

Raport- ocena wpływu hydrożelu „AQUATERRA” na wybrane parametry sadzonek sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*), świerka pospolitego (*Picea bies*) oraz buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) w zależności od długości okresu ich przechowywania w dołowniku oraz chłodni w warunkach polowych oraz ocena przeżywania siewek sosny pospolitej (*Pinus sylvestris*), poddanych stresowi wodnemu w warunkach laboratoryjnych.

I. Wpływ hydrożelu na wybrane parametry jakościowe sadzonek sosny pospolitej (*Pinus sylvestris*), świerka zwyczajnego (*Picea bies*) oraz buka zwyczajnego (*Pinus sylvestris*).

Doświadczenie założono 26.04.2007r. na terenie szkółki „Kłaj” w Nadleśnictwie Niepołomice. Do przeprowadzonych testów użyto następującego materiału sadzeniowego (tab.1).

Tab.1 Charakterystyka materiału sadzeniowego użytego w doświadczeniu

Gatunek	Wiek (lata)	Liczba sadzonek użytych w doświadczeniu	
		Przechowywanych w dołowniku	Przechowywanych w chłodni
Sosna	1	220	120
Świerk	3	132	40
Buk	2	160	80

W dniu 26.04.2007r. wszystkie sadzonki użyte w doświadczeniu wyjęte zostały ze szkółki i podzielone na dwie części. Systemy korzeniowe sadzonek pierwszej z partii zostały

zanurzone w wodzie w celu opłukania ich z nadmiaru gleby, a następnie umieszczono je w hydrożelu o stężeniu 15g na 1 litr wody (w doświadczeniu użyto formę pylistą hydrożelu). Przy tym stężeniu korzenie sadzonek pokryte zostały właściwą (nie zbyt grubą) warstwą tej substancji. Następnie w celu zabezpieczenia przed zbyt szybkim wyschnięciem hydrożelu, systemy korzeniowe (oddzielnie dla poszczególnych gatunków sadzonek po ok. 100-120szt.) zostały owinięte czarną folią tworząc osłonę boczną, umożliwiając jednocześnie kontakt korzeni z glebą (fot.1). W przypadku drugiej partii (stanowiącej kontrolę) wykonano podobne czynności, oprócz zanurzenia systemu korzeniowego w hydrożelu.

Jedną część sadzonek z grupy kontrolnej oraz z hydrożelem przeniesiono do chłodni (fot.3), w której przeciętna temperatura wahała się w granicach 10-11⁰C, natomiast drugą część umieszczono w dołowniku (fot.2), gdzie temperatura wynosiła ok. 18⁰C.



Fot.1. Sadzonki sosny pospolitej i buka z systemem korzeniowym potraktowane hydrożelem i przygotowane do owinięcia folią



Fot. 2. Część testowanych sadzonek przechowywana w dołowniku.



Fot. 3. Testowane sadzonki przechowywane w chłodni.

Każdego następnego dnia przed posadzeniem u wszystkich sadzonek zostały pomierzone: długość części nadziemnej, średnica w szyjce korzeniowej oraz każdej sadzonce został nadany numer.

Następnie w określonych przedziałach czasowych wysadzano sadzonki z hydrożelem i z partii kontrolnej (Tab.2) i (Fot.4 -7).

Tab.2. Chronologia wysadzania sadzonek na terenie szkółki.

Gatunek	Kolejny dzień wysadzania sadzonek (licząc od momentu ich zanurzenia w hydrożelu i zadołowania).	Liczba sadzonek z hydrożelem	Liczba sadzonek z partii kontrolnej
Sosna	1	20	20
Świerk		Nie wysadzano	
Buk		Nie wysadzano	
Sosna	2	20	20
Świerk		20	20
Buk		Nie wysadzano	
Sosna	3	40	40
Świerk		Nie wysadzano	
Buk		20	20
Sosna	4	20	20
Świerk		20	20
Buk		Nie wysadzano	
Sosna	5	40	40
Świerk		20	20
Buk		20	20
Sosna	12	30	30
Świerk		26	26
Buk		40	40
Sosna	21	Nie wysadzano	
Świerk		Nie wysadzano	
Buk		40	40



Fot.4. Sadzonki sosny pospolitej z systemem korzeniowym potraktowanym hydrożelem i wysadzone po 2 dniach przechowywania w dołowniku



Fot.5. Sadzonki buka zwyczajnego z systemem korzeniowym potraktowanym hydrożelem i wysadzone po 21 dniach przechowywania.

Po 130 dniach doświadczenie zakończono. Pomierzono ponownie średnicę i wysokość sadzonek oraz dodatkowo parametry takie jak: długość igieł i długość uigłonego pędu (u sosny); przebarwienie igieł oraz redukcję aparatu asymilacyjnego (u świerka); a także przebarwienie liści i długość zmarłych pędów wierzchołkowych (u buka). Ponadto określono liczbę sadzonek zmarłych.



