

УДК 630*182.21:633.877(571.56)

**РОСТ И РАЗВИТИЕ ПОДРОСТА КЕДРА (PINUS SIBIRICA DU TOUR)
ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА И НА ВЫРУБКАХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЯКУТИИ****Никитина Н.В., Михайлова Л.М.***ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», Якутск,
e-mail: nadezhda_nikitin@mail.ru*

Закономерности роста и развития подростка кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) на северо-восточной границе ареала (юго-западной части Якутии) в силу своей слабой изученности актуальны. Цель работы – изучение возобновления подростка кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) в лесах Юго-Западной Якутии. Методами полевого изучения флоры исследуемых лесов являются полевые геоботанический и маршрутный методы. Для учета возобновления закладывали пробные площадки различных размеров в разных участках леса. Корреляционный анализ прироста подростка кедра с климатическими условиями принят за 15 лет и взят в типах леса, представленными различными условиями местопроизрастаний и составом древесных пород и растительности под пологом древостоев. Наибольшее по числу подростка кедра отмечается под пологом древостоев, где участие зрелых деревьев кедра составляет от 3 единиц и более. Для этих типов леса характерна невысокая сомкнутость крон, подлесок обычно отсутствует. Наблюдается существенная зависимость прироста подростка кедра с суммой осадков в мае месяце и связь прироста подростка кедра и температуры воздуха в весенне-летние месяцы. Количество осадков в зимний период на открытом участке играет довольно существенную роль. Это время года связано с очень низкими отрицательными температурами и наличием мощного снегового покрова. Снеговой покров благоприятно влияет на сохранность и защиту корневой системы подростка. Скопившийся снег на кронах взрослых деревьев способен послужить причиной снеголома молодых ветвей подростка, на что указывает отрицательная корреляционная зависимость величины прироста с осадками в зимние месяцы. Тем не менее в целом взаимосвязь прироста подростка кедра с осадками под пологом леса является незначительной.

Ключевые слова: корреляционная зависимость, коэффициент корреляции, возобновление, подрост, прирост, кедр сибирский, кедровые леса, лиственничники, всходы

**GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE CEDAR (PINUS SIBIRICA DU TOUR)
ADOLESCENT UNDER THE FOREST PROTECTION
AND ON THE CUT-OVER AREAS OF SOUTH-WESTERN YAKUTIA****Nikitina N.V., Mikhaylova L.M.***Yakutsk State Agricultural Academy, Yakutsk, e-mail: nadezhda_nikitin@mail.ru*

The patterns of growth and development of Siberian cedar undergrowth (*Pinus sibirica* Du Tour) on the northeastern boundary of the range (southwestern part of Yakutia) are relevant due to their poor knowledge. The aim of the work is to study the renewal of cedar undergrowth (*Pinus sibirica* Du Tour) in the South-Western Yakutia forests. Field geobotanical and route methods were used in field study of the flora of the studied forests. Trial plots of various sizes were laid in different parts of the forest to account the renewal. Correlation analysis of the growth rate of cedar undergrowth with climatic conditions was taken for 15 years in forest types represented by different conditions of growth and the composition of tree species and vegetation under the canopy of the stands. The greatest number of undergrowth of cedar was noted under the canopy of stands, where the participation of mature cedar trees is from 3 units or more. These types of forests are characterized by a low crown density, the undergrowth is usually absent. There is a significant dependence of the growth of cedar regrowth with the amount of precipitation in May, and the relation between the growth of cedar regrowth and air temperature in the spring and summer months. The amount of precipitation in the winter in an open area is very much significant. This season is associated with very low negative temperatures and the presence of heavy snow cover. Snow cover favorably affects the safety and protection of the root system of the undergrowth. The accumulated snow on the crowns of adult trees can cause the snowbreak of young branches of the undergrowth, as indicated by the negative correlation dependence of the increment value with precipitation in the winter months. However, in general the relationship between the growth of cedar regrowth and rainfall under the forest canopy is insignificant.

