

УДК 630*160.2:582.76/77

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОГО ОПАДА *ACER NEGUNDO* L. (SAPINDACEAE) В УСЛОВИЯХ НАРУШЕННЫХ ПОЙМЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

© *О.Л. Цандекова*

*Институт экологии человека СО РАН, Ленинградский пр., 10, 650065,
Кемерово (Россия), e-mail: zandekova@bk.ru*

В статье анализируются результаты биохимического состава растительного опада различных фитогенных зон *Acer negundo* L. в условиях нарушенных пойменных растительных сообществ. Отбор образцов проводили на пробных площадках в различных условиях сомкнутости крон с учетом зон влияния деревьев. В качестве контроля выбрана внешняя зона одиночных деревьев. Определение зольности проводили путем сухого озоления; содержание азота и фосфора – из одной навески после мокрого озоления: азот – по методу Кьельдаля, фосфор – по методу Мерфи и Райли; накопление лигнина – с использованием 72% раствора серной кислоты. Статистическая обработка полученных данных и построение графиков выполнены с помощью стандартного пакета программ StatSoft STATISTICA 8.0. for Windows и Microsoft Office Excel 2007. Выявлены некоторые особенности химического состава растительного опада *A. negundo* в условиях нарушенных пойменных сообществ. У одиночных деревьев в несомкнутых древостоях в подкрановой и прикрановой зонах выявлено наибольшее количество золы, а у деревьев с сомкнутостью крон 50–60% – более высокие показатели по азоту, фосфору и лигнину в сравнении с другими группами деревьев и с контролем. Наиболее сильно различавшимся показателем химического состава растительного опада на пробных площадках было содержание золы и лигнина, в меньшей степени варьировало содержание азота и фосфора. Экспериментальные данные можно использовать для оценки состояния почвенного покрова и образования органического вещества почвы в лесных сообществах.

Ключевые слова: аллелопатия, опад, фитогенные зоны, *Acer negundo* L., зола, азот, фосфор, лигнин, фитоценоз.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ФИЦ УУХ СО РАН (проект №0352-2016-0002).

Введение

Доминантная роль в растительных группировках принадлежит наиболее сильным и влиятельным древесным видам, которые определяют состав верхних и в наибольшей степени подчиненных ярусов. *Acer negundo*, произрастающий в условиях естественных фитоценозов, оказывает существенное влияние на растительность нижних ярусов, изменяя водный, тепловой, световой режим биогеоценоза. Он заглушает и подавляет рост самосева и подроста других более ценных видов растений, препятствуя их естественному возобновлению, а в некоторых случаях – вытесняя аборигенные виды. Клен формирует значительное количество растительного опада, с которым в почву возвращаются химические соединения, принадлежащие к разнообразным классам [1, 2].

По данным многочисленных исследований, биохимический состав опада растений является ключевым фактором, определяющим скорость разложения лесных подстилок [3–7]. Опад, богатый азотом и фосфором, но бедный лигнином, способен быстро разлагаться [8]. Напротив, лиственный опад, богатый лигнином и бедный минеральными элементами, формирует медленно разлагающиеся лесные подстилки [9–11]. Выявление особенностей содержания зольного компонента в растительном опаде необходимо в качестве приспособительных свойств растений к экологическим условиям их произрастания, а также поступления минеральных веществ из фитомассы в прочие компоненты экосистемы [12–14]. В связи с вышеизложенным целью наших исследований являлось изучение особенностей химического состава растительного опада *A. negundo*, произрастающего в условиях нарушенных пойменных фитоценозов.

Цандекова Оксана Леонидовна – научный сотрудник,
кандидат сельскохозяйственных наук,
e-mail: zandekova@bk.ru

исследований являлось изучение особенностей химического состава растительного опада *A. negundo*, произрастающего в условиях нарушенных пойменных фитоценозов.

