

УДК 504.5020.267:630*176.321.3

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

^{1,2}Макаров В.П., ^{1,2}Милютин Л.И.

^{1,2}*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, e-mail: vm2853@mail.ru;*

^{1,2}*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск, e-mail: milyutin@ksc.krasn.ru*

Установлена динамика изменения энергии прорастания, технической всхожести и массы 1000 семян *Pinus sylvestris* L. в условиях изменения температуры воздуха и суммы осадков в сухостепной зоне Восточного Забайкалья. В период увеличения температуры воздуха и снижения количества осадков наблюдается тенденция снижения энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной. Напротив, отмечается тенденция увеличения массы 1000 семян. За общий период исследований 1971–2014 г. установлена положительная корреляционная связь посевных качеств семян с температурой воздуха и отрицательная связь с суммой осадков.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris*, сухостепной район, климат, посевные качества семян, Восточное Забайкалье

LONG-TERM DYNAMICS OF SOWING QUALITIES OF SCOTS PINE IN THE DRY ZONE OF THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

^{1,2}Makarov V.P., ^{1,2}Milyutin L.I.

^{1,2}*Institute of natural resources, ecology and Cryology SB RAS, Chita, e-mail: vm2853@mail.ru;*

^{1,2}*Forest Institute of the V.N. Sukachev SB RAS, Krasnoyarsk, e-mail: milyutin@ksc.krasn.ru*

Dynamics of changes of the germination energy, germination and mass of 1000 seeds of *Pinus sylvestris* L. in the conditions of changes of air temperature and precipitation in the dry zone of Eastern Transbaikalia. In a period of increasing temperatures and declining rainfall has tendency to decrease the germination energy and germination of Scots pine. On the contrary, there is a trend of increase in the mass of 1000 seeds. For the total period of research 1971–2014, installed a positive correlation of sowing qualities of seeds with temperature and negative correlation with precipitation.

Keywords: *Pinus sylvestris*, dry steppe region, climate, sowing qualities of seeds, Eastern Transbaikalia

Сосновые боры, расположенные в Ононском сухостепном и боровом районе, находятся в семиаридной зоне (КУТ = 0,2–0,5) [2]. Район исследований занимает долину р. Онона, а также плоские террасированные и увалистые равнины, расположенные в высотном поясе 600–800 м. Для района типичны нителистниковые, тонконоговые и смешанно-злаково-житняковые сообщества на каштановых почвах. Особенностью остепненного травянистого покрова сосновых лесов является его сходство по составу с прилегающими к границам леса степями. Под лесами сформировались боровые и песчаные почвы; на опушках – остепенённые боровые пески. За год в районе выпадает 200–250 мм осадков. Сумма температур за период со среднесуточными температурами выше 10° равна 1900–2100 [5].

Повышение температуры воздуха, изменение цикличности осадков особенно в последнее десятилетие привело к увеличению частоты и площади лесных и степных пожаров в Восточном Забайкалье. Лесные пожары привели к деградации степного Цасучейского бора. Уничтожено огнем и повреждено более 80% лесного массива. Значение соснового бора в степи определяется

его мощным влиянием на экологические условия проживания населения, обитания ценных растений и животных.

В условиях нарастания угрозы уничтожения леса важно дать оценку потенциала восстановительной способности природного сообщества, важным фактором которой является качество семян лесообразующего растения и влияние на него климатических условий. Исследованием влияния климатических условий на качество семян сосны обыкновенной занимались многие исследователи [1; 6].

Цель наших исследований: выяснить динамику изменения качества семян сосны обыкновенной в сухостепной зоне Забайкальского края в связи с изменением климатических условий.

Материалы и методы исследования

Проанализированы данные Читинской лесосеменной станции по энергии прорастания и всхожести за 1971–2013 гг., а также массе 1000 семян (1979–2013 гг.) *Pinus sylvestris* L. Использовано для анализа от 1275 (масса 1000 семян) до 1795 (энергия и всхожесть) проб семян. Количество проб семян по годам значительно варьировалось, от 5 до 124. Кроме того, исследована связь изменений посевных качеств семян с динамикой среднегодовой температуры воздуха

и суммы осадков по метеостанции Нижний Цасучей за аналогичный период.

