

12. Crane, J.L. Freshwater Hyphomycetes of the Northern Appalachian Highland including New England and three coastal plain states [Текст] J.L. Crane // Amer. J. Bot. – 1968. – Vol. 55. – № 8. – P. 996–1002.
13. Esho, R.T. Studies on the sewage fungus complex in the River Ely, South Wales, U.K. [Текст] / R.T. Esho, K. Benson-Evans // Nova Hedwigia. – 1983. – Bd. 37. – № 2-3. – P. 519–534.
14. Iqbal, S.H. Aquatic hyphomycete spora of the River Exe and its tributaries [Текст] / S.H. Iqbal, J. Webster // Trans. Brit. Mycol. Soc. – 1973. – Vol. 61. – Pt. 2. – P. 331–346.
15. Kirby, J.J.H. A particle plating method for analysis of fungal community composition and structure [Текст] / J.J.H. Kirby, J. Webster, J.H. Baker // Mycol. Res. – 1990. – Vol. 94. – Pt. 5. – P. 621–626.
16. Webster, J. Morphology, distribution and ecology of conidial fungi in freshwater habitats [Текст] / J. Webster, E. Descals // Biology of Conidial Fungi. – New York: Acad. Press, 1981. – Vol. 1. – P. 295–355.

Л.В. Воронин

ГРИБЫ ФИЛЛОПЛАНЫ NUPHAR LUTEA (L.) SMITH В МАЛЫХ РЕКАХ БАССЕЙНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Приведены результаты анализа численности и видового состава микромицетов филлопланы *Nuphar lutea* в трех малых реках – Латке, Чеснаве и Вае. Использовался метод отпечатков фрагментов листа на агаризованное сусло с антибиотиками. Установлена зависимость численности грибов от скорости течения. Выявлено 54 вида и разновидностей мицелиальных грибов и 11 – дрожжей.

Ключевые слова: микромицеты, филлоплана, *Nuphar lutea*, метод отпечатков, малые реки, течение, грибы, дрожжи

L.V. Voronin

NUPHAR LUTEA (L.) SMITH PHYLLOPLANE FUNGI IN SMALL RIVERS OF RYBINSK RESERVOIR BASIN

Numbers and species composition analysis of *Nuphar lutea* phylloplane micromycetes was made in 3 small rivers – Latka, Tshesnava and Vaya. The method of leaves part prints on malt-agar with antibiotics was used. Dependence of fungal number on current rate was established. The total number of mycelial fungi found was 54, and of yeasts – 11.

Key words: micromycetes, phylloplane, *Nuphar lutea*, prints method, small rivers, current, fungi, yeasts

Грибы филлопланы, т.е. обитающие на поверхности листьев и использующие в качестве источника питания их прижизненные выделения – аминокислоты, углеводы, ауксины и другие соединения, составляют особую экологическую группу [5]. В ряде работ рассмотрена структура комплексов грибов филлопланы, предложены возможные принципы и пути их формирования, исследовались особенности микобиоты филлопланы в зависимости от факторов окружающей среды, изменения ее с возрастом листьев и в течение вегетационного периода, сукцессия микобиоты филлопланы. Все эти исследования проводились на наземных растениях. Микобиота филлопланы высших водных растений практически не изучалась. Гидромикологические работы носят прикладной характер и связаны с поиском патогенных грибов для использования их в борьбе с зарастанием водоемов [6]. Нами исследовалась микобиота кубышки желтой в малых озерах Вологодской обл. [1, 2].