Экспериментальная часть

Объектом исследований служил растительный опад, отобранный в различных фитогенных зонах *Acer negundo* L. (клена ясенелистного) семейства Sapindaceae, произрастающий в пойме р. Томь в пределах г. Кемерово. Отбор образцов проводили в 2017 г. на пробных площадках (ПП) в различных условиях сомкнутости крон с учетом зон влияния деревьев: 1 – одиночные деревья в несомкнутых древостоях (подкروновая (ПП1) и прикroновая (ПП2) зоны дерева); 2 – деревья с сомкнутостью крон 50–60% (подкroновая (ПП3), прикroновая (ПП4)); 3 – деревья с сомкнутостью крон 100% (приствольная (ПП5), межкroновая (ПП6)). В качестве контроля выбрана внешняя зона (В) одиночных деревьев. Насаждения оценивались первой категорией жизненного состояния по шкале В.А. Алексеева I классом бонитета. Возраст модельных деревьев составлял 20–25 лет, высота – 12–15 метров, с широкой раскидистой кроной диаметром 10–12 м. Живой напочвенный покров на пробных площадках образован разнотравно-злаковым сообществом с преобладанием *Urtica dioica* L., *Poa pratensis* L., *Phleum pratense* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski., *Humulus lupulus* L., с общим проективным покрытием 20–90%.

Сроки отбора образцов – в начале (III декада мая), в середине (III декада июля) и в конце (III декада сентября) вегетации. Вегетационный период 2017 г. характеризовался теплой и влажной погодой. В мае среднемесячная температура воздуха достигла 11.7 °С и превысила среднемноголетнюю норму на 0.5 °С. Осадков выпало 24 мм, что составило 60% от нормы. В июле и августе отмечалось понижение температуры (на 0.5–0.8 °С ниже нормы) и избыток увлажнения (144–146% от нормы).

Определение зольности (общей золы) проводили путем сухого озоления в муфельной печи при 400–500 °С по ГОСТ 24027.2-80 [15]. Определение азота и фосфора – из одной навески после мокрого озоления: азот – по методу Кьельдаля, фосфор – по методу Мерфи и Райли [16]. Определение лигнина – с использованием 72% раствора серной кислоты по ГОСТ 26177-84 [17]. Исследования растительных образцов проведены в трехкратной повторности с каждой пробной площадки. Данные представлены в виде средних арифметических значений и их среднеквадратических (стандартных) ошибок. Статистическая обработка полученных данных и построение графиков выполнены с помощью стандартного пакета программ StatSoft STATISTICA 8.0. for Windows и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и обсуждение

Экологические условия оказывают влияние на элементный состав структурных частей растений, при этом возникает недостаток или избыток различных элементов. Одним из основных показателей, отражающих процесс минерального питания, особенности поглощения и накопления питательных веществ растением, является содержание золы в тканях его органов, поступающих с опадом. Зольность можно считать показателем приспособительных свойств растений к экологическим условиям их произрастания. Анализ проведенных исследований показал, что на пробных площадках у контрольных и опытных образцов зольность увеличивалась от 7.15 до 12.48% с мая по сентябрь (рис. 1). Содержание золы в опаде выше возле одиночных деревьев *A. negundo* в несомкнутых древостоях (первая группа деревьев), по сравнению с другими группами деревьев. В мае и июле отмечено наибольшее содержание зольного компонента у исследуемых образцов прикroновой зоны – 9.07 и 10.22% соответственно, в сентябре – у образцов подкroновой зоны – 11.30%. У деревьев третьей группы (с сомкнутостью крон 100%) накопление золы в опаде меньше в 1,4–1,7 раза, чем в контроле и у растений других групп. Деревья второй группы (с сомкнутостью крон 50–60%) заняли промежуточное положение (ниже контроля в 1.2–1.7 раза).

Некоторые авторы отмечают, что к концу вегетационного периода в процессе утраты водорастворимых и легкобилизуемых компонентов в листовом опаде древесных растений происходит повышение зольности [18, 19]. Нашими исследованиями подтверждена данная закономерность. На исследуемых пробных площадках у опытных образцов значения общей золы превышали на 9–28% контроль. Сопоставляя полученные данные с уровнем зольности листьев и листового опада некоторых видов древесных растений, можно отметить, что в целом диапазон уровня содержания золы в опаде несколько шире, чем выявленная амплитуда для представителей рода *Acer* L. В работе Е.Г. Тюльковой [20] показано, что зольность в опаде клена остролистного составила от 7 до 13%. По сведениям Е.А. Осиповой [21] уровень зольности листовой массы представителей 13 видов рода Клен, в том числе и клен ясенелистный, варьировал от 4–6 до 12–14%.

