

## БИОЦЕНОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ СЕРО-БУРЫХ И СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ОКУЛЬТУРЕННЫХ ЦЕНОЗОВ

П. А. САМЕДОВ

*Институт почвоведение и агрохимии,  
г. Баку. Азербайджан, e-mail: samed-bio@yandex.ru*

*(Поступила в редакцию 12.07.2023)*

*Используя количественные и качественные показатели беспозвоночных животных, были рассмотрены характерные особенности биоценотической структуры естественных и окультуренных ценозов серо-бурых и сероземно-луговых почв. В качестве объектов исследования были выбраны биотопы под галофитной и полынно-эфемерной растительностью и их окультуренные варианты под овощными культурами, лесополосой и зерновыми. Беспозвоночные животные серо-бурых почв под галофитной и полынно-эфемерной растительностью формируют общую пирамиду чисел – 2.8 экз/м<sup>2</sup>, пирамиду биомассы – 0.6133 г/м<sup>2</sup> и пирамиду энергии – 2,7573 ккал/м<sup>2</sup>.*

*На агроценозах под овощными культурами и лесополосой общая пирамида чисел составляет 44 экз/м<sup>2</sup>, пирамида биомассы – 1.98142 г/м<sup>2</sup> и пирамида энергии – 10.10 ккал/м<sup>2</sup>. Беспозвоночные животные сероземно-луговых почв под галофитной растительностью формируют общую пирамиду чисел – 26.4 экз/м<sup>2</sup>, пирамиду биомассы – 0.7981 г/м<sup>2</sup> и пирамиду энергии – 3.4125 ккал/м<sup>2</sup>.*

*Под посевами зерновых показатели пирамиды чисел, биомассы и энергии составляют соответственно 20.0 экз/м<sup>2</sup>, 0.2972 г/м<sup>2</sup> и 1.4395 ккал/м<sup>2</sup>. На естественных ценозах пирамиду чисел, биомассы и энергии формируют ксерофильные группы, на агроценозах доминирующими являются мезофильные представители. Все три правила пирамид в конечном итоге отражают сложные энергетические отношения в биоценозах.*

**Ключевые слова:** беспозвоночные, пирамида чисел, пирамида биомассы, пирамида энергии.

*Using quantitative and qualitative indicators of invertebrate animals, the characteristic features of the biocenotic structure of natural and cultivated cenoses of gray-brown and gray-meadow soils were examined. The objects of study were biotopes under halophytic and wormwood-ephemeral vegetation and their cultivated variants under vegetable crops, shelterbelts and grain crops. Invertebrate animals of gray-brown soils under halophytic and wormwood-ephemeral vegetation form a general pyramid of numbers – 2.8 ind./m<sup>2</sup>, a pyramid of biomass – 0.6133 g/m<sup>2</sup> and a pyramid of energy – 2.7573 kcal/m<sup>2</sup>.*

*In agrocenoses under vegetable crops and shelterbelts, the total pyramid of numbers is 44 units/m<sup>2</sup>, the pyramid of biomass is 1.98142 g/m<sup>2</sup> and the pyramid of energy is 10.10 kcal/m<sup>2</sup>. Invertebrate animals of gray-meadow soils under halophytic vegetation form a general pyramid of numbers – 26.4 ind./m<sup>2</sup>, a pyramid of biomass – 0.7981 g/m<sup>2</sup> and a pyramid of energy – 3.4125 kcal/m<sup>2</sup>.*

*Under grain crops, the indicators of pyramids of numbers, biomass and energy are respectively 20.0 units/m<sup>2</sup>, 0.2972 g/m<sup>2</sup> and 1.4395 kcal/m<sup>2</sup>. In natural cenoses, the pyramid of numbers, biomass and energy is formed by xerophilic groups; in agrocenoses, mesophilic representatives are dominant. All three pyramid rules ultimately reflect complex energy relationships in biocenoses.*

