

DOROTA DOBROWOLSKA

Wzrost i przeżywalność jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w zależności od gatunku osłaniającego na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego

Influence of stand canopy on growth and survival of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Karkonoski National Park

ABSTRACT

Dobrowolska D. 2013. Wzrost i przeżywalność jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w zależności od gatunku osłaniającego na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego. Sylwan 157 (3): 197-203.

Article presents the assessment of growth and survival of silver fir seedlings planted under stand canopies constituted by common beech, European larch, Norway spruce, Scots pine and silver birch. Measurements were carried out in Karkonoski National Park (SW Poland) in 2001 and 2011. The tallest trees were growing under the canopy of larch both in 2001 and 2011.

KEY WORDS

conversion, artificial regeneration, browsing, height increment, survival

ADDRESSES

Dorota Dobrowolska – e-mail: D.Dobrowolska@ibles.waw.pl

Zakład Ekologii Lasu; Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn

Wstęp

W ostatnich latach prowadzi się zabiegi hodowlane mające na celu przywrócenie naturalnego charakteru zniekształconym drzewostanom. Przebudowa oznacza zabiegi gospodarcze podjęte w celu dostosowania składu gatunkowego drzewostanu do właściwości siedliska lub zmiany jego struktury z punktu widzenia budowy pionowej oraz wieku. Polityka Leśna Państwa [1997] zakłada, że zwiększenie zasobów leśnych następować będzie przez „restytucję i rehabilitację ekosystemów leśnych, głównie przez przebudowę, na odpowiednich siedliskach drzewostanów jednogatunkowych na mieszane”. Niekiedy mówi się także o przebudowie lasu lub przebudowie ekosystemu leśnego [Jaszczak i in. 2011]. Przebudowa drzewostanów, które nie spełniły oczekiwań gospodarującego w lesie człowieka, zawsze należała do najważniejszych zadań hodowli lasu. Potrzeba konwersji wtórnych, osłabionych borów na bardziej odporne lasy mieszane i liściaste jest zgodna z koncepcją trwałego i zrównoważonego zagospodarowania lasu [Rykowski 2010].

Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) jest jednym z tych gatunków, którego udział zmniejszył się drastycznie w wyniku działalności człowieka. Gatunek ten pełni bardzo istotną rolę w ekosystemach leśnych, będąc głównym komponentem lasów górskich w Europie. Jodła jest znacznie bardziej odporna na działanie wiatru niż świerk. Ponadto uważana jest za gatunek, który w znacznym stopniu zwiększa odporność i możliwości adaptacyjne drzewostanów do zmieniających się warunków środowiska [Brang 2001]. Ma też znaczenie w kształtowaniu różnorodności biologicznej lasów górskich, nie tylko zwiększając bogactwo gatunkowe, ale też będąc siedliskiem dla gatunków towarzyszących [Senn, Suter 2003].

Drzewostany w reglu dolnym (500-1000 m n.p.m.) Karkonoszy zajęły monokultury świerkowe i zbiorowiska porębowe. W pierwotnym krajobrazie tej strefy dominowały kwaśna buczyna górską, żyzna buczyna sudecka oraz dolnoregłowy bór jodłowo-świerkowy. Drzewostany świerkowe rosnące w reglu dolnym często narażone są na zaburzenia spowodowane przez czynniki abiotyczne (wiatrołomy, śniegołomy) i biotyczne (gradacja korników itp.) [Ceitel i in. 2010].

Celem badań było poznanie dynamiki wzrostu jodły rosnącej pod różnymi okapami drzewostanu oraz określenie wpływu warunków wzrostu (składu gatunkowego drzewostanu) na przeżywalność jodły.

