



Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК: 504.064.2
DOI: 10.18470/1992-1098-2017-3-146-152

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КЛЕТКАХ АПИКАЛЬНОЙ МЕРИСТЕМЫ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

*Галина Г. Ладнова**, *Инна Э. Федотова*,
Маргарита Г. Курочицкая, *Валентина В. Силютин*
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева,
Орел, Россия, gladnova@yandex.ru

Резюме. Цель. Изучение цитогенетических нарушений в клетках апикальной меристемы побегов городских зеленых насаждений липы сердцевидной (*Tilia cordata* L.) и тополя серебристого (*Populus alba* L.), произрастающих в различных условиях по антропогенной нагрузке: парки, скверы и места уличных насаждений вдоль городских автодорог. **Методы.** Цитогенетические нарушения в клетках апикальной меристемы липы и тополя изучались по показателям частоты встречаемости микроядер и протрузий ядра разных форм. Почки для анализа собирали с высоты дерева 1,5-2 м. весной в марте-апреле 2009, 2012 и 2015 гг. Собранные почки фиксировали ацетоалкоголем, готовили микропрепараты клеток апикальной меристемы и окрашивали ацетокармином. Кариологические показатели анализировали и цитировали по Л.П. Сычевой. **Результаты.** Показано, что наиболее выраженные цитогенетические нарушения по уровню показателей частоты встречаемости микроядер и протрузий ядра разных форм были значительно выше в клетках апикальной меристемы почек липы сердцевидной и тополя серебристого уличных насаждений вдоль автомагистралей города по сравнению с такими же показателями исследованных деревьев парков и скверов. Клетки апикальной меристемы почек липы сердцевидной наиболее чувствительны к техногенно загрязненной среде по сравнению с такими же клетками тополя серебристого. **Заключение.** Клетки апикальной меристемы почек исследованных деревьев, и, прежде всего липы сердцевидной, могут служить в качестве индикаторов генотоксичности окружающей среды города. **Ключевые слова:** окружающая среда, липа сердцевидная, тополь серебристый, апикальная меристема, микроядра, протрузии ядра.

Формат цитирования: Ладнова Г.Г., Федотова И.Э., Курочицкая М.Г., Силютин В.В. Цитогенетические изменения в клетках апикальной меристемы зеленых насаждений города в зависимости от уровня антропогенной нагрузки // Юг России: экология, развитие. 2017. Т.12, N3. С.146-152. DOI: 10.18470/1992-1098-2017-3-146-152

CYTOGENETIC CHANGES IN CELLS OF THE APICAL MERISTEM OF GREEN PLANTING OF THE CITY DEPENDING ON THE LEVEL OF ANTHROPOGENIC LOAD

*Galina G. Ladnova**, *Inna E. Fedotova*,
Margarita G. Kurochickaya, *Valentina V. Silyutina*
Orel State University named after I.S. Turgenev,
Orel, Russia, gladnova@yandex.ru

Abstract. Aim. The aim of the research is to study the cytogenetic disorders in the cells of apical meristem of the sprouts of urban green plantations of the small-leaved linden (*Tilia cordata* L.) and rattletree (*Populus alba* L.) growing under different conditions in terms of anthropogenic impact as parks, squares and places of street plantings along urban highways. **Methods.** Cytogenetic abnormalities in the cells of the apical meristem of



small-leaved linden and rattlertree have been studied in terms of the frequency of occurrence of micronuclei and protrusions of nuclei of different forms. The buds for analysis were collected from a tree of 1.5-2 m. height in spring during March-April 2009, 2012 and 2015. The collected buds were processed with acetolcohol, micro-preparations of cells of the apical meristem were made and stained with acetocarmine. Karyological indicators were analyzed and cited by L.P. Sychova. **Findings.** The study reveals that the most pronounced cytogenetic disturbances in terms of the frequency of occurrence of micronuclei and protrusions of nuclei of different forms were significantly higher in the cells of the apical meristem of the sprouts of small-leaved linden and rattlertree plantations along the city's highways compared to the same parameters of the parks and squares studied. Cells of the apical meristem of the sprouts of small-leaved linden are most sensitive to technogenically polluted environment in comparison with the cells of rattlertree sprouts. **Conclusion.** Cells of the apical meristem of the sprouts of the investigated trees, especially of small-leaved linden, can serve as indicators of the genotoxicity of the city's environment.