**Key words:** invertebrates, pyramid of numbers, pyramid of biomass, pyramid of energy.

### Введение

В различных экоклиматических условиях формируются характерные типы почв, которые отличаются специфическими соотношениями экологических групп беспозвоночных животных составляющих основу биоценотической структуры сообщества. Поскольку каждый тип почв, кроме природных ландшафтов, включает также и окультуренные почвы, т. е. агроландшафты, то естественно изменяются также не только количественные и качественные показатели беспозвоночных, но и соотношение между отдельными экологическими группами. Таким образом, можно сказать, что экологическая структура биогеоценоза, формирующаяся в определенных климатических и ландшафтных условиях, строго закономерна, в так как в ней принимают участие адаптированные к этим условиям конкретные виды беспозвоночных животных. В литературных источниках мы находим теоретическое обоснование и научный анализ результатов многолетних комплексных исследований, связанных с экологической структурой биогеоценоза, приспособительными возможностями беспозвоночных к характерным почвенно-растительным ландшафтам и абиотическим факторам среды [2, 6].

В засоленных ландшафтах, характерных для почв аридных экоклиматических условий, где основными эдификаторами являются галофитная растительность, а также солевой состав и степень засоления почв, биоценотическая структура беспозвоночных формируется из ограниченных, эдафических групп галофильных педобионтов. Следовательно, изменение растительных эдификаторов неизбежно ведет к изменению и комплексов беспозвоночных животных.

### Основная часть

Исследования проводились на примере серо-бурых почв (Сиязань-Сумгаитский массив) с хлоридно-сульфатным, хлоридным типом засоления и сероземно-луговых почв (Сальянская степень) с сульфатно-хлоридным, сульфатным типом засоления.

В качестве объектов исследования были выбраны биотопы под галофитной и полынно-эфемеровой растительностью и их окультуренные варианты под овощными культурами, лесополосой и зерновыми. Учет почвенной мезофауны проводился по методике М. С. Гилярова [14]. Энергию, аккумулированную в биомассе беспозвоночных животных, определяли с учетом энергических показателей отдельных групп [6].

Целью наших исследований было сравнительное изучение формирования биоценотической структуры беспозвоночных животных в серо-бурых и сероземно-луговых целинных почвах под галофитной и полынно-эфемеровой растительностью, а также в их окультуренных вариантах под овощными культурами, лесополосой и зерновыми.

Прежде всего, следует отметить, что развитие механизмов популяционного гомеостаза в природных и антропогенных ландшафтах происходит в результате сложных межвидовых и внутривидовых взаимоотношений. В частности, регуляция численности и биомассы популяций отдельных групп возможна только при определенной количественной нагрузке близких по экологической потребности видов, между которыми формируются устойчивые трофические связи, обеспечивающие стабильность гомеостаза в сообществе.

Поэтому, детальный анализ количественной и качественной структуры беспозвоночных в естественных и окультуренных ценозах способен предоставить достаточную информацию для полной и целостной характеристики сообщества почвенных педобионтов.

Значение биологических факторов в процессах почвообразования, с точки зрения энергетики, почвообразования и энергетики характерных биологических процессов в системе: почва растения – биота всесторонне исследовалась на примере различных типов почв Азербайджана [1, 3].

Наши исследования предусматривают изучение на основе системного анализа биоценотической структуры беспозвоночных животных в естественных и окультуренных ценозах серо-бурых и сероземно-луговых почв. Учитывая, что в биоценозе сообщества организмов связаны с неорганической средой неразрывными материально-энергетическими связями, мы попытались объединить основные показатели беспозвоночных животных – численность, биомассу, калорийность в единую эко-энергетическую систему, в форме пирамиды чисел, пирамиды биомассы и пирамиды энергии.

