

УДК 595.384.1:575.2

Межжерин С. В.¹, Костюк В. С.², Жалай Е. И.¹

**СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ,
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ДИАГНОСТИКА
ШИРОКОПАЛОГО РАКА *ASTACUS ASTACUS* (LINNAEUS, 1758)
(DECAPODA: ASTACIDAE) В УКРАИНЕ**

¹ – Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины,
г. Киев; e-mail: mezh@izan.kiev.ua;

² – Житомирский государственный университет им. Ивана Франко,
г. Житомир, Украина

Ключевые слова: широкопалый рак, *Astacus astacus*, географическое распространение, аллозимы, морфометрия.

Широкопалый рак *Astacus astacus* (L., 1758) – обычный аборигенный вид семейства пресноводных раков Astacidae в Европе. Его ареал охватывает Южную (Балканы), Западную (от Франции) и Северную (Скандинавия) Европу. На территории бывшего СССР [2] он распространен по Северо-Западу России, Прибалтике, Беларуси и северо-западной части Украины вплоть до верхних притоков Южного Буга [1, 7]. В странах Западной Европы из-за того, что он вытесняется [11] инвазионным североамериканским сигнальным раком *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), взят под охрану. Сокращение распространения отмечается и в юго-восточной части ареала. В этом случае негативными факторами стали не только загрязнение и уменьшение проточности рек, но и, как считается, непосредственные взаимодействия с длиннопалым раком *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823, для которого экологическая ситуация, сложившаяся в Украине, оказалась вполне благоприятной. В частности, существует мнение [5], что непосредственной причиной сокращения восточных пределов ареала *A. astacus* явилась его гибридизация с более многочисленным *A. leptodactylus*.

Вследствие вышеприведенных причин широкопалый рак в Украине стал настолько редок, что по категории «уязвимый» он был внесен в последнее издание Красной книги. Считается [4], что за последние 30 лет в Украине достоверные находки этого вида отсутствуют. Значит, формально вид следует считать регионально вымершим. По другим данным [1] отдельные поселения этого вида на начало XXI ст. все же сохранились. Возникшее противоречие вполне может быть обусловлено не только дефицитом внимания к этому

вопросу, но и недостаточно проработанной диагностикой этих видов, дополнительная сложность которой вызвана еще и предположением об их гибридизации в природе [5]. Все эти обстоятельства делают вполне актуальным исследование широкопалого рака в Украине. В основе подобной работы должны лежать результаты применения генетических методов таксономической диагностики, акцентированные на разработку морфологических критериев разграничения этих видов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основой исследования послужили серии речных раков, собранные в северо-западной части Украины в местах возможного обитания широкопалого рака в течение 2007/09 гг. (табл. 1).

С каждого особи был взят 21 промер тела по схеме [10]: *CLL* – длина клешни, *CFL* – длина подвижного пальца; *LCP* – длина неподвижной части клешни, *CLW* – ширина клешни, *CLH* – высота клешни, *ROL* – длина рострума, *ROW* – ширина рострума, *HEL* – длина головной части карапакса, *HEW* – ширина передних краев карапакса, *ARL* – длина туловищной части карапакса, *CPW* – ширина карапакса, *CPH* – высота карапакса, *ARW* – расстояние между жаберно-сердечными бороздами, *CEW* – ширина задних краев карапакса, *CGW* – ширина карапакса по цервикальной борозде, *ABL* – длина абдомена, *ABW* – ширина абдомена, *ABH* – высота абдомена, *TEL* – длина тельсона, *TEW* – ширина тельсона, *TL* – общая длина тела.

Статистическая обработка морфологической изменчивости раков проведена с помощью пакета Statistica V.6.0.