Результаты исследования и их обсуждение

Климатические условия по данным метеостанции Нижний Цасучей в период исследования (1971–2014 гг.) сложились следующим образом. Средняя годовая сумма осадков составила 325 мм и варьировалась от 157 до 638 мм. Минимум осадков наблюдался в 2004, а максимум 1998 годах. С 1988 года прослеживается тенденция снижения годовой суммы осадков (величина достоверности аппроксимации – $R^2 = 0,12$).

Среднегодовая температура воздуха за предданный период равна 0°C и варьировалась от $-1,6$ до $+2,9^\circ\text{C}$. Минимальная среднегодовая температура воздуха зафиксирована в 1981, а максимальная в 2007 годах. С 1981 года наблюдается тенденция повышения среднегодовой температуры воздуха ($R^2 = 0,45$). Таким образом, с определенного времени происходили параллельные процессы снижения годовой суммы осадков и повышения температуры воздуха (рис. 1).

Средняя величина энергии прорастания семян сосны за период исследований равна $90 \pm 0,7\%$, с варьированием в пределах 77–95%, коэффициент вариации по шкале С.А. Мамаева [3] очень низкий ($CV, \% = 4,8$).

Средняя лабораторная всхожесть семян за исследованный период равна $93 \pm 0,4\%$,

предел изменчивости 86–96%, коэффициент вариации очень низкий ($CV, \% = 2,9$).

Средняя масса 1000 семян равна $7,8 \pm 0,1$ г, изменчивость по годам была в пределах 6,6–9,2 г. Коэффициент вариации низкий, но несколько выше, чем по энергии и всхожести семян ($CV, \% = 9,2$).

В отдельные годы коэффициент вариации энергии прорастания и массы 1000 семян сосны обыкновенной достигал среднего уровня, до 18–21%, в то время как варьирование всхожести семян не превышало низкого уровня (табл. 1).

Исследована корреляционная связь показателей качества семян сосны обыкновенной с климатическими условиями периода исследований (1971–2014 гг.). Обнаружена положительная слабая связь энергии прорастания семян со среднегодовой температурой воздуха в период вегетации и за год (коэффициент корреляции $r = 0,0-0,2$). Средний положительный уровень связи всхожести семян установлен со среднегодовой температурой воздуха ($r = 0,1-0,5$). Более тесная связь с лабораторной всхожестью семян проявилась со среднегодовой температурой в августе и слабая в сентябре. Величина корреляционной связи с температурой воздуха отличает массу 1000 семян. Коэффициент корреляции в период с июня по сентябрь находится в пределах 0,4–0,6. В большей мере величина массы 1000 семян связана со среднегодовой температурой июля.

