

УДК 630*164.7:581.15:582.52(470.67)

**МЕЖПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ПЛОДА
ОХРАНЯЕМОГО ВИДА ДАГЕСТАНА – SMILAX EXCELSA L.**^{1,2}Алиев Х.У.¹ФГБУН «Горный ботанический сад» ДНЦ РАН, Махачкала, e-mail: alievxu@mail.ru;²ФГБУ «Сочинский национальный парк», Сочи

В статье рассматриваются вопросы изучения изменчивости признаков плода, собранных у 20 особей *Smilax excelsa* L. из двух изолированных популяций в Дагестане, до сих пор не затронутых специальными исследованиями. С применением современных статистических методов для изучения внутри- и межпопуляционной изменчивости морфологических признаков плода *S. excelsa* выявлена географическая обособленность двух изученных популяций, что подтверждается результатами t-критерия Стьюдента, показавшими высокий уровень достоверности различий всех учтенных признаков плода. Наибольший вклад в межпопуляционную изменчивость вносят признаки: «масса самого крупного семени» – 65,7% и «масса семян» – 48,8%, которые можно считать индикаторными, отражающими степень влияния экологических факторов среды и использовать как фенотический показатель в системе «генотип – среда». Выявлено увеличение значений всех учтенных морфологических признаков плода, кроме признака «количество семян в плоде» у популяции из окр. пос. Шушановка, произрастающей в более суровых климатических условиях. Вероятно, это связано с тенденцией большей затраты энергии особями на потомство, увеличивая при этом размерные и весовые признаки и уменьшая количество семян при экстремальных для вида условиях. Корреляционный анализ выявил достоверные положительные связи почти у всех пар признаков плода, кроме пары «масса самого крупного семени» с «количеством семян в плоде», для которой характерна достоверная отрицательная связь. Наиболее высокие связи прослеживаются у признака «масса плода» со всеми остальными изученными признаками плода, что говорит о близких к функциональным взаимозависимостях. Результаты могут быть использованы при переиздании Красной книги Дагестана и в популяционно-экологических исследованиях.

Ключевые слова: охраняемый вид, Дагестан, *Smilax excelsa* L., изменчивость, морфологические признаки, плод, семена, корреляция

**INTERPOPULATION VARIABILITY OF THE FRUIT CHARACTERISTICS
OF DAGESTAN PROTECTED SPECIES – SMILAX EXCELSA L.**^{1,2}Aliev Kh.U.¹Mountain Botanical Garden of DSC of RAS, Makhachkala, e-mail: alievxu@mail.ru;²Sochi National Park, Sochi

The article deals with the study of the variability of the fruit features collected from 20 *Smilax excelsa* L. from two isolated populations in Dagestan, which have not yet been touched by special studies. Using modern statistical methods to study the intra- and interpopulation variability of the morphological features of the *S. excelsa* fruit, the geographical isolation of the two populations studied was revealed, which is confirmed by the results of Student's t-test, which showed a high level of reliability of differences in all the considered signs of the fruit. The greatest contribution to interpopulation variability is made by the characteristics: «the mass of the largest seed» – 65.7% and «the mass of seeds» – 48.8%, which can be considered indicator, reflecting the degree of influence of environmental factors of the environment and used as a phenetic indicator in the system «genotype -environment». An increase in the values of all the observed morphological features of the fruit was revealed, in addition to the «number of seeds in the fruit» attribute in the population from the surrounding area of village Shushanovka, which grows in more severe climatic conditions. Probably, this is due to the tendency of greater energy expenditure by individuals on offspring, while increasing the size and weight attributes and decreasing the number of seeds under conditions that are extreme for the species. Correlation analysis revealed reliable positive relationships in almost all pairs of features of the fruit, except for the pair «the mass of the largest seed» with «the number of seeds in the fruit», for which a reliable negative relationship is characteristic. The highest connection can be traced from the characteristic «fruit weight» with the rest of the studied fruit characteristics that tells about close to functional interdependencies. The highest connections can be traced in the characteristic «mass of the fruit» with all other studied characteristics of the fruit, which indicates close to functional interdependencies. The results can be used in the re-issue of the Red Data Book of Dagestan and in population-ecological studies.

