

УДК 593.12.001.5:57.034

Кулюкина Е. В., Карташев А. Г., Денисова Т. В.
Kulyukina E. V., Kartashev A. G., Denisova T. V.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОДКРОНОВОЙ ЗОНЕ БЕРЕЗЫ И ТОПОЛЯ

SPATIAL DISTRIBUTION OF TESTATE AMOEBAE IN UNDER-CROWN AREA OF THE BIRCH AND THE POPLAR

Изучение пространственного распределения сообществ раковинных амёб на территории г. Томска в подкроновой зоне березы и тополя проводилось на расстояниях 20, 40, 60, 80 см от корневой шейки дерева. В результате исследования рассмотрены численность и видовой состав сообществ раковинных амёб в сезонной изменчивости биотопов. В подкроновой зоне березы определены 8 видов раковинных амёб, в подкроновой зоне тополя насчитывается 11 видов. Выделены основные типы сезонной пространственной адаптации тестаций в подкроновой зоне березы и тополя.

The study of spatial distribution of testate amoebae communities on the territory of Tomsk in under-crown area of the birch and the poplar were carried out at distances of 20, 40, 60, 80 cm from the root collar of a tree. The study examined the abundance and species composition of testate amoebae communities in the seasonal variation of the biotopes. In under-crown area of the birch 8 species of testate amoebae are identified, and in under-crown area of the poplar there are 11 species. The basic types of seasonal spatial adaptation of testate amoebae in under-crown area of birch and poplar are detected.

Ключевые слова: раковинные амёбы, подкроновая зона, почвенные беспозвоночные, пространственное распределение, сезонная изменчивость.

Keywords: testate amoebae, under-crown area, soil invertebrates, spatial distribution, seasonal variation.

Раковинные амёбы относятся к одноклеточным животным, покрытым защитной раковиной, и широко распространены на территории Западной Сибири [1]. Для них характерен замедленный метаболизм, который играет важную роль в круговороте веществ в почве [3–4]. Тестации являются одними из удобных индикаторов почвенных условий, которые реагируют на экологические воздействия [2]. Известно, что в пределах одного типа экосистем почвенный покров имеет значительную неоднородность, связанную с почвообразующим действием микрорельефа. В лесных биогеоценозах значительное влияние на формирование пространственного поверхностного слоя оказывает структура древостоя [4, 7]. В силу экологических и биологических особенностей дерева создают вокруг себя фитогенное поле, действующее значительное время [11]. Наиболее заселена раковинными амёбами ризосфера деревьев, в которой обеспечивается контакт раковинных амёб с корневой системой и органами растения, погруженными в почву [5]. Пространственное распределение сообществ почвенных беспозвоночных в подкроновой зоне покрытосеменных деревьев исследовано недостаточно. Поэтому целью исследования является изучение пространственного распределения сообществ раковинных амёб в подкроновой зоне березы и тополя в весенне-осенний период.

Методика исследований. Исследования проводились в окрестностях г. Томска, в подтаежной зоне Западной Сибири в весенне-летний период: май, июнь, июль, август, сентябрь. Образцы почвы для исследования численного и видового состава почвенных беспозвоночных отбирались в светло-серых лесных почвах. Для исследования распределения сообществ раковинных амёб выбран березово-зеленомошно-разнотравный лес. Древесный ярус

образован преимущественно березой пушистой (*Betula pubescens*) и тополем лавролиственным (*Populus laurifolia*) [12]. Для изучения особенностей биотопического распределения тестаций заложены модельные площадки размером 10 × 10 м в подкрановой зоне деревьев на расстоянии 20, 40, 60, 80 см от корневой шейки деревьев. Сбор и обработку проб осуществляли в поверхностном горизонте на глубине 0–10 см по стандартным протоzoологическим методикам [3]. Подсчет раковинных амёб проводили в водных суспензиях при увеличении ×160. Полученные величины численности пересчитывали на 1 г абсолютно сухого субстрата [10].

Для определения влияния факторов окружающей среды на сообщество раковинных амёб рассматривали: тип почвы, влажность, рН почвенной среды – как наиболее важные показатели, влияющие на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Статистическая обработка данных проводилась в табличном процессоре Microsoft Excel 2010 с использованием пакета Statistica 6.1.

Результаты и обсуждения. Видовое богатство раковинных амёб в подкрановой зоне различных деревьев насчитывает 11 видов. Видовой состав раковинных амёб в изученных биотопах в основном однороден. Результаты численного и видового состава раковинных амёб в подкрановой зоне березы и тополя представлены на рис. 1.