Keywords: correlation dependence, correlation coefficient, renewal, undergrowth, growth, *Pinus sibirica*, *Pinus sibirica* forests, larch forests, seedlings

Кедровые и лиственничные леса с участием кедра сибирского распространены небольшими массивами в юго-западной части Якутии, где образуют северо-восточную границу ареала кедра. Они занимают вершины и верхние части склонов невысоких увалов и не имеют распространения на более низких уровнях. В настоящее время площади кедровых лесов и лесов с участи-

ем кедра значительно сокращаются в результате пожаров и антропогенных факторов. В связи с этим все более остро встает проблема создания путей для сохранения и дальнейшего их воспроизводства.

Кедровые леса на северо-восточной границе ареала до настоящего времени специально не изучались. Работы, проведенные ранее в рамках общего изучения лесов, сла-

бо отражают их структурные особенности. Поэтому результаты, изложенные в данной работе, могут послужить основой для использования в практических целях. Принимая во внимание природную специфику и своеобразные закономерности восстановления кедровых лесов, значительно отличающихся их от других лесов, весьма актуально изучение возобновительных процессов на северо-восточной границе ареала в условиях многолетней мерзлоты.

Цель исследования: изучение возобновления подроста кедра в лесах Юго-Западной Якутии.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований является кедр сибирский и леса с его участием в составе древостоя. Были применены полевые геоботанические и маршрутные методы исследований. Анализ флористического состава кедровых лесов выполнен на основании собственных таксационных описаний и фондовых материалов группы лесоведения ИБПК СО РАН. Описание лесной растительности, а также условий ее произрастания проведено по методике В.Н. Сукачева. Эколого-систематический анализ флоры произведен по А.Л. Бельгарду, Т.Н. Буториной и А.И. Толмачеву.

Динамика экоморфного состава флоры по стадиям от светлохвойных к темнохвойным прослежена с применением фитоценологического индекса, высчитываемого для каждого вида.

Для учета возобновления закладывались площадки различных размеров более чем в 100 разных участках леса.

При корреляционном анализе связи прироста подроста с климатическими данными использовали программу Excel. Для проведения корреляционного анализа прироста подроста кедра с климатическими данными применялись усредненные показатели прироста подроста за 15 лет.

Для изучения восстановления кедра сибирского проводился посев семян кедра сибирского в различных типах леса. При этом закладывались площадки по 5 м² в 5 вариантах в 10-кратной повторности по следующей схеме: контроль; посев в лунки глубиной 2–3 см в ненарушенный покров; посев под подстилку в лунки на глубину 2–3 см с удалением напочвенного покрова; посев в лунки глубиной 2–3 см с удалением напочвенного покрова; посев в узкие бороздки на глубину 2–3 см.

Рост подроста кедра сибирского и других сопутствующих пород, в том числе

численность и ход роста, изучали в типах леса, имеющих наибольшее распространение: лиственничных лесах бруснично-зеленомошных с участием кедра в подросте; лиственничных лесах с елью и кедром бруснично-зеленомошных; кедровых лесах с участием лиственницы бруснично-зеленомошных; кедровых лесах бруснично-зеленомошных; кедровых лесах с елью бруснично-зеленомошных. Для этих типов леса характерна средняя сомкнутость крон (0,6–0,7) [1].

Анализ корреляции прироста подроста кедра сибирского и климатических условий рассматривали на участке, лишенном взрослого древостоя, и под его пологом.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе проведения исследований в кедровых лесах, лиственнично-кедровых типах леса нами выявлено, что естественное возобновление кедра сибирского хорошее. Отмечается, что лучшие лесорастительные условия данного района исследований в лесах со средней сомкнутостью полога, независимо от количества участия взрослых деревьев кедра сибирского и примеси других пород. Данный факт является характерным для лесов района исследований и является несколько отличным от произрастания подроста кедра под пологом древостоя в основном ареале распространения данных типов леса.

Ранее нами было исследовано, что количество подроста кедра варьирует от 0,9 до 5,9 тыс. экз/га. Как отмечалось, количество подроста кедра в разных типах леса от лиственничников с участием кедра в подросте до лиственничников без участия в древостое приблизительно равны (таблица). Но с увеличением взрослых деревьев кедра в составе древостоя наблюдается количественное увеличение подроста кедра.

Наибольшая численность подроста кедра отмечается под пологом древостоев, где участие зрелых деревьев кедра в составе древостоя составляет от 3 единиц и более. Для этих типов леса характерна невысокая сомкнутость крон и отсутствие подлеска. Хорошо развит напочвенный покров, способствующий сохранению влаги и создающий оптимальные условия для развития всходов [2].

