

УДК 582.475.2:581.522

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.31

СЕЗОННЫЙ РОСТ И РАЗВИТИЕ *JUNIPERUS COMMUNIS* L. В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ*

И.Т. Кищенко, д-р биол. наук, проф.

Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, д. 33, г. Петрозаводск, Россия, 185910; e-mail: ivanki@karelia.ru

Изучение важнейших биологических процессов (сезонный рост и развитие) имеет огромное значение в теории и практике выращивания растений. Исследования проводили в южной Карелии (средняя подзона тайги, Ботанический сад Петрозаводского госуниверситета) с мая по октябрь 1998–2012 гг. для выяснения особенностей роста и развития *Juniperus communis* L. под влиянием основных климатических факторов. Объект исследования – растения (возраст – 20...25 лет), произрастающие под пологом соснового леса и на открытом месте. Число особей в каждой группе – 25. Установлено, что независимо от освещенности рост побегов у *J. communis* начинается одновременно – 26 мая. Время кульминации прироста побегов этого вида почти не различается – 31 мая–1 июня. Однако максимальный прирост побегов растений под пологом леса (0,64 мм) оказался на 78 % больше, чем на открытом месте. Время окончания роста побегов в обеих изученных группах совпадало – 1 августа. Продолжительность их формирования в затенении и на свету мало различается – 71...73 сут. Влияние температуры воздуха и солнечной радиации на интенсивность роста побегов на открытом месте (соответственно 68 и 20 %) значительно выше, чем в затенении (20 и 7 %). Эти данные, а также снижение интенсивности роста побегов растений на открытом месте свидетельствуют о существенном отрицательном влиянии повышенной температуры воздуха и прямой солнечной радиации на растения *J. communis*. Выявлено более заметное (в 3-4 раза) положительное влияние влажности воздуха и атмосферных осадков на рост побегов *J. communis* под пологом леса. Установлено, что большинство фаз у *J. communis* при полном освещении начинаются и заканчиваются на несколько суток позже, чем в затенении. Исследования, проведенные ранее, показали, что растения, «рано начинающие» и «рано прекращающие» фазы, характеризуются повышенной степенью адаптации. Следовательно, этот показатель у растений *J. communis* под пологом леса выше, чем на открытых местах, т. е. оптимальные условия для роста и развития изученного вида в таежной зоне складываются лишь под пологом леса, в затенении.

Ключевые слова: *Juniperus communis*, побеги, рост и развитие растений, факторы среды.

*Работа выполняется при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

Для цитирования: Кищенко И.Т. Сезонный рост и развитие *Juniperus communis* L. в таежной зоне // Лесн. журн. 2017. № 3. С. 31–39. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.31

Введение

Изучению сезонного роста и развития растений, в том числе древесных видов, уделяется большое внимание как в России, так и за рубежом. Познание этих важнейших биологических процессов имеет решающее значение в теории и практике выращивания растений. В первую очередь это касается лесообразующих видов, которые являясь эдификаторами и доминантами, создают собственно лесные экосистемы [13, 14, 16, 17]. Однако роль и других участников, например кустарников рода *Juniperus* L., может существенно отражаться на динамике лесных биогеоценозов.

В естественном ареале *Juniperus communis* L. растет в основном в подлеске сосновых и лиственных лесов. Вид является типичным ксерофитом и олиготрофом, произрастая на сухих и бедных песчаных и каменистых почвах. Он отличается высокой морозостойкостью [3, 4, 7, 12] и повышенной фитонцидностью. Все это, а также высокая декоративность в течение круглого года делают его весьма перспективным для озеленения городов России, расположенных в таежной зоне [9].

Между тем процессы роста и развития *J. communis* в специальной литературе изучены недостаточно и нуждаются в уточнении. Характер и степень влияния экологических факторов на рост и развитие этого вида до сих пор не изучены.