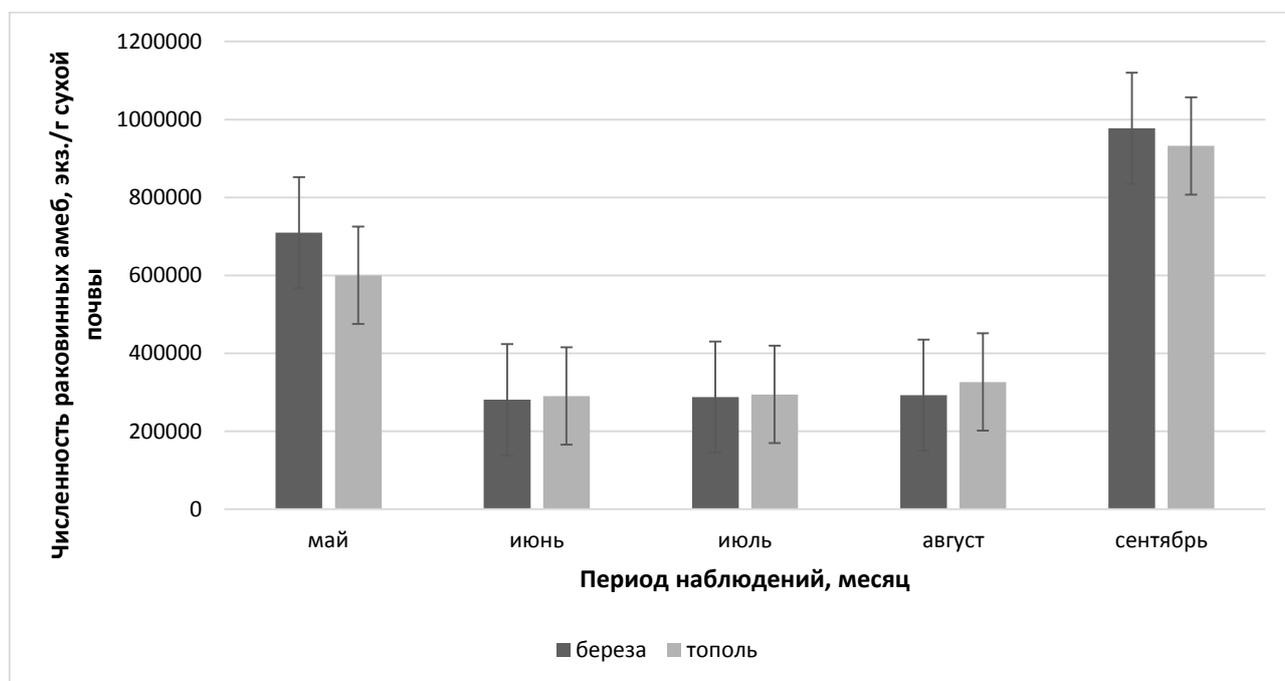


Рис. 1. Среднестатистическая численность раковинных амёб в подкрановой зоне березы и тополя в зависимости от периода наблюдений

Из анализа данных, представленных на рис. 1, следует, что наибольшее количество раковинных амёб наблюдается в сентябре: береза – 977 321 экз/г и тополь – 932 046 экз/г соответственно. Осенний месяц является наиболее благоприятным для жизнедеятельности почвенных тестаций, так как физико-химические особенности почв, такие как увлажнение, кислотность, температура оптимальны для размножения беспозвоночных. Наименьшее количество почвенных беспозвоночных наблюдается в июне в подкрановой зоне березы – 280 559 экз/г, тополя – 290 280 экз/г. Летний период характеризуется низкой влажностью, высокой температурой, что отрицательно влияет на раковинных амёб. Сезонные показатели влажности представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели исследуемых образцов почвы

Физико-химические показатели	Май	
	Береза	Тополь
Влажность, %	42,8	41,5
pH	6,04	6,69
Гранулометрический состав	суглинок легкий	супесь
Температура	15,9	
	Июнь	
Влажность, %	9,27	11,97
pH	6,07	6,08
Гранулометрический состав	суглинок легкий	супесь
Температура	23	
	Июль	
Влажность, %	19	19,5
pH	5,74	6,15
Гранулометрический состав	суглинок легкий	супесь
Температура	23,2	
	Август	
Влажность, %	20,1	21
pH	6,7	6,88
Гранулометрический состав	суглинок легкий	супесь
Температура	19,9	
	Сентябрь	
Влажность, %	46,9	39,7
pH	6,8	6,96
Гранулометрический состав	суглинок легкий	супесь
Температура	12,4	

Анализ данных (рис. 2) пространственного распределения раковинных амёб позволяет заметить, что численность амёб существенно изменяется у разных видов. К доминантным видам относится *Phryganella acropodia* (44 % от суммарного количества раковинок), максимальная численность которого наблюдается на расстоянии 60 см от корневой шейки березы. К субдоминантным видам можно отнести *Cyclopyxis arcelloides*, *Nebela collaris* и *Nebela lageniformis*, с наибольшим количеством видов на расстоянии 20 см от корневой шейки дерева. Для рецессивных видов характерна низкая численность с прерывистым пространственным распределением с максимальными значениями численности на расстоянии 20 см и в 80 см у *Nebela dentistoma* от корневой шейки.

У березы мочковатая корневая система, корни залегают неглубоко. Корни дерева постоянно нуждаются в наличии влаги и максимальное количество питательных веществ сконцентрировано непосредственно возле корней растений, поэтому вокруг них численность почвенных беспозвоночных будет варьироваться с изменением расстояния от корневой шейки дерева [7]. В подкроновой зоне березы обнаружены 8 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Plagiopyxis glyphostoma*.