Условия обсеменения являются основным моментом для успешного возобновления лесов. Под пологом материнских пород подрост кедра развивается наиболее успешнее и быстрее.

Изменение средней численности подроста разных пород в сукцессионном ряду кедровых лесов бруснично-зеленомошных групп, тыс. экз/ га

Порода	Лиственничный лес бруснично-зеленомошный с подростом кедра	Лиственничный лес с елью и кедром бруснично-зеленомошный и близкие к нему типы	Кедровник с лиственницей бруснично-зеленомошный и близкие к нему типы	Кедровник бруснично-зеленомошный и близкие к нему типы	Кедровник с елью бруснично-зеленомошный
Кедр	1,5 ± 0,3	1,9 ± 0,2	2,5 ± 0,3	5,9 ± 0,9	0,9 ± 0,04
Ель, редко пихта	1,25 ± 0,2	1,6 ± 0,1	1,7 ± 0,2	1,8 ± 0,2	1,3 ± 0,08
Лиственница	1,0 ± 0,05	2,1 ± 0,04	1,8 ± 0,2	1,5 ± 0,1	0,3 ± 0,01
Сосна	1,0 ± 0,04	0,4 ± 0,02	0	0,75 ± 0,1	0
Береза ¹	0,75 ± 0,1	0,9 ± 0,04	1 ± 0,02	0,7 ± 0,07	0,65 ± 0,02

В результате исследований выявлено, что подрост кедра в темнохвойных лесах с участием кедра развивается хуже, что связано с затенением подроста кедра. Вследствие чего совершается отпад подроста кедра и, наоборот, развитие подроста других темнохвойных пород. В лиственничных лесах с кедром зеленомошных для подроста свойственно сокращение темпов роста лиственницы, сосны и березы под пологом насаждений со средней и высокой сомкнутостью (рис. 1). Темпы роста ели и кедра происходят медленнее, несмотря на то, что они устойчивы к затенению.

Исследования взаимосвязи роста подроста кедра и погодных условий показали следующее. На открытых участках наблюдается незначительное увеличение температуры воздуха в мае и июне, что благоприятно влияет на прирост (показатель корреляции равен 0,25 и 0,26 соответственно). Взаимосвязь прироста и температурных условий в следующие месяцы летнего периода отрицательная (в июле $r = -0,3$, в августе $r = -0,2$) (рис. 2, А).

Связь прироста подроста на открытых участках с суммой осадков в мае и июне отрицательна и равна $-0,58$ и $-0,38$ соответственно. В то же время связь со среднемесячными температурами положительная. Малое количество осадков и высокие положительные температуры положительно сказываются на ростовых процессах. В зимние месяцы с января по март осадки на открытых участках играют значительную роль ($r =$ от 0,38 до 0,6) (рис. 2, Б). Осадки являются определяющим фактором формирова-

ния подроста в районе исследований, так как обеспечивают почву влагой. Нельзя не учитывать и световой режим. Он обеспечивает лучшие ростовые показатели подроста, который зависит от степени сомкнутости крон древостоя и развитием подлеска. Данное условие существенно определяет интенсивность активной обеспеченности корней деревьев минеральными веществами, что значительно влияет на конкурентоспособность древесных пород за обеспечение питательными веществами.

На участках под пологом древостоев наибольшее значение коэффициента корреляции прироста и среднемесячной температуры наблюдается с марта по май и равно 0,35–0,45. Связь с количеством осадков под пологом леса незначительна.

Главный «обсеменитель» кедра – кедровка. Она откладывает незначительные резервы семенных запасов на открытых участках, в особенности на вырубках, тем самым формируя условия для однородного прорастания подроста кедра.

Напочвенный покров играет большую роль в росте и развитии подроста. Так, следует заметить, что травяной покров может оказывать в большей степени негативное влияние на возобновление кедра. Заросшие травами участки избегает кедровка, и они плохо обсеменяются.

Среднеразвитый моховой покров оказывает благоприятные действия для появления сходов кедра и темнохвойных пород. Моховой покров дает значительное преимущество в возобновлении кедра и темнохвойных пород перед светлохвойными породами.