Одними из важнейших элементов питания растений являются азот и фосфор. В процессе старения листьев и формирования растительного опада происходит реутилизация азотсодержащих веществ растением. Это

может объясняться иммобилизацией азота на ранних стадиях разложения подстилки [22, 23]. Наши данные показали, что количество азота в опаде *A. negundo* составляло 0.97–1.94% и превышало количество фосфора (0.25–0.55%). Наибольший уровень общего азота у растительных образцов на пробных площадках отмечен в мае, минимальный – в июле. Максимальные отличия от контроля по содержанию общего азота выявлены у деревьев второй и третьей групп. Так, в мае у опытных образцов уровень накопления азота на ПП5 выше на 18%, на ПП6 – на 24%, в июле и сентябре у образцов на ПП3 и ПП4 – выше на 15–21% относительно контроля (рис. 2).

Характер изменения концентраций фосфора в растительном опаде различался на исследуемых площадках. Так, в мае и сентябре у растительных образцов отмечалось достоверное повышение уровня фосфора от 0.26 до 0.55%, в июле – снижение до 0.24%, в сравнении с контролем. Выявлено, что в течение вегетации у деревьев второй группы на ПП3 и ПП4 показатели по содержанию фосфора варьировали от 0.31 до 0.55% и превышали контроль в 1.2–2 раза (рис. 3).

Концентрация лигнина в опаде *A. negundo* в начале и в конце вегетационного периода у исследуемых образцов варьировала в пределах от 8.57 до 12,46%, в середине – снижалась до 7.48%. У опытных образцов уровень лигнина в течение вегетации выше в 1.1–1.3 раза, чем у контрольных образцов. Наибольшие отличия от контроля отмечены у деревьев второй группы, особенно в подкроновой зоне. Так, в мае на ПП3 уровень содержания лигнина выше контроля на 32%, на ПП4 – на 31%; в июле – на 28% и 25%; в сентябре – на 22% и 18% соответственно (рис. 4).

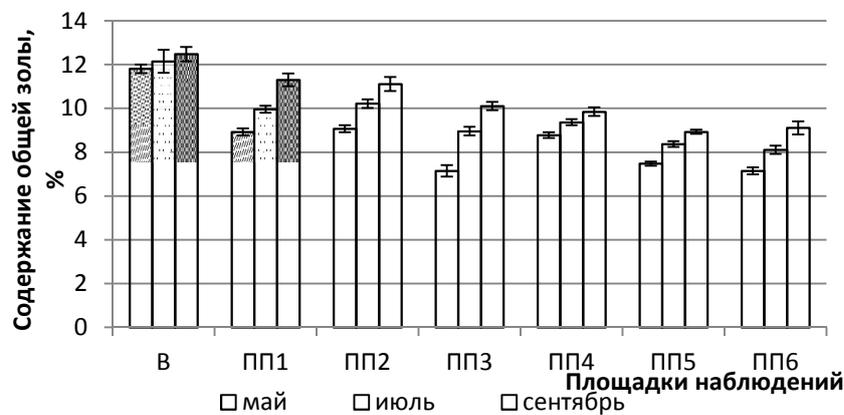


Рис. 1. Динамика изменений общей зольности опада *Acer negundo* L. В – контроль, ПП1 – 1 группа деревьев, подкروновая зона, ПП2 – 1 группа деревьев, прикroновая зона, ПП3 – 2 группа деревьев, подкroновая зона, ПП4 – 2 группа деревьев, прикroновая зона, ПП5 – 3 группа деревьев, приствольная зона, ПП6 – 3 группа деревьев, межкroновая зона

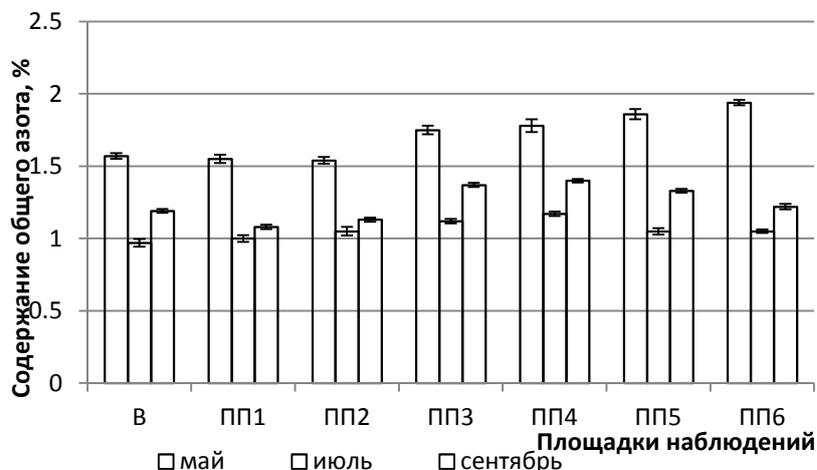


Рис. 2. Динамика содержания общего азота в опаде *Acer negundo* L. (обозначения см. рис. 1)