В ризосфере тополя обнаружено 11 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Chlamydoxys minor*. Анализ данных, представленных на рис. 3, позволяет выявить изменение численности раковинных амёб в зависимости от расстояния корневой шейки то-

поля. Известно, что корни тополя мощные, находятся на поверхности и распространяются на расстояние 3–4 м [7]. Анализ данных по пространственному распределению почвенных беспозвоночных в подкороновой зоне тополя позволяет выявить появление новых видов, не присутствовавших в подкороновой зоне березы: *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Chlamydophrys minor*. Доминирующим видом, как и в подкороновой зоне березы, остается *Phryganella acropodia* и составляет 45 % от суммарной численности раковинных амёб. Максимальная численность данного вида наблюдается на расстоянии 20 см от корневой шейки тополя, в то время как у березы максимальное значение численности данного вида наблюдалось на расстоянии 60 см от корневой шейки. Субдоминантными видами остаются *Cyclopyxis arcelloides* и *Nebela collaris*. *Nebela dentistoma* становится субдоминантом и составляет уже 11 %, а *Nebela lageniformis* составляет 7 %. К рецессивным видам можно отнести: *Cryptodifflugia compressa*, *Centropyxis vandeli*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Plagiopyxis glyphostoma*, *Centropyxis platystoma*, *Chlamydophrys minor*, составляющие не больше 5 % от общей численности видов раковинных амёб.

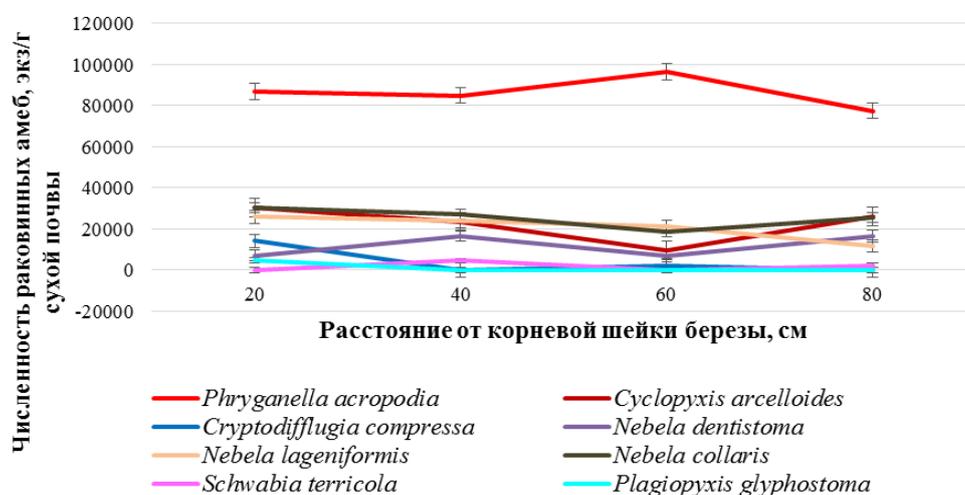


Рис. 2. Пространственное распределение раковинных амёб в мае в подкороновой зоне березы на различном расстоянии от корневой шейки дерева

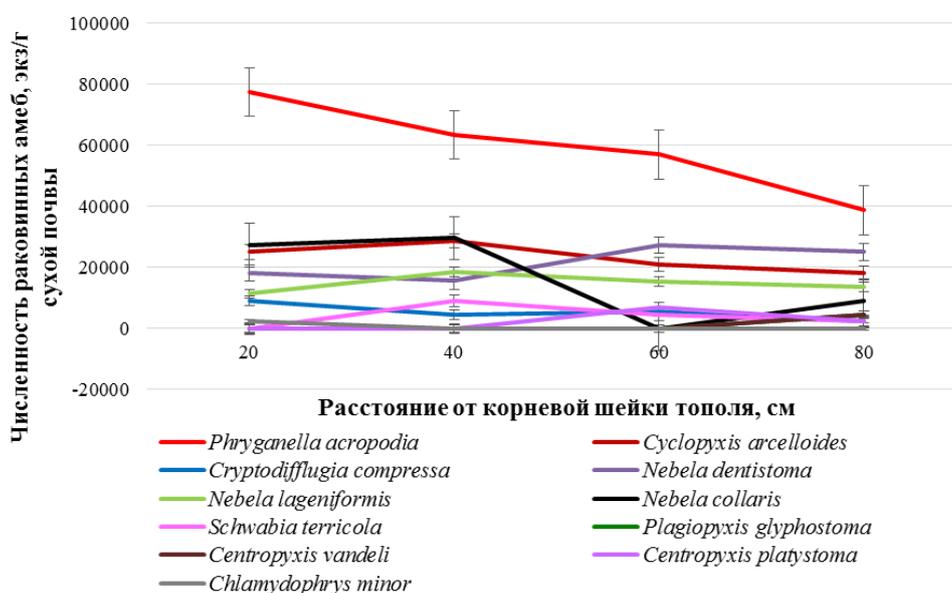


Рис. 3. Пространственное распределение раковинных амёб в мае в подкороновой зоне тополя на различном расстоянии от корневой шейки дерева

Анализ полученных результатов за июнь (рис. 4), позволяет выявить пространственное перераспределение сообществ раковинных амёб в подкороновой зоне березы. Происходит снижение численности тестаций. Данный фактор объясняется уменьшением влажности в исследуемом месяце, что сказывается не только на численности, но и на видовом сообществе амёб. Видовой состав представлен *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*. Происходит вытеснение таких видов, как *Plagiopyxis glyphostoma*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*, *Chlamydothrys minor*. Доминирующим видом остается *Phryganella acropodia* (50 % от общей численности раковинных амёб). Максимальная численность данного вида наблюдается на расстоянии 20 см от корневой шейки тополя и составляет 35 281 экз/г сухой почвы. Субдоминантными видами являются *Cyclopyxis arcelloides* и *Cryptodiffugia compressa* и составляют 13–18 %, к рецессивным – эпизодическим видам – *Nebela dentistoma*, *Schwabia terricola* добавляются *Nebela collaris* и *Nebela lageniformis* и составляют не более 8 % от общей численности.