Цель данной работы – выяснение особенностей роста и развития *J. communis* под влиянием главных климатических факторов в условиях таежной зоны.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в южной Карелии (средняя подзона тайги, Ботанический сад Петрозаводского госуниверситета) с мая по октябрь 1998–2012 гг. Объект исследования – растения можжевельника обыкновенного (*J. communis* L.), растущие под пологом соснового леса и на открытом месте. Под пологом леса освещенность в полуденное время, при ясной погоде, на 30 % меньше, чем на открытом месте. Усиление облачности эти различия нивелирует. Возраст растений – 20...25 лет. Число особей в каждой группе – 25.

Наблюдения за ростом побегов проводили по методике А.А. Молчанова и В.В. Смирнова [6]. С помощью линейки измеряли длину осевых стеблей (далее побегов) второго порядка ветвления с юго-западной части кроны на высоте около 1 м с момента набухания почек до заложения зимующих почек через каждые 2...3 сут. Объем выборки по каждому объекту исследований – 25 побегов. Суточный прирост определяли как разницу в длине побегов между последующим и предшествующим наблюдениями, деленную на число суток этого периода.

Фенологические наблюдения проводили по методике Н.Е. Булыгина [1]. Кроме авторов статьи, в них принимали участие и сотрудники Ботанического сада.

Степень влияния и различия между средними значениями приростов и фенодат оценены на достоверность. Из полученных элементарных статистик следует, что точность опыта довольно высока (6...8 %), коэффициент вариации невелик (17...22 %).

Климатические данные регистрировались на Сулажгорской метеостанции (Карельская гидрометеобсерватория), расположенной в 3 км к юго-западу от Ботанического сада.

Результаты исследования и их обсуждение

Сезонный рост побегов. Проведенные исследования позволили установить, что независимо от условий произрастания рост побегов у растений *J. communis* начинается одновременно – 26.V (табл. 1, здесь и далее приводятся результаты исследований, усредненные за 15 лет). При этом время кульминации прироста побегов растений почти не различается (31.V–1.VI).

Таблица 1

Температурный режим воздуха в период роста побегов *J. communis*

| Место произрастание | Дата | Среднесуточная температура воздуха, °С | Сумма положительных температур, °С |
|-----------------------------|--------|--|------------------------------------|
| <i>Начало роста</i> | | | |
| Под пологом леса | 26.V | 8,2 | 304 |
| Открытое место | 26.V | 8,2 | 304 |
| <i>Кульминация прироста</i> | | | |
| Под пологом леса | 31.V | 9,9 | 378 |
| Открытое место | 1.VI | 11,5 | 352 |
| <i>Окончание роста</i> | | | |
| Под пологом леса | 1.VIII | 19,0 | 1006 |
| Открытое место | 1.VIII | 19,0 | 1006 |

В процессе исследований выяснилось, что время окончания роста побегов *J. communis*, как и его начала, в обеих изученных группах растений не различается – 1.VIII (табл. 1).

Максимальный прирост побегов (0,64 мм) у растений *J. communis*, произрастающих под пологом леса, на 78 % больше, чем на открытом месте. Вполне понятно, что совпадение в сроках начала и окончания роста побегов приводит к одинаковой продолжительности их формирования под пологом и на свету – 71...73 сут (табл. 2).

Установлено, что с увеличением освещенности годичный прирост побегов снижается. Так, у растений, находящихся в затенении, данный показатель достигает 2,05 см, на открытом месте – на 11 % меньше. Эти данные свидетельствуют о том, что различия в величине годичного прироста побегов *J. communis* обусловлены интенсивностью, а не продолжительностью роста.

Таблица 2

Основные характеристики линейного прироста побегов *J. communis*

| Место произрастание | Прирост, мм | | Продолжительность роста, сут |
|---------------------|-----------------------|---------|------------------------------|
| | максимальный суточный | годовой | |
| Под пологом леса | 0,64 | 2,05 | 71 |
| Открытое место | 0,36 | 1,85 | 73 |

Физиологические реакции растений, в том числе и ростовые, определяются диапазоном толерантности вида к факторам среды [15], т. е., установив значение факторов среды в ключевые периоды роста, а также направление, форму и силу связи между динамикой прироста и изменчивостью этих факторов, можно судить о степени их соответствия требованиям организма.