Materiał i metody

W 1999 roku w drzewostanach różniących się składem gatunkowym założono powierzchnie próbné, na których posadzono po 500 sadzonek jodły wyhodowanych w szkółce w Jagniątkowie (tab. 1). Wszystkie powierzchnie zostały ogrodzone. Pomiarów biometrycznych sadzonek wykonano w latach 1999-2001 oraz w roku 2011. Szczegółowy opis metodyki oraz wyników badań prowadzonych w latach 1999-2001 znajduje się w publikacji Dobrowolskiej [2008]. W 2011 roku zmierzono wysokość jodeł, ich grubość w szyi korzeniowej i przyrost pędu wierzchołkowego w ostatnich trzech latach (2009-2011) oraz ustalono czynnik świetlny (stosunek przyrostu wierzchołkowego do przyrostów bocznych). Ponadto określono przeżywalność jodły. Na każdej powierzchni próbnej zmierzono po 100 sadzonek. Powierzchnię próbną podzielono na kwatery, na których wykonywano pomiary. Na każdej powierzchni próbnej pozyskano 100 igieł z wybranych sadzonek, a następnie określono ich długość i szerokość.

Do zbadania wpływu osłony drzewostanu na wysokość, grubość i przyrost wysokości sadzonek oraz długość igieł jodły zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, a do oceny stwierdzonych różnic – test Tukeya. Do określenia wpływu okapu drzewostanu na szerokość igieł wykonano test Kruskala-Wallisa, ze względu na to, że rozkład tej cechy nie był zgodny z rozkładem normalnym.

Wyniki

Okap drzewostanu w istotny sposób wpływał na wysokość jodły ($F=336,5$; $p=0,000$). Największą średnią wysokość osiągnęły sadzonki rosnące pod osłoną modrzewia (tab. 2). W ciągu 10 lat wysokość jodły zwiększyła się średnio o 2,33 m. Podobnym wzrostem charakteryzowały się jodły rosnące pod okapem sosny i brzozy. Najniższe drzewka stwierdzono pod osłoną buka (średnia wysokość 0,40 m).

Tabela 1.

Charakterystyka drzewostanów z podsadzeniami jodły w Karkonoskim Parku Narodowym
Characteristics of stands where analysed fir was planted

| Oddz. | Skład gatunkowy drzewostanu | Zbiorowisko | Aspekt | Typ gleby | pH KCl | C/N |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|--------|-----------------|--------|------|
| 105 j | 7Bk 3Św spor. Md | <i>Luzulo-Fagetum</i> | N-E | Brunatna kwaśna | 3,50 | 19,0 |
| 119 a | Św spor. So, Brz, Md, Bk | <i>Luzulo-Fagetum</i> | N | Brunatna kwaśna | 3,52 | 20,4 |
| 114 d | So spor. Md, Brz, Św | <i>Luzulo-Fagetum</i> | E-W | Brunatna kwaśna | 3,68 | 21,6 |
| 120 d | 5Św 3Brz 2Md poj. Jw, Db, Bk | <i>Abieti-Piceetum montanum</i> | | Brunatna kwaśna | 3,41 | 19,2 |
| 122 a | 8Md 2Św, poj. Bk | <i>Luzulo-Fagetum</i> | N-W | Brunatna kwaśna | 3,50 | 25,8 |

Grubość sadzonek jodły na powierzchniach badawczych była istotnie różna ($F=386,8$; $p=0,000$) i wahała się od 10 do 50 mm. Najgrubsze drzewka rosły pod okapem modrzewia. Grubość jodeł pod osłoną modrzewia była większa o 41,8 mm w porównaniu z grubością w 2001 roku (tab. 2).

Średni przyrost wysokości jodły w latach 2009-2011 był najwyższy po okapie modrzewia. Zbliżone przyrosty miały jodły pod osłoną brzozy i sosny (tab. 3). Mniejsze przyrosty na wysokość stwierdzono w 2009 roku. Różnice w przyroście drzew na powierzchniach badawczych były statystycznie istotne ($F_{2011}=159,0$, $p=0,000$; $F_{2010}=279,9$, $p=0,000$; $F_{2009}=211,1$, $p=0,000$).

W 2001 roku czynnik świetlny był mniejszy od 1 na wszystkich powierzchniach próbnych (tab. 4). W 2011 roku ponad 90% drzewek pod osłoną modrzewia i brzozy charakteryzowało się czynnikiem świetlnym powyżej 1. Parametru tego nie określono na powierzchni bukowej ze względu na uszkodzenia pędów spowodowane przez zwierzynę.