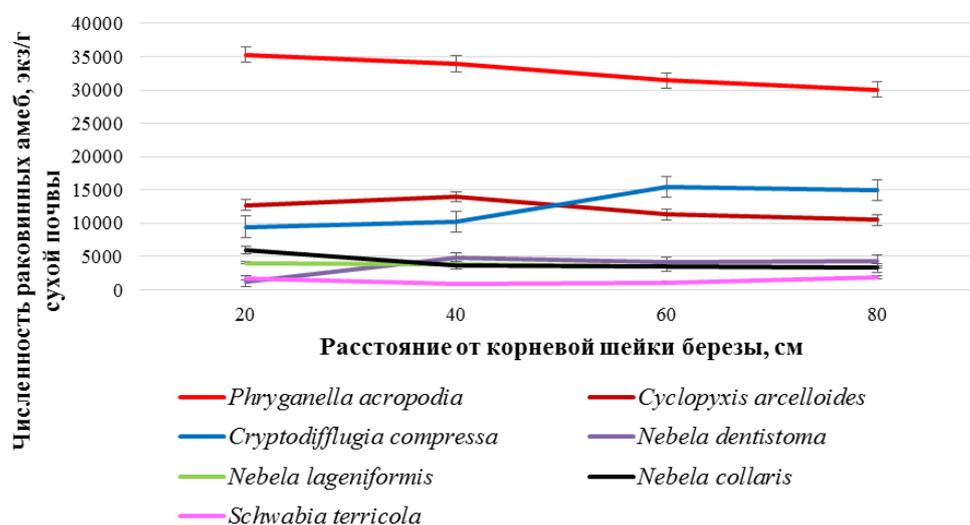


Рис. 4. Пространственное распределение раковинных амёб в июне в подкороновой зоне березы на различном расстоянии от корневой шейки дерева

В подкороновой зоне тополя наблюдается снижение видового состава раковинных амёб. В июне обнаружено 8 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis platystoma*. Виды *Plagiopyxis glyphostoma*, *Centropyxis vandeli* исчезают. Анализ данных, представленных на рис. 5, позволяет выявить изменение численности раковинных амёб в зависимости от расстояния до корневой шейки тополя. Доминирующим видом как и в подкороновой зоне березы остается *Phryganella acropodia*, численность которого составляет 53 % от численности раковинных амёб. Максимальная численность данного вида наблюдается на расстоянии 20 см от корневой шейки тополя. Из субдоминантов присутствует лишь вид *Cyclopyxis arcelloides* и составляет 21 %. Происходит смещение субдоминантов вида *Nebela dentistoma* и *Nebela collaris* в рецессивную группу, составляя при этом не более 6 % от суммарной численности амёб. Эпизодическими видами остаются *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela lageniformis*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis platystoma* и составляют не более 3 %.

В подкороновой зоне березы в июле обнаружены 8 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*. В отличие от предыдущих месяцев в июле происходит снижение количества видов. Такие виды, как

Schwabia terricola, *Plagiopyxis glyphostoma*, в данный период исследования не наблюдаются. Доминантным видом остается *Phryganella acropodia* и составляет 56 % от суммарного количества тестаций. Субдоминантным видом является *Cyclopyxis arcelloides*. Такие виды, как *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, в отличие от мая и июня переходят в группу рецессивных видов, в то время как *Nebela dentistoma* становится субдоминантным видом и составляет 9 % от общего количества раковинных амёб.