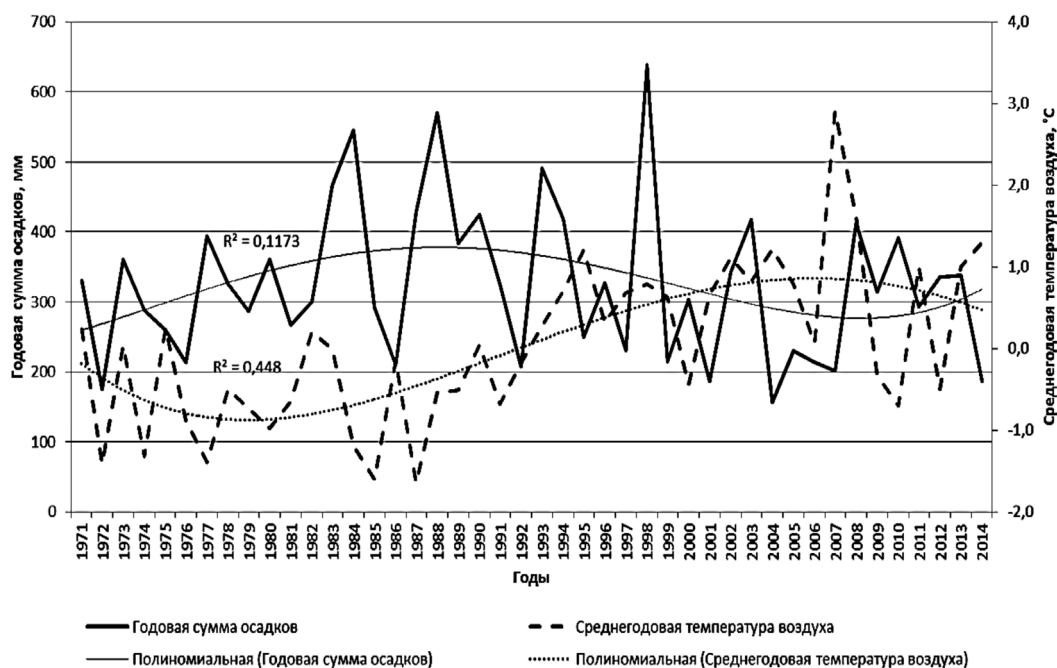


Рис. 1. Климатические условия в районе исследований за период 1971–2014 г.