Сбор и анализ проб на малых реках бассейна Рыбинского водохранилища производили с целью выяснения роли течения в формировании комплексов грибов филлопланы. Были выбраны три малые реки на территории Некоузского и Брейтовского районов – Латка, Чеснава и Вая. По классификации В.Л. Рохмистрова [3] река Чеснава относится к самым малым, а Латка и Вая – к очень малым. Для них характерно высокое содержание органических веществ, поступающих с водосборной площади. Так, в реке Вая нами отмечено максимальное количество растворенного органического вещества, 34.7 мгС/л, а по течению Латки оно составляет 14.6–21.4 мгС/л. Речки медленно текущие, однако в Чеснаве наблюдалось на отдельных участках быстрое течение, возникшее в ре-

зультате летнего дождевого паводка. Во всех реках произрастает кубышка желтая *Nuphar lutea* (L.) Smith, образуя монодоминантные ценозы или входя в другие в качестве доминантного вида. Работа проведена в конце июня – начале июля, т.е. в сроки формирования устойчивых комплексов грибов, установленные на озерах [2]. Исследовали филлоплану кубышки желтой на 4 станциях реки Латка, 4 – реки Чеснава и 2 – реки Вая.

Листья кубышки отбирали по 5 экземпляров на каждой станции и помещали поодиночке в широкогорлые пластиковые сосуды. Обработку проб производили в день отбора (через 1–3 часа) методом отпечатков кусочков листа на агаризованное пивное сусло с антибиотиками в чашках Петри. Фрагменты листовой пластинки площадью 1 см² вырезали стерильными инструментами на одинаковом расстоянии от центральной жилки и края листа. Получали отпечатки по отдельности с верхней и нижней стороны листа.

Через 3–7 сут инкубации при комнатной температуре подсчитывали число колоний. Для каждой даты на каждой станции рассчитывали показатель массовости (обилия) грибов: $M=(d/D)100\%$, где *d* – количество колоний каждого вида (рода), *D* – общее число выросших колоний грибов. При обработке результатов использовали стандартный статистический анализ. Для определения степени сходства микобиоты применяли распространенный в сравнительной флористике коэффициент Сьеренсена-Чекановского [4].

Проведенные исследования показали, что насыщенность филлопланы листьев кубышки грибами зависит от течения воды. Так, минимальная численность гифальных грибов в филлоплане кубышки выявлена в верхнем течении р. Латка, на станции № 1 (табл. 1).

Таблица 1

Численность грибов филлопланы *Nuphar lutea* в р. Латка

Станция	Количество грибов на 1 см ²			
	Верхняя сторона листа		Нижняя сторона листа	
	Гифальные	Дрожжи	Гифальные	Дрожжи
1. Верхнее течение	7.7±2.6	42.3±35.7	9.4±3.1	30.8±24.2
2. Старица	84.6±28.8	55.6±13.8	14.4±4.7	>10 000
3. Среднее течение (у д. Переслегино)	35.4±10.5	75.1±9.1	19.3±3.3	121.9±22.6
4. Нижнее течение (в зоне подпора водохранилища)	57.6±12.1	42.3±17.4	41.1±5.3	37.3±8.4

Достоверных различий по количеству диаспор микромицетов на верхней и нижней поверхности листьев для каждой станции не установлено, но численность пропагул грибов достоверно ($p<0.05$) увеличивается вниз по течению реки на нижней стороне листьев, достигая максимума в устьевом участке реки.

Аналогичное явление зарегистрировано и в реке Чеснава. Так, в ее старице у села Покров-Рамень численность диаспор составляла 71.4 на см² на верхней и 47.1 – на нижней стороне листьев, тогда как выше по течению – 25.7 и 35.0 соответственно. На участке с поднявшимся после дождей уровнем воды скорость течения была максимальной, плавающие листья кубышки оказались погруженными в воду, и на них сохранились только единичные колонии грибов. Такая же картина наблюдается и для дрожжей. Всего в филлоплане *Nuphar lutea* на исследованных реках выявлено 54 таксона мицелиальных грибов в ранге вида и разновидности и 11 таксонов дрожжей (Табл. 2).