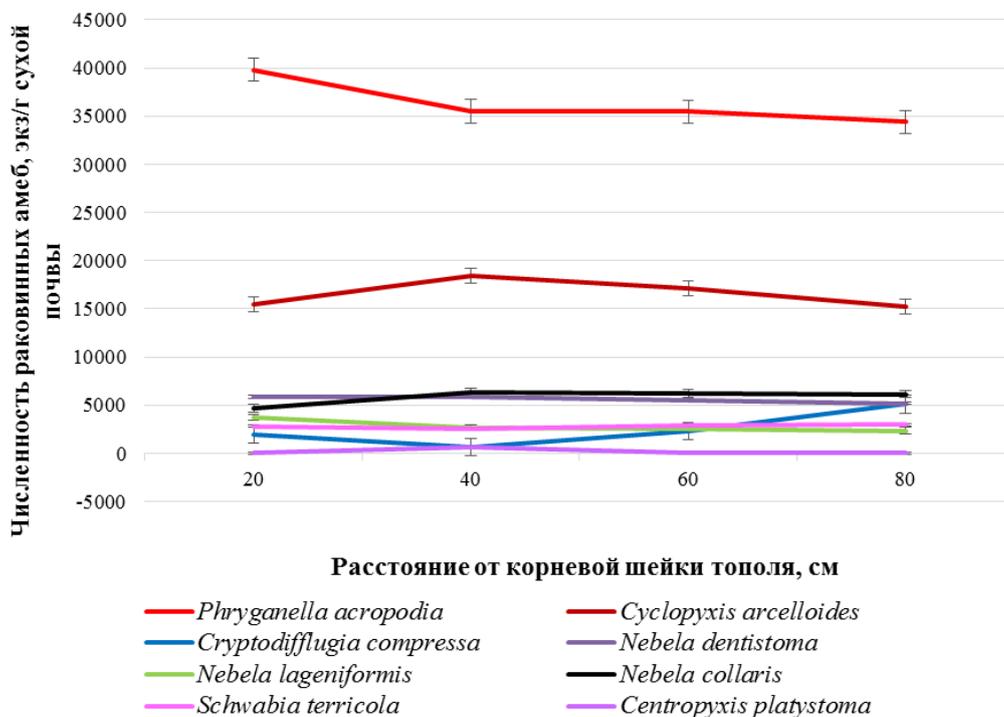


Рис. 5. Пространственное распределение раковинных амёб в июне в подкороновой зоне тополя на различном расстоянии от корневой шейки дерева

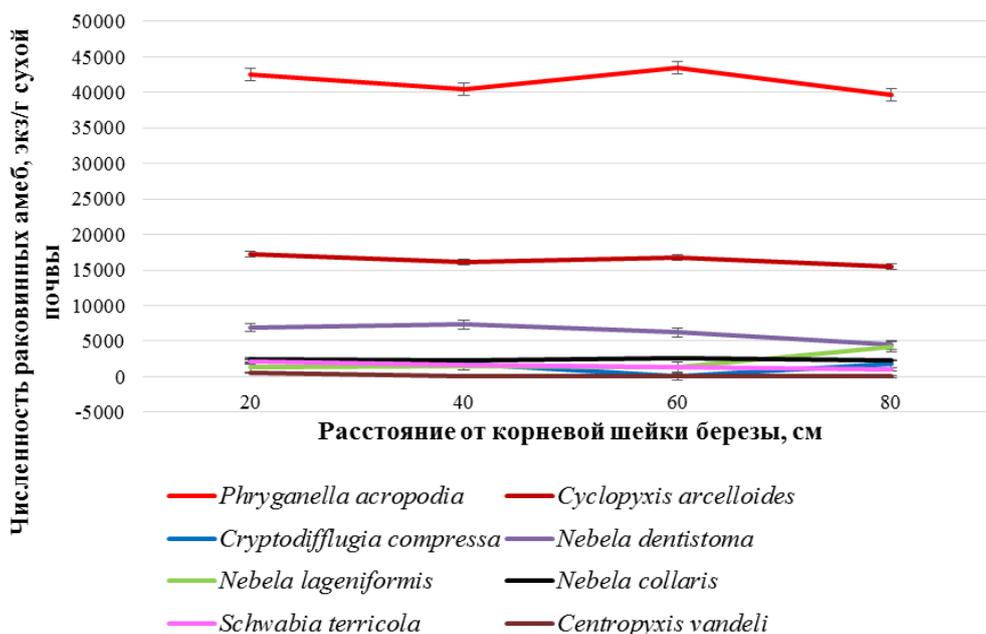


Рис. 6. Пространственное распределение раковинных амёб в июле в подкороновой зоне березы на различном расстоянии от корневой шейки дерева

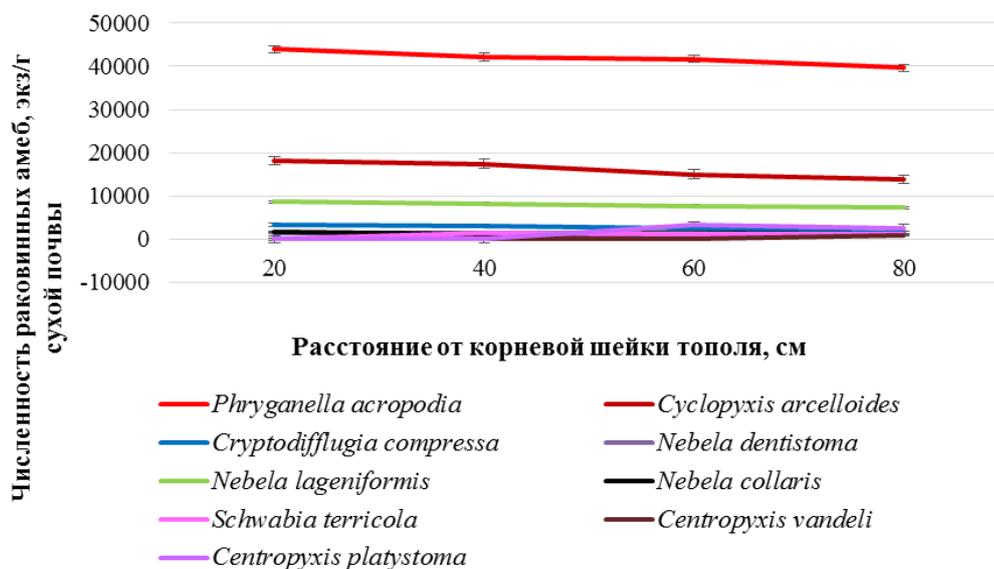


Рис. 7. Пространственное распределение раковинных амёб в июле в подкороновой зоне тополя на различном расстоянии от корневой шейки дерева

В ризосфере тополя в июле обнаружены 9 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*. Доминантный вид сохраняется, им является *Phryganella acropodia* и составляет 57 % от суммарного количества тестаций. Вид *Cyclopyxis arcelloides* сохраняет свое положение среди субдоминантных видов. К нему присоединяется *Nebela lageniformis*, что нехарактерно для предыдущих месяцев. Рецессивными видами являются *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma* и составляют не более 4 % от общей численности раковинных амёб.

