

УДК 574.2

Т.А. Овчинникова<sup>1</sup>

## МИКОБИОТА СНЕГОВОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА САМАРЫ

В статье представлена характеристика микобиоты сформированного снегового покрова г. Самары 2013 и 2014 гг. В снежном покрове пригорода, незагрязненных территориях прибрежных парков Струковского и Загородного микромицеты обнаруживались в виде единичных колоний либо не обнаруживались совсем. Повышение численности микромицетов в снеговом покрове города до (42 КОЕ/мл) отмечается на территориях, граничащих с автомагистралями, людскими потоками, т. е. связано с горизонтальным переносом воздушных масс. Состав доминирующих микромицетов снегового покрова (показатель встречаемости был выше 60 %) в 2013 и 2014 годах существенно различался и зависел от климатических условий предшествующего теплого периода года и морозов текущей зимы. Субдоминанты (встречаемость ниже 11 %) снежного покрова исследуемых зимних периодов были сходными и представляли собой грибы рода *Alternaria*, постоянно преобладающие в микобиоте воздушной среды города в летне-осенний период года.

**Ключевые слова:** микобиота снегового покрова, городская среда, доминирующие виды микромицетов, гидроклиматические условия.

Снеговой покров как элемент городских экосистем аккумулирует разнообразные загрязнители атмосферного воздуха, сохраняет их в течение зимнего периода и высвобождает при таянии. Одним из компонентов, загрязняющих снеговой покров, является микобиота, численность и состав которой в городской среде в зимний период изучена мало. Известно, что численность грибных пропагул в городской среде в зимний период падает в 2–3 раза по сравнению с летним [1; 2]. Снеговой покров как элемент городских экосистем аккумулирует грибные пропагулы, поступающие со снеговыми осадками из более высоких слоев атмосферы, где они могли находиться под действием очень низких температур, а также с пылевыми частицами из пригородных территорий, переносимых автотранспортом. Кроме того, воздух постоянно пополняется грибными пропагулами, развивающимися в городской среде. Исследование снегового покрова Москвы и Саратова обнаружило относительно высокую численность микромицетов в мл талого снега, колеблющуюся в пределах от 50 до 7000 КОЕ/мл [3; 4]. Авторы отмечают, что микобиота снегового покрова несет черты стрессового воздействия низких температур, что проявлялось в доминировании стерильного мицелия и темноокрашенных видов

<sup>1</sup>© Овчинникова Т.А., 2015

Овчинникова Татьяна Анатольевна (catiov4@mail.ru), кафедра экологии, ботаники и охраны природы, Самарский государственный университет, 443011, Российская Федерация, г. Самара, ул. Акад. Павлова, 1.

грибов. Особенности видового состава микобиоты зимнего города, ее взаимосвязь с предшествующим теплым сезоном года, влияние на нее погодных условий текущего зимнего периода остаются неизученными. Практически отсутствует комплексная оценка микобиоты с точки зрения накопления в снеговом покрове фитопатогенных и условно-патогенных для человека видов микромицетов.

Цель настоящей работы — исследование численности и состава микобиоты снегового покрова территории города Самары, сформированного к концу февраля 2013 и 2014 гг., сопоставление микобиоты 2013 и 2014 годов и выяснение ее взаимосвязи с гидроклиматическими условиями зимних периодов и предшествующих вегетационных периодов. Объектом исследования явилась микобиота снегового покрова на территории города Самара, образованного естественным снегопадом, напрямую не затронутым снегоуборочной техникой и влиянием людских потоков, в период с декабря по февраль в 2013 и в 2014 годах. Отбор снеговых проб производился из верхнего слоя 0–40 см, при глубине покрова — 70–80 см, в объеме 3 л в 19 экспозиционных точках, находящихся в условиях разного уровня антропогенного воздействия. В трех экспозиционных точках отбор проб снега проводился по профилю, исследовались три слоя, приблизительно сформированных в начальном, среднем и конечном периоде зимы. Фоновой зоной служил снегостав северной окраины города, удаленной от автотрассы на расстоянии около 500 м. Отбор проб проводился в центральной части города, в районе речного вокзала, а также на территории трех парков, два из которых, Загородный и Струковский, находятся в прибрежной части города, а третий, парк имени Ю. Гагарина, углублен в городской массив и окружен кольцом автодорог. Посев талой воды производили на агар Чапека в объеме 1–1,5 мл на чашку Петри. Посевы анализировали на 10 и 20 дни инкубации.