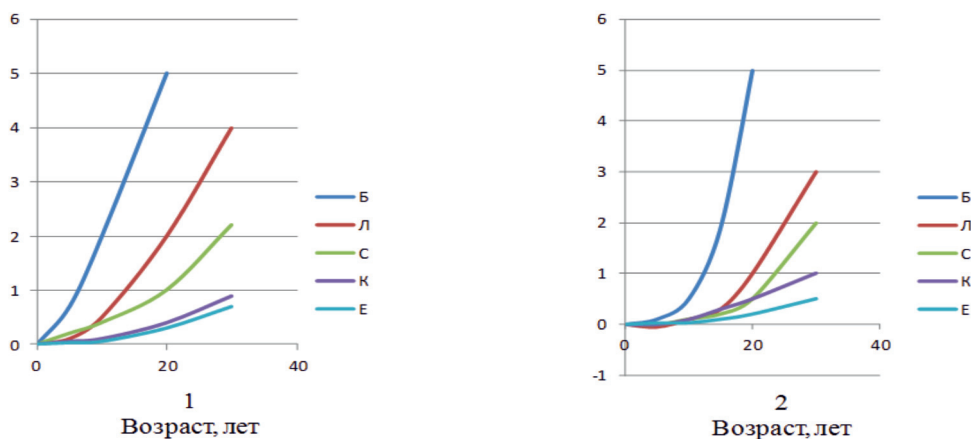


Рис. 1. Ход роста в высоту подроста лиственницы (Л), сосны (С), кедра (К), ели (Е) и березы (Б) под пологом среднесомкнутых – 0,5–0,6 (1) и высокосомкнутых – 0,8 (2) древостоев лиственничника с елью и кедром бруснично-зеленомошного

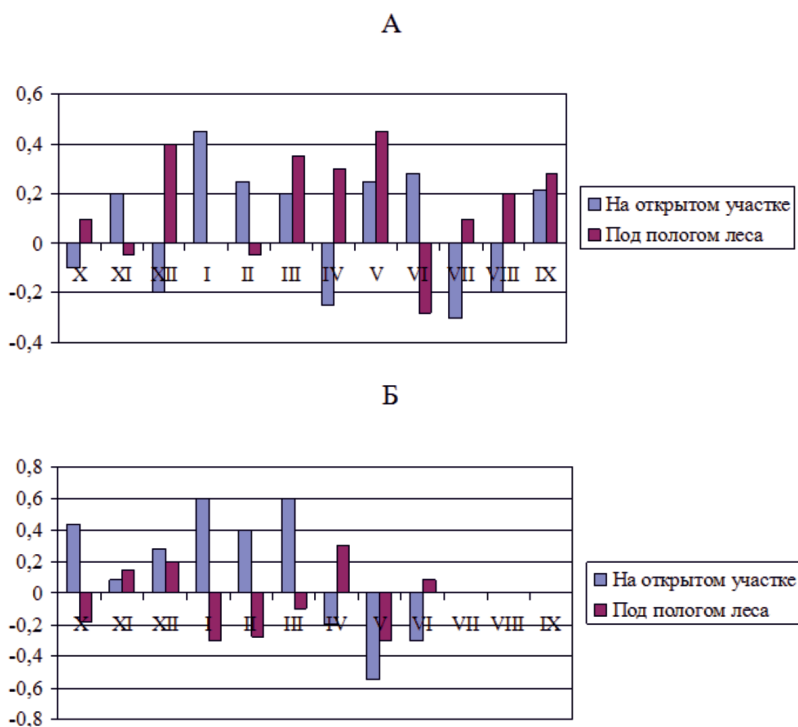


Рис. 2. Коэффициент корреляции прироста подроста кедра сибирского от среднемесячной температуры воздуха (А) и (Б) суммы осадков на открытом участке и под пологом леса

В районе исследований нами были проведены экспериментальные исследования по прорастанию всходов кедра. В ходе наблюдений выявлено, что наилучшие условия прорастания всходов отмечаются на молодом моховом покрове длиной более 4 см. Моховой покров удерживает в себе необходимую для прорастания влагу и одновременно необходимое тепло солнечного света.

Мощный моховой покров, в свою очередь, может играть и отрицательную роль для появления наибольшего количества молодых деревьев кедра.