Keywords: protected species, Dagestan, *Smilax excelsa* L., variability, morphological feature, fruit, seeds, correlation

Изучение структуры морфологических и количественных признаков у видов из природных популяций является важным этапом выявления генофонда и восприятия происходящих в них микроэволюционных процессов. При этом анализ межпопуляционной изменчивости дает возможность установить долю влияния условий на эти

процессы, связанные с изоляцией и разнообразием эколого-географических факторов [1]. В Дагестане популяционно-экологические аспекты произрастания и структура изменчивости морфологических признаков плода редкого и охраняемого вида – *Smilax excelsa* L. до сих пор остаются не затронутыми специальными исследованиями.

Таблица 1

Статистические параметры количественных признаков плода *S. excelsa*
окр. с. Приморское (Приморская низменность)

Выборка	Масса плода, г	Количество семян в плоде, шт	Масса семян, г	Масса самого крупного семени, г	Диаметр плода, см	Высота плода, см
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, CV, %					
1	0,579 ± 0,0118 11,2	2,8 ± 0,09 18,2	0,123 ± 0,0035 15,7	0,048 ± 0,0010 11,5	0,98 ± 0,034 8,6	0,85 ± 0,011 7,1
2	0,563 ± 0,0111 10,8	2,9 ± 0,06 12,1	0,115 ± 0,0056 26,6	0,046 ± 0,0009 10,5	0,91 ± 0,014 18,9	0,79 ± 0,018 12,5
3	0,529 ± 0,0106 10,9	2,5 ± 0,09 20,3	0,108 ± 0,0036 18,3	0,047 ± 0,0014 16,5	0,98 ± 0,022 12,3	0,90 ± 0,007 6,4
4	0,324 ± 0,0098 16,6	2,6 ± 0,09 19,2	0,089 ± 0,0031 19,2	0,038 ± 0,0011 15,7	0,88 ± 0,012 7,4	0,78 ± 0,0011 4,8
5	0,497 ± 0,0143 15,2	2,7 ± 0,10 20,5	0,132 ± 0,0049 20,1	0,053 ± 0,0010 10,5	1,27 ± 0,052 22,5	0,90 ± 0,015 9,4
6	0,464 ± 0,0083 9,7	2,7 ± 0,085 17,3	0,105 ± 0,0030 15,8	0,043 ± 0,0009 10,9	1,11 ± 0,043 21,1	0,91 ± 0,008 5,0
7	0,394 ± 0,0107 14,9	2,5 ± 0,09 20,0	0,128 ± 0,0043 18,2	0,055 ± 0,0011 10,7	0,94 ± 0,014 8,4	0,79 ± 0,008 5,8
8	0,544 ± 0,0109 10,9	3,0 ± 0,08 13,9	0,153 ± 0,0034 12,4	0,055 ± 0,0009 8,7	1,43 ± 0,054 20,7	0,86 ± 0,005 3,0
9	0,648 ± 0,0135 11,4	2,8 ± 0,09 17,3	0,169 ± 0,0041 13,3	0,066 ± 0,0015 12,7	1,59 ± 0,044 15,0	1,11 ± 0,043 21,4
10	0,372 ± 0,0123 18,2	2,4 ± 0,11 25,7	0,089 ± 0,0041 25,6	0,042 ± 0,0011 14,5	0,91 ± 0,012 7,4	0,82 ± 0,008 5,1
Всего	0,491 ± 0,0066 23,4	2,7 ± 0,03 19,1	0,121 ± 0,0019 27,2	0,049 ± 0,0006 19,8	1,10 ± 0,017 27,3	0,87 ± 0,008 15,1

Цель исследований заключалась в анализе структуры внутри- и межпопуляционной изменчивости морфологических признаков плода двух изолированных популяций *S. excelsa* Дагестана, необходимом для выявления основных трендов в изменчивости.

Редкий и охраняемый вид *S. excelsa* на территории Дагестана произрастает в двух изолированных участках в составе внеярусной растительности и под пологом смешанных широколиственных лесов Терско-Сулакской и Приморской низменностей. Основной ареал исследуемого вида в республике сосредоточен в пределах Самурского реликтового лианового леса. Небольшими островками подобные лесные участки сохранились вдоль всей Приморской низменности, доходя до пос. Новый Каякент. Из-за высокой антропогенной нагрузки лесные участки по направлению к северу от указанной точки, протяженностью 150 км уже сведены и *S. excelsa* в настоящее время не произрастает. Вновь *S. excelsa* появляется в низменных лесах окр. с. Шушановка в Кизилюртовском районе.