Таблица 2

Видовой состав микобиоты филлопланы *Nuphar lutea*

Виды	Распространение
Мицелиальные грибы:	
<i>Pythium</i> sp	1
<i>Mucor circinelloides</i> v. Tiegh.	3
<i>M. hiemalis</i> Wehm.	1,2,3
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb	2, 3
<i>Acremonium charticola</i> (Lindau) W. Gams	1

<i>A. kiliense</i> Grutz	1, 2
<i>A. sclerotigenum</i> (F. et R. Moreau ex Valenta) W. Gams	1
<i>A. strictum</i> W. Gams	1
<i>Acremonium</i> sp.	1, 2
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	1, 2
<i>A. consortiale</i> (Thuem.) Hughes	1, 2
<i>Aphanocladium album</i> (Preuss) W. Gams	3
<i>Arthrographis</i> sp.	2, 3
<i>Ascochyta</i> sp.	1
<i>Aureobasidium pullulans</i> (dBy.) Arn.	1,2,3
<i>A. pullulans</i> (dBy.) Arn. var. <i>melanigenum</i> Hermanides-Nijhof	1-3
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.:Fr.	2
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	1-3
<i>C. elatum</i> (Harz) Nannfeldt	1-3
<i>C. herbarum</i> Link:Fr.	1-3
<i>C. macrocarpum</i> Preuss.	1,2
<i>C. sphaerospermum</i> Penzig	1-3
<i>Cladosporium</i> sp.	1, 2
<i>Cytosporella</i> sp.	1
<i>Dactylella submersa</i> (Ingold) Nilss.	1
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	1
<i>F. oxysporum</i> Schlect.	1
<i>F. semitectum</i> Berk. et Rav.	1
<i>F. solani</i> (Mart.) Appel et Wr.	1
<i>F. sporotrichiella</i> Bilai	1
<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>poae</i> (Pk.) Wr. emend Bilai	1-3
<i>F. tabacinum</i> (Beyma) W. Gams	1, 3
<i>Hormonema dematioides</i> Lagerberg et Melin	2, 3
<i>Hormonema</i> sp.	1, 3
<i>Penicillium canescens</i> Sopp	1
<i>P. citrinum</i> Thom	2
<i>P. fellutanum</i> Biourge	1
<i>P. funiculosum</i> Thom	1
<i>P. oxalicum</i> Currie et Thom	1
<i>P. verrucosum</i> Dierckx var. <i>cyclopium</i> (West.)Samson, Stolck et Hadlok	1-3
<i>Penicillium</i> sp. (склероциальный)	1, 3
<i>Phialophora bubakii</i> (Laxa) Schol-Schwarz	1
<i>Phoma eupyrena</i> Sacc.	3
<i>P. exigua</i> Desm.	1, 2
<i>P. macrostoma</i> Mont.	1
<i>P. medicaginis</i> Malbr. et Roum	1, 3
<i>P. medicaginis</i> Malbr. et Roum. var <i>pinodella</i> (L.K.Jones) Boerema	1
<i>P. nuphuris</i> Allesh.	1
<i>Septonema</i> sp.	1, 2
<i>Thysanophora penicilloides</i> (Roum.) Kendrick	1, 2
<i>Trichoderma hamatum</i> (Bon.) Bainjer	3
<i>T. koningi</i> Oud.	2
<i>T. viride</i> Pers.:Fr.	1-3
<i>Volucrispora aurantiaca</i> Haskins	1
Дрожжи:	
<i>Candida humicola</i> (Daszewska) Diddens et Lodder	2
<i>C. lambica</i> (Lin. et Gen.) v. Uden et Buckley	3
<i>Cryptococcus albidus</i> (Saito) Skinner	1-3
<i>C. albidus</i> var. <i>diffluens</i> (Zach) Phaff et Fell	1, 2
<i>C. informo-miniatus</i> (Oukuni) Phaff et Fell	2
<i>C. laurentii</i> (Kuff.) Skinner	2

<i>Debaryomyces hansenii</i> (Lopf.) Kudriavzev	2
<i>Rhodotorula glutinis</i> (Fres.) Harrison	1
<i>R. rubra</i> (Demme) Lodder	1–3
<i>Sporobolomyces roseus</i> Kluyver et v. Niel	2, 3
<i>Trichosporon pullulans</i> (Linder) Diddens et Lodder	2

Примечание: 1 – Латка, 2 – Вая, 3 – Чеснава.