Аллозимная изменчивость оценена по локусам диагностичным для этих двух видов [6, 8]. Электрофоретическая разгонка проведена в полиакриламидном геле и трис-ЭДТА-боратной рН 8,5 системе буферов [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Аллозимный анализ. По особенностям внешнего вида клешней, традиционно считающихся [3] основным диагностическим признаком для представителей этого рода, исследованная совокупность выборок была предварительно разделена на две группы: особей одной из них следует считать принадлежащими к длиннопалому раку *A. leptodactylus*, а второй — к широкопалому *A. astacus*. К последним были отнесены только три выборки (табл. 1): из ручья, являющегося притоком р. Иквы (Кременецкий р-н, Тернопольская обл., бассейн р. Припять) и две выборки Закарпатья.

Таблица 1. Местонахождение, широта (Lat), долгота (Lon) и объемы выборок

Вид	Местонахождение	Lat	Lon	N
<i>A. leptodactylus</i>	Бродовский р-н., пгт. Подкамень (пруд)	49.94689	25.33211	10
	Золочевский р-н., г. Золочев (пруд)	49.82387	24.88056	12
	Шумский р-н., с. Малые Загайцы (пруд)	50.01326	26.03056	21
	Кременецкий р-н., с. Катериновка (пруд)	49.99980	25.87460	14
	Кременецкий р-н., с. Иква (пруд)	50.13059	25.66501	17
	Кременецкий р-н., с. Бережцы (пруд)	50.10880	25.63917	4
	Бучацкий р-н., с. Барыш (пруд)	49.04259	25.27491	9
	Тлумачцкий р-н., с. Исаков (ручей)	48.81184	25.23079	4
	Долинский р-н, г. Долина (пруд)	48.97740	23.98616	15
	Галицкий р-н., с. Дубовцы (пруд)	49.08016	24.79717	19
	Калушский р-н., г. Бурштын (вдхр.)	49.23032	24.67375	26
	Дубновский р-н., с. Шепетин (пруд)	50.18987	25.74144	11
	Костопольский р-н., с. Збуж (р. Горынь)	50.98210	26.32479	14
	г. Луцк (р. Стырь)	50.72026	25.36348	20
	Камень-Кашырский р-н., с. Грудки (пруд)	51.67584	24.92884	7
	Ковельский р-н., с. Гишин (ручей)	51.29660	24.77005	3
	Шацкий р-н., оз. Соминец	51.52541	23.89973	15
	Славутский р-н., г. Нетешын (пруд)	50.32519	26.65815	6
	Славутский р-н., г. Нетешын (вдхр.)	50.29877	26.58485	6
	Новоград-Волынский р-н, с. Большая Горбаша (пруд)	50.44711	27.42430	6
	г. Коростень (р. Уж)	50.94988	28.65732	8
	Овручский р-н., с. Антоновичи (пруд)	51.37481	28.32146	10
	Барановский р-н., пгт. Довбыш (пруд)	50.36884	28.00153	8
	Володар-Волынский р-н., с. Давидовка (р. Ирша)	50.53018	28.41356	9
	Красноармейский р-н., с. Сколобов (ручей)	50.50797	28.31155	10
	Любарский р-н., с. Борушковцы (р. Деревичка)	49.97226	27.64572	10
	Романовский р-н., пгт. Мирополь (р. Случ)	50.12421	27.67834	10
	Андрушовский р-н., с. Загребля (р. Гуйва)	49.99549	29.05480	10
Радомышльский р-н, г. Радомышль (р. Мика)	50.49366	29.24612	10	
Житомирский р-н., с. Корчак (р. Тетерев)	50.20921	28.48729	9	
г. Житомир (р. Тетерев)	50.23941	28.67704	22	
<i>A. astacus</i>	Кременецкий р-н., с. Лишня, ручей	50.18512	25.79847	6
	Межгорский р-н., с. Колочава	48.43629	23.74214	8
	Межгорский р-н., озеро Синевир	48.61701	23.68350	8

Проверка этих предварительных определений была осуществлена аллозимами, которые однозначно подтвердили предварительный анализ. Для сравниваемых видов характерны фиксации альтернативных аллелей по локусам *Ldh-A*, *Ldh-B*, *Es-1*, *Es-2*, *Alb* (табл. 2). Подобный набор ранее был отмечен и другими исследователями [6, 8], как диагностический для этой пары видов.