Keywords: environment, small-leaved linden, rattlertree, apical meristem, micronucleus, protrusions of the nucleus.

For citation: Ladnova G.G., Fedotova I.E., Kurochickaya M.G., Silyutina V.V. Cytogenetic changes in cells of the apical meristem of green planting of the city depending on the level of anthropogenic load. *South of Russia: ecology, development.* 2017, vol. 12, no. 3, pp. 146-152. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2017-3-146-152

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при нарастающих темпах негативного влияния техногенно загрязненной среды обитания на здоровье человека [1-3] особую актуальность приобретают исследования по охране окружающей среды. Решение этой проблемы невозможно без осуществления мониторинговых исследований, позволяющих оценивать состояние окружающей среды и, прежде всего природной, выявлять динамику ее изменений и заболеваемость населения. В связи с этим, особое значение имеет разработка эффективных подходов к организации мониторинговых исследований для изучения антропоэкологической нагрузки на окружающую среду.

Одним из таких подходов в мониторинговых наблюдениях являются цитогенетические исследования, которые достаточно широко используются для опреде-

ления степени стабильности генома и оценки генотоксического действия повреждающих факторов внешней среды [4-7].

По мнению ряда ученых, цитогенетические исследования являются чувствительными методами эффективной и адекватной оценки влияния неблагоприятных факторов на экологию окружающей среды и здоровье человека [6-12].

В литературе, в основном, имеются сведения о цитогенетических нарушениях хвойных насаждений в зависимости от техногенной нагрузки на окружающую среду [8-10; 13].

Целью исследования являлось изучение цитогенетических нарушений в клетках апикальной меристемы побегов городских зеленых насаждений (липа и тополь) в зависимости от уровня испытываемой антропогенной нагрузки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в г. Орле. В качестве объектов исследования из зеленых насаждений являлись липа сердцевидная (*Tilia cordata* L.), тополь серебристый (*Populus alba* L.) и образцы апикальной меристемы их побегов. Средний возраст деревьев составил 12-15 лет.

Все обследуемые деревья в зависимости от испытываемой антропогенной нагрузки были разделены на 3 группы. В первую группу входили насаждения парков, максимально удаленные от автомобильных дорог, т.е. находящиеся в зоне минимальных антропогенных нагрузок. Вторую группу составляли деревья скве-



ров, незначительно удаленные от автодорог, уровень антропогенных нагрузок в которых можно считать, как средний. К третьей группе отнесены уличные насаждения, подвергающиеся интенсивному воздействию автотранспортных выбросов, а также химических реагентов, используемых в основном в зимний период для борьбы с обледенением дорог.

Исследования проведены в трех городских парках, трех скверах и девяти местах уличных насаждений вдоль городских автодорог.

Цитогенетические нарушения в клетках апикальной меристемы липы и тополя изучались по показателям частоты встречаемости микроядер и по показателям протрузии ядра разных форм. Почки

для анализа собирали с высоты дерева 1,5-2 м весной в марте-апреле 2009, 2012 и 2015 гг. Собранные почки фиксировали ацетоалкоголем, готовили микропрепараты клеток апикальной меристемы и окрашивали ацетокармином. Кариологические показатели анализировали и цитировали по Л.П.Сычевой [11].

Математическая обработка проведена методом вариационной статистики с расчетом среднего значения (M), ошибки средней (m) и определением достоверности различий по t-критерию Стьюдента. Достоверным считали отличия при $p < 0,05$. Статистический анализ полученных результатов выполняли с использованием программы Microsoft Excel и пакета прикладных программ Statistica версия 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования показали (табл. 1), что количество микроядер на 1000 клеток апикальной меристемы побегов обследуемых деревьев в трех парках города, в среднем в 2009 году составило у липы $36,8 \pm 7,6$ или 3,8%, тополя – $24,2 \pm 6,4$ – 2,5%, в 2012 г.: у липы – $41,3 \pm 6,3$ или 4,3%, тополя – $28,7 \pm 5,7$ – 3,1%, в 2015 г.: $49,6 \pm 8,4$ – 5,1% и $33,2 \pm 8,9$ – 3,6% соответственно. Средний показатель количества микроядер на 1000 клеток за весь период исследований в первой группе, т.е. в группе с минимальной антропогенной нагрузкой, составил у липы $41,7 \pm 6,5$ или 4,3%, тополя $27,7 \pm 7,6$ – 2,6% соответственно.