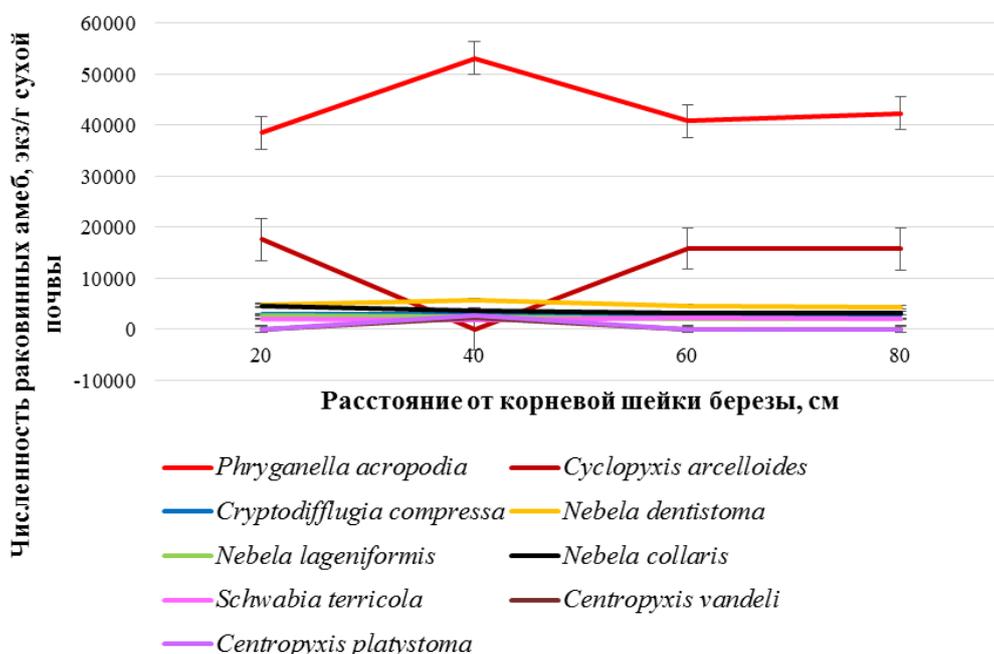


Рис. 8. Пространственное распределение раковинных амёб в августе в подкороновой зоне березы на различном расстоянии от корневой шейки дерева

В августе в подкороновой зоне березы обнаружено 9 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodifflugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*. Анализ данных, представленных на рис. 8, позволяет выявить изменения численности раковинных амёб. В отличие от предыдущего месяца в августе наблюдается увеличение количества видов раковинных амёб. Добавляются такие виды, как *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*. Доминантом среди видов сохраняется *Phryganella acropodia*, максимальное значение численности которого наблюдается уже не на 20 см от корневой шейки, как в предыдущих периодах исследования, а на 40 см и составляет 53 124 экз/г сухой почвы. Для вида *Cyclopyxis arcelloides* характерно практически однородное пространственное распределение в подкороновой зоне деревьев за исключением исследования в августовский период, когда наблюдается тенденция снижения численности раковинных амёб на расстоянии 40 см с последующим увеличением численности до 15 837 экз/г. Вид является субдоминантом и составляет 24 % от общей численности амёб. Пространственное распределение рецессивных, эпизодических видов раковинных амёб по сравнению с июлем осталось прежним, за исключением вида *Centropyxis platystoma*, и не превышает 1 %.

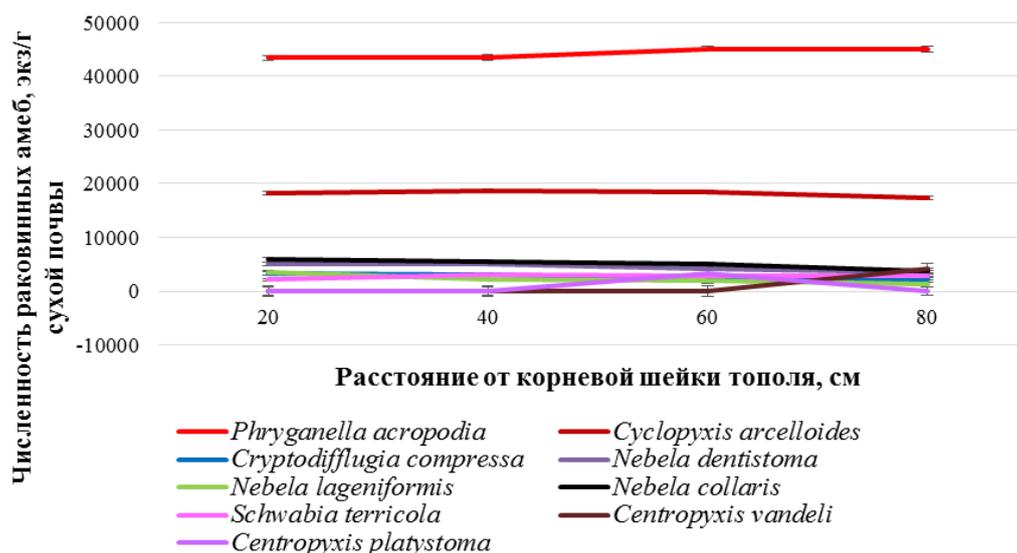


Рис. 9. Пространственное распределение раковинных амёб в августе в подкороновой зоне тополя на различном расстоянии от корневой шейки дерева