Сравнительный анализ полученных результатов выявил определенные биоценотические различия между естественными и окультуренными ценозами изучаемых почв. Рассмотрим вначале природные биотопы под галофитной и полынно-эфемеровой растительностью серо-бурых почв (Сиязань-Сумгаитский массив) с общими количественными показателями беспозвоночных обоих ценозов, образующих пирамиду чисел 28 экз/м<sup>2</sup>, пирамиду биомассы 0,6133 г/м<sup>2</sup> и пирамиду энергии 2.7573 ккал/м<sup>2</sup>. В засоленных биотопах под галофитной растительностью пирамида чисел беспозвоночных животных представлена общим числом особей, участвующих в цепях питания, которая равна 11,2 экз/м<sup>2</sup>. Основную часть пирамиды формируют насекомые (Insecta-Coleoptera: Lepidoptera) 10.8 экз/м<sup>2</sup> и лишь небольшое количество 0.4 экз/м<sup>2</sup> изоподы (Isopoda-Oniscoidea).

Под полынно-эфемеровой растительностью количественные показатели пирамиды чисел отдельных особей педобионтов с более широкой пищевой специализацией возрастают до 16.8 экз/м<sup>2</sup> с преобладанием насекомых (Insecta-Coleoptera) до 14.8 экз/м<sup>2</sup>. незначительно (Lumbricidae) до 1,6 экз/м<sup>2</sup> и при минимальной численности мокриц (Isopoda-Oniscoidea) 0.4 экз/м<sup>2</sup>. Пирамида биомассы беспозвоночных естественных биотопов, равная 0.6133 г/м, формируется в основном из особей доминирующих групп. Так, под галофитной растительностью при общей биомассе 0. 1030 г/м<sup>2</sup> на долю насекомых (Insecta) и изопод (Isopoda) приходится соответственно 0,09489 г/м<sup>2</sup> и 0,0081 г/м<sup>2</sup>. Полученные данные показывают, что биотоп, представленный фитоценозом из солянковой растительности, заселяется преимущественно органической группой галофильных беспозвоночных, адаптированных к потреблению остатков галофитной фитомассы.

На естественном ценозе под полынно-эфемеровым сообществом при общей биомассе 0.5103 г/м<sup>2</sup>, основными экологическими группами беспозвоночных являются изоподы (*Isopoda*) с биомассой 0.4682 г/м<sup>2</sup>, насекомые (*Insecta*) с биомассой 0.0340 г/м<sup>2</sup> и дождевые черви (*Lumbricidae*) с биомассой 0.0081 г/м<sup>2</sup>. В данном случае, изменение растительного покрова, т. е. растительных эдификаторов существенным образом отражается на групповом многообразии беспозвоночных животных, т. е. видах с универсальным спектром питания, которые включаются в пищевые цепи на разных трофических уровнях.

Пирамида энергии беспозвоночных животных, равная 2.7573 ккал/м<sup>2</sup>, формируется из суммарной энергии, аккумулированной в биомассе педобионтов под галофитной растительностью 0.4665 ккал/м<sup>2</sup>

и полынно-эфемеровым сообществом 2. 2908 ккал/м<sup>2</sup> (рис. 1). В окультуренных ландшафтах основными эдификаторами почв являются сельскохозяйственные культуры, или растения, используемые при закладке лесополос. Окультуренные серо-бурые почвы по количественным показателям численности, биомассы и энергии значительно превосходят почвы естественных ценозов. Было установлено, что пирамиду чисел окультуренных ценозов, равную 44 экз/м<sup>2</sup>, формируют беспозвоночные агроценозы под овощными культурами 19.2 экз/м<sup>2</sup> и лесополосой – 24.8 экз/м<sup>2</sup>.