Таблица 2. Набор изменчивых аллозимов для двух видов раков в фауне Украины

Локусы	Аллели	<i>A. astacus</i>	<i>A. leptodactylus</i>
<i>Aat-1</i>	85		X
	100	X	X
<i>Aat-2</i>	100	X	X
	-100*		X
<i>Alb</i>	85	X	
	100		X
<i>Es-1</i>	100		X
	105	X	X
<i>Es-2</i>	100		X
	105		X
	110	X	
<i>Es-3</i>	90	X	
	100		X
<i>Ldh-1</i>	100		X
	125	X	
<i>Ldh-2</i>	125		X
	100	X	

Примечания: Локусы: *Idh-1*, *Idh -2*, *Mdh-1*, *Mdh -2*, *Me-1*, *Pt-1*, *Pt -2*, *Pt -3*, *Pgdh*, *Sod-1*, *Xdh* при данных условиях электрофореза оказались мономорфными.

* Миграция продуктов этого локуса – к катоду.

Таким образом, характер распределения аллозимов четко доказывает присутствие в фауне Украине широкопалого рака (рис. 1), в частности относительную его обычность в предгорном Закарпатье и его спорадичное присутствие на Подольской возвышенности в равнинных небольших речках с подходящими для этого вида условиями: быстрым течением, плотным глинистым дном и чистой водой.

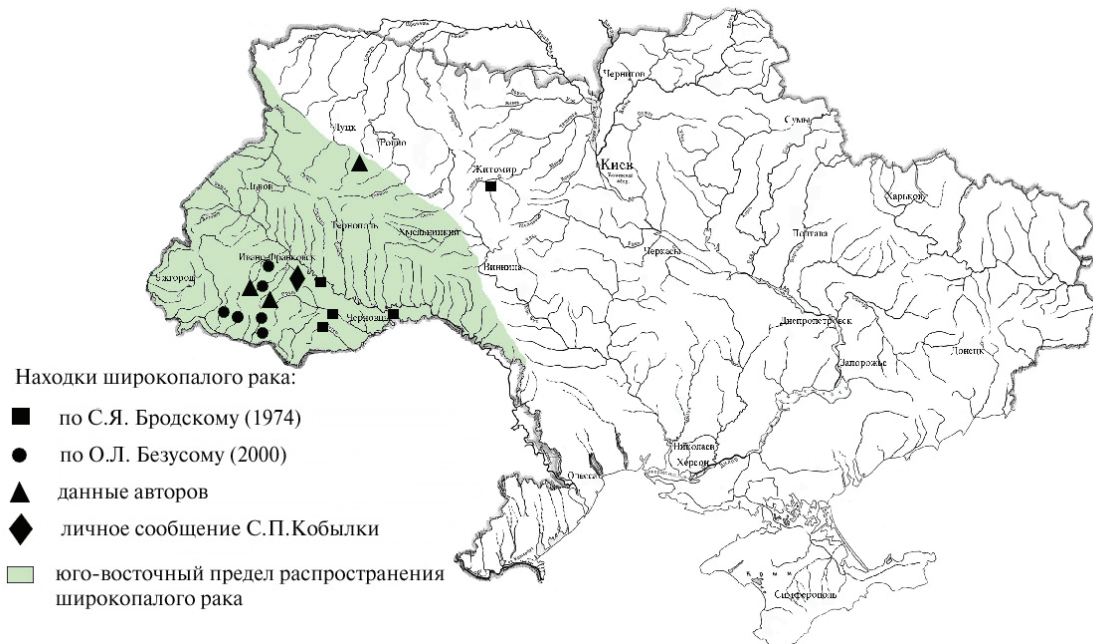


Рис. 1. Места находок широкопалого рака *Astacus astacus* в Украине разными исследователями и юго-восточная граница ареала [7].