Пространственная картина распределения почвенных беспозвоночных в августе в подкороновой зоне тополя по сравнению с подкороновой зоной березы не изменяется. В подкороновой зоне тополя насчитывается 9 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodifflugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*. Доминантный вид сохраняется, им является *Phryganella acropodia*, максимальное значение которого уже наблюдается не на расстоянии 40 см от корневой шейки, как в подкороновой области березы, а на расстоянии 60 см и составляет 45 126 экз/г сухой почвы. Субдоминантным видом остается *Cyclopyxis arcelloides*, который характеризуется однородным пространственным распределением в подкороновой области тополя. Рецессивные виды остаются без изменений по отношению к июльскому периоду. К ним относятся *Cryptodifflugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*, *Centropyxis platystoma*.

Анализ данных по пространственному распределению почвенных беспозвоночных в подкороновой области березы, представленных на рис. 10, позволяет выявить значительное увеличение численности в 3–4 раза по сравнению с предыдущими периодами исследования.

Доминантным видом является *Phryganella acropodia*. Максимальное значение численности данного вида наблюдается на расстоянии 40 см от корневой шейки и составляет 89 203 экз/г сухой почвы, на расстоянии 80 см отмечается снижение численности до 58 870 экз/г. Субдоминантными видами являются: *Cyclopyxis arcelloides* и *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, численность которых составляет не более 21 % от общей численности раковинных амёб. Рецессивными же видами остаются *Cryptodiffugia compressa*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli* и составляют не более 5 %. В подкроновой области березы обнаружены 8 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*, *Centropyxis vandeli*.

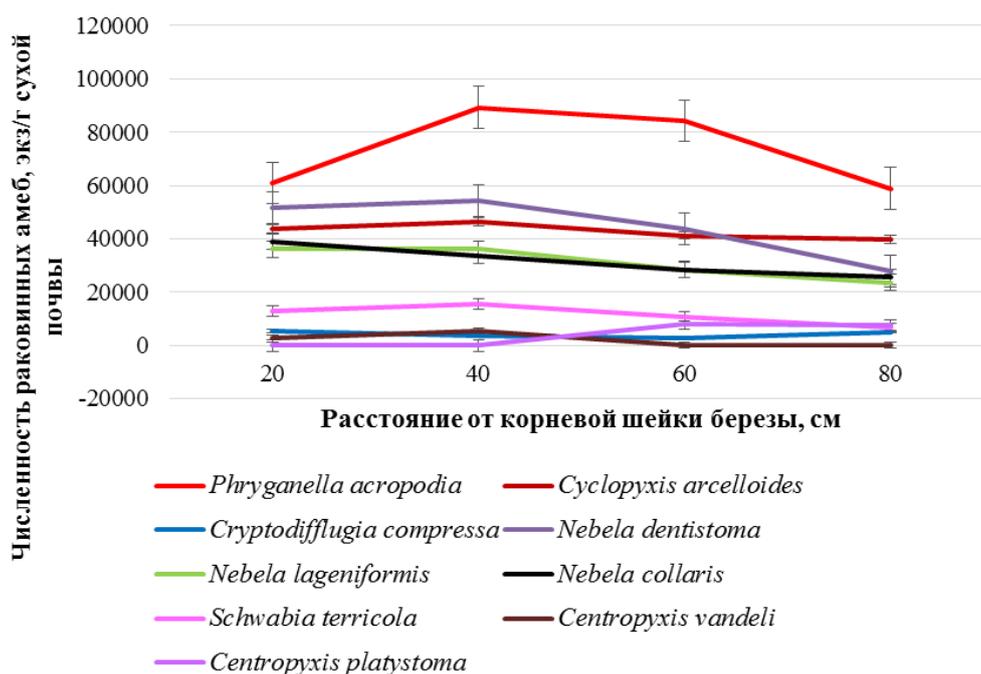


Рис. 10. Пространственное распределение раковинных амёб в сентябре в подкроновой зоне березы на различном расстоянии от корневой шейки дерева