Количество микроядер в клетках меристемы почек липы и тополя скверов, т.е. в местах со средней антропогенной нагрузкой, было достоверно больше по сравнению с обследуемыми деревьями парков. Так, в 2009 г. количество микроядер на 1000 клеток составило у липы $92,5 \pm 10,2$ – 9,2% ($p=0,998$), тополя $68,4 \pm 12,3$ – 7,1% ($p=0,981$), в 2012 году у липы $114,7 \pm 13,7$ – 10,3% ($p=0,997$), тополя $86,6 \pm 17,4$ – 9,7% ($p=0,987$), в 2015 г. соответственно у липы и тополя $127,8 \pm 11,5$ – 13,1% ($p=0,999$) и $98,2 \pm 24,6$ – 18,6% ($p=0,999$). Средний показатель частоты встречаемости микроядер в почках липы и

тополя в этой группе за период исследования составил $109,4 \pm 8,3$ – 0,9,6% ($p=0,999$) и $85,2 \pm 14,8$ – 8,4% ($p=0,990$).

При тестировании уличных насаждений, находящихся вдоль автомагистралей города и подвергающихся более интенсивному антропогенному воздействию, было установлено, что уровень микроядер в клетках апикальной меристемы липы и тополя был значительно выше таких же показателей не только парков, но и скверов: в 2009 году у липы этот показатель составил $216,3 \pm 28,4$ – 22,1% ($p=0,998$), у тополя – $168,0 \pm 21,2$ или 17,2% ($p=0,997$), в 2012 г. – у липы – $237,4 \pm 23,8$ или 24,3% ($p=0,998$), тополя – $177,8 \pm 19,3$ – 18,3% ($p=0,988$), в 2015 г. у липы и тополя – $298,5 \pm 24,3$, что составило 29,4% ($p=0,999$) и $198,2 \pm 24,6$ – 19,2% ($p=0,968$) соответственно.

Частота встречаемости микроядер в третьей группе обследуемых деревьев за период исследования, в среднем, составила $253,7 \pm 24,6$ – 24,8% ($p=0,999$) и $180,0 \pm 20,9$ – 18,4% ($p=0,993$) соответственно.

Кроме этого, анализ результатов исследования показал, что частота встречаемости микроядер апикальной меристемы обследуемых деревьев, произрастающих на исследуемых территориях города, увеличивается. Так, количество микроядер в



апикальной меристеме липы и тополя в 2015 году по сравнению с 2009 годом увеличилось: в первых группах на 34,3% и

37,2%, во-вторых – на 37,2% и 43,2% и, в-третьих, на 38,2% и 18,6% соответственно.

Таблица 1

Содержание микроядер в клетках апикальной меристемы липы сердцевидной и тополя серебристого, $M \pm m$

Table 1

Micronucleus content in cells of the apical meristem of small-leaved linden and rattlertree, $M \pm m$

| Годы исследования Years of study | Количество микроядер (на 1000 клеток) The number of micronuclei (per 1000 cells) | | | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | Липа / Linden | | | Тополь / Rattlertree | | |
| | 1 группа group 1 | 2 группа group 2 | 3 группа group 3 | 1 группа group 1 | 2 группа group 2 | 3 группа group 3 |
| 2009 | 36,8±7,6 | 92,5±10,2** | 216,3±28,4** | 24,2± 6,4 | 68,4±12,3* | 168,0±21,2** |
| 2012 | 41,3±6,3 | 114,7±13,7** | 237,4±23,8** | 28,7±5,7 | 86,6±17,4* | 177,8±19,3* |
| 2015 | 49,6±8,4 | 127,8±11,5*** | 298,5±24,3*** | 33,2±8,9 | 98,0±16,8*** | 198,2±24,6* |

Примечание: Различия с показателями первой группы достоверны при * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Note: Differences with the indices of the first group are significant at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Таблица 2