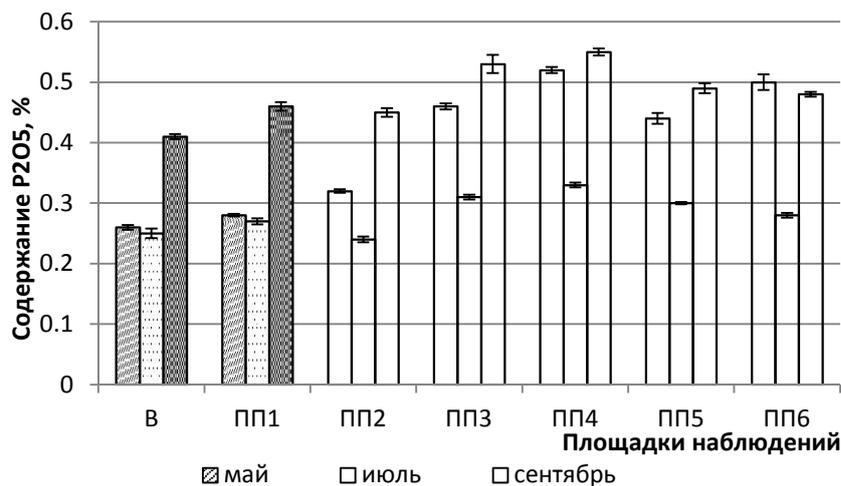


Рис. 3. Содержание фосфора (P_2O_5) в опаде *Acer negundo* L.

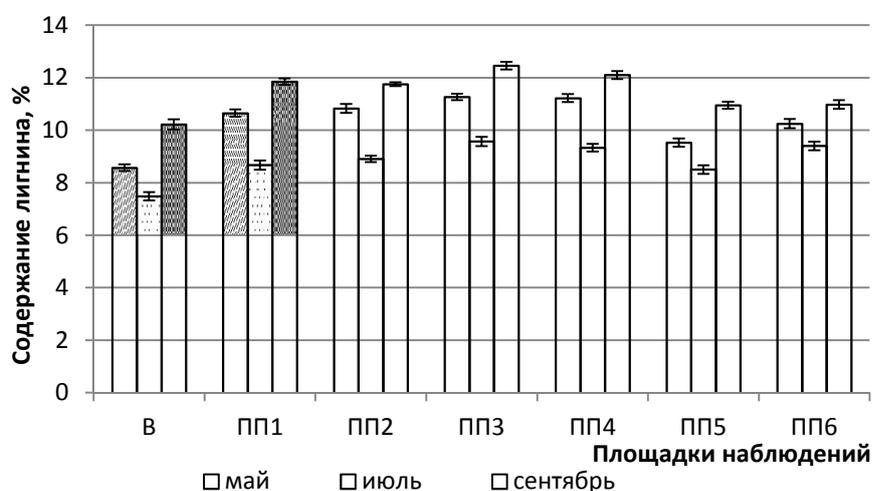


Рис. 4. Накопление лигнина в опаде *Acer negundo* L.

Для оценки взаимосвязи различных показателей, определенных нами для растительного опада *A. negundo*, выполнен корреляционный анализ, который выявил ряд закономерностей. Наиболее тесная положительная связь показана для фосфора и лигнина ($r = 0.80$, при $n = 63$, $p < 0.05$), несколько меньшая – для азота и фосфора ($r = 0.45$) и для азота и лигнина ($r = 0.31$). Отрицательная корреляционная связь обнаружена между азотом и зольностью ($r = -0.51$). Таким образом, для *A. negundo*, произрастающего в нарушенных пойменных фитоценозах, наиболее сильно различавшимся показателем химического состава опада на пробных площадках было содержание золы и лигнина, в меньшей степени варьировало содержание азота и фосфора.