На агроценозах под овощными культурами доминирующими группами являются дождевые черви (*Lumbricidae*), изоподы (*Isopoda*) и насекомые (*Insecta*) с численностью соответственно 13.6 экз/м<sup>2</sup> : 4.0 экз/м<sup>2</sup> и 1.6 экз/м<sup>2</sup>. В почве под искусственно заложённой лесополосой из широколиственных деревьев общую численность педобионтов формируют беспозвоночные, активно участвующие в цепях разложения люмбрициды (*Lumbricidae*) с численностью 21.2 экз/м<sup>2</sup> и мокрицы (*Isopoda*) с численностью 3.6 экз/м<sup>2</sup>.

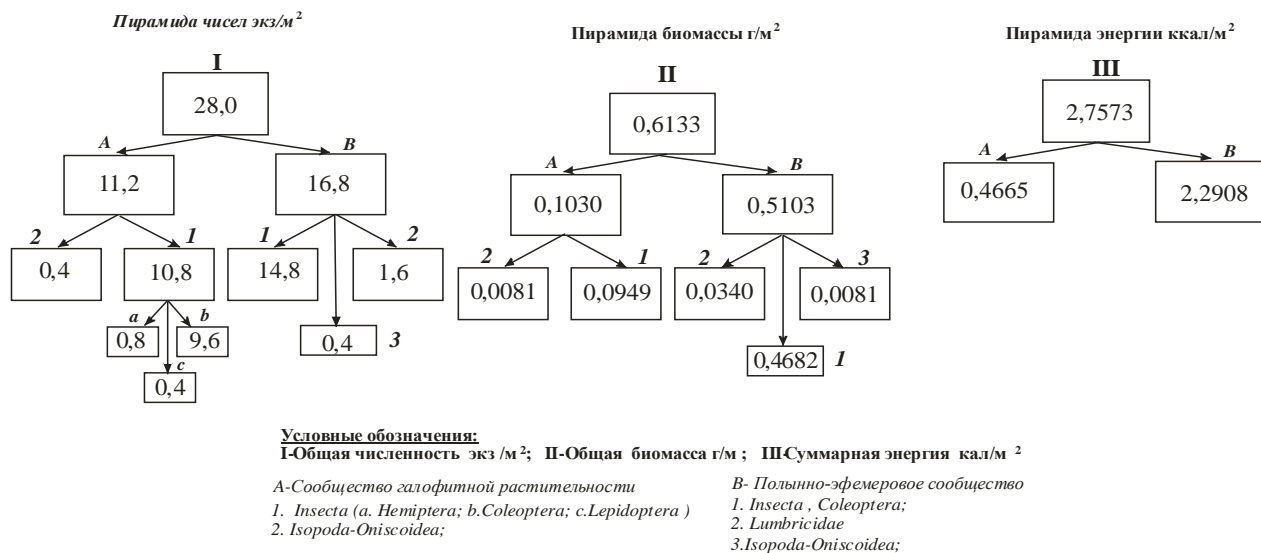


Рис. 1. Пирамида чисел, биомассы и энергии беспозвоночных животных серо-бурых почв (Сиязнь-Сумгаитский массив) естественных ценозов под галофитной растительностью и полынно-эфемеровым сообществом