Показатели протрузий ядра разных форм у липы и тополя, $M \pm m$

Table 2

Parameters of protrusions of nuclei of different forms in linden and rattlertree, $M \pm m$

| Годы исследования Years of study | Количество протрузий ядра разных форм (на 1000 клеток) The number of protrusions of nuclei of different forms (per 1000 cells) | | | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | Липа / Linden | | | Тополь / Rattlertree | | |
| | 1 группа group 1 | 2 группа group 2 | 3 группа group 3 | 1 группа group 1 | 2 группа group 2 | 3 группа group 3 |
| 2009 | 12,4±2,3 | 24,3±3,4* | 58,8±7,3** | 8,3± 2,2 | 17,3 ±4,2 | 43,0± 5,1** |
| 2012 | 13,8±5,1 | 28,5±4,2 | 71,0±11,3** | 11,4±2,6 | 19,8±3,5 | 48,4±4,8** |
| 2015 | 16,5±3,7 | 36,7±4,8* | 96,2±9,7** | 14,2±3,3 | 25,2±5,7 | 59,3±7,9** |

Примечание: Различия с показателями первой группы достоверны при * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$.

Note: Differences with the indices of the first group are significant at * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

При изучении цитогенетических нарушений по уровню показателей протрузий ядра разных форм было установлено (табл. 2), что в клетках апикальной меристемы липы и тополя парков, в среднем, за годы исследования составил на 1000 клеток $13,4 \pm 3,8$ (1,1%) и $10,9 \pm 2,8$ (0,98%), тогда как во второй группе (скверы), этот показатель был выше в 2 раза по сравнению с показателями меристемы почек липы и тополя парков и составил $27,9 \pm 4,5$ (2,8%; $p=0,999$) и $21,2 \pm 3,1$ (1,9%; $p=0,995$). Наиболее часто протрузии ядра отмечались в почках меристемы деревьев, произрастающих вдоль автомобильных магистралей города: у липы количество протрузий ядра меристемы почек в сред-

нем, составило $76,3 \pm 8,7$ (7,3%; $p=0,999$) и тополя – $51,3 \pm 6,0$ (5,2%; $p=0,997$). Среди форм протрузий ядра в меристеме почек липы и тополя, растущих вдоль автодорог, наиболее часто встречался 1-ый тип протрузии («ядерная почка») у 32,4%, 3-ий тип («язык») – у 22,9%, ядро атипической формы у 14,3%, четвертый тип («хвостатое ядро») – 8,4%, 2-ой тип («разбитое яйцо») – 5,1%. За весь период исследования уровень цитогенетических нарушений в виде протрузий ядра разных форм у обследованных деревьев повышается и, если в первой группе, как у липы, так и у тополя, растущих в парках, отмечалась лишь тенденция к повышению, тогда как у липы и тополя, растущих в скверах и вдоль до-



рог количество клеток с протрузиями ядра

разных форм значительно увеличивается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что наиболее выраженные цитогенетические нарушения по уровню показателей частоты встречаемости микроядер и протрузий ядра разных форм были значительно выше в клетках апикальной меристемы почек липы сердцевидной и тополя серебристого уличных насаждений вдоль автомагистралей города по сравнению с такими же показателями исследованных деревьев парков и скверов. Клетки апикальной меристемы почек липы сердцевидной наиболее чувствительны к техногенно за-