Długość igieł była zróżnicowana w zależności od warunków wzrostu jodły (tab. 5). Najdłuższe igły miały drzewka rosące pod okapem modrzewia, a najkrótsze – buka. Średnia długość igieł jodeł pod bukiem była w roku 2011 o 2 mm mniejsza niż w 2001 roku. Podobne zależności stwierdzono w przypadku szerokości igieł.

Tabela 2.

Średnia wysokość [m] i grubość [mm] sadzonek jodły w 2001 i 2011 roku
Mean height [m] and diameter [mm] of silver fir seedlings in 2001 and 2011

| Okap | Wysokość | | | Grubość | | |
|------|----------|--------|-----------|---------|------|--------|
| | 2001 | 2011 | Zakres | 2001 | 2011 | Zakres |
| Bk | 0,191 a | 0,40 a | 0,12-1,10 | 5,03 a | 10 a | 4-21 |
| Św | 0,220 b | 1,27 b | 0,50-2,48 | 5,69 b | 20 b | 10-36 |
| So | 0,250 c | 1,94 c | 0,87-3,6 | 6,73 c | 30 c | 20-53 |
| Brz | 0,248 c | 1,90 c | 0,85-3,20 | 7,16 d | 40 d | 10-70 |
| Md | 0,281 d | 2,61 d | 1,45-4,40 | 8,19 e | 50 e | 27-74 |

Ta sama litera oznacza brak różnic istotnych statystycznie; the same letter indicates lack of significant difference

Tabela 3.

Trzyletni przyrost wierzchołkowy [cm] badanych sadzonek jodły
Three-years top height increment [cm] of analysed silver fir seedlings

| Okap | 1999 | 2000 | 2001 | 2009 | Zakres | 2010 | Zakres | 2011 | Zakres |
|------|--------|-------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|
| Bk | 3,5 ad | 3,0 a | 3,4 a | 5 a | 1-20 | 4 a | 1-17 | 1 a | 0-10 |
| Św | 3,4 a | 3,1 a | 4,0 b | 13 b | 4-36 | 17 b | 1-34 | 19 b | 0-40 |
| So | 2,8 b | 4,7 b | 6,3 c | 20 c | 6-40 | 24 c | 9-50 | 22 b | 5-43 |
| Brz | 3,8 c | 5,7 c | 5,7 d | 22 c | 6-38 | 27 d | 12-44 | 32 c | 8-44 |
| Md | 3,7 cd | 5,2 d | 7,9 e | 29 d | 4-50 | 35 e | 17-70 | 33 c | 1-60 |

oznaczenia jak w tabeli 2; detotes as in table 2

Tabela 4.

Czynnik świetlny sadzonek jodły w 2001 i 2011 roku
Light factor for silver fir seedlings in 2001 and 2011

| Okap | 2001 | 2011 <1 | 2011 =1 | 2011 >1 |
|------|--------|---------|---------|---------|
| Bk | 0,46 a | – | – | – |
| Św | 0,53 b | 20 | 13 | 67 |
| So | 0,63 c | 12 | 4 | 84 |
| Brz | 0,60 d | 1 | 4 | 95 |
| Md | 0,73 e | 9 | 0 | 91 |

oznaczenia jak w tabeli 2; detotes as in table 2

Tabela 5.

Długość i szerokość [mm] igieł sadzonek jodły w 2001 i 2011 roku
Needle length and width [mm] in 2001 and 2011

| Okap | Długość | | Szerokość | |
|------|---------|---------|-----------|--------|
| | 2001 | 2011 | 2001 | 2011 |
| Bk | 18,8bc | 16,75c | 1,84a | 1,88a |
| Św | 20,3a | 21,56a | 1,95b | 1,92ab |
| So | 23,0d | 21,79a | 2,07c | 1,86a |
| Brz | 20,3ab | 23,14ab | 1,99d | 2,03b |
| Md | 17,6c | 24,02b | 1,82a | 2,21b |