Следует отметить, что во всех вариантах на листьях кубышки желтой отмечался светлый и темноокрашенный стерильный мицелий.

Итак, в верховьях малых рек и на их других участках с высокой скоростью течения численность грибов, особенно на нижней стороне листьев, более низкая по сравнению с этим показателем в медленно текущих водах и старицах. Течение воздействует на способность к закреплению спор микромитозов на нижней стороне плавающих и полностью погруженных листьев. Особенно существенно влияние течения отражается на численности дрожжей. Если в стоячих водоемах (озера Дарвинского заповедника) количество клеток дрожжей превосходит численность спор мицелиальных грибов, достигая 70–98% от общей численности грибов [2], то в исследованных речках существенное преобладание дрожжей отмечено только на нижней стороне плавающих листьев в старице Латки. Это свидетельствует о том, что на участках рек с высокой скоростью течения клетки дрожжей из-за особенностей морфологии не могут закрепиться на субстрате и смываются. На таких участках рек не сохраняется и большинство гифальных микромитозов, за исключением единичных быстрорастущих грибов (*Cladosporium cladosporioides*, *Trichoderma viride* и др.). С течением реки связана и величина пула грибных спор. Так, максимальная численность спор грибов на листьях кубышки в устье р. Латки, в зоне подпора водохранилища, связана не только со снижением скорости течения фактически до его отсутствия, но и, по-видимому, с увеличением содержания грибных спор в воде, которое происходит за счет накопления преимущественно снесенных течением.

Говоря о формировании комплексов грибов на листьях, отметим, что к середине вегетационного периода происходит «выравнивание» структуры комплексов грибов на верхней и нижней поверхности листьев, т.е. отчетливо проявляется определяющая роль субстрата (прижизненных выделений) в формировании комплексов грибов-экрисотрофов. Несмотря на значительное видовое разнообразие выявленных в филлоплане кубышки грибов, основу их сформировавшихся комплексов составляют одни и те же так называемые «характерные виды»: гифомицеты рода *Cladosporium* ($M = 19.6 - 56.0$ на верхней поверхности листа, $6.1 - 52.7$ на нижней), целомицеты рода *Phoma* ($2.2 - 22.8$ и $7.2 - 27.0$ соответственно), дрожжеподобные грибы рода *Aureobasidium* ($3.6 - 54.7$ и $9.2 - 31.8$), а также белые и темноокрашенные стерильные мицелии ($25.0 - 32.2$ и $10.2 - 38.7$).

О преобладании фактора субстрата в микобиоте филлопланы кубышки свидетельствует и увеличение значений коэффициента видовой сходства мицелиальных грибов Сьеренсена-Чекановского между озерами: если в июне он составлял 40–61% для гифальных грибов и 20–69% для дрожжей, то в июле – 67–76 и 74–100% соответственно [2]. Между станциями на Латке он составил 36 – 70%.

Таким образом, движение воды оказывает влияние на колонизацию живых листьев плейстофита *Nuphar lutea* грибами. Особенно сильно это влияние проявляется на течении, но даже ветровое волнение воды в озерах приводит к более позднему формированию комплексов грибов на нижней (подводной) стороне листьев. При этом на состав иммигрантов оказывает влияние тип озера или водотока, от трофического статуса и гидрохимических особенностей которых зависит состав пула колониеобразующих единиц.

Библиографический список

1. Воронин, Л.В. Комплексы грибов, формирующиеся за счет прижизненных выделений *Nuphar lutea* в разнотипных озерах [Текст] / Л.В. Воронин // Физиология растений и экология на рубеже веков: матер. Всерос. научно-практ. конф. – Ярославль, 2003. – С. 149 – 151.
2. Воронин, Л.В. Микобиота филлопланы *Nuphar lutea* (L.) Smith в озерах Дарвинского заповедника [Текст] / Л.В. Воронин, И.О. Солнцева // Микология и фитопатология. – 1994. – Т. 28. – Вып. 1. – С. 18–27.