Сбор материала для выявления внутри- и межпопуляционной изменчивости морфологических признаков плода проводился в двух природных популяциях *S. excelsa*: в окр. с. Приморское Магарамкентского района и в окрестностях с. Шушановка Кизилюртовского района. Всего для измерения с каждой популяции было использовано по 30 плодов с 10 особей. Учитывались следующие весовые и размерные признаки плода: масса плода, количество семян в плоде, масса семян, масса самого крупного семени, диаметр плода и высота плода. Анализ изменчивости признаков проводился с применением современных методов статистической обработки данных на лицензионной системе Statistica v. 5.5 [2, 3].

В табл. 1 приведены статистические параметры учтенных признаков плода *S. excelsa* приморской популяции, где видно, что наибольшая изменчивость на общепопуляционном уровне, относящаяся по шкале уровней изменчивости [4] к повышенной, характерна для признаков «масса плода», «масса семян» и «диаметр плода» (23,4%,

27,2% и 27,3% соответственно). Это подтверждается довольно высокими колебаниями средних значений изученных признаков. Так, на межиндивидуальном уровне средние значения признака «масса плода» колеблются от 0,324 г до 0,648 г. У признака «масса семян» значения колеблются от 0,089 г до 0,169 г. По большинству признаков плода общепопуляционные коэффициенты вариации выше, чем индивидуальные, что является косвенным показателем высокой межиндивидуальной изменчивости.

Проведенный корреляционный анализ у приморской популяции (табл. 2) выявил

статистическую достоверность связей между всеми изученными признаками плода *S. excelsa*.

Достоверная положительная корреляция наблюдается по всем парам признаков, кроме пары «масса самого крупного семени» и «количества семян в плоде», для которой характерна отрицательная корреляция. Наиболее высокие связи по шкале Чеддока [5] наблюдаются у признака «масса плода» со всеми остальными признаками и у пары признаков «масса семян» с «масса самого крупного семени» – 0,63 и с «диаметр плода» – 0,68.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции для признаков плода *S. excelsa* окр. с. Приморское

Признаки	Масса плода, г	Количество семян в плоде, шт.	Масса семян, г	Масса самого крупного семени, г	Диаметр плода, см	Высота плода, см
Масса плода, г	1,00					
Колич-во семян в плоде, шт.	0,53*	1,00				
Масса семян, г	0,75*	0,58*	1,00			
Масса сам. крупн. семени, г	0,46*	-0,16*	0,63*	1,00		
Диаметр плода, см	0,59*	0,34*	0,68*	0,53*	1,00	
Высота плода, см	0,55*	0,17*	0,47*	0,42*	0,55*	1,00

Примечание. * – уровень достоверности $P < 0,05$.

Таблица 3

Статистические параметры количественных признаков плода *S. excelsa* окр. с. Шушановка (Терско-Сулакская низменность)