Рост побегов *J. communis* независимо от условий освещенности начинается при среднесуточной температуре 8,2 °С. Известно, что на жизнедеятельность растений оказывает влияние не только текущее, но и предшествующее какому-либо процессу состояние среды. Одним из параметров, позволяющих охарактеризовать тепловой режим среды за период с момента перехода температуры воздуха через 0 °С до начала той или иной фазы, является сумма положительных температур. Как выяснилось, этот показатель к моменту начала роста побегов в обеих группах становится более 304 °С.

Во время кульминации прироста растений обеих групп температурный режим воздуха почти не различался (9,9...11,5 °С), сумма положительных температур достигала 352...378 °С. Во время прекращения роста побегов растений под пологом леса и на открытом месте среднесуточная температура воздуха составляла 19 °С, сумма положительных температур – 1006 °С.

Проведение дисперсионного анализа позволило установить, что ростовые реакции растений *J. communis* на изменчивость факторов среды в определенной степени связаны с условиями освещенности (табл. 3).

Таблица 3

Степень влияния (%) экологических факторов на рост побегов *J. communis*

| Фактор | Место произрастания | Степень влияния, % |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| Температура воздуха | Под пологом леса | 20 |
| | Открытое место | 68 |
| Влажность воздуха | Под пологом леса | 8 |
| | Открытое место | 2 |
| Атмосферные осадки | Под пологом леса | 44 |
| | Открытое место | 12 |
| Солнечная радиация | Под пологом леса | 23 |
| | Открытое место | 7 |

Примечание. Показатель степени влияния достоверен, если его значение превышает 5 %.

Так, степень влияния температуры воздуха и солнечной радиации на интенсивность роста побегов на открытом месте составляет соответственно 68 и 23 %, что значительно выше, чем в затенении (20 и 7 %). Эти данные, а также снижение интенсивности роста побегов растений на открытом месте свидетельствуют о существенном отрицательном влиянии повышенной температуры воздуха и прямой солнечной радиации на растения *J. communis*.

Известно, что под пологом леса для растений складывается более благоприятный водный режим. Этому способствуют повышенная влажность воздуха и увеличение количества атмосферной влаги, просачивающейся в почву. Поэтому степень влияния влажности воздуха и атмосферных осадков на рост побегов *J. communis* под пологом леса (8 и 44 %) в 3-4 раза больше, чем на открытом месте.

Сезонное развитие растений. Фенологические наблюдения показали, что ритмика сезонного развития *J. communis* в определенной степени связана с условиями местопрорастания. Так, линейный рост побегов под пологом леса начинается на 2 сут раньше (22.V), чем у растений открытого местообитания (здесь и далее приводятся данные, усредненные за 15 лет). Эта фенофаза заканчивается у растений на свету (5.VIII) на 3 сут раньше, чем в затенении.

Раньше всего процесс опробковения оснований побегов начинается у растений в затенении (15.VII), на открытом месте – на 6 сут позже. Опробковение побегов по всей длине у растений первой группы заканчивается на 4 сут раньше, чем у растений второй группы (1.VIII).

Обособление хвои на побегах у растений обеих групп отмечается одновременно – 23.V. Рост хвои завершается раньше (13.VI) у растений в затенении, на открытом месте – на 4 сут позже.

Фенофазы генеративного развития у растений под пологом леса и на открытом месте почти не различаются, хотя на открытом месте и начинаются чуть раньше. Так, набухание генеративных почек отмечается 23–24.V, разverzание генеративных почек – 27.V, начало пыления – 6–8.VI, окончание пыления – 14–16.VI, достижение шишкочагодами зрелых размеров – 17.VIII.

Приведенные выше данные показывают, что большинство фенофаз у растений *J. communis* при полном освещении начинаются и заканчиваются на несколько суток позже, чем в затенении. Проведенные ранее исследования [2, 5, 8, 10, 11] показали, что растения «рано начинающие» и «рано прекращающие» фенофазы характеризуются повышенной степенью адаптации. Следовательно, степень адаптации растений *J. communis* под пологом леса выше, чем на открытых местах. Все это свидетельствует о том, что оптимальные условия для роста и развития изученного вида в таежной зоне складываются лишь под пологом леса, в затенении.