В своем участии под пологом древесных пород подрост кедра сибирского может во многом иметь преимущества в своем развитии по сравнению с другими хвойными породами [3, 4]. В лесах с наиболее зна-

чительной сомкнутостью и относительно высокой степенью влажности развитие кедрового подростка несколько замедляется. Такого же рода формирование наблюдается у подростка ели, когда при возрастании сомкнутости и влажности возобновительная способность меняется. Тем не менее, количество подростка ели под темнохвойными породами остается высокой.

Особую значимость в восстановлении кедр способен играть подрост пихты сибирской (*Abies sibirica*). Устойчивое количество подростка пихты сибирской под пологом темнохвойных типов леса объясняется такими характеристиками, как большая теневыносливость и умение переносить подавление со стороны взрослого древостоя. В более хорошо освещенных местопрорастаниях пихта способствует успешному развитию всходов кедр, формируя нужное притенение и защиту. Следует отметить, что в условиях, благоприятных для развития подростка ели и пихты, эти породы являются мощнейшими соперниками кедр сибирского.

Для подростка лиственницы наилучшие условия в лиственничных типах леса с участием ели и кедр, где условия влажности пригодны для прорастания семян и развития ее всходов. С увеличением сомкнутости крон и сформированном напочвенном покрове восстановительные способности лиственницы понижаются.

Следует выделить, что возобновление молодых деревьев разных пород на месте бывшей вырубке лиственного леса с елью и кедром бруснично-зеленомошном совершается сильнее, чем в лиственных лесах брусничного типа. Это доказывают исследования в разные годы в Юго-Западной Якутии, проведенные исследователями в разные годы [5–7].

Во всем ряду лиственничных типов леса брусничных, лиственничников с елью и кедром бруснично-зеленомошных имеется достаточно сформированный моховой покров, длительное время остающийся главным компонентом живого напочвенного покрова. Успешность обсеменения на таких участках зависит от количества откладываемых на запас семян кедровкой, а также благоприятными условиями развития всходов на участках с развитым моховым покровом [8–10].

Почти абсолютно на всех бывших рубках лиственнично-кедровых и кедровых древостоев, вследствие собственной пластичности по отношению к освещенности,

подрост кедр сибирского произрастает успешно. Также этому способствует присутствие подлеска и подростка иных пород, которые формируют нужное притенение.

Замечено, что в первые годы развития подростка кедр, ему требуется достаточно большая освещенность.

Увеличение температуры воздуха в июне и июле способно послужить причиной перегрева верхнего слоя почвы, вследствие чего почва иссушается. Повышение числа осадков во время начала прироста побегов в период с апреля по июнь, на участке без древостоя уменьшает рост молодых деревьев. Особенно это заметно на участках с наименьшим обилием мохового покрова.

В мае месяце прослеживается переувлажнение почвы оттаявшими водами и повышением влажности из-за протайки вечной мерзлоты (отрицательное значение корреляции).

Зимний период года (январь – март) сопряжен с весьма невысокими отрицательными температурами. По этой причине, присутствие мощного слоя снегового покрова способствует сохранению и защите корневой системы подростка древесных пород. Тем не менее в целом взаимосвязь прироста подростка кедр с осадками под пологом леса является незначительной.

Выводы

Стабильная высокая численность подростка кедр сибирского в разных типах леса на границе ареала свидетельствует об его высоком возобновительном потенциале в сравнении с другими хвойными породами при совместном их произрастании. Наибольшая численность подростка кедр отмечается под пологом древостоев, где участие зрелых деревьев кедр в составе древостоя составляет от трех единиц и более.

В темнохвойных лесах с участием кедр подрост кедр развивается хуже, что связано с его затенением. Вследствие совершается отпад подростка кедр.

Наилучшие условия прорастания всходов отмечаются на молодом моховом покрове длиной более 4 см. Моховой покров удерживает в себе необходимую для прорастания влагу и необходимое тепло солнечного света.

Почти абсолютно на всех бывших рубках лиственнично-кедровых и кедровых древостоев, вследствие собственной пластичности по отношению к освещенности, подрост кедр сибирского произрастает успешно.