## Результаты и их обсуждение

### 1. Численность микобиоты снегового покрова г. Самары

В пробах снегового покрова, сформированного к концу февраля 2013 и 2014 годов, численность микромицетов была низкой и колебалась от 0 до 42 КОЕ на 1 мл талого снега (см. рисунок), что значительно ниже величин, полученных при анализе снегового покрова Москвы и Саратова [3; 4]. Колебания численности грибов в снеговом покрове 2013 и 2014 годах на территории города Самара были сходными, а максимальная численность в 2013 году достигала 42 КОЕ/мл, тогда как в феврале 2013 года 33 КОЕ/мл (см. рисунок).

В снеговом покрове окраины Самары и центральной части исследуемых парковых зон численность грибов оказывалась низкой, на чашке Петри высевались единичные колонии (см. рис.). В центре города в снеговом покрове 2013 года возле речного вокзала и в припарковых зонах вблизи автотрасс численность микромицетов возрастала в десятки раз (см. рис.). Численность микобиоты в снеговом покрове колебалась от 0 до 3,67 КОЕ на 1 мл талого снега и только в двух точках парковых зон парка им. Гагарина и Загородного парка, граничащих с автомагистралями с интенсивным автомобильным движением — Московским шоссе и улицей Ново-Садовой, показатель численности резко возрастал до 19,29 КОЕ и 33,33 КОЕ на мл соответственно (см. рисунок).

Наименее загрязненным был снеговой покров в центральной части исследуемых парков, для парка им. Гагарина — 3,67 КОЕ/мл, для Струковского пар-