Морфометрия. Проведенный дисперсионный анализ индексов, полученных в результате приведенных выше промеров, показывает (табл. 3), что исследованные виды раков друг от друга отличаются как абсолютными размерами, так и целым рядом пропорций. При этом особо выдающиеся различия показывают два признака: длина тела и относительная ширина рострума. Однако даже по этим признакам невозможно осуществить 100 % диагностику отдельных особей, поскольку значения этих признаков у двух видов раков существенно перекрываются (табл. 3). Хотя наибольшую ценность в этом отношении имеют два признака: максимальная длина тела (особи широкопалого рака явно мельче), а также относительная ширина рострума (значения этого признака выше у *A. astacus*).

Использование всего комплекса признаков при дискриминантном анализе дают высокую степень различий между этими видами: 100 % для *A. leptodactylus* и 98 % для *A. astacus*, что свидетельствует о достаточно надежном общем хиатусе во внешней морфологии этих двух видов. Анализ распределения отдельных особей широкопалого и длиннопалого раков в пространстве главных компонент (рис. 2) также подтверждает небольшую трансгрессию по второй компоненте, разделяющей эти виды, тогда как по первой основные различия приходятся на особей, что свидетельствует о морфологической неоднородности *A. leptodactylus*.

Таблица 3. Средние значения (M), стандартная ошибка (m), пределы изменчивости (Min–Max) и показатели дисперсионного анализа (F, p) ряда наиболее отличных морфометрических признаков двух видов пресноводных раков

Признаки	<i>A. leptodactylus</i> (n = 286)				<i>A. astacus</i> (n = 22)				F	p
	M	m	Min	Max	M	m	Min	Max		
TL, мм	106,2	0,70	78	144	74,5	2,37	55	91	146,6	0,000...
CLF/CLL, %	59,7	0,14	50,0	78,3	58,3	0,52	53,8	63,3	6,56	0,01
CLH/CLL, %	19,2	0,11	13,8	24,3	20,5	0,07	15,8	26,9	10,5	0,001
CLW/CLL, %	38,7	0,21	28,3	52,8	41,0	0,76	35,7	47,8	9,4	0,002
ROL/TL, %	13,9	0,05	11,8	16,7	13,2	0,19	11,8	15,4	15,1	0,0001
HEL/TL, %	19,3	0,06	17,2	25,0	20,4	0,2	18,8	21,6	27,3	0,000...
ARL/TL, %	16,6	0,04	15,0	18,4	15,4	0,16	14,3	17,1	54,8	0,000...
ARW/TL, %	6,2	0,03	4,4	7,9	7,2	0,16	5,6	8,6	69,8	0,000...
CPW/TL, %	25,7	0,08	23,5	36,7	24,8	0,24	22,6	26,7	10,3	0,0015
CGW/TL, %	19,5	0,05	16,7	22,1	20,5	0,19	18,8	22,1	25,1	0,000001
ROW/TL, %	9,3	0,03	7,7	10,9	11,2	0,14	9,7	12,3	281,7	0,000...
HEW/TL, %	15,0	0,04	13,0	16,8	15,5	0,14	14,3	16,9	8,81	0,0032
CPH/TL, %	20,9	0,05	18,2	24,4	20,3	0,25	18,1	22,4	10,3	0,0014
ABH/TL, %	11,2	0,05	9,1	13,6	11,8	0,17	9,4	13,2	13,4	0,0003