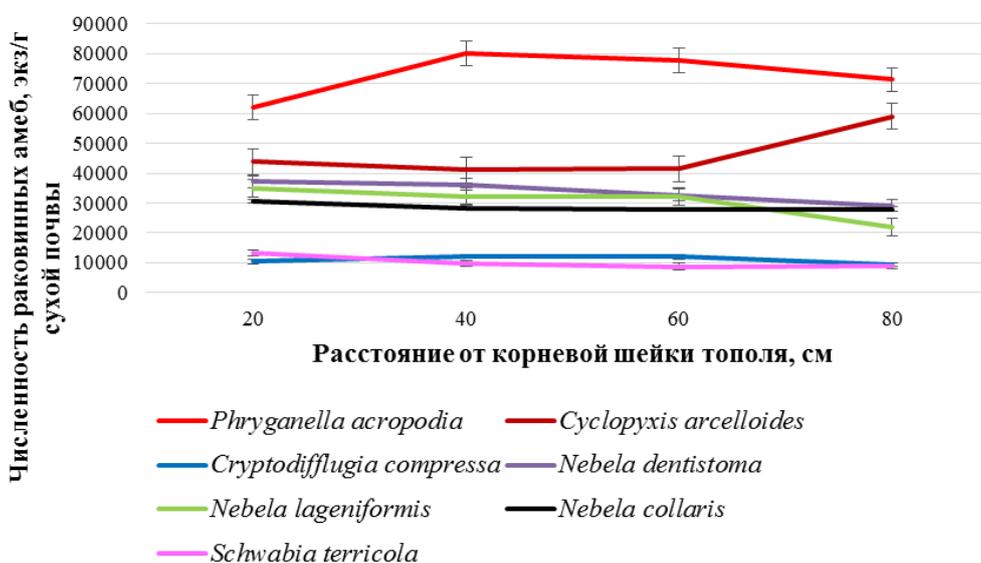


Рис. 11. Пространственное распределение раковинных амёб в сентябре в подкроновой зоне тополя на различном расстоянии от корневой шейки дерева

Необходимо отметить, что пространственное распределение раковинных амёб в подкороновой зоне тополя по сравнению с распределением почвенных беспозвоночных у берёзы аналогичны. На различном расстоянии от корневой шейки тополя обнаружены 7 видов раковинных амёб: *Phryganella acropodia*, *Cyclopyxis arcelloides*, *Cryptodiffugia compressa*, *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*, *Schwabia terricola*. Наблюдается элиминация вида *Centropyxis vandeli*. Пространственное распределение доминирующего вида *Phryganella acropodia* аналогично распределению в области берёзы за данный период. Максимальное значение наблюдается на расстоянии 40 см и составляет 80 263 экз/г с последующим снижением численности до 71 281 экз/г. Субдоминантными видами являются *Cyclopyxis arcelloides*, *Nebela dentistoma*, *Nebela collaris*. Вид *Nebela lageniformis* по сравнению с подкороновой зоной берёзы у тополя становится субдоминантным видом и составляет 15 % от общей численности раковинных амёб. Вид *Cyclopyxis arcelloides* изменяет пространственное распределение при максимальном значении на расстоянии 80 см от корневой шейки и составляет 58 974 экз/г. В предыдущем месяце исследования наблюдалось однородное распределение вида в зависимости от расстояния к корневой шейки. Рецессивные виды сохраняют свое положение. Ими являются *Cryptodiffugia compressa* и *Schwabia terricola*. Они составляют не более 6 % от общей численности раковинных амёб.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В подкороновой зоне берёзы среди выявленных видов на протяжении всего периода проведения исследований доминантное положение сохраняет *Phryganella acropodia*. К субдоминантному виду, который встречается на протяжении всего периода проведения исследования, можно отнести *Cyclopyxis arcelloides*. Вид *Cryptodiffugia compressa* наблюдается как субдоминантный вид в июньский период исследования. В сентябре наблюдается переход таких видов, как *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris* из рецессивных в субдоминантные виды.

2. В подкороновой зоне тополя обнаружено 11 видов раковинных амёб. Пространственное распределение раковинных амёб в области тополя аналогично распределению в подкороновой области берёзы. Доминантным видом является *Phryganella acropodia* на протяжении всего периода исследования. К субдоминантным видам относится *Cyclopyxis arcelloides* в период с мая по август, и только в сентябре к нему присоединяются *Nebela dentistoma*, *Nebela lageniformis*, *Nebela collaris*. Максимальная численность раковинных амёб в период исследования наблюдается на расстояниях от 20 до 60 см от корневой шейки дерева.

3. Наиболее лабильным показателем для каждого вида является расстояние от корневой шейки дерева.

Таким образом, пространственная структура численности и видового состава сообществ раковинных амёб динамична и адаптивно перестраивается в весенне-летний период в зависимости от пищевых ресурсов и конкуренции.

Литература

1. Анучин Н. А., Атрохин В. Г., Виноградов В. Н. Лесная энциклопедия. В 2 т. М. : Сов. энцикл., 1985. 563 с.
2. Гельцер Ю. Г. Почвенные простейшие. Л. : Наука, 1980. 38 с.
3. Гельцер Ю. Г. Методы изучения почвенных простейших // Почвен. простейшие. Сер. Протозоол. 1980. Вып. 5. С. 154–165.
4. Гельцер Ю. Г., Корганова Г. А., Алексеев Д. А. Почвенные раковинные амёбы и методы их изучения. М. : Наука, 1985. 79 с.
5. Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза. М. : Наука, 1969. 38 с.
6. Дюкарев А. Г., Пологова Н. Н., Лапшина Е. Д. Природно-ресурсное районирование Томской области. Томск : Спектр, 1997. 40 с.

7. Карташев А. Г., Смолина Т. В. Влияние нефтяного загрязнения на популяцию раковинных амеб // Изв. Томск. политех. ун-та. 2006. 13 с.
8. Карташев А. Г., Смолина Т. В. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. Томск : В-Спектр, 2011. 146 с.
9. Непряхин Е. М. Почвы Томской области. Томск : Изд-во Томск. ун-та, 1977. 439 с.
10. Олонов Н. А. Растения Томской области: деревья, кустарники, кустарнички. Томск : Печат. мануфактура, 2012. С. 30–56.
11. Рахтеенко И. Н. Корневые системы древесных и кустарничковых пород. М. : Гослесбумиздат, 1952. 106 с.
12. Соколов А. В. Агрехимическая характеристика почв СССР: районы Западной Сибири. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1968. 264 с.