villarreal H. Biología cultivo de la langosta de agua dulce (redclaw) *Cherax quadricarinatus*. *Manual de Producción*. Navimar, Guayaquil, Ecuador. 1996. 400 p.
3. Xiaodong Li, Shuanglin Dong, Yanzhi Lei, Yonghan Li. The effect of stocking density of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* on rice and crab seed yields in rice–crab culture systems. *Aquaculture*. 2007. Vol. 273 (4). P. 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.028>
4. Naranjo-Páramo José, Alfredo Hernandez-Llamas, Humberto Villarreal. Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cheraxquadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lined commercial nursery ponds. *Aquaculture*. 2004. Vol. 242 (1–4). P. 197–206.
5. Romano Nicholas, Chaoshu Zeng. Cannibalism of decapod crustaceans and implications for their aquaculture: a review of its prevalence, influencing factors, and mitigating methods. *Reviews in Fisheries Science Aquaculture*. 2017. Vol. 25 (1). P. 42–69.
6. Imad Patrick Saoud, Joly Ghanawi, Kenneth R. Thompson, Carl D. Webster. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society*. 2013. Vol. 44 (1). P. 1–29.
7. Thomas Abeel, Jurgen Adriaen, Wouter Meeus, Walter Himpe, Adinda Sannen, Stef Aerts. Establishing culture parameters for noble crayfish (*Astacus astacus*, L.) in recirculating aquaculture systems. *KaHo Sint-Lieven*. 2012.
8. Khor Waiho, Muhamad Mustaqim, Hanafiah Fazhan, Wan Ibrahim Wan Norfaizza, Fadhlul Hazmi Megat, Mhd Ikhwanuddin. Mating behaviour of the orange mud crab, *Scylla olivacea*: The effect of sex ratio and stocking density on mating success. *Aquaculture Reports*. 2015. Vol. 2. P. 50–57. DOI:10.1016/j.aqrep.2015.08.004

REFERENCES

1. Farhadi Ardavan, and Mark A. Jensen. 2016. Effects of photoperiod and stocking density on survival, growth and physiological responses of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Aquaculture Research*. 47(8):2518–2527 DOI: <https://doi.org/10.1111/are.12700> (in English).
2. Hutchings, R. W., and H. Villarreal. 1996. Biología cultivo de la langosta de agua dulce (red-claw) *Cherax quadricarinatus*. *Manual de Producción*. Navimar, Guayaquil, Ecuador. 400 (in Spanish).

3. Xiaodong, Li, and Dong Shuanglin, Lei Yanzhi, and Li. Yonghan. 2007. The effect of stocking density of Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* on rice and crab seed yields in rice–crab culture systems. *Aquaculture*. 273(4):487–493 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.028> (in English).
4. Naranjo-Páramo, José, Alfredo Hernandez-Llamas, and Humberto Villarreal. 2004. Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lined commercial nursery ponds. *Aquaculture*. 242:(1–4):197–206 DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1221379> (in English).
5. Romano, Nicholas, and Chaoshu Zeng. 2017. Cannibalism of decapod crustaceans and implications for their aquaculture: a review of its prevalence, influencing factors, and mitigating methods. *Reviews in Fisheries Science Aquaculture*. 25(1):42–69 DOI: <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1221379> (in English).
6. Imad Patrick Saoud, Joly Ghanawi, Kenneth R. Thompson, and Carl D. Webster. 2013. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society*. 44(1):1–29 DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12011> (in English).
7. Thomas Abeel, Jurgen Adriaen, Wouter Meeus, Walter Himpe, Adinda Sannen, and Stef Aerts. 2012. Establishing culture parameters for noble crayfish (*Astacus astacus*, L.) in recirculating aquaculture systems. KaHo Sint-Lieven (in English).
8. Khor Waiho, Muhamad Mustaqim, Hanafiah Fazhan, Wan Ibrahim Wan Norfaizza, Fadhlul Hazmi Megat, and Mhd Ikhwanuddin. 2015. Mating behaviour of the orange mud crab, *Scylla olivacea*: The effect of sex ratio and stocking density on mating success. *Aquaculture Reports*. 2:50–57 DOI:10.1016/j.aqrep.2015.08.004 (in English).

Одержано редколегією 11.06.2022 р.
Прийнято до друку 26.07.2022 р.