На участке, где древостой отсутствует, незначительное увеличение температуры воздуха в мае и июне благоприятно влияет на прирост. Увеличение температуры воздуха в мае и июне может послужить причиной перегрева верхнего слоя почвы, в результате чего почва иссушается.

Увеличение осадков во время начала процессов прироста побегов в мае и по сентябрь, на безлесном участке уменьшает прирост молодых деревьев.

Осадки в июле и некоторое понижение среднемесячной температуры благоприятно сказываются на ростовых процессах.

Зимний период года (январь-март) сопряжен с минусовой температурой. Мощный снеговой покров достаточно сильно благоприятствует сохранности и защите корневой системы подроста древесных пород.

Список литературы / References

1. Исаев А.П. Устойчивость лесов криолитозоны к антропогенным факторам // Успехи современного естествознания. 2012. № 11–1. С. 41–43.
2. Николаева С.А., Панов А.Н. Сезонный рост и развитие побегов кедра сибирского под пологом сосновых и березовых насаждений. // Лесоведение. 2012. № 3. С. 59–68.
3. Никитина Н.В., Исаев А.П. Состав и структура кедровых лесов Олекминского улуса // Флора и растительность Якутии: Сборник научных статей, 1999. С. 82–85.
4. Никитина Н.В., Исаев А.П. The composition and structure of cedar forests of the Olekminsky ulus // Flora and vegetation of Yakutia: Collection of scientific articles, 1999. P. 82–85 (in Russian).
5. Никитина Н.В. Формирование темнохвойно-кедровых лесов в Якутии // Проблемы изучения растительного покрова Якутии. Сахаполиграфиздат, 2004. С. 59–63.
6. Никитина Н.В. Formation of dark coniferous cedar forests in Yakutia // Problems of studying the vegetation cover of Yakutia. Sakhapoliographizdat, 2004. P. 59–63 (in Russian).
7. Николаева С.А., Савчук Д.А. Динамика возобновления кедра сибирского на Кеть-Чулымском междуречье (Западно-Сибирская равнина) // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. № 4. С. 64–68.
8. Николаева С.А., Савчук Д.А. The Siberian Stone Pine Regeneration Dynamics in the Ket-Chulyum Interfluvium (West Siberian Plain) // Intere'kspo Geo-Sibir'. 2015. № 4. P. 64–68 (in Russian).
9. Протопопова В.В., Габышева Л.П., Габышева Л.П. Возникновение лесных пожаров в Центральной Якутии в зависимости от условий погоды // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view> (дата обращения: 24.10.18).
10. Протопопова В.В., Габышева Л.П., Габышева Л.П. The emergence of forest fires in Central Yakutia, depending on weather conditions // Modern problems of science and education. 2015. № 4 [Electronic resource]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view> (date of access: 24.10.18) (in Russian).
11. Исаев А.П. Естественная и антропогенная динамика листовенных лесов криолитозоны (на примере Якутии): автореф. дис. ... докт. биол. наук. Якутск, 2011. 66 с.
12. Исаев А.П. Natural and anthropogenic dynamics of larch forests in the cryolithozone (on the example of Yakutia): avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Yakutsk, 2011. 66 p. (in Russian).
13. Лыткина Л.П. Лесовосстановление на гарях Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия). Новосибирск: Наука, 2010. 117 с.
14. Лыткина Л.П. Reforestation on the burned areas of the Lena-Amginsky district (Central Yakutia). Novosibirsk: Science, 2010. 117 p. (in Russian).
15. Пак Л.Н., Бобринев В.П. Естественное возобновление кедра сибирского в шелкопрядниках Восточного Забайкалья // Известия Алтайского государственного университета. 2009. № 3. С. 24–26.
16. Пак Л.Н., Бобринев В.П. Natural Renewal of a Cedar Siberian in the Silkworm Plantations in the East Transbaikalia // Izvestiya Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2009. № 3. P. 24–26 (in Russian).
17. Танцырев Н.В. Лесоводственно-экологический анализ естественного возобновления кедра сибирского на сплошных гарях и вырубках в горных лесах Северного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2012. 21 с.
18. Танцырев Н.В. The Lesovodstvenno-ekologicheskyy analiz of natural renewal of a cedar Siberian on continuous garyakh and cuttings in mountain forests of Northern Urals: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Ekaterinburg, 2012. 21 p. (in Russian).