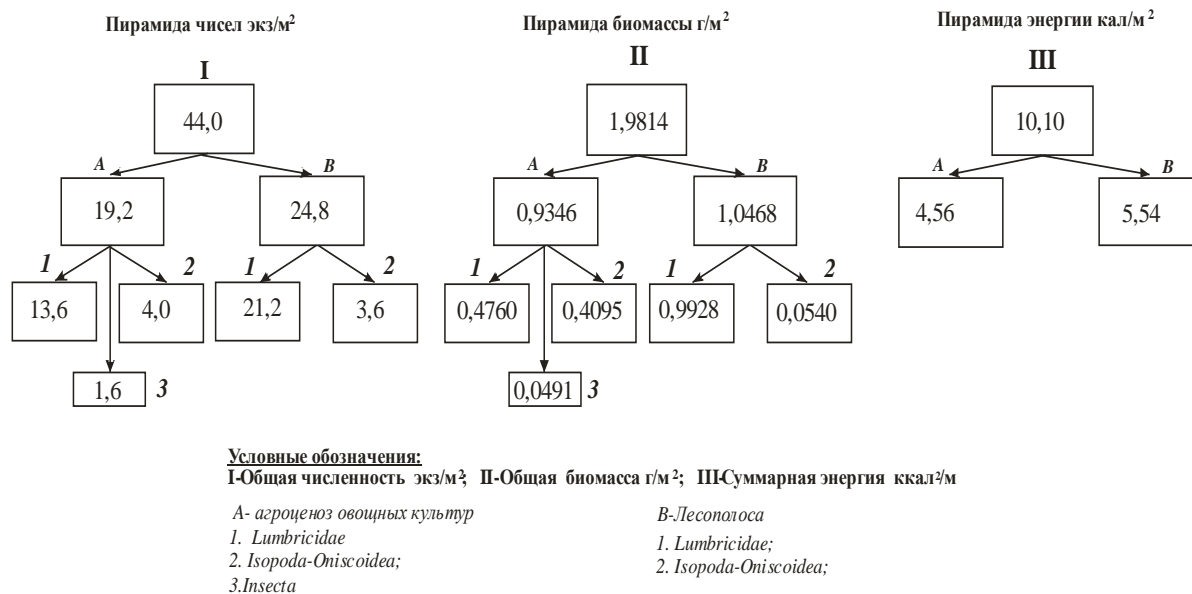


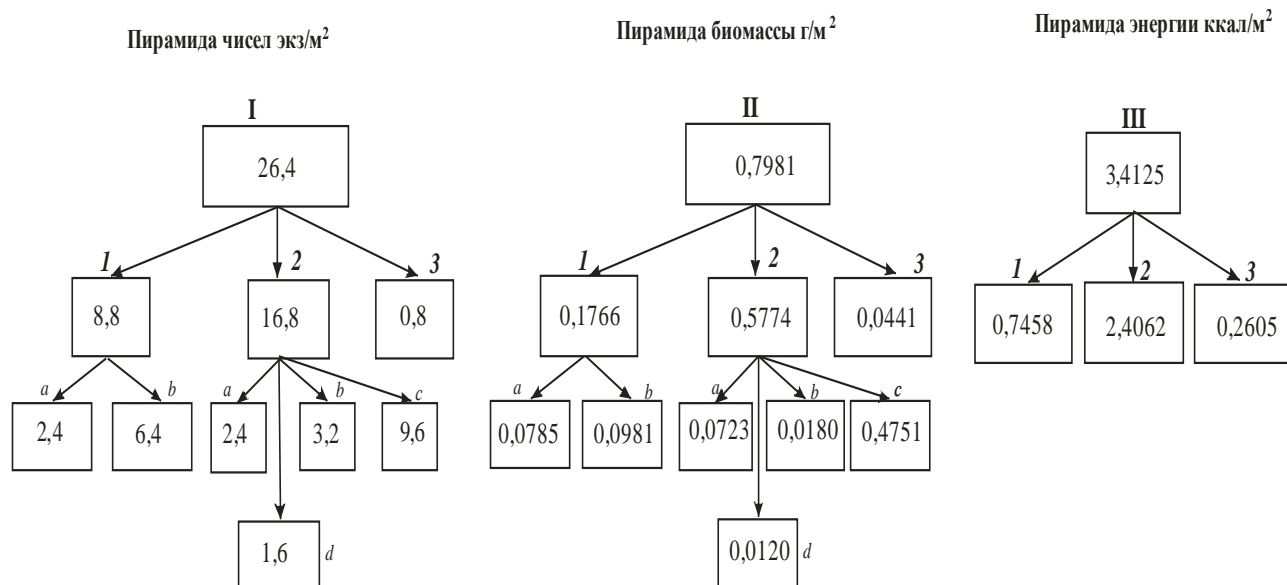
Рис. 2. Пирамида чисел, биомассы и энергии беспозвоночных животных серо-бурых почв (Сиязнь-Сумгаитский массив) в окультуренных ценозах под овощными культурами и лесополосой