Заключение

Проведенные в южной Карелии (средняя подзона тайги) исследования позволили установить, что независимо от освещенности рост побегов у растений *J. communis* начинается одновременно. Время кульминации прироста побегов этого вида также почти не различается. Однако максимальный прирост побегов у растений *J. communis* под пологом леса на 78 % больше, чем у растений, произрастающих на открытом месте. Время окончания роста побегов *J. communis* в обеих изученных группах растений совпадает. Продолжительность их формирования в затенении и на свету мало различается.

Обнаружено, что степень влияния температуры воздуха и солнечной радиации на интенсивность роста побегов на открытом месте значительно выше, чем в затенении, что отрицательно сказывается на интенсивности их роста.

Выявлено заметное (в 3-4 раза) положительное влияние влажности воздуха и атмосферных осадков на рост побегов *J. communis* под пологом леса.

Приведенные выше данные показывают, что большинство фенофаз у растений *J. communis* при полном освещении начинаются и заканчиваются на несколько суток позже, чем в затенении, т. е. оптимальные условия для роста и развития изученного вида в таежной зоне складываются лишь под пологом леса, в затенении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями: пособие по проведению учеб.-науч. исслед. по курсу дендрологии для студентов специальности 1512. Л.: Наука, 1979. 97 с.
2. Булыгин Н.Е. Принципы выделения дендроритмотипов и их индикаторное значение при интродукции древесных растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 20–23 апр. 1999 г. СПб.: Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова, РАН, 1999. С. 111–113.
3. Еременко А.В., Таран С.С. Можжевельники в озеленении г. Ростова-на-Дону // Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 119–120.
4. Кожевников А.П., Тишкина Е.А. Стратегия и биологические особенности *Juniperus communis* L. в естественных и нарушенных лесных экосистемах Южного Урала // Вестн. МГУЛ – Лесн. вестн. 2008. № 3. С. 39–43.
5. Комарова В.Н., Фирсов Г.А. Выделение перспективных древесных интродуцентов по данным фенологических наблюдений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 2-й Междунар. науч. конф., 20–23 апр. 1999 г. СПб.: Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова, РАН, 1999. С. 182–185.
6. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 95 с.
7. Панюшкина Н.В. Особенности роста, развития и способы размножения можжевельника обыкновенного в Среднем Поволжье // Лесн. журн. 2011. № 3. С. 29–32. (Изв. высш. учеб. заведений).
8. Плотникова Л.С. Научные основы интродукции и охраны древесных растений флоры СССР. М.: Наука, 1988. 263 с.
9. Соколова Г.Г., Молостова С.В. Перспективы использования можжевельников в озеленении в условиях лесостепной зоны Алтайского края // Изв. Алт. гос. ун-та. 2009. № 3. С. 27–29.
10. Термена Б.К., Выключ М.И., Горук О.И. О сезонном развитии древесных растений в связи с их адаптационными возможностями // Бюл. ГБС АН СССР. 1984. Вып. 130. С. 23–29.
11. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 214 с.

12. Adams R.P., Pandey R.N. Analysis of *Juniperus communis* and Its Varieties Based on DNA Fingerprinting // Biochemical Systematics and Ecology. 2003. Vol. 31. Pp. 1271–1278.

13. Hirvelä H., Hynynen J. Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latvavanniolhin ja fuu lituhoalttiuteen Lapissa // Folia Forestalia. 1990. No. 764. S. 1–16.

14. Owens J.N., Molder M., Langer H. Bud Development in *Picea glauca*. I. Annual Growth-Cycle of Vegetative Buds and Shoot Elongation as They Relate to Date and Temperature Sums // Canadian Journal of Botany. 1977. No. 55. Pp. 2728–2745.