Таблица 1

Характеристика посевных качеств семян сосны обыкновенной Ононского лесничества

| Год | Энергия, % | | | Всхожесть, % | | | Масса 1000 семян, г | | |
|------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|---------------------|----------|-------|
| | X _{ср.} | Lim. | CV, % | X _{ср.} | Lim. | CV, % | X _{ср.} | Lim. | CV, % |
| 1971 | 95 ± 1 | 90–99 | 2,4 | 96 ± 0 | 94–99 | 1,6 | – | | |
| 1972 | 80 ± 2 | 31–98 | 23,2 | 84 ± 2 | 50–98 | 16,7 | – | | |
| 1973 | 92 ± 1 | 75–98 | 5,4 | 93 ± 1 | 75–98 | 4,9 | – | | |
| 1974 | 91 ± 1 | 76–98 | 5,6 | 94 ± 1 | 85–98 | 3,8 | – | | |
| 1975 | 87 ± 2 | 61–96 | 10,3 | 92 ± 1 | 69–97 | 6,6 | – | | |
| 1976 | 88 ± 1 | 57–97 | 11,6 | 90 ± 1 | 59–97 | 9,8 | – | | |
| 1977 | 94 ± 0 | 96–98 | 2,4 | 95 ± 0 | 88–98 | 2,4 | 7,8 ± 0,2 | 6,7–8,6 | 9,2 |
| 1978 | 91 ± 1 | 66–96 | 7,2 | 92 ± 1 | 70–98 | 6,1 | 7,5 ± 0,3 | 5,7–8,9 | 15,5 |
| 1979 | 79 ± 5 | 53–95 | 18,1 | 83 ± 5 | 55–96 | 17,7 | 7,7 ± 0,1 | 7,1–8,5 | 5,3 |
| 1980 | 89 ± 1 | 26–97 | 13,2 | 92 ± 1 | 44–98 | 9,2 | 7,6 ± 0,1 | 5,5–9,1 | 7,1 |
| 1981 | 90 ± 1 | 52–97 | 6,5 | 92 ± 0 | 56–98 | 4,8 | 7,2 ± 0,1 | 5,3–8,1 | 10,0 |
| 1982 | 80 ± 2 | 48–98 | 17,0 | 87 ± 1 | 63–98 | 10,4 | 6,8 ± 0,1 | 5,7–8,7 | 12,6 |
| 1983 | 86 ± 2 | 37–97 | 17,0 | 89 ± 1 | 60–97 | 10,1 | 7,5 ± 0,1 | 6,1–8,8 | 10,2 |
| 1984 | 95 ± 0 | 81–99 | 3,4 | 95 ± 0 | 88–99 | 2,5 | 7,7 ± 0,1 | 6,1–8,7 | 8,4 |
| 1985 | 91 ± 1 | 60–98 | 10,3 | 93 ± 1 | 69–98 | 7,2 | 7,3 ± 0,1 | 6,0–8,3 | 8,8 |
| 1986 | 93 ± 1 | 78–98 | 5,7 | 93 ± 1 | 81–98 | 4,9 | 7,3 ± 0,2 | 6,5–8,3 | 8,1 |
| 1987 | 90 ± 1 | 72–97 | 7,0 | 92 ± 1 | 82–97 | 4,3 | 7,8 ± 0,1 | 6,6–8,2 | 5,0 |
| 1988 | 84 ± 1 | 40–97 | 12,6 | 89 ± 1 | 54–98 | 8,5 | 7,3 ± 0,1 | 4,8–8,6 | 8,6 |
| 1989 | 94 ± 1 | 88–98 | 3,3 | 95 ± 1 | 90–98 | 2,3 | 7,0 ± 0,1 | 6,2–7,9 | 5,9 |
| 1990 | 93 ± 1 | 84–98 | 3,6 | 94 ± 0 | 86–98 | 2,7 | 6,7 ± 0,0 | 6,1–7,7 | 4,8 |
| 1991 | 94 ± 1 | 83–96 | 2,9 | 94 ± 1 | 84–97 | 2,8 | 6,8 ± 0,2 | 5,2–8,8 | 11,5 |
| 1992 | 92 ± 2 | 59–96 | 10,1 | 93 ± 2 | 64–98 | 8,7 | 7,5 ± 0,1 | 6,5–8,2 | 7,6 |
| 1993 | 94 ± 1 | 70–98 | 5,6 | 95 ± 0 | 84–98 | 3,2 | 7,9 ± 0,1 | 6,6–9,4 | 8,8 |
| 1994 | 93 ± 1 | 80–99 | 4,7 | 94 ± 1 | 85–99 | 3,4 | 7,8 ± 0,1 | 6,2–8,7 | 9,9 |
| 1995 | 91 ± 1 | 48–98 | 8,8 | 95 ± 0 | 70–99 | 4,2 | 7,9 ± 0,1 | 6,3–9,8 | 9,0 |
| 1996 | 93 ± 1 | 79–99 | 5,3 | 95 ± 1 | 91–99 | 2,5 | 8,1 ± 0,1 | 7,4–8,9 | 4,0 |
| 1997 | 93 ± 1 | 86–97 | 3,0 | 94 ± 1 | 92–98 | 1,9 | 7,2 ± 0,2 | 6,5–8,4 | 9,1 |
| 1998 | 95 ± 1 | 74–99 | 4,6 | 95 ± 1 | 74–99 | 4,5 | 7,5 ± 0,1 | 4,8–8,6 | 11,6 |
| 1999 | 88 ± 5 | 66–95 | 14,0 | 94 ± 1 | 92–96 | 1,6 | 7,6 ± 0,2 | 7,1–8,3 | 6,7 |
| 2000 | 94 ± 1 | 91–96 | 2,0 | 96 ± 1 | 94–98 | 1,6 | 7,9 ± 0,2 | 7,1–8,3 | 5,7 |
| 2001 | 91 ± 1 | 75–98 | 7,0 | 96 ± 0 | 86–98 | 2,6 | 8,9 ± 0,1 | 6,0–10,2 | 11,3 |
| 2002 | 82 ± 1 | 40–99 | 14,6 | 92 ± 1 | 65–99 | 6,8 | 8,7 ± 0,1 | 5,4–10,2 | 11,9 |
| 2003 | 89 ± 1 | 88–90 | 1,6 | 95 ± 1 | 95–96 | 0,7 | 7,9 ± 0,1 | 7,9–8,0 | 1,2 |
| 2004 | 89 ± 2 | 46–98 | 12,9 | 94 ± 1 | 66–98 | 7,3 | 9,1 ± 0,2 | 7,3–10,1 | 8,0 |
| 2005 | 94 ± 0 | 70–98 | 4,1 | 96 ± 0 | 85–99 | 2,0 | 8,8 ± 0,1 | 6,6–10,9 | 10,1 |
| 2006 | 83 ± 1 | 83–84 | 0,8 | 90 ± 1 | 90–91 | 0,8 | 7,4 ± 0,1 | 7,3–7,5 | 1,7 |
| 2007 | 94 ± 1 | 92–98 | 1,9 | 96 ± 1 | 94–98 | 1,6 | 8,9 ± 0,4 | 7,4–10,5 | 13,6 |
| 2008 | 93 ± 1 | 89–97 | 3,1 | 95 ± 1 | 91–99 | 2,8 | 8,3 ± 0,3 | 6,4–9,4 | 11,4 |
| 2009 | 90 ± 2 | 61–98 | 10,4 | 94 ± 1 | 75–98 | 5,4 | 7,9 ± 0,2 | 6,4–9,7 | 10,0 |
| 2010 | 87 ± 2 | 69–96 | 10,0 | 91 ± 1 | 83–97 | 5,4 | 7,9 ± 0,3 | 6,4–10,0 | 13,1 |
| 2011 | 78 ± 3 | 41–96 | 21,0 | 86 ± 2 | 48–98 | 15,1 | 8,4 ± 0,3 | 6,2–10,2 | 13,4 |
| 2012 | 78 ± 5 | 53–96 | 20,6 | 86 ± 3 | 64–96 | 11,5 | 9,4 ± 0,3 | 7,8–10,3 | 9,7 |
| 2013 | 88 ± 2 | 72–94 | 8,1 | 90 ± 2 | 72–95 | 8,2 | 8,8 ± 0,3 | 7,9–10,3 | 10,1 |
| Ср. | | | | | | | | | |