Пирамида биомассы беспозвоночных агроценозов по сравнению с естественными ценозами значительно выше. При общей биомассе 1.9814 г/м<sup>2</sup> на агроценозе под овощными культурами беспозвоночные создают биомассу 0.9.146 г/м<sup>2</sup>, а под лесополосой их биомасса достигает 1.0468 г/м<sup>2</sup>. Основными эдификаторами беспозвоночных под овощными культурами являются люмбрициды (*Lumbricidae*) с биомассой 0.4760 г/м<sup>2</sup>, изоподы (*Isopoda*) с биомассой 0.4095 г/м<sup>2</sup> и насекомые (*Insecta*) с биомассой

0.0491 г/м<sup>2</sup>. Почва лесополосы отличается доминированием сапрофагов, люмбрицид (*Lumbricidae*) с биомассой 0.9928 г/м<sup>2</sup> и мокриц (*Isopoda*) с биомассой 0,0540 г/м<sup>2</sup>. Пирамида энергии беспозвоночных, равная 10.10 ккал/м<sup>2</sup>, включает суммарную энергию, аккумулированную в биомассе беспозвоночных агроценоза под овощными культурами 4.56 ккал/м<sup>2</sup> и лесополосы 5.54 ккал/м<sup>2</sup> (рис. 2).

Сероземно-луговые почвы (Сальянская степь) имеют совершенно иные количественные и энергетические показатели беспозвоночных животных. В естественных и окультуренных ценозах встречаются беспозвоночные различных систематических групп, участвующих как в целях выедания, так и в целях разложения. Биотоп под галофитной растительностью заселен адаптированными к этим условиям беспозвоночными: изоподами (*Isopoda*), насекомыми (*Insecta*) и хищными многоножками (*Scolopendromorpha*), совокупная численность которых достигает 26.4 экз/м<sup>2</sup>. Вклад каждой из этих групп, образующих пирамиду чисел, составляет соответственно 8.8 экз/м<sup>2</sup>: 16.8 экз/м<sup>2</sup> и 0.8 экз/м<sup>2</sup>.

Общая численность изопод включает показатели характерных семейств: *Parcellionide* 2.4 экз/м<sup>2</sup>: *Armadillidae* 6.4 экз/м<sup>2</sup>. Класс насекомых самый многочисленный, состоящий из семейств: *Pentatomidae* 2.4 экз/м<sup>2</sup>. *Coccinellidae* 3.2 экз/м<sup>2</sup>: *Tenebrionidae* 9.6 экз/м<sup>2</sup> и *Carabidae* 1.6 экз/м<sup>2</sup>. Пирамида общей биомассы, равная 0.7981 экз/м<sup>2</sup> формируется из биомассы изопод (*Isopoda*) – 0.1766 г/м<sup>2</sup>: насекомых (*Insecta*) 0.5774 г/м<sup>2</sup> и многоножек (*Scolopendromorpha*) – 0.0441 г/м. Биомасса мокриц, как фитосапрофагов образуется из биомассы доминирующих семейств: *Parcellionidae* – 0.0785 г/м<sup>2</sup> и *Armadillidae* – 0.0981 г/м<sup>2</sup>. Биомасса насекомых создается из совокупной биомассы нескольких семейств: *Pentatomidae*-0.0723: г/м<sup>2</sup> : *Coccinellidae* 0.0180 г/м<sup>2</sup>; *Tenebrionidae* 0.4751 г/м<sup>2</sup> и *Carabidae* – 0.0120 г/м<sup>2</sup>. В системе трофических связей биомасса животных является основным источником энергии для образования вторичной продукции консументов. Пирамида энергии, равная 3.4125 ккал/м<sup>2</sup>, представлена в виде суммарной энергии изопод (*Isopoda*) 0.7458 ккал/м<sup>2</sup>, насекомых (*Insecta*) 2.4062 ккал/м<sup>2</sup> и многоножек (*Scolopendromorpha*) – 0.2605 ккал/м<sup>2</sup> (рис. 3). Агроценоз зерновых хотя и уступает по своим количественным параметрам агроценозам серо-бурой почвы, тем не менее по групповому многообразию беспозвоночных он значительно богаче. Пирамида чисел, которая включает 20 экз/м<sup>2</sup>, состоит из общей численности насекомых (*Insecta*) 9.6 экз/м<sup>2</sup>, изопод (*Isopoda*) 8 экз/м<sup>2</sup>, люмбрицид (*Lumbricidae*) 2.4 экз/м<sup>2</sup>.