Заключение

Выявлены некоторые особенности химического состава растительного опада *A. negundo* в условиях нарушенных пойменных фитоценозов. У одиночных деревьев в несомкнутых древостоях в подкороновой и прикороновой зонах выявлено наибольшее количество золы, а у деревьев с сомкнутостью крон 50–60% выявлены более высокие показатели по азоту, фосфору и лигнину, в сравнении с другими группами деревьев и с контролем. Наиболее сильно различавшимся показателем химического состава растительного опада на пробных площадках было содержание золы и лигнина, в меньшей степени варьировало содержание азота и фосфора. Выяснение роли биологически активных веществ при разложении растительного опада клена важно для понимания состояния напочвенного покрова и образования органического вещества почвы в лесных сообществах.

Список литературы

1. Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск, 2003. 240 с.

2. Овчаренко А.А., Кузьмичев А.М. Роль биологически активных выделений древесных растений в формировании экологической среды фитоценозов среднего Прихоперья // Вестник Тамбовского государственного университета. 2013. Т. 18, №3. С. 822–825.
3. Кузнецов М.А. Влияние условий разложения и состава опада на характеристики и запас подстилки в среднетаежном чернично-сфагновом ельнике // Лесоведение. 2010. №6. С. 54–60.
4. Болдескул А.Г., Кудрявцева Е.П., Аржанова В.С. Роль древесных видов в процессах функционирования ландшафтов чернопихово-широколиственных лесов южного Приморья // Сибирский экологический журнал. 2015. Т. 22, №3. С. 355–362.
5. Тарасов П.А., Тарасова А.В., Иванов В.А. Основные характеристики лесной подстилки производных мелколиственных насаждений // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. №2. С. 197–200.
6. Чульдиене Д., Алейниковиене Ю., Мурашкиене М., Марозас В., Армолайтис К. Распад и сохранность органических соединений и питательных элементов в листовном опаде после зимнего сезона под лесопосадками лиственницы европейской, бука обыкновенного и дуба красного в Литве // Почвоведение. 2017. № 1. С. 56–63.
7. Lucas-Borja M.E., Hedo de Santiago J., Yang Y., Shen Y., Candel-Pérez D. Nutrient, metal contents and microbiological properties of litter and soil along a tree age gradient in Mediterranean forest ecosystems // Science of The Total Environment. 2019. Vol. 650. Pp. 749–758. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.079.
8. Polyakova O., Billor N. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands // Forest Ecology and Management. 2007. Vol. 253. Pp. 11–18. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.06.049.
9. Wang Q., Wang S., Huang Y. Comparisons of litterfall, litter decomposition and nutrient return in a monoculture *Cunninghamia lanceolata* and a mixed stand in southern China // Forest Ecology and Management. 2008. Vol. 255. Pp. 1210–1218. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.10.026.
10. Kara O., Bolat I., Cakiroglu K., Senturk M. Litter Decomposition and Microbial Biomass in Temperate Forests in Northwestern Turkey // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2014. Vol. 14. Pp. 1–11. DOI: 10.4067/S0718-95162014005000003.
11. Walela Ch., Daniel H., Wilson B., Lockwood P., Cowie A., Harden S. The initial lignin:nitrogen ratio of litter from above and below ground sources strongly and negatively influenced decay rates of slowly decomposing litter carbon pools // Soil Biology and Biochemistry. 2014. Vol. 77. Pp. 268–275. DOI: 10.1016/j.soilbio.2014.06.013.
12. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ: Основы химического взаимодействия растений. Киев, 1965. 198 с.
13. Долгих Е.А., Кавеленова Л.М. Особенности химического состава опада дуба и липы в зависимости от комплекса лесорастительных условий // Химия растительного сырья. 1999. №4. С. 25–29.
14. Шелепова О.В., Возна Л.И. Сравнительная оценка влияния опада древесных растений на свойства дерново-подзолистых почв дендрария ГБС РАН // Бюллетень Главного ботанического сада. 2016. №1. С. 22–26.
15. ГОСТ 24027.2-80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. М., 1981. С. 120–121.
16. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Амелянчик О.А., Большева Т.Н., Гомонова Н.Ф., Дурынина Е.П., Егоров В.С., Егорова Е.В., Едемская Н.Л., Карпова Е.А., Прижукова В.Г. Практикум по агрохимии. М., 2001. 689 с.
17. ГОСТ 26177-84. Корма, комбикорма. Метод определения лигнина. М., 1985. С. 18–20.
18. Кавеленова Л.М., Здетоветский А.Г., Огневенко А.Я. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары) // Химия растительного сырья. 2001. №3. С. 85–90.
19. Бухарина И.Л., Поварничина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография. Ижевск, 2007. 216 с.
20. Тюлькова Е.Г. Зольность и морфометрические параметры листьев древесных растений как индикаторы загрязнения окружающей среды (на примере г. Гомеля) // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. Серия Естественные науки. 2016. №3. С. 64–69.
21. Осипова Е.А. Эколого-биологические особенности видов рода клен (*Acer L.*) в лесостепи среднего Поволжья (на примере г. Самары): дис. ...канд. биол. наук. Самара, 2009. 132 с.
22. Piatek K.B., Munasinghe P., Peterjohn W.T., Adams M.B., Cumming J.R. A decrease in oak litter mass changes nutrient dynamics in the litter layer of a Central Hardwood Forest // Northern Journal Applied Forestry. 2010. Vol. 27. Pp. 97–104. DOI: doi.org/10.1093/njaf/27.3.97.
23. Xie Y., Yu D., Ren B. Effects of nitrogen and phosphorus availability on the decomposition of aquatic plants // Aquatic Botany. 2004. Vol. 80. Pp. 29–37. DOI: 10.1016/j.aquabot.2004.07.002.