грязненной среде по сравнению с такими же клетками тополя серебристого. Полученные данные могут свидетельствовать о высокой антропоэкологической нагрузке, оказывающей генотоксическое воздействие на деревья, прежде всего, растущие вдоль автомагистралей города. Следовательно, клетки апикальной меристемы почек исследованных деревьев, и, прежде всего, липы сердцевидной, могут служить в качестве индикаторов генотоксичности окружающей среды города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ладнова Г.Г., Курочицкая М.Г., Силютин В.В., Фролова Н.В. Влияние экологически неблагоприятной среды обитания на здоровье подрастающего поколения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. N4. С. 105–108.
2. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом состоянии окружающей среды // Гигиена и санитария. 2013. N2. С. 4–10.
3. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В., Голиков Р.А. Загрязнение атмосферного воздуха промышленного города как фактор неканцерогенного риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. 2013. N1. С. 47–49.
4. Ильинских Н.Н., Ильинских И.Н., Некрасов В.Н. Использование микроядерного теста в скрининге и мониторинге мутагенов // Цитология и генетика. 1988. Т.22, N1. С.67–72.
5. Ладнова Г.Г., Истомина А.В., Курочицкая М.Г., Силютин В.В. Цитогенетические показатели буккального эпителия школьников, проживающих на территориях с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. 2016. Т.95. N5. С. 428–431. DOI:10.18821/0016-9900-2016-95-5-428-431
6. Рахманин Ю.А. Полиорганный микроядерный тест в эколого-гигиенических исследованиях. М.: Гениус, 2007. 312 с.
7. Харченко Т.В., Аржавкина Л.Г., Синячкин Д.А., Язенок А.В. Зависимость цитогенетических изменений у персонала предприятий повышенной химиче-

- ской опасности от стажа работы // Гигиена и санитария. 2014. Т. 93, N5. С. 107–112.
8. Горячкина О.В., Сизых О.А. Цитогенетические реакции хвойных растений в антропогенно нарушенных районах г. Красноярск и его окрестностей // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. 30. N 1-2. С. 46–51.
9. Калашник Н.А. Хромосомные нарушения как индикатор оценки степени техногенного воздействия на хвойные насаждения // Экология. 2008. N4. С. 276–286. DOI:10.1134/S106741360804005X
10. Корешков И.И., Ткачева Ю.А., Лаптева Е.В. Цитогенетические изменения у семян сосны крымской (*Pinus Pallasiana D/DON*) насаждений техногенно загрязненных и нарушенных территорий // Промышленная ботаника. 2013. N13. С. 143–152.
11. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // Медицинская генетика. 2007. Т.6, N11. С. 3–11.
12. Волкова А.Г., Викторова Т.В. Сравнительный анализ цитогенетической нестабильности клеток буккального эпителия у городских и сельских жителей республики Башкортостан // Гигиена и санитария. 2011. N5. С. 40–42.
13. Муратова Е.Н., Карнюк Т.В., Владимирова О.С., Сизых О.А., Квитко О.В. Цитологическое изучение лиственницы сибирской в антропогенно нарушенных районах г. Красноярск и его окрестностей // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. N9. С. 99–108.

REFERENCES

1. Ladnova G.G., Kurochitscaya M.G., Silyutina V.V., Frolova N.V. Influence ecologically unfavorable environmental health younger generation. Vestnik Rossiis-

kogo universiteta družby narodov. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznideyatel'nosti [Bulletin of Russian



- Peoples' Friendship University. Series Ecology and Life Safety]. 2016, no. 4, pp. 105–108. (In Russian)
2. Onishhenko G.G. On sanitary and epidemiological state of the environment. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 2013, no. 2, pp. 4–10. (In Russian)
 3. Surzhikov V.D., Surzhikov D.V., Golikov R.A. Atmospheric air pollution in an industrial city as the factor of non-carcinogenic risk for health of communities. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 2013, no. 1, pp. 47–49. (In Russian)
 4. Il'inskikh N.N., Il'inskikh I.N., Nekrasov V.N. Use of micronuclear test in screening and monitoring of mutagens *Tsitologiya i genetika* [Cytology and genetics]. 1988, vol. 22, no. 1. pp. 67–72. (In Russian)
 5. Ladnova G.G., Istomin A.V., Kurochitskaya M.G., Silyutina V.V. Cytogenetic indices of buccal epithelium in schoolchildren residing in territories with different levels of the air pollution. *Hygiene and Sanitation*. 2016. vol. 95, no. 5, pp. 428–431. (In Russian) DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-5-428-431
 6. Rakhmanin Yu.A. *Poliorgannyi mikroyadernyi test v ekologo-gigienicheskikh issledovaniyakh* [The multi-organ micronuclear test in ecological and hygienic studies]. Moscow, Genius Publ., 2007. 312 p. (In Russian)
 7. Kharchenko T.V., Arzhavkina L.G., Sinyachkin D.A., Yazenok A.V. Cytogenetical alterations in the workers of higher chemical hazard enterprises in accordance with duration of the work. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 2014, vol. 93, no. 5. pp. 107–112. (In Russian)
 8. Goryachkina O.V., Silyukh O.A. Cytogenetic reactions of coniferous plants in anthropogenically disturbed