Условные обозначения:

I-Общая численность экз/м<sup>2</sup>; II-Общая биомасса г/м<sup>2</sup>; III-Суммарная энергия ккал/м<sup>2</sup> беспозвоночных животных

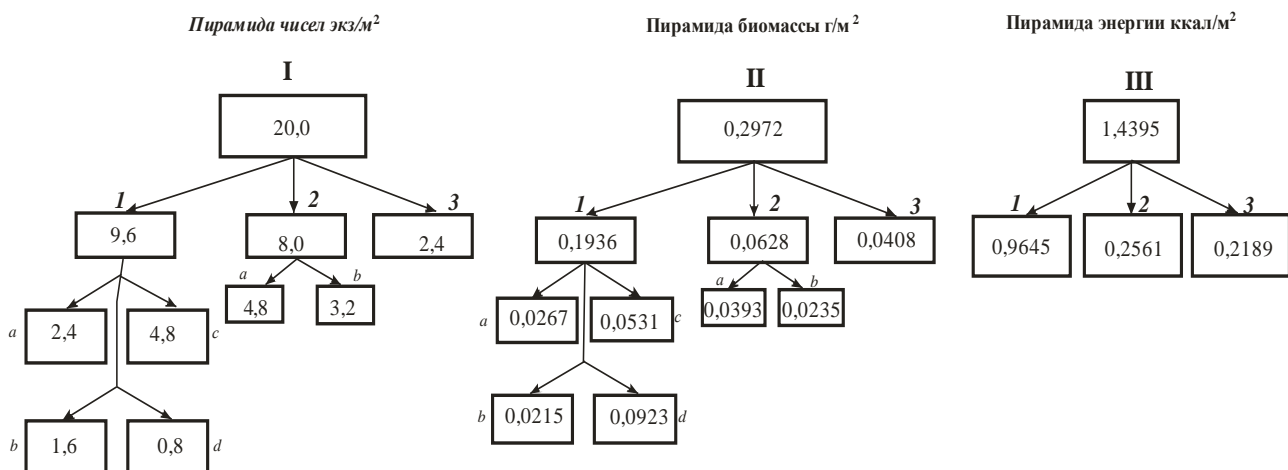
1. *Isopoda*: a- *Hemilepistus*; b-*Armadillidium*

2. *Insecta*: a- *Pentatomidae*; b-*Coccinellidae*

c-*Tenebrionidae*; d-*Carabidae*

3. *Scolopendromorpha*-*Cryptoers* sp.