Выборка	Масса плода, г	Количество семян в плоде, шт.	Масса семян, г	Масса самого крупного семени, г	Диаметр плода, см	Высота плода, см
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, CV, %					
1	0,553 ± 0,0260 25,7	2,7 ± 0,10 19,8	0,209 ± 0,0100 26,2	0,085 ± 0,0028 18,1	1,05 ± 0,012 6,3	0,96 ± 0,009 5,3
2	0,662 ± 0,0179 14,8	2,4 ± 0,10 23,4	0,247 ± 0,0092 20,4	0,111 ± 0,0018 9,1	1,09 ± 0,009 4,5	1,04 ± 0,007 3,9
3	0,637 ± 0,0151 13,0	2,7 ± 0,10 19,8	0,225 ± 0,0063 15,4	0,091 ± 0,0022 12,9	1,07 ± 0,007 3,6	1,01 ± 0,008 4,2
4	0,533 ± 0,0230 23,6	2,3 ± 0,12 28,2	0,204 ± 0,0120 32,3	0,095 ± 0,0029 16,6	1,04 ± 0,013 6,9	0,99 ± 0,0011 6,2
5	0,511 ± 0,0182 19,5	2,7 ± 0,10 19,8	0,212 ± 0,0099 25,5	0,087 ± 0,0034 21,4	1,00 ± 0,011 5,7	0,94 ± 0,011 6,2
6	0,425 ± 0,0162 20,9	2,6 ± 0,09 19,2	0,179 ± 0,0086 26,4	0,074 ± 0,0024 17,5	0,95 ± 0,011 6,6	0,91 ± 0,010 6,2
7	0,404 ± 0,0140 19,0	2,3 ± 0,10 23,3	0,140 ± 0,0060 23,4	0,067 ± 0,0019 15,2	0,94 ± 0,011 6,1	0,91 ± 0,009 5,3
8	0,400 ± 0,0118 16,2	2,3 ± 0,10 23,0	0,127 ± 0,0056 24,1	0,062 ± 0,0023 20,8	0,93 ± 0,010 5,9	0,89 ± 0,008 4,8
9	0,467 ± 0,0122 14,3	2,8 ± 0,09 18,2	0,156 ± 0,0058 20,2	0,062 ± 0,0020 18,1	0,97 ± 0,009 4,9	0,97 ± 0,007 3,7
10	0,542 ± 0,0129 13,0	2,6 ± 0,09 19,2	0,189 ± 0,0063 18,3	0,080 ± 0,0020 13,4	1,03 ± 0,008 4,3	0,96 ± 0,006 3,4
Всего	0,514 ± 0,0074 24,8	2,5 ± 0,03 22,2	0,189 ± 0,0033 30,6	0,081 ± 0,0011 24,4	1,01 ± 0,005 7,7	0,96 ± 0,004 6,8

Таблица 4

Коэффициенты корреляции для признаков плода *S. excelsa* окр. с. Шушановка

Признаки	Масса плода, г	Количество семян в плоде, шт.	Масса семян, г	Масса самого крупного семени, г	Диаметр плода, см	Высота плода, см
Масса плода, г	1,00					
Колич-во семян в плоде, шт.	0,52*	1,00				
Масса семян, г	0,92*	0,59*	1,00			
Масса сам. крупн. семени, г	0,66*	-0,14*	0,68*	1,00		
Диаметр плода, см	0,95*	0,46*	0,88*	0,68*	1,00	
Высота плода, см	0,91*	0,45*	0,82*	0,60*	0,90*	1,00

Примечание. * – уровень достоверности $P < 0,05$.

Таблица 5

Межпопуляционная изменчивость количественных признаков плода и t-критерий Стьюдента двух популяций *S. excelsa* в Дагестане

Выборка	Масса плода, г	Количество семян в плоде, шт.	Масса семян, г	Масса самого крупного семени, г	Диаметр плода, см	Высота плода, см
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$, CV, %					
Самур	0,491 ± 0,0066 23,4	2,7 ± 0,03 19,1	0,121 ± 0,0019 27,2	0,049 ± 0,0006 19,8	1,10 ± 0,017 27,3	0,87 ± 0,008 15,1
Шушановка	0,514 ± 0,0074 24,8	2,5 ± 0,03 22,2	0,189 ± 0,0033 30,6	0,081 ± 0,0011 24,4	1,01 ± 0,005 7,7	0,96 ± 0,004 6,8
t-критерий	2,2*	3,4***	17,7***	25,1***	5,1***	10,2***

Примечание. n = 30 Уровень достоверности по t-критерию – * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Статистические параметры признаков плода популяции *S. excelsa* из окр. с. Шушановка приведены в табл. 3. В отличие от приморской популяции, здесь наблюдаются некоторые расхождения по уровню изменчивости признаков. Наибольшая изменчивость характерна для признака «масса семян», где общепопуляционное значение достигает 30,6%. Признаки «количество семян», «масса плода» и «масса самого крупного семени», также имеют повышенный уровень – 22,2, 24,8 и 24,4%, соответственно. Наиболее стабильными являются размерные признаки: «диаметр плода», характеризующийся низким уровнем (7,7%), и «высота плода» – очень низким (6,8%).

Результаты корреляционного анализа (табл. 4) показывают достоверную положительную корреляцию по всем парам признаков, кроме пары «масса самого крупного семени» и «количество семян в плоде», так же как и у приморской популяции функционально независим друг от друга. Весьма высокая связь наблюдается у пар признаков «масса плода» с признаками «масса се-

мян» – 0,92, «диаметр плода» – 0,95 и «высота плода» – 0,91, а также между парой «высота плода» и «диаметр плода» – 0,90.