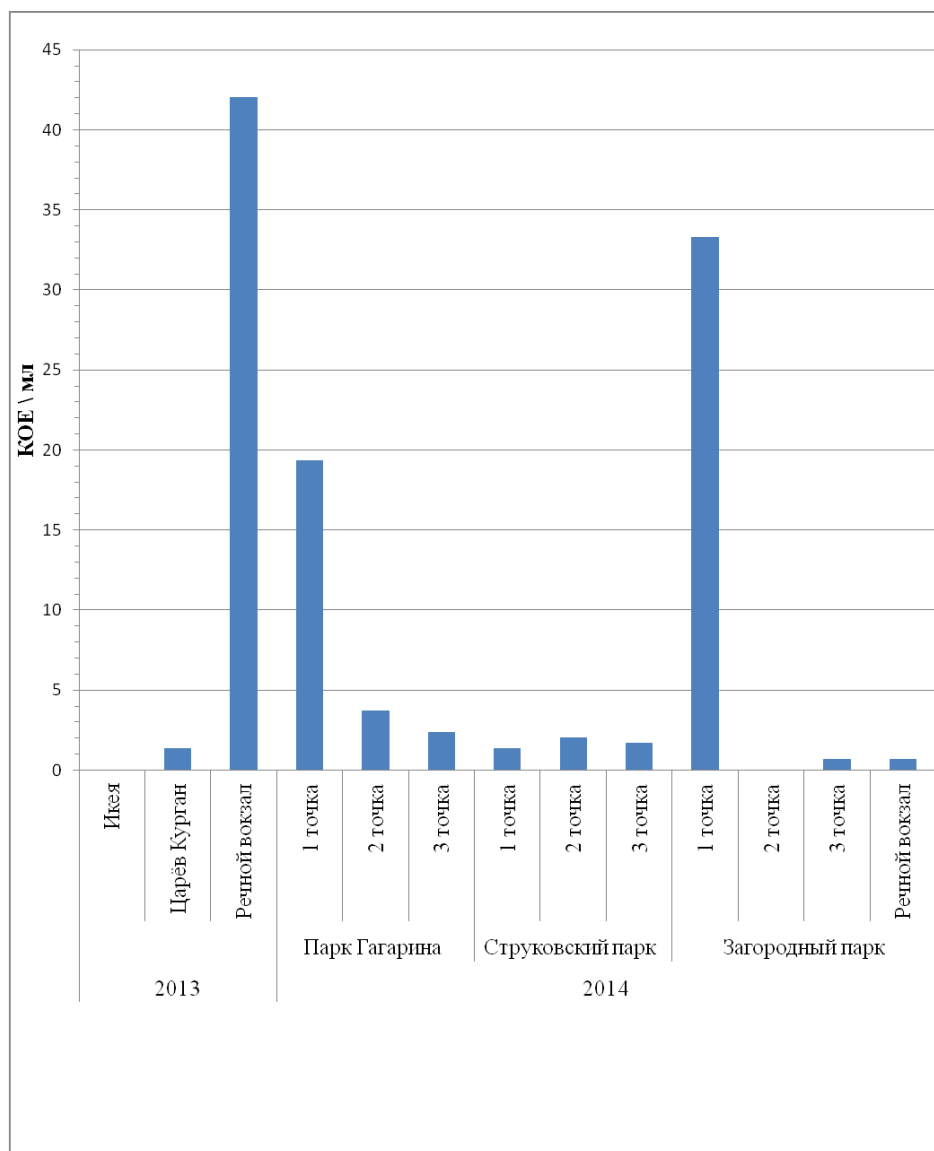


Рис. Численность микромицетов в верхнем слое снегового покрова на территории города Самары в 2013 и 2014 гг.

ка — 1,33 КОЕ/мл, а для Загородного парка — 0. Численность микромицетов в снеговом покрове возрастала в зонах влияния автомагистралей и интенсивности людского потока. Неравномерно загрязненным оказался снеговой покров Загородного парка. Самое высокое содержание микромицетов отмечается вблизи входа — 33,33 КОЕ/мл и весьма чистым был снеговой покров в центральной части парка и на склоне к р. Волге — 0,66 КОЕ/мл. Снеговой покров территории Струковского парка характеризовался равномерным низким содержанием микробиоты: 1-я точка — 1,33, 2-я точка — 2,0 и 3-я точка — 1,67 КОЕ/мл. Наиболее равномерное и достаточно выраженное загрязнение снегового покрова микромицетами было отмечено для парка им. Гагарина — 19,29 КОЕ; 3,67 КОЕ и 2,34 КОЕ (см. рисунок).

Сопоставление показателей численности микобиоты февральского снегостава территории города и его парковых зон в течение двухлетних наблюдений свидетельствует о том, что загрязнение снеговых масс микромицетами происходит в основном за счет горизонтального переноса воздушных масс, усиливающегося движением автотранспорта, людскими потоками.

## 2. Таксономический состав микобиоты снегового покрова г. Самары

При исследовании 9 проб снега в 2013 году были обнаружены 12 морфологических типов колоний, для которых была проведена видовая или родовая идентификация [5; 6]. Идентифицированы микромицеты, относящиеся к 4 родам: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium*. Наибольшая частота встречаемости была отмечена для рода *Alternaria sensu lato* – 40 %, для рода *Aspergillus* – 40 %. Видовая идентификация была проведена только для представителей рода *Aspergillus* как грибов, наиболее устойчивых к неблагоприятным условиям зимы в этот период и формирующих на агаре спороносящие колонии. Высокая встречаемость (33 %) была характерна для колоний со стерильным мицелием (табл. 1).

Таблица 1  
Таксономические и количественные показатели микобиоты снегового покрова в феврале 2013 года

| Таксоны                      | Встречаемость | Количественный показатель  |
|------------------------------|---------------|----------------------------|
| Стерильный мицелий           | 30 %          | един. — многочисл.         |
| <i>Aspergillus</i>           | 40 %          | 0 — многочисл.             |
| <i>A. fumigatus</i>          | 10 %          | 0 — многочисл. (42 КОЕ/мл) |
| <i>A. flavus</i>             | 30 %          | един. — редкие             |
| <i>A. glaucus</i>            | 10 %          | един.                      |
| <i>A. candidus</i>           | 10 %          | един.                      |
| <i>Alternaria sensu lato</i> | 40 %          | един. — редкие             |
| <i>Fusarium spp.</i>         | 20 %          | един. — редкие             |
| <i>Cladosporium spp.</i>     | 10 %          | един.                      |
| <i>Mucor spp.</i>            | 10 %          | Редкие                     |
| Дрожжи                       | 10 %          | многочисл. (20 КОЕ/мл)     |

Исследователи микобиоты снегового покрова Москвы и Саратова также отмечают высокую долю грибов со стерильным мицелием [3; 4]. Известно, что продолжительное воздействие низких отрицательных температур снижает активность прорастания спор на питательной среде и, в частности, активность образования органов бесполого спороношения, а также самого хода спорообразования [2]. Среди несовершенных грибов наиболее стрессоустойчивыми, сохраняющими способность к росту колоний на питательных средах и спорообразованию после длительного промораживания можно отметить представителей родов *Aspergillus* и *Penicillium* [3]. Единичными и редкими были представители родов: *Fusarium*, *Cladosporium* и мукоровые микромицеты (табл. 1).