Примечание. В табл. X_{ср.} – среднее значение, Lim. – пределы варьирования, CV, % – коэффициент вариации, %.

Таблица 2

Коррелятивная связь посевных качеств семян сосны обыкновенной со среднемесячной температурой воздуха и месячной суммой осадков в период вегетации и за год в Ононском лесничестве

| Месяц | Среднемесячная температура воздуха | | | Месячная сумма осадков | | |
|----------|------------------------------------|--------------|---------------------|------------------------|--------------|---------------------|
| | Энергия, % | Всхожесть, % | Масса 1000 семян, г | Энергия, % | Всхожесть, % | Масса 1000 семян, г |
| Май | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,2 |
| Июнь | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | - 0,1 |
| Июль | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | - 0,2 |
| Август | 0,1 | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | - 0,4 |
| Сентябрь | 0,0 | 0,2 | 0,7 | 0,2 | 0,2 | - 0,2 |
| За год | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | - 0,2 |

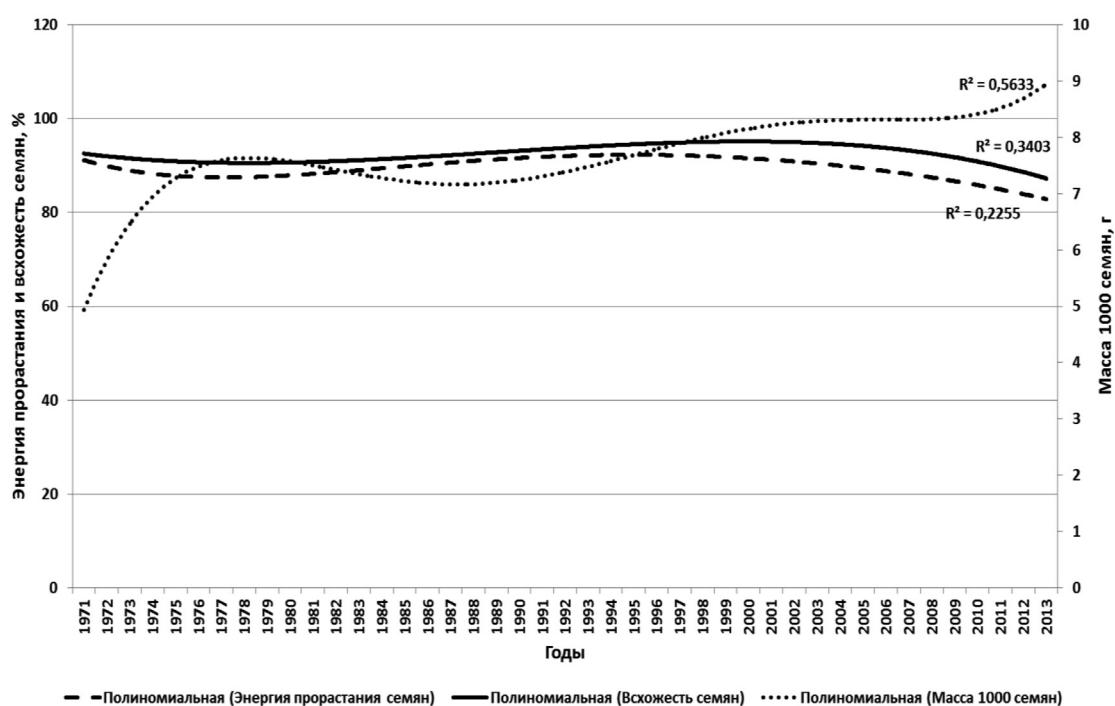


Рис. 2. Тренды показателей качества семян сосны обыкновенной в Ононском лесничестве за период 1971–2014 гг.