В табл. 5 приведены статистические параметры признаков межпопуляционной изменчивости. Видно, что почти все значения признаков выше у популяции окр. с. Шушановка, кроме – «количество семян в плоде».

Хотя существенных различий средних значений у признака «масса плода» не наблюдается, значительные различия проявляются у признаков «масса семян» и «масса самого крупного семени». Вероятно, это связано с условиями произрастания этих популяций. Шушановская популяция произрастает в более суровых условиях, чем приморская, расположенная на границе субтропического и умеренного поясов. Следовательно, особи популяции из окрестностей с. Шушановка тратят больше энергии на потомство, увеличивая при этом размеры и уменьшая количество семян. Степень различий между двумя популяциями был рассчитан с использованием t-критерия Стьюдента. Наблюдается высокий уровень достоверности различий

показателей у всех учтенных признаков. Наибольшие значения наблюдаются у признаков «масса семян» – 17,7 и «масса самого крупного семени» – 25,1. Меньше всего – у признака «масса плода» – 2,2.

Обобщенные показатели коэффициента корреляции двух популяций *S. excelsa* приведены в табл. 6. Так же как на внутривидовом уровне, высокие связи прослеживаются у признаков «масса плода» со всеми признаками и между парой признаков «масса семян» и «масса самого крупного семени» – 0,80, свидетельствующих о близких к функциональным взаимозависимостям. Отрицательная связь прослеживается у пары «масса самого крупного семени» и «количество семян в плоде» – 0,19.

Значительные колебания в достоверности различий по комплексу изученных количественных признаков, как внутри-, так

и на межпопуляционном уровнях, просматриваются по итогам двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 7).

Наибольший вклад во внутривидовую изменчивость вносят признаки «диаметр плода» – 61,5%, «масса плода» – 58,7% и «высота плода» – 39,6%, которые на межпопуляционном уровне или вообще не влияют – признак «масса плода» (0%), или вносят незначительную долю – «диаметр плода» (1,9%). Что касается межпопуляционного уровня, здесь наибольший вклад в изменчивость вносят признаки «масса самого крупного семени» – 65,7% и «масса семян» – 48,8%. Эти признаки можно считать индикаторными, отражающими степень влияния экологических факторов среды, и использовать как фенетический показатель в системе «генотип – среда».

Таблица 6

Коэффициенты корреляции для признаков плода *S. excelsa* двух популяций

Признаки	Масса плода, г	Количество семян в плоде, шт.	Масса семян, г	Масса самого крупного семени, г	Диаметр плода, см	Высота плода, см
Масса плода, г	1,00					
Колич-во семян в плоде, шт.	0,51*	1,00				
Масса семян, г	0,73*	0,38*	1,00			
Масса сам. крупн. семени, г	0,47*	-0,19*	0,80*	1,00		
Диаметр плода, см	0,52*	0,32*	0,29*	0,11*	1,00	
Высота плода, см	0,61*	0,18*	0,62*	0,54*	0,44*	1,00

Примечание. * – уровень достоверности $P < 0,05$.

Таблица 7

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа для признаков плода *S. excelsa* двух популяций

Признаки	Факторы	df	MS фактора	Df остаточное	MS остаточное	F-критерий	$h^2, \%$
Масса плода	Популяция	1	0,07	18	0,28	0,26	0,0
	Выборка	18	0,28	580	0,01	43,59***	58,7
Количество семян в плоде	Популяция	1	3,38	18	1,02	3,30	2,6
	Выборка	18	1,02	580	0,27	3,82***	8,4
Масса семян	Популяция	1	0,69	18	0,03	21,35***	48,8
	Выборка	18	0,03	580	0,001	25,51***	23,0
Масса самого крупного семени	Популяция	1	0,15	18	0,01	32,62***	65,7
	Выборка	18	0,01	580	0,0001	44,53***	20,3
Диаметр плода	Популяция	1	1,27	18	0,98	1,30	1,9
	Выборка	18	0,98	580	0,02	51,28***	61,5
Высота плода	Популяция	1	1,13	18	0,18	6,36*	21,9
	Выборка	18	0,18	580	0,01	31,84***	39,6

Примечание. $h^2, \%$ – сила влияния фактора, *** – достоверность различий на $p < 0,001$.