Наиболее разнообразными и многочисленными в снеговом покрове 2013 года были представители рода *Aspergillus*. Среди них были идентифицированы 4 вида: *Aspergillus flavus*, *A. candidus*, *A. fumigatus*, *A. glaucus*. Колонии *A. glaucus* и *A. candidus* были единичными, но именно эти виды характерны для снегового по-

крова г. Москвы [3]. *A. Fumigatus* был обнаружен только возле речного вокзала, но в большом количестве — 42 КОЕ в мл. Численность же *A. flavus* была более низкой, до 2 КОЕ/мл, но встречался он чаще — 33 % (табл. 1).

В феврале 2014 года исследовалась микобиота трех парковых зон города и центральной части (всего 10 проб). В микобиоте снегового покрова парковых зон города и территории речного вокзала в феврале 2014 года представители рода *Aspergillus* фактически отсутствовали. В снегоставе 2014 года по численности и встречаемости преобладали темноокрашенные, пикнидиальные грибы, частота встречаемости которых составила 90 % (табл. 2). Среди темноокрашенных микромицетов по частоте встречаемости доминировали также представители рода *Alternaria* (*Alternaria sensu lato*), обычно обильные в летне-осенний и зимний период года на территории города Самары [7; 8]. Частота их встречаемости в зимний период 2014 года составила 70 %, а в 2013 году — 40 %. Частота встречаемости *Aureobasidium pullulans* составила 20 %. Высокая встречаемость (30 %) отмечена нами и для грибов, имеющих стерильный мицелий (табл. 2).

Таблица 2

**Таксономические и количественные показатели микобиоты снегового покрова в феврале 2014 года**

| Таксоны  | Встречаемость | Количественный показатель в КОЕ/мл |
|--|---------------|------------------------------------|
| Аскомицеты, имеющие только плодовые тела, либо хламидоспоры (пикнидиальные), представители рода <i>Phoma</i> | 90 %          | 0 — Многочисл.                     |
| Стерильный мицелий   | 30 %          | един. — многочисл.                 |
| <i>Alternaria sensu lato</i>   | 70 %          | 0 — редкие                         |
| <i>Aureobasidium pullulans</i>   | 20 %          | 0 — редкие                         |
| <i>Aspergillus ochraceus</i>   | 10 %          | един.                              |
| <i>Ulocladium sp.</i>  | 10 %          | един.                              |
| <i>Phoma herbarum</i>  | 10 %          | един.                              |
| <i>Mucor spp.</i>  | 10 %          | един.                              |

Среди пикнидиальных преобладали грибы рода *Phoma*. Представители рода *Phoma* часто патогены высших растений, которые активно развиваются в корнях, на листьях и стеблях в осенний период, они также могут быть сапрофитами, участвуя в разложении растительного опада, могут развиваться на промышленных материалах в условиях повышенной влажности, разрушая бетон, лакокрасочные покрытия, на картоне и бумаге [3; 9].

В снеговом покрове города Москвы пикнидиальные грибы также занимают доминирующие позиции, особенно в придорожных зонах, испытывающих наибольшее загрязнение [4]. В снеговом покрове 2013 года на территории города Самара пикнидиальные грибы не были обнаружены совсем (табл. 1). Появление же пикнидиальных грибов в снеговом покрове города в феврале 2014 года в значительном количестве, по-видимому, явилось результатом особых погодных условий летне-осеннего периода 2013 года, когда произошло сильное переувлажнение почв. Переувлажнение почв было следствием обильных снегопадов в зимний период, которые дополнились продолжительными осадками в июле-сентябре 2013 года [10]. Снижение устойчивости растений, активация развития факультативных парази-

тов привели к накоплению в почве и внешней среде пропагул патогенных грибов. Могли активироваться и сапротрофные виды рода *Phoma*, участвующие в разложении растительного опада и подстилки.

Сопоставление показателей микобиоты снегового покрова города Самары 2013 и 2014 годов выявило различия состава доминирующих групп микромицетов, эколого-биологические особенности которых указывают на связь с климатическими условиями сравниваемых годов. Так в снеговом покрове 2013 года доминировали стрессоустойчивые грибы рода *Aspergillus*, процент их обилия от общего числа колоний в исследуемом образце составил 90,3 % (табл. 3). Доминирование аспергиллов может быть следствием влияния двух факторов, с одной стороны, сильными и продолжительными морозами января 2013 года, с другой стороны, остаточным пулом накопления в окружающей среде и спор грибов данного рода в сухое и жаркое лето 2010 года — ГТК — 0,3 [7; 8].