15. Shelford V.E. Animal Communities in Temperate America, as Illustrated in the Chicago Region; a Study in Animal Ecology // Bull. Geogr. Soc. Chicago, 1913. No. 5. 362 p.

16. Schmidt P.A. Austriebsverhalten und Jährlicher Wachshumsrhythmus der Sprosse der Fichten-Arten (*Gattung picea* A. Dietr.) // Folia dendrol. 1989. No. 16. Pp. 211–236.

17. Wehrman J. Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse in der Forstwirtschaft // Landwirtsch. Forsch. 1963. Vol. 16, no. 2. S. 130–145.

Поступила 12.12.16

UDC 582.475.2:581.522

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.31

Seasonal Growth and Development of *Juniperus communis* L. in the Taiga Zone*

I.T. Kishchenko, Doctor of Biological Sciences, Professor

Petrozavodsk State University, pr. Lenina, 33, Petrozavodsk, 185910, Russian Federation; e-mail: ivanki@karelia.ru

Study of the most important biological processes (seasonal plant growth and development) is of great importance in the theory and practice of plant growing. The investigations are carried out in southern Karelia (middle taiga subzone, Botanical Garden of Petrozavodsk State University) from May to October 1998–2012 to determine the characteristics of growth and development of *Juniperus communis* L. under the influence of the major climatic factors. The object of study is plants, growing under the canopy of a pine forest and in the exposed place. The number of individuals in each group is 25. Regardless of the shade density, *J. communis* shoot growth begins at the same time – on May 26. The peak time of shoot growth of this species is hardly differ – May 31 – June 1. However, the maximum shoot growth of plants under the canopy (0.64 mm) is 78 % higher than in the exposed place. The final time of shoot growth in both studied groups coincides – August 1. The duration of their formation in the shade and in the light is almost the same – 71...73 days. The effect of air temperature and solar radiation on the intensity of the shoot growth in the exposed place (respectively 68 and 20 %) is significantly higher than in the shade (20 and 7 %). These data, as well as reducing the intensity of plant shoot growth in the exposed place indicate the significant

*This work was supported by the Strategic Development Program of the Petrozavodsk State University in the framework of a package of measures for the development of research activities.

For citation: Kishchenko I.T. Seasonal Growth and Development of *Juniperus communis* L. in the Taiga Zone. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2017, no. 3, pp. 31–39. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.3.31

negative impact of increased air temperature and direct solar radiation on *J. communis* plants. We reveal a significant (3-4 fold) positive influence of air humidity and precipitation on the shoot growth of *J. communis* under the forest canopy than in the exposed place. The majority of phenophases of *J. communis* under the full exposure to sunlight begins and ends a few days later than in the shade. The previous studies have demonstrated a high degree of adaptation of plants, “early beginning” and “early finishing” the phenophases. Therefore, this indicator of *J. communis* plants under the forest canopy is higher than in the exposed place. The optimal conditions for the growth and development of the studied species in the taiga zone are formed only under the forest canopy, in the shade.

Keywords: *Juniperus communis*, shoot, growth and development of plants, environmental factors.