oznaczenia jak w tabeli 2; detotes as in table 2

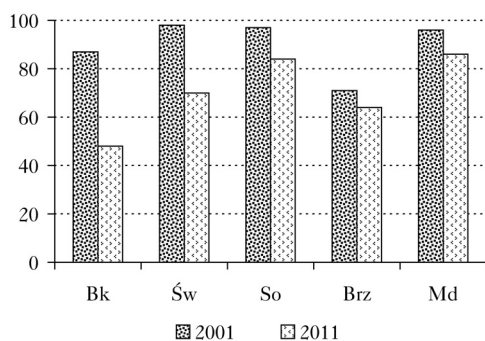
Przeżywalność sadzonek jodły w 2001 roku była bardzo wysoka i na większości powierzchni wynosiła ponad 90% (ryc.). Po 10 latach była mniejsza na wszystkich badanych powierzchniach. Najwięcej wypadów stwierdzono pod okapem buka (52%). Największą przeżywalnością charakteryzowały się powierzchnie sosnowe i modrzewiowe, gdzie wypadły odpowiednio 16 i 14%.

Dyskusja

W Karkonoskim Parku Narodowym na wszystkich powierzchniach badawczych (z wyjątkiem powierzchni bukowej) jodła charakteryzowała się dobrym wzrostem i wysoką przeżywalnością. Można zatem stwierdzić, że jodłę należy wprowadzać na dolnoregłowe siedliska lasu górskiego i lasu mieszanego górskiego w Karkonoszach.

Wzrost i przeżywalność sadzonek jodły były zróżnicowane w zależności od gatunku tworzącego okap drzewostanu. Najkorzystniejsze warunki dla jodły stwarzał okap modrzewiowy. Niektóre egzemplarze osiągnęły wysokość prawie 4,5 m. Jodła jest gatunkiem wolno rosnącym. Jak wynika z badań Flury, *A. alba* rosnąca w szkółce w wieku 9 lat osiągała wysokość 0,70 m, a według Denglera – 0,55 cm [za Jaworski 2011]. Najlepszy i najszybszy wzrost jodły pod okapem modrzewia skłania do większego wykorzystania tego gatunku do przebudowy drzewostanów. Stosowanie przedplonu do odnowienia i przebudowy lasu zalecają m.in. Fabijanowski [1986], Ceitel [1994], Barzdajn i in. [1995], Jaworski i Poznański [2000] oraz Przybylska i in. [2006]. Przy przebudowie drzewostanów należy też wykorzystywać spontanicznie pojawiające się samosiewy gatunków pionierskich, w celu stworzenia warunków korzystnych dla wzrostu i rozwoju gatunków późniejszych stadiów sukcesyjnych.

Wyniki prezentowanych badań wskazują, że jodła może być wykorzystywana do przebudowy drzewostanów w reglu dolnym w Karkonoszach. Najłatwiej wprowadza się jodłę do drzewostanów sosnowych, brzożowych i osikowych [Bernadzki 2008]. W warunkach górskich sosna



Ryc.

Przeżywalność [%] sadzonek jodły pod różnym okapem drzewostanu w latach 2001 i 2011
Survival [%] of silver fir seedlings under canopy of various species in 2001 and 2011

jest gatunkiem rzadkim. Natomiast należy wykorzystywać przedplon brzozy do podsadzeń jodły, o czym świadczą wyniki omawianych badań. O większych trudnościach w odnowieniu jodły pod okapem świerka i buka pisał Bernadzki [2008]. W Karkonoszach przebudowywane są przede wszystkim monokultury świerkowe. Jak wynika z prezentowanych badań, jodła może być gatunkiem z powodzeniem wykorzystywanym do ich przebudowy. Jodły rosnące pod świerkiem były wyższe od jodeł rosnących w Karpatach [Gazda 1988], które w wieku 17-23 lat osiągnęły wysokość 0,5 m, czy też 14-letnich jodeł rosnących pod okapem sosny na siedlisku boru wilgotnego w Lasach Janowskich [Szukiel, Lewandowski 1992]. Wysokość sadzonek jodły pod okapem świerka w Karkonoskim Parku Narodowym była o połowę mniejsza niż pod okapem modrzewia, lecz ich przeżywalność była wysoka. Regularne wykonywanie zabiegów pielęgnacyjnych w drzewostanie świerkowym zwiększy dostęp światła do dna lasu, a tym samym wpłynie na poprawę warunków wzrostu. Najmniej korzystne warunki wzrostu znalazła jodła pod okapem buka. Czynnikiem decydującym o przeżywalności sadzonek była przede wszystkim zwierzyna. Mimo jej presji 48% sadzonek przeżyło. Wszystkie sadzonki były wielokrotnie zgryzane, przyrastały niewiele, ale nadal były żywotne. Wyeliminowanie zwierzyny prawdopodobnie zaowocuje szybszym wzrostem jodły. Czynnikiem ograniczających wzrost jodeł pod okapem buka były też warunki świetlne oraz gruba warstwa ścioly bukowej [Dobrowolska 2008].