Доминирование пикнидиальных грибов в снеговом покрове 2014 года является следствием обильных осадков в вегетационный период 2013 года — ГТК — 2,7 (табл. 3). Субдоминанты микобиоты 2013 и 2014 годов были сходны, это были представители рода *Alternaria*, процент обилия не превышал 11 (табл. 3). Грибы рода *Alternaria* были безусловными доминантами городской среды в летний и осенний периоды года на протяжении длительного периода исследования с 2000 по 2013 годы, споры грибов рода *Alternaria* обнаруживались нами также в воздухе города и в зимние периоды, но редко в качестве преобладающей группы [8].

Таблица 3

**Сравнение микобиоты снегового покрова города Самары  
2013 и 2014 годов**

| Показатели   | 2013 год  | 2014 год  |
|--|---|---|
| (ГТК) Сеянинова, вегетационный период предшествующего года | 1,8 у.е.  | 2,7 у.е.  |
| Колебания численности (в КОЕ в мл талого снега)            | 0–42  | 0–32  |
| % стерильных колоний                                       | 30 %  | 30 %  |
| Доминирующие таксоны % обилия от общего числа колоний      | Род <i>Aspergillus</i><br>0–100 %, Среднее — 90,3 % | Пор. <i>Sphaeropsidales</i><br>0–100 % Среднее 63,7 % |
| Субдоминанты % обилия от общего числа колоний              | Род <i>Alternaria</i><br>0–29 % Среднее 9,7 %       | Род <i>Alternaria</i><br>0–100 % Среднее 10,9 %       |

*Примечание.* \*ГТК — гидротермический коэффициент, показатель уровня благоприятствования климатических условий для роста растений, изменяется от 0 — в сухое и жаркое лето до 3 — в теплое и влажное. Оптимальные значения ГТК для лесостепной зоны 1,1–1,7.

Послойное исследование микобиоты снегового покрова в трех экспозиционных точках позволило объяснить выявленные нами закономерности для микобиоты верхних слоев снежного покрова конца зимы. Нижние слои снежного покрова, образованные в начале зимы, содержали до 75 % крупноспоровых микромицетов, длина спор более 10–20 мкм. Сюда относятся прежде всего альтернарии, которые с большей вероятностью, чем мелкоспоровые ( $d = 2\text{--}5$  мкм), увлекались первы-

ми снегопадами из атмосферного воздуха и городской среды. В верхних слоях снежного покрова преобладали до 85 % мелкоспоровые микромицеты. О лучшей сохранности спор в нижнем слое свидетельствует факт отсутствия в посевах из него неидентифицированных колоний.

## Заключение

Оценка количественного присутствия грибных пропагул в верхнем слое февральского снежного покрова города Самара методом посева на агар Чапека выявила низкое содержание микромицетов. В снеговом покрове фоновых территорий северной части пригорода, наименее загрязненных зонах прибрежных парков, Струковского и Загородного, микромицеты обнаруживались в виде единичных колоний либо не обнаруживались совсем. Повышение численности микромицетов в снеговом покрове города до 42 КОЕ/мл отмечается на территориях, граничащих с автомагистралями, людскими потоками, т. е. связано с горизонтальным переносом воздушных масс.

Состав доминирующих таксонов микробиоты снегового покрова (показатель встречаемости был выше 60 %) в 2013 и 2014 годах существенно различался и зависел от климатических условий предшествующего теплого периода года и силы морозов текущей зимы. Субдоминанты (встречаемость ниже 11 %) снежного покрова исследуемых зимних периодов были сходными и представляли собой грибы рода *Alternaria*, постоянно преобладающие в микробиоте воздушной среды города в летне-осенний период года.