REFERENCES

1. Bulygin N.E. *Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami* [Phenological Observations of Woody Plants]. Leningrad, 1979. 97 p.
2. Bulygin N.E. Printsipy vydeleniya dendroritmotipov i ikh indikatsionnoe znachenie v introduktsii drevesnykh rasteniy [Principles of Dendrological Rhythm Type Allocation and Their Indicator Significance in the Introduction of Woody Plants]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy: materialy 2-y Mezhdunar. nauch. konf. (20–23 apr. 1999 g.)* [Biodiversity. Plant Introduction: Proc. 2nd Int. Sci. Conf. (20–23 April, 1999)]. Saint Petersburg, 1999, pp. 111–113.
3. Eremenko A.V., Taran S.S. Mozhzhevel'niki v ozelenenii g. Rostova-na-Donu [Junipers in Vegetation of the city of Rostov-on-Don]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2014, no. 8, pp. 119–120.
4. Kozhevnikov A.P., Tishkina E.A. Strategiya i biologicheskie osobennosti *Juniperus communis* L. v estestvennykh i narushennykh lesnykh ekosistemakh Yuzhnogo Urala [Strategy and Biological Features of *Juniperus communis* L. in Natural and Disturbed Forest Eco-Systems of the Southern Urals]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik* [Moscow State Forest University Bulletin – Lesnoy Vestnik], 2008, no. 3, pp. 39–43.
5. Komarova V.N., Firsov G.A. Vydelenie perspektivnykh drevesnykh introdutsentov po dannym fenologicheskikh nablyudeniy [Allocation of Promising Exotic Woody Species According to Phenological Observations Data]. *Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy: materialy 2-y Mezhdunar. nauch. konf., 20–23 apr. 1999 g.* [Biodiversity. Plant Introduction: Proc. 2nd Int. Sci. Conf., 20–23 April, 1999]. Saint Petersburg, 1999, pp. 182–185.
6. Molchanov A.A., Smirnov V.V. *Metodika izucheniya prirosta drevesnykh rasteniy* [Methods of Studying of Woody Plants Growth]. Moscow, 1967. 95 p.
7. Panyushkina N.V. Osobennosti rosta, razvitiya i sposoby razmnozheniya mozhzhevel'nika obyknovennogo v Srednem Povolzh'e [Peculiarities of Growth, Development and Reproduction Modes of Common Juniper in the Middle Volga Region]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2011, no. 3, pp. 31–34.
8. Plotnikova L.S. *Nauchnye osnovy introduktsii i okhrany drevesnykh rasteniy flory SSSR* [Scientific Basis for the Introduction and Protection of Woody Plants of the USSR Flora]. Moscow, 1988. 263 p.
9. Sokolova G.G., Molostova S.V. Perspektivy ispol'zovaniya mozhzhevel'nikov v ozelenenii v usloviyakh lesostepnoy zony Altayskogo kraya [Using Junipers for Landscap-

ing in the Forest-Steppe Zone of the Altai Region]. *Izvestiya Altayskogo Gosudarstvennogo Universiteta* [Izvestiya of Altai State University], 2009, no. 3, pp. 27–29.

10. Termena B.K., Vyklyuk M.I., Goruk O.I. O sezonnom razvitii drevesnykh rasteniy v svyazi s ikh adaptatsionnymi vozmozhnostyami [Seasonal Development of Woody Plants Due to Their Adaptational Ability]. *Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada Akademii nauk SSSR* [Bulletin of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences], 1984, vol. 130, pp. 23–29.

11. Trulevich N.V. *Ekologo-fitotsenoticheskie osnovy introduksii rasteniya* [Ecological and Pytocoenotic Foundations of Plant Introduction]. Moscow, 1991. 214 p.

12. Adams R.P., Pandey R.N. Analysis of *Juniperus communis* and Its Varieties Based on DNA Fingerprinting. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2003, vol. 31, pp. 1271–1278.

13. Hirvelä H., Hynynen J. Lannoituksen vaikutus männikön kasvuun, latvavaurioihin ja tuultuhoalittiuteen Lapissa. *Folia Forestalia*, 1990, no. 764, p. 16.

14. Owens J.N., Molder M., Langer H. Bud Development in *Picea glauca*. 1. Annual Growth-Cycle of Vegetative Buds and Shoot Elongation as They Relate to Date and Temperature Sums. *Canadian Journal of Botany*, 1977, no. 55, pp. 2728–2745.

15. Shelford V.E. Animal Communities in Temperate America, as Illustrated in the Chicago Region; a Study in Animal Ecology. *Bull. Geogr. Soc. Chicago*, 1913, no. 5, 362 p.

16. Schmidt P.A. Austribsverhalten und Jährlicher Wachshumsrhythmus der Sprosse der Fichten-Arten (*Gattung picea* A. Dietr.). *Folia dendrol.*, 1989, no. 16, pp. 211–236.

17. Wehrman J. Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse in der Forstwirtschaft. *Landwirsch. Forsch.*, 1963, vol. 16, no. 2, pp. 130–145.

Received on December 12, 2016