Влияние суммы осадков на посевные показатели семян по месяцам вегетационного периода и за год обнаружили преимущественно отрицательную связь ($r = -0,1-0,4$). Исключением является средний положительный уровень корреляционной связи суммы осадков с массой 1000 семян ($r = 0,4$) в мае (табл. 2).

Полиномиальные тренды демонстрируют параллельное изменение по годам энергии прорастания и лабораторной всхожести семян, а также тенденцию к снижению показателей энергии прорастания и всхожести семян с 1997–1998 гг. (величина достоверности аппроксимации (R^2))

равна 0,2 по энергии прорастания и 0,4 по всхожести семян). Вероятно, тенденция снижения процента энергии прорастания и всхожести семян сосны обыкновенной обусловлена повышением среднегодовой температуры воздуха и уменьшением годовой суммы осадков.

Напротив, тренд массы 1000 семян показывает в связи с изменением климатических показателей тенденцию к повышению массы семян ($R^2 = 0,6$). Это может свидетельствовать об увеличении массы 1000 семян при повышении среднегодовой температуры воздуха и снижении суммы осадков за год (рис. 2).

Заключение

В период исследований (1971–2014 гг.) повышение среднегодовой температуры воздуха способствует повышению энергии прорастания, всхожести и массы 1000 семян сосны обыкновенной. В большей мере положительно влияет на повышение всхожести семян среднемесячная температура воздуха в августе, а на увеличение массы семян температура воздуха в июле.

Повышение суммы осадков в период вегетации и за год способствует снижению энергии прорастания, всхожести и массы 1000 семян сосны обыкновенной. Майские осадки, напротив, могли повлиять на увеличение массы семян.

В более ограниченный период времени повышения среднегодовой температуры воздуха и снижения суммы осадков (1997–2013 гг.) наблюдаются тренды снижения энергии прорастания и всхожести семян и увеличения массы семян.

Список литературы

1. Дворецкий Н.И. Изменчивость сосны обыкновенной в Восточном Забайкалье / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Институт леса им. В.Н. Сукачева. Красноярск. – 1997. – 18 с.

2. Мальчикова И.Ю., Помазкова Н.В. Процессы опустынивания в Забайкальском крае // Записки Забайкальского отделения Русского географического общества. Выпуск 132. Проблемы экологии. – Чита: Изд-во ЗРО ВОО РГО, 2013. – 149 с.

3. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1972. – 283 с.

4. Милютин Л.И., Жамъянсурен С., Барченков А.П., Новикова Т.Н., Бужинлхам Ц. Изменчивость качества семян лиственницы и сосны в Монголии и прилегающих районах России // Лесоведение. – 2013. – № 1. – С. 3–8.

5. Типы местности и природное районирование Читинской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 157 с.

6. Черепнин В.Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной. – Новосибирск: Наука. 1980. – 183 с.

References

1. Dvoreckij N.I. Izmenchivost sosny obyknovnoy v Vostochnom Zabajkale / Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk/Institut lesa im. V.N. Sukacheva. Krasnojarsk. 1997. 18 p.

2. Malchikova I.Ju., Pomazkova N.V. Processy opustynivaniya v Zabajkalskom krae // Zapiski Zabajkalskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshhestva. Vypusk 132. Problemy jekologii. Chita: Izd-vo ZRO VOO RGO, 2013. 149 p.

3. Mamaev S.A. Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnyh rastenij. M.: Nauka, 1972. 283 p.

4. Miljutin L.I., Zhamjansuren S., Barchenkov A.P., Novikova T.N., Buzhinlham C. Izmenchivost kachestva semjan listvennicy i sosny v Mongolii i prilegajushhih rajonah Rossii // Lesovedenie. 2013. no. 1. pp. 3–8.

5. Tipy mestnosti i prirodnoe rajonirovanie Chitinskoj oblasti. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 157 p.

6. Cherepnin V.L. Izmenchivost semjan sosny obyknovnoy. Novosibirsk: Nauka. 1980. 183 p.