Jodła jest gatunkiem często uszkodzonym przez zwierzynę płową. Uważana jest za najsilniej zgryzany gatunek lasotwórczy w centralnej i południowo-wschodniej Europie [Senn, Suter 2003]. W wielu drzewostanach w Alpach zwykle 100% odnowienia naturalnego jest uszkodzane przez sarny, jelenie i kozice. Uważa się, że presja zwierzyny jest jednym z czynników zagrażających istnieniu jodły na niektórych obszarach [Senn, Suter 2003]. Wyniki badań prowadzonych w Karkonoskim Parku Narodowym wskazują, że na powierzchniach grodzonych w skuteczny sposób jodła nie była zgryzana i rosła znacznie lepiej niż na powierzchniach grodzonych nieskutecznie. Uważa się, że jodła rośnie szybciej na powierzchniach ogrodzonych niż poza ogrodzeniem [Burschel i in. 1985]. Natomiast ciekawym zjawiskiem jest odporność jodły na zgryzanie. Jodła należy do gatunków plastycznych, które regenerują uszkodzenia. W Karkonoszach, mimo ciągłej presji zwierzyny, jodła nie zamierała. Po 12 latach ciągłego zgryzania była znacznie niższa niż na pozostałych powierzchniach, ale przyrastała. Świadczy to o ogromnej żywotności tego gatunku. Można więc postawić pytanie o to, jak długo jodła przetrwa w tak niekorzystnych warunkach? Czy poprawa jednego z czynników ograniczających wzrost (wyeliminowanie zwierzyny) spowoduje jej regenerację? Odpowiedź na te pytania wymaga dalszych badań.

Wnioski

- ✦ Wysokość i przeżywalność sadzonek jodły zależy od składu gatunkowego przebudowywanego drzewostanu.
- ✦ Najkorzystniejsze warunki do rozwoju jodły stwarza okap modrzewiowy. Należy wprowadzać przedplon złożony z modrzewia w celu tworzenia dwugeneracyjnych drzewostanów z udziałem jodły.
- ✦ Powinno się także wykorzystywać przedplon gatunków pionierskich (sosny i brzozy), gdyż również pod ich okapem jodła znajduje dobre warunki wzrostu i rozwoju.
- ✦ Presja zwierzyny na odnowienie jodły nie powoduje całkowitego jej wyeliminowania, chociaż negatywnie wpływa na jej wzrost i przeżywalność.

Podziękowanie

Dziękuję panu mgr. inż. Krzysztofowi Bisadze, Nadleśniczemu Karkonoskiego Parku Narodowego, za pomoc w zbieraniu danych w terenie.