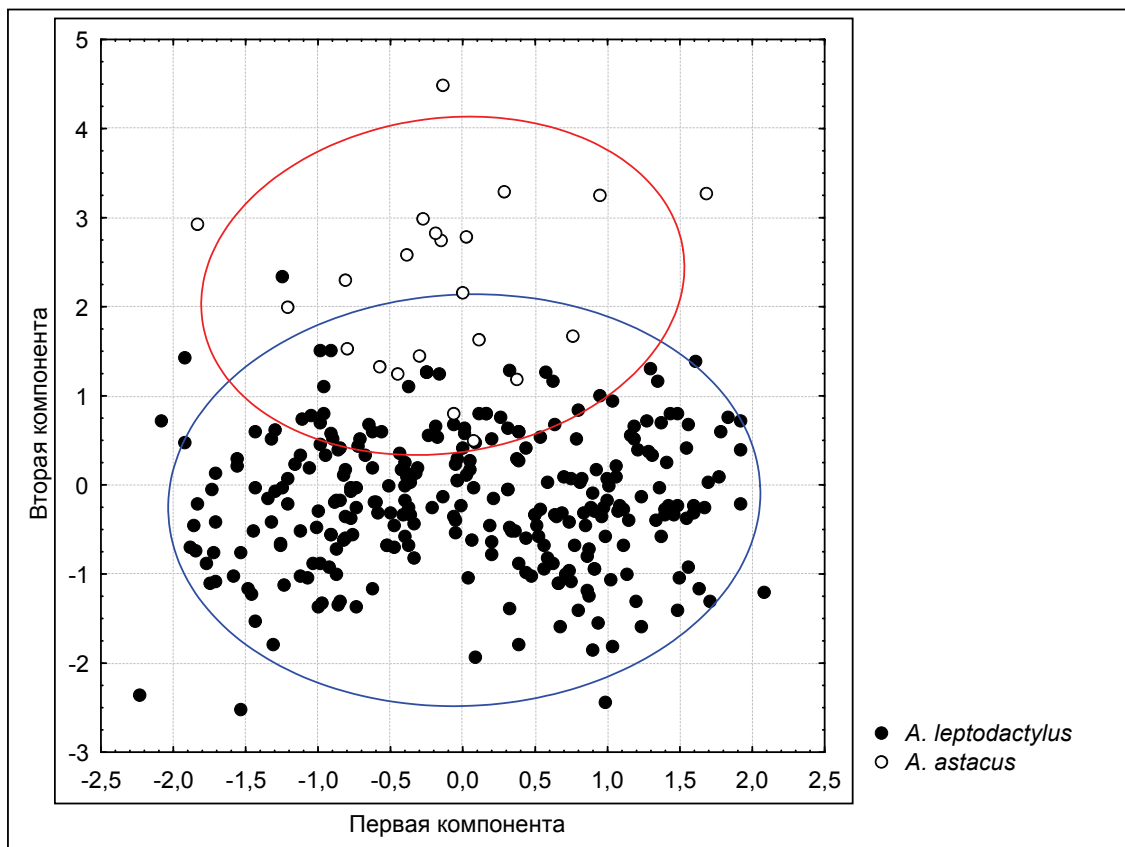


Рис. 2. Распределение особей длиннопалого *A. leptodactylus* и широкопалого *A. astacus* раков в пространстве первых двух главных компонент, построенных по 23 индексам тела.

Изменчивость индексов CLL/TL, TEL/TL, TEW/TL у сравниваемых видов не отличается, а различия изменчивости по LCP/CLL, ABL/TL, ABW/TL CEW/TL находятся на нижнем уровне достоверности ($p < 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование показывает, что в настоящее время в пределах Украины наряду с массовым длиннопалым раком *A. leptodactylus* присутствует и явно немногочисленный широкопалый рак *A. astacus*. Этот результат подтверждается как анализом морфологических признаков, так и генетическим маркированием с помощью аллозимов.

2. В настоящее время ареал широкопалого рака в основном приурочен к предгорным районам Карпат. До самого последнего времени он встречался и в отдельных местах Подольской возвышенности, хотя здесь состояние его популяций нельзя считать благополучным – вид в равнинных областях Украины исчезает.