Дискриминантный анализ показал, что наибольший вклад в изменчивость вносят признаки: «масса плода» – 224,52, «масса семян» – 157,58 и «масса самого крупного семени» – 99,87. Малоинформативным оказался признак «количество семян в плоде» – 8,71 (табл. 8).

Таблица 8

Итоги дискриминантного анализа показателей признаков плода *S. excelsa* двух популяций

Признаки	F-критерий
В модели	
Масса плода	224,52***
Масса семян	157,58***
Масса самого крупного семени	99,87***
Диаметр плода	85,44***
Высота плода	75,48***
Не в модели	
Количество семян в плоде	8,71**

Примечание. Уровень достоверности: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

Заключение

1. На основе изучения внутри- и межпопуляционной изменчивости морфологических признаков плода изолированных популяций *S. excelsa* Дагестана доказана их географическая обособленность, подтвержденная результатами t-критерия Стьюдента, которые показали высокий уровень достоверности различий у всех учетных признаков.

2. Выявлено увеличение значений всех учетных морфологических признаков плода, кроме признака «количество семян в плоде» у популяции из окр. с. Шушановка, произрастающей в более суровых климатических условиях. Вероятно, это связано с тенденцией большей затраты энергии особями на потомство, увеличивая при этом размерные и весовые признаки и уменьшая количество семян в экстремальных условиях произрастания.

3. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа выявили, что наибольший вклад в межпопуляционную изменчивость признаков плода вносят признаки «масса самого крупного семени» – 65,7% и «масса семян» – 48,8%, которые можно считать индикаторными, отражающими степень вли-

яния экологических факторов среды, и использовать как фенетический показатель в системе «генотип – среда».

4. Корреляционный анализ выявил достоверные положительные связи почти у всех пар признаков плода, кроме пары «масса самого крупного семени» с «количество семян в плоде» с отрицательной связью. Наиболее высокие связи у признака «масса плода» со всеми остальными признаками, что говорит о близких к функциональным взаимозависимостях.

5. Результаты могут быть использованы при переиздании Красной книги Дагестана и в популяционно-экологических исследованиях, в качестве примера для выявления специфических особенностей проявления адаптивных стратегий в эколого-географическом потенциале видов растений.

Список литературы

1. Магомедмирзаев М.М. Проблемы адаптивных стратегий растений / М.М. Магомедмирзаев, З.А. Гусейнова, А.Н. Алибегова, С.М. Магомедова. – Махачкала: Изд-во «Наука ДНЦ», 2013. – 300 с.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
3. Ростова Н.С. Корреляционный и многомерный анализ: применение в популяционных исследованиях // Современное состояние и пути развития популяционной биологии: материалы X Всероссийского популяционного семинара. – Ижевск: Изд-во КнигоГрад, 2008. – С. 51–56.
4. Ивантер Э.В. Введение в количественную биологию: учебное пособие / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. – 302 с.
5. Ивантер Э.В. Элементарная биометрия: учебное пособие. 3-издание, исправленное и дополненное / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. – 110 с.

References

1. Magomedmirzaev M.M., Guseinova Z.A., Alibegova A.N., Magomedova S.M. Problemy adaptivnykh strategii rastenii [The problem of adaptive strategies of plants]. Makhachkala, «Nauka DNTs», 2013, 300.
2. Lakin G.F. Biometriia [Biometrics]. Moscow, Vysshiaia shkola, 1980, 293.
3. Rostova N.S. Korreliatsionnyi i mnogomernyi analiz: primenenie v populiatsionnykh issledovaniiaakh [The correlation and multidimensional analysis: application in population research]. Sovremennoe sostoianie i puti razvitiia populiatsionnoi biologii. Materialy Kh Vserossiiskogo populiatsionnogo seminara (g. Izhevsk, 17–22 noiabria 2008 g.) [Proceedings of The current state and ways of development of population biology. Materials X Russian population seminar (Izhevsk, November 17–22, 2008)], Izhevsk, KnigoGrad, 2008, pp. 51–56.
4. Ivanter E.V., Korosov A.V. Vvedenie v kolichestvennuiu biologiiu [The introduction to quantitative biology]. Petrozavodsk, PetrGU, 2011, 302.
5. Ivanter E.V., Korosov A.V. Elementarnaia biometriia [Elementary biometrics]. 3-e izd., ispr. i dopoln.. Petrozavodsk, PetrGU, 2013, 110.