## Литература

- [1] Овчинникова Т.А., Панкратов Т.А. Мониторинг воздушной микофлоры города Самары // Мониторинг окружающей среды. Тольятти, 2003. С. 170–174.
- [2] Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех, 2005. 195 с.
- [3] Кулько А.Б., Марфенина О.Е. Состав микроскопических грибов в снеговом покрове города // Микробиология. 1998. Т. 67. № 4. С. 569–572.
- [4] Комплексная оценка состояния окружающей среды г. Саратова по данным химического и микробиологического загрязнения / М.А. Быкова [и др.] // Фундаментальные исследования. 2012. № 5. С. 133–137.
- [5] Пидопличко Н.М. Определитель несовершенных грибов. Киев: Наукова думка, 1977. Т. 2. 297 с.
- [6] Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Киев: Наукова думка, 1988. 202 с.
- [7] Овчинникова Т.А., Кремс Е.В., Корчиков Е.С. Сезонная динамика микробиоты листовой поверхности древесных растений городской среды // Вестник Самарского государственного университета. 2013. № 6. С. 188–195.
- [8] Овчинникова Т.А. Грибы рода *Alternaria* как доминанты аэропланктона городской среды // Труды XIII съезда ботанического общества. Тольятти, 2013. Т. 1. С. 164–166.
- [9] Пидопличко Н.М. Определитель пикнидиальных грибов. Киев: Наукова думка, 1977. Т. 3. 172 с.
- [10] Доклады об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. М., 2014. 109 с.

## References

- [1] Ovchinnikova T.A., Pankratov T.A. Monitoring of air microflora environment of the Samara city. *Monitoring okruzhaiushchei sredy* [Monitoring of the environment]. Togliatti, 2003, pp. 170–174 [in Russian].
- [2] Marfenina I.A. Anthropogenic ecology of soil fungi. I., *Meditsina dlia vsekh*, 2005, 195 p. [in Russian].
- [3] Kul'ko A.B., Marfenina O.E. Species composition of microscopic fungi in urban snow cover. *Mikrobiologiya* [Microbiology], 1998, Vol. 67, no. 4, pp. 569–572 [in Russian].
- [4] Bykova M.A., Abrosimova O.V., Tikhomirova E.I., Makarova A.A. Comprehensive environmental assessment of Saratov according to the analysis of chemical and microbiological contamination. *Fundamental'nye issledovaniia* [Fundamental Researches], 2012, no. 5, pp. 133–137 [in Russian].
- [5] Pidoplichko N.M. Determinant of the imperfect fungi. Kiev, Naukova Dumka, 1977, Vol. 2, 297 p. [in Russian].
- [6] Bilai V.I., Koval E.Z. Aspergills. Kiev, Naukova Dumka, 1988, 202 p. [in Russian].
- [7] Ovchinnikova T.A., Krems E.V., Korchikov E.S. Micobiota's seasonal dynamics of the leaf surface of trees in urban territory. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of Samara State University], 2013, no. 6, pp. 188–195 [in Russian].
- [8] Ovchinnikova T.A. Fungi of Genus *Alternaria* as a dominant of the aeroplankton of urban environment. *Trudy XIII s"ezda botanicheskogo obshchestva* [Proceedings of the XIII Botanical Society Congress]. Togliatti, 2013, Vol. 1, pp. 164–166 [in Russian].
- [9] Pidoplichko N.M. Determinant of the picnidial fungi. Kiev, Naukova Dumka, 1977, Vol. 3, 172 p. [in Russian].
- [10] The reports about the feature of the climate on the territory of the Russian Federation for 2013 year. M., 2014, 109 p. [in Russian].



*T.A. Ovchinnicova*<sup>2</sup>

## MYCOBIOTA OF THE SNOW COVER OF THE TERRITORY OF SAMARA CITY

The article presents a characterization of mycobiota of the formed snow cover in Samara in 2013 and 2014. In the snow cover of suburb, uncontaminated areas of coastal parks Strukovsky and Zagorodnyi micromycetes were detected in the form of single colonies, or were not detected at all. Increase of microscopic fungi in the snow cover of the city (42 CFU/ml) was observed on the territories bordering highways, streams of people, that is due to the horizontal transfer of air masses. The composition of dominant micromycetes of the snow cover (a measure of occurrence was greater than 60 %) in 2013 and 2014 varied considerably and depended on the climatic conditions of the previous warm period of the year and the strength of the current winter frosts. Subdominant (incidence below 11 %), of the snow cover in winter periods studied were similar and were the fungi of the genus *Alternaria*, constantly prevailing in mycobiota air environment of the city in the summer-autumn period.

**Key words:** mycobiota of the snow cover, urban environment, dominant species of micromycetes, hydroclimatic conditions.

Статья поступила в редакцию 8/XII/2014.

The article received 8/XII/2014.

---

<sup>2</sup>*Ovchinnicova Tatjana Anatoljevna* (catiov4@mail.ru), Department of Ecology, Botany and Environmental Protection, Samara State University, 1, Acad. Pavlov Str., Samara, 443011, Russian Federation.