Literatura

- Barzdajn W., Ceitel J., Zientarski J. 1995. Możliwości wykorzystania przedplonów do restytucji lasu w Sudetach Zachodnich. *Las Polski* (21): 6-8.
- Bernadzki 2008. *Jodła pospolita. Ekologia-zagrozenia-hodowla*. PWRiL, Warszawa.
- Burschel P., El Katem H., Huss J., Mosandl R. 1985. Die Verjüngung im Bergmischwald. *Forstwes. Cbl.* (104): 65-100.
- Ceitel J. 1994. Naturalne formy regeneracyjne lasu w wylesionych obszarach Gór Izerskich. *Prace IBL. Seria B.* (21/2): 257-281.
- Ceitel J., Raj A., Zientarski J. 2010. Wykorzystanie przedplonu modrzewiowego do przebudowy składu gatunkowego drzewostanów w Karkonoskim Parku Narodowym. *Opera Corcontica* 47 Suppl. (1): 209-214.
- Dobrowolska D. 2008. Charakterystyka odnowienia naturalnego i sztucznego jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w Karkonoskim Parku Narodowym. W: *Jodła pospolita w Karkonoskim Parku Narodowym*. KPN, Jelenia Góra. 105-128.
- Fabijanowski J. 1986. Hodowla lasu wobec zagrożenia imisjami drzewostanów w górach. *Sylvan* 130 (2-3): 53-63.
- Haukioja E., Ruohomaki K., Senn J., Suomela J., Walls M. 1990. Consequences of herbivore in the mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *tortuosa*): importance of the functional organization of the tree. *Oecologia* (82): 238-247.
- Jaszczak R., Małnusiak K., Miotke M., Piątkowski S. 2011. Problemy przebudowy lasów w Polsce – zagadnienia ogólne. *Nauka Przyroda Technologia* 5 (3): 21.
- Jaworski A. 2011. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., Poznański R. 2000. *Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich*. CILP, Warszawa.
- Polityka Leśna Państwa. 1997. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa.
- Przybylska K., Zięba S., Kołodziej Z. 2006. Problem przebudowy lasów górskich. W: *Strzebiński P., Rączka G. [red.]. Przebudowa lasów w Polsce – teoria i praktyka*. AR Poznań. 59-72.
- Rykowski K. 2010. O przebudowie drzewostanów z różnorodnością biologiczną w tle. *Sylvan* 154 (4): 219-233.
- Senn J., Suter W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management*. 181: 151-164.
- Szukiel E., Lewandowski Z. 1992. Wpływ repelentów na wzrost i rozwój jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.). *Sylvan* 136 (9): 59-80.
- Vrška T., Adam D., Hort L., Kolář T., Janik D. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians – A developmental cycle or linear trend induced by man? *Forest Ecology and Management* 258: 347-356.

SUMMARY

Influence of stand canopy on growth and survival of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Karkonoski National Park

Norway spruce, which is dominant tree species in Karkonoski National Park, is mostly artificially planted. In the past the area was covered by beech and fir-spruce forests. Spruce stands are disturbed very often by different factors i.e. wind, snow, bark beetles, forest dieback. One of the methods to make the pure spruce forests more sustainable is the conversion into mixed stands. Silver fir is the species with very low percentage in the forest stands even though it is very important tree and occupied larger area in the 19th century. The aim of the study was to know the growth dynamics of fir planted under different stand canopies and the influence of stand canopy on the survival of fir. In 1999 3-year-old seedlings (500 seedlings in each stand) were planted under different stand canopies: European beech, European larch, Norway spruce, Scots pine and silver birch. All plots with planted firs were fenced. The study was carried out twice: in 2001 and 2011. Following features were measured: height, diameter at root collar, height increment in last 3 years, ratio of later shoot to offshoots. The results showed that the tallest trees were growing under the canopy of larch both in 2001 and 2011. The similar height had firs growing in pine and birch stands. The shortest firs were found under the canopy of beech. Tree height of was statistically significant in both periods of measurements. The same results were

obtained for other parameters like diameter at root collar and height increment. Diameter and height increment was the highest for trees growing in larch stands. In 2001 the ratio of internal shoot to the offshoots was <1 in all stands. 10 years later the ratio was >1 for 90% of firs growing in larch and birch stands. In spruce stand the ratio was >1 for 67% of fir trees. The survival was very high in 2001. Over 90% of planted trees survived, except firs growing in beech stands where the survival was 85%. In 2011 the process of fir dying was observed in each stand. The highest vitality was found under the canopy of pine and larch where the dead firs amounted 16 and 14%, respectively. The worst survival was observed in beech stand; 48% planted firs survived. Plantings were not grazed, except firs growing in beech stands. In spite of fencing 100% of fir trees were browsed. Pressure of herbivores for 12 years negatively influenced the growth and vitality of plantings however did not completely eliminate fir from the stand.