Рис. 3. Пирамида чисел, биомассы и энергии беспозвоночных животных сероземно-луговых почв (Сальянская степь) естественного ценоза под голофитной растительностью



**Условные обозначения:**

I-Общая численность экз/м<sup>2</sup>; II-Общая биомасса г/м<sup>2</sup>; III-Суммарная энергия ккал/м<sup>2</sup> беспозвоночных животных

1. Insecta: a- *Coccinellidae*; ; b-*Carabidae* ;c-*Elateridae*; d- *Lepidoptera*

2. *Isopoda*: a- *Protracheoniscus* ; b-*Desertilio*

3. *Lumbricidae*: -Неполовозрелые дождевые черви

Рис. 4. Пирамида чисел, биомассы и энергии беспозвоночных животных сероземно-луговых почв (Сальянская степь) агроценоза зерновых

Класс насекомых, как основной, в блоке численности объединяет несколько семейств: *Coccinellidae* – 2.4 экз/м<sup>2</sup>. *Scarabaidae* – 1.6 экз/м<sup>2</sup>. *Elateridae* – 4.8 экз/м<sup>2</sup> и отряда *Lepidoptera* – 0.8 экз/м<sup>2</sup>.

Отряд изопод (*Isopoda*) представлен двумя родами: *Protracheoniscus* – 3,2 экз/м<sup>2</sup> и *Desertilio* – 4.8 экз/м<sup>2</sup>. Семейство люмбрицид (*Lumbricidae*) в количестве – 2.4 экз/м<sup>2</sup> состоит в основном из неподозделых особей.

Пирамида биомассы, равная в сумме 0.2972 г/м<sup>2</sup>, формируется из биомассы насекомых (*Insecta*) 0.1936 г/м<sup>2</sup>, биомассы изопод (*Isopoda*) 0.0628 г/м<sup>2</sup> и биомассы люмбрицид (*Lumbricidae*) 0.0408 г/м<sup>2</sup>. Каждая из этих блоков объединяет биомассу беспозвоночных отдельных семейств и родов.

Пирамида энергии в количестве 1.4395 ккал/м<sup>2</sup> представлена суммарной энергией, аккумулированной в биомассе (*Lumbricidae*) 0.2189 ккал/м<sup>2</sup> (рис. 4).

В конце обзора следует отметить, что рассмотренные нами все три правила пирамид в конечном итоге отражают сложные энергетические отношения в биогеоценозах.

**Заключение**

Было установлено, что в серо-бурых и сероземно-луговых почвах, распространенных в аридных эко-климатических условиях, формирование пирамиды чисел, пирамиды биомассы и пирамиды энергии естественных ценозов осуществляется за счет адаптированных к характерным почвенно-растительным ландшафтам беспозвоночных животных использующих в качестве энергетического материала фитомассу галофитной и полынно-эфемеровой растительности.

Хлоридно-сульфатный и хлоридный тип засоления, свойственный серо-бурым почвам, по сравнению с сульфатным и сульфатно-хлоридным типом засоления, характерным для сероземно-луговых почв, оказали на беспозвоночных животных, более токсическое влияние, что в конечном итоге отразилось на показателях пирамиды чисел, пирамиды биомассы и пирамиды энергии. На агроценозах под культурными растительными эдификаторами и формируются совершенно новые эдафические группы беспозвоночных животных, пирамида чисел, пирамида биомассы и пирамида энергии которых по количественным показателям значительно отличаются от естественных биотопов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Алиев С. А. Энергетика почвообразования (лекции). Редакционно-полиграфическое объединение СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1985. – С. 26.
2. Бабабекова Л. А. Состав и структура сообществ почвенных беспозвоночных в районах Большого Кавказа // Исследования по почвоведению и агрохимии сб. трудов. т. XV. – Баку, 1999. – С. 192–197.
3. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования. – М.: Наука, 1974. – 128 с.
4. Гиляров М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны) // Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1975. – С. 12–29.
5. Самедов П. А. Физические факторы среды и биологическая активность почв // Фундаментальные физические исследования в почвоведении и мелиорации. – М.: Изд. МГУ, 2003. – С. 194–198.
6. Самедов, П. А. Энергетические показатели различных биогеоценозов // Матер. II (XII) Всероссийского совещания по почвенной зоологии. – М.: Изд. КМК, 1999. – С. 242.