3. Рохмистров, В.Л. Физико-географические закономерности распределения речной сети Ярославского Нечерноземья [Текст] / В.Л. Рохмистров, С.С. Наумов // Географические аспекты рационального природопользования в Верхневолжском Нечерноземье: межвуз. сб. научн. тр. Вып. № 206. – Ярославль, 1984. – С.53–64.
4. Шмидт, В.М. Статистические методы в сравнительной флористике [Текст] / В.М. Шмидт. – Л.: ЛГУ, 1980. – 176 с.
5. Alexander, M. Microbial ecology [Текст] / M. Alexander. – New York: Acad. press, 1971. – 480 p.
6. Netherland, M.D. Integrated use of fluoridone and a fungal pathogen for control of Hydrilla [Текст] /M.D. Netherland, J.F. Shearer // J. Aquatic Plant Manage. – 1996. – Vol. 34. – P.4–8.
7. Sneh, B. Selective medium for isolation of Mycoleptodiscus terrestris from soil sediments of aquatic environments [Текст] / B. Sneh, J Stack // Appl. and Environ. Microbiol. – 1990. – Vol. 56. – № 11. – P.3273–3277.

Е.А. Баталова, А.В. Муравьев, П.В. Михайлов

РОЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ В ИЗМЕНЕНИЯХ ТЕКУЧЕСТИ ЦЕЛЬНОЙ КРОВИ И ЕЕ ТРАНСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Наблюдения были выполнены на взрослых здоровых мужчинах. Все обследованные лица (n=80) имели разные величины гематокрита (Hct), по которым можно выделить четыре группы. В первую были включены лица с Hct от 35 до 40%, во вторую – 41–45%, в третью – 46–50% и в четвертую – 50% и более. Анализ данных показал, что вязкость крови и индекс ригидности были наименьшими в группе 2, где гематокрит был равен 43%, а эффективность транспорта кровью кислорода здесь была наибольшей. Следовательно, для эффективной деформации эритроцитов в потоке гематокрит такой величины является оптимальным для транспорта кислорода. Таким образом, получены доказательства, что средние величины концентрации эритроцитов реологически наиболее эффективны для микроциркуляции, транспорта и доставки кислорода в тканевые микрорайоны.

Ключевые слова: концентрация эритроцитов, гематокрит, текучесть крови, вязкость плазмы, деформируемость эритроцитов, транспортный потенциал, вязкость крови, индекс ригидности эритроцитов.

E.A.Batalova, A.V.Muraviov, P.V.Mikhailov

ROLE OF RED BLOOD CELL (RBC) CONCENTRATION IN THE BLOOD FLUIDITY CHANGES AND ITS TRANSPORT POTENTIAL

The aim of the study was to investigate a role of red cell concentration (hematocrit) in red blood cell deformation (RBCD) and their oxygen transport. All studied population was divided into 4 groups according to hematocrit (Hct), from 35% to 55%. It was found that the most effective RBCD and higher O₂-transport was in persons of second group where Hct was about 43%. Higher and lower values of hematocrit were accompanied by less effective blood transport potential. Thus, there is evidence that a middle value of red cell concentration is the most proper for microcirculation and oxygen delivery into the tissue.

Key words: erythrocyte concentration, hematocrit, blood fluidity, plasma viscosity, erythrocyte deformability, transport potential

Введение

Из классической реологии известно, что концентрация веществ или частиц в суспензиях решающим образом влияет на их вязкость [1, 8]. В исследованиях многих авторов приводятся свидетельства того, что между концентрацией эритроцитов (гематокритом) и вязкостью крови существует высокая степень взаимосвязи [12, 15]. Наличие этой корреляции послужило основой для того, чтобы предложить простые уравнения регрессии для предсказания величины вязкости крови