Поступила в редакцию 15 ноября 2018 г.

После переработки 27 декабря 2018 г.

Принята к публикации 24 января 2019 г.

Для цитирования: Цандекова О.Л. Особенности химического состава растительного опада *Acer Negundo L.* (Sapindaceae) в условиях нарушенных пойменных фитоценозов // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 197–203. DOI: 10.14258/jcprm.2019024611.

Tsandekova O.L. FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF TOP HUMUS *ACER NEGUNDO* L. (SAPINDACEAE) IN CONDITIONS OF BREACHED BOTTOMLAND PHYTOCENOSES

Institute of Human Ecology, SB RAS, Leningradsky pr., 10, 650065, Kemerovo (Russia), e-mail: zandekova@bk.ru

Abstract: The article analyzes the results of the biochemical composition of top humus of various phytogenic zones of *Acer negundo* L. under the conditions of breached bottomland plant communities. Sampling was carried out on trial plots in various conditions of crown density, taking into account the zones of influence of trees. The outer zone of single trees was chosen as a control. Ash content was determined by dry ashing; the content of nitrogen and phosphorus - from one sample after wet ashing: nitrogen - according to the Kjeldahl method, phosphorus - according to the Murphy and Riley method; lignin accumulation - using 72% sulfuric acid solution. Statistical data processing and graphing were performed using the standard software package StatSoft STATISTICA 8.0. for Windows and Microsoft Office Excel 2007. Some features of the chemical composition of the top humus *A. negundo* in the conditions of breached bottomland phytocenoses are revealed. In single trees in unclosed stands in the subcrown and near-gutted zones, the largest amount of ash was found, while in trees with a crowns density of 50–60%, higher values of nitrogen, phosphorus and lignin were found in comparison with other groups of trees and with control. The most strongly differing indicator of the chemical composition of top humus at test sites was the content of ash and lignin, to a lesser extent the content of nitrogen and phosphorus varied. Experimental data can be used to assess the state of the ground cover and the formation of soil organic matter in forest communities.

Keywords: allelopathy, litter, phytogenic zones, *Acer negundo* L., ash, nitrogen, phosphorus, lignin, phytocenosis.