- areas of Krasnoyarsk and its surroundings. *Khvoinye boreal'noi zony* [Conifers of the boreal zone]. 2012, vol. 30, no. 1-2. pp. 46–51. (In Russian)
9. Kalashnik N.A. Chromosome aberrations as indicator of technogenic impact on conifer stands. *Ecology*. 2008, vol. 39, no. 4. pp. 261–271. DOI: 10.1134/S106741360804005X
 10. Koreshkov I.I., Tkacheva Yu.A., Lapteva E.V. Cytogenetic changes in the seeds of the Crimean pine (*Pinus Pallasiana* D / DON) plantations of technogenically contaminated and disturbed territories. *Promyshlennaya botanika* [Industrial botany]. 2013, no. 13. pp. 143–152. (In Russian)
 11. Sycheva L.P. Biological value, scoring criteria and limits of a variation of a full spectrum karyological indexes of exfoliated cells for estimation of human cytogenetic status. *Meditinskaya genetika* [Medical Genetics]. 2007, vol. 6, no. 11. pp. 3–11. (In Russian)
 12. Volkova A.G., Viktorova T.V. Comparative analysis of cytogenetic instability in buccal epithelial cells in the urban and rural dwellers of the Republic of Bashkortostan. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation]. 2011, no. 5. pp. 40–42. (In Russian)
 13. Muratova E.N., Karnyuk T.V., Vladimirova O.S., Silyukh O.A., Kvitko O.V. Cytological study of Siberian larch in anthropogenically disturbed areas of the city of Krasnoyarsk and its environs. *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya* [Bulletin of Ecology, Forestry and Landscape Studies.]. 2008, no. 9. pp. 99–108. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Галина Г. Ладнова* – д.б.н., профессор, заведующий кафедрой экологии и общей биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», тел.: 8-920-281-78-61, ул. Комсомольская, д. 95, г. Орел, Россия, e-mail: gladnova@yandex.ru, other IDs: Scopus Author ID: 6602758422, Scopus Author ID: 36967419300

Инна Э. Федотова – к.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и прикладной биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия.

Мargarita Г. Курочичкая – к.б.н., доцент кафедры экологии и общей биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия.

Валентина В. Силютин – ассистент кафедры экологии и общей биологии ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия.

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Galina G. Ladnova* – Doctor of Biological Sciences, Professor, Lead of the Department of Ecology and General Biology, FSBEI of Higher Education "Orel State University named after I.S. Turgenev", tel. 89202817861, 95 Komsomolskaya st., Orel, Russia. E-mail: gladnova@yandex.ru other IDs: Scopus Author ID: 6602758422, Scopus Author ID: 36967419300

Inna E. Fedotova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lead of the Sub-department of Soil Science and Applied Biology FSBEI of Higher Education "Orel State University named after I.S. Turgenev", Orel, Russia.

Margarita G. Kurochickaya – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Sub-department of Ecology and General Biology, FSBEI of Higher Education "Orel State University named after I.S. Turgenev", Orel, Russia.

Valentina V. Silyutina – Assistant at the Sub-department of Ecology and General Biology, FSBEI of Higher Education "Orel State University named after I.S. Turgenev", Orel, Russia.



Критерии авторства

Галина Г. Ладнова занималась подготовкой и проведением исследований, анализом результатов, подготовкой рукописи и несет ответственность за плагиат. Инна Э. Федотова участвовала в сборе материала для исследований и анализе полученных результатов. Маргарита Г. Курочицкая и Валентина В. Силютиня занимались приготовлением и изучением микропрепаратов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 18.04.2017

Принята в печать 24.05.2017

Contribution

Galina G. Ladnova was engaged in designing and implementation of the research project, conducted an analysis of the findings, prepared the manuscript and is responsible for avoiding the plagiarism. Inna E. Fedotova participated in the collection of materials for research and conducted an analysis of the findings. Margarita G. Kurochickaya and Valentina V. Silyutina were engaged in the preparation and study of micropreparations.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 18.04.2017

Accepted for publication 24.05.2017