3. Очевидно, что надежными признаками, разделяющими особей этих видов, следует считать форму клешней, размеры тела и относительную ширину рострума. Все эти признаки в комплексе позволяют без проблем провести диагностику даже единичных особей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безусий О.Л. Нові дані про поширення *Astacus astacus* та інших річкових раків в Україні // Вестник зоол. – 2000. – N. 14. – С. 34–36.
2. Бириштейн Я.А., Виноградов Л.Г. Пресноводные *Decapoda* СССР и их географическое распространение // Зоол. журн. – 1934. – Т. 13. – Вып. 1. – С. 39–70.
3. Бродський С.Я. Речные раки (*Crustacea, Astacidae*) Советского Союза. Сообщение 3. Распространение речных раков рода *Astacus*, *Cambaroides* и *Austropotamobius* // Вестник зоол. – 1974. – N. 6. – С. 48–54.
4. Довгаль І.В. Широкопалый рак *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) // Червона книга України. Тваринний світ. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 42.
5. Цукерзис Я.М. Биология широкопалого рака. – Вильнюс: Минтис, 1970. – 204 с.
6. Agerberg A. Genetic variation in three species of freshwater crayfishes: *Astacus astacus* L., *Astacys leptodactylus* Aesch. and *Pacifastacus leniusculus* (Dana) revealed by isozyme electrophoresis // Hereditas. – 1990. – V. 113. – P. 101–108.
7. Atlas of Crayfish in Europe / Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noël P.Y., Reynolds J.D., Hafner P. (Eds.). – Paris: Muséum national d’Histoire naturelle (Patrimoines naturels). – 2006. – 64 p.
8. Attard J., Pasteur N. Variabilite et differenciation genetiques chez cinq especes d’ecrevisses Astacidae // Biochem. Syst. Ecol. – 1984. – V. 12, N. 1. – P. 108–117.

9. Peacock F. C., Bunting S. L., Queen K. G. Serum protein electrophoresis in acrilamyl gel: patterns from normal human subjects // Science. – 1965. – V. 147. – P. 1451–1455.

10. Sint D., Dalla Via J., Füreder L. Phenotypical characterization of indigenous freshwater crayfish populations // J. Zool. – 2007. – V. 273. Is. 2. – P. 210–219.

11. Westman K., Savolainen R., Julkunen M. Replacement of the native crayfish *Astacus astacus* by the introduced species *Pacifastacus leniusculus* in a small, enclosed Finish lake: a 30-year study // Ecology. – 2002. – V. 25 – P. 53–73.

Межжерин С. В., Костюк В. С.

**СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ,
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ДИАГНОСТИКА
ШИРОКОПАЛОГО РАКА *ASTACUS ASTACUS* (LINNAEUS, 1758)
(DECAPODA: ASTACIDAE) В УКРАИНЕ.**

Ключевые слова: широкопалый рак, *Astacus astacus*, географическое распространение, аллозимы, морфометрия.

Исследование популяций пресноводных раков северо-востока Украины, проведенное путем анализа аллозимов и морфометрии, доказало, что в Украине, наряду с обычным раком длиннопалым *Astacus leptodactylus* сохранился исчезающий европейский вид рак широкопалый *A. astacus*. Местом его стабильного существования являются предгорные реки и озера Карпат. Редкие изолированные поселения этого вида до недавнего времени встречались и на Подольской возвышенности. В работе приводится набор диагностических аллозимов и морфологических признаков, позволяющих различить эти два вида.

Mezhzherin S. V., Kostyuk V. S.

**CURRENT DISTRIBUTION, MORPHOLOGICAL VARIABILITY
AND DIAGNOSTICS OF NOBLE CRAYFISH *ASTACUS ASTACUS*
(LINNAEUS, 1758) (DECAPODA: ASTACIDAE) IN UKRAINE.**

Keywords: noble crayfish, *Astacus astacus*, geographic distribution, allozymes, morphometry.

The study of freshwater crayfishes populations of north-western Ukraine conducted by means of allozymes analysis and morphometry shows that in Ukraine, along with the usual arrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus*, dwells noble crayfish *A. astacus*, an endangered European species. The Carpathian foothill rivers and lakes are its permanent habitat. Rare isolated populations of this species have been found in the area of the Podolsk Upland. The paper contains a set of diagnostic allozymes and morphological characters that allow distinguishing between the two crayfish species.