References

1. Fedorets N.G., Bakhmet O.N. *Ekologicheskiye osobennosti transformatsii soyedineniy ugleroda i azota v lesnykh pochvakh*. [Ecological features of the transformation of compounds of carbon and nitrogen in forest soils]. Petrozavodsk, 2003, 240 p. (in Russ.).
2. Ovcharenko A.A., Kuz'michev A.M. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, vol. 18, no. 3, pp. 822–825. (in Russ.).
3. Kuznetsov M.A. *Lesovedeniye*, 2010, no. 6, pp. 54–60. (in Russ.).
4. Boldeskul A.G., Kudryavtseva Ye.P., Arzhanova V.S. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 355–362. (in Russ.).
5. Tarasov P.A., Tarasova A.V., Ivanov V.A. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 2, pp. 197–200. (in Russ.).
6. Chul'diyene D., Aleynikoviyene YU., Murashkiyene M., Marozas V., Armolaytis K. *Pochvovedeniye*, 2017, no. 1, pp. 56–63. (in Russ.).
7. Lucas-Borja M.E., Hedo de Santiago J., Yang Y., Shen Y., Candel-Pérez D. *Science of The Total Environment*, 2019, vol. 650, pp. 749–758. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.079.
8. Polyakova O., Billor N. *Forest Ecology and Management*, 2007, vol. 253, pp. 11–18. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.06.049
9. Wang Q., Wang S., Huang Y. *Forest Ecology and Management*, 2008, vol. 255, pp. 1210–1218. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.10.026.
10. Kara O., Bolat I., Cakiroglu K., Senturk M. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2014, vol. 14, pp. 1–11. DOI: 10.4067/S0718-95162014005000003.
11. Walela Ch., Daniel H., Wilson B., Lockwood P., Cowie A., Harden S. *Soil Biology and Biochemistry*, 2014, vol. 77, pp. 268–275. DOI: 10.1016/j.soilbio.2014.06.013.
12. Grodzinskiy A.M. *Allelopatiya v zhizni rasteniy i ikh soobshchestv: Osnovy khimicheskogo vzaimodeystviya rasteniy*. [Allelopathy in the life of plants and their communities: Basics of the chemical interaction of plants]. Kiev, 1965, 198 p. (in Russ.).
13. Dolgikh Ye.A., Kavelenova L.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 1999, no. 4, pp. 25–29. (in Russ.).
14. Shelepova O.V., Vozna L.I. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada*, 2016, no. 1, pp. 22–26. (in Russ.).
15. GOST 24027.2-80. *Syr'ye lekarstvennoye rastitel'noye. Metody opredeleniya vlazhnosti, sodержaniya zoly, ekstraktivnykh i dubil'nykh veshchestv, efir'nogo masla*. [State Standard ST24027.2-80. Raw medicinal plant. Methods for the determination of humidity, ash content, ex-tractive and tannins, essential oil]. Moscow, 1981, pp. 120–121. (in Russ.).
16. Mineyev V.G., Sychev V.G., Amel'yanchik O.A., Bolysheva T.N., Gomonova N.F., Durygina Ye.P., Yegorov B.C., Yegorova Ye.V., Yedemskaya N.L., Karpova Ye.A., Prizhukova V.G. *Praktikum po agrokhemii*. [Workshop on agrochemistry]. Moscow, 2001, 689 p. (in Russ.).
17. GOST 26177-84. *Korma, kombikorma. Metod opredeleniya lignina*. [GOST 26177-84. Feed, feed. Method for the determination of lignin]. Moscow, 1985, pp. 18–20. (in Russ.).
18. Kavelenova L.M., Zdetovetskiy A.G., Ognevenko A.YA. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2001, no. 3, pp. 85–90. (in Russ.).
19. Bukharina I.L., Povarnitsina T.M., Vedernikov K.Ye. *Ekologo-biologicheskiye osobennosti drevesnykh rasteniy v urbanizirovannoy srede: monografiya*. [Ecological and biological features of woody plants in an urbanized environment: a monograph]. Izhevsk, 2007, 216 p. (in Russ.).

20. Tyul'kova Ye.G. *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta im. F. Skoriny. Seriya Yestestvennyye nauki*, 2016, no. 3, pp. 64–69. (in Russ.).
21. Osipova Ye.A. *Ekologo-biologicheskiye osobennosti vidov roda klen (Acer L.) v lesostepi srednego Povolzh'ya (na primere g. Samary): dis. ...kand. biol. nauk.* [Ecological and biological features of species of the genus maple (Acer L.) in the forest-steppe of the middle Volga region (on the example of the city of Samara): dissertation candidate of biological science]. Samara, 2009, 132 p. (in Russ.).
22. Piatek K.B., Munasinghe P., Peterjohn W.T., Adams M.B., Cumming J.R. *Northern Journal Applied Forestry*, 2010, vol. 27, pp. 97–104. DOI: doi.org/10.1093/njaf/27.3.97
23. Xie Yo., Yu D., Ren B. *Aquatic Botany*, 2004, vol. 80, pp. 29–37. DOI: 10.1016/j.aquabot.2004.07.002.

Received November 15, 2018

Revised December 27, 2019

Accepted January 24, 2019

For citing: Tsandekova O.L. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 197–203. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019024611.