Fot.6. Widok ogólny powierzchni z testowanymi sadzonkami

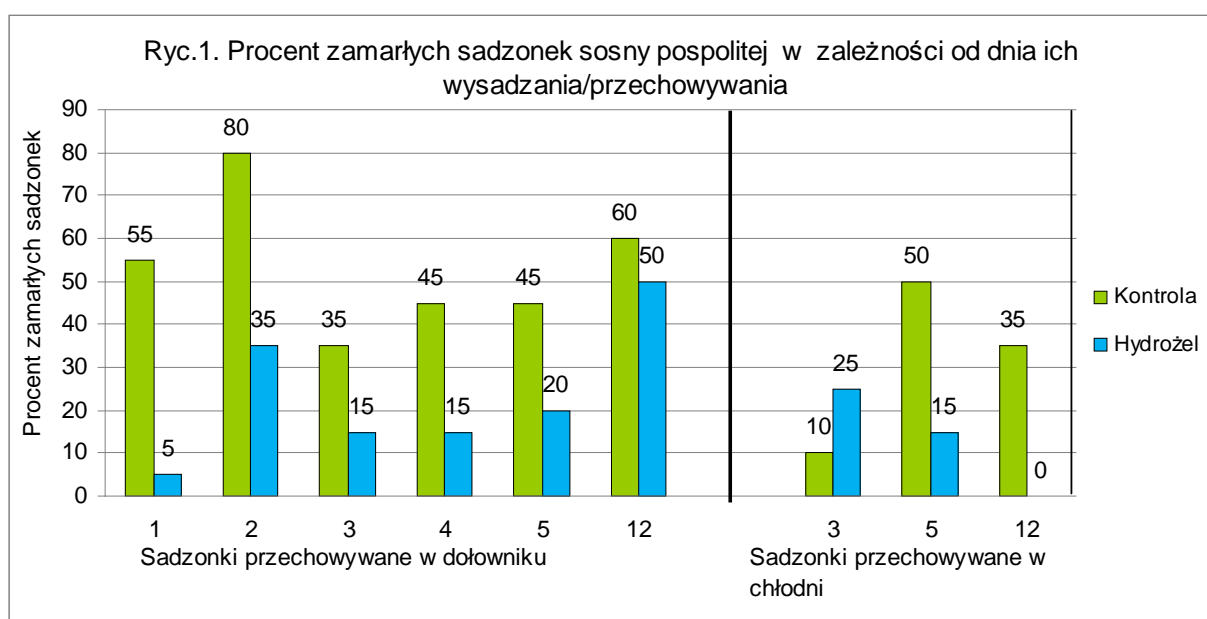


Fot.7. Widok sadzonek sosny pospolitej potraktowanych hydrożelem w trakcie doświadczenia na powierzchni doświadczalnej

1. Wpływ hydrożelu na wybrane parametry sosny pospolitej (*Pinus sylvestris*).

1.1. Przeżywalność sadzonek sosny pospolitej.

Generalnie sadzonki przechowywane w dołowniku i potraktowane hydrożelem, a następnie wysadzone (przechowywane) przez kolejne 5 dni zamierały tylko w stosunkowo niewielkiej liczbie (od 5-20%), podczas gdy w tym samym czasie zamieranie sadzonek w partii kontrolnej wynosiło od 35- 55%. Wyjątek stanowiła partia materiału sadzeniowego wysadzona drugiego dnia, w której zamarło 35% sadzonek z hydrożelem i aż 80% sadzonek bez hydrożelu (ryc.1), (Fot.8 i 9).



Dłuższe przechowywanie sadzonek w dołowniku (12 dni) przy wysokiej temperaturze powietrza i braku opadów przyczyniło się do znacznego osłabienia sadzonek sosny i w konsekwencji stosunkowo dużego ich zamierania (aż 50% sadzonek z hydrożelem i 60% bez hydrożelu).

Sadzonki potraktowane hydrożelem i przechowywane w chłodni bardzo dobrze zachowywały swoją żywotność. Szczególnie te sadzonki, które zostały wysadzone po 12 dniach przechowywania, ponieważ wszystkie te sadzonki przeżyły, podczas gdy z partii kontrolnej zamarło 35%.

Analizując przeżywalność sadzonek należy podkreślić duży wpływ warunków pogodowych na ich wzrost i zamieranie. Wciągu pierwszych 5 dni warunki pogodowe były niekorzystne (bardzo wysoka temperatura powietrza wynosząca ok. 20 °C oraz stosunkowo niska wilgotność gleby wynikająca z braku opadów w okresie poprzedzającym

sadzenie i w trakcie sadzenia) i przyczyniały się do zwiększenia stresu towarzyszącemu wysadzaniu sadzonek. Z kolei pogoda w 12-tym dniu wysadzania sadzonek była deszczowa co miało bezpośredni wpływ na ich przeżycie i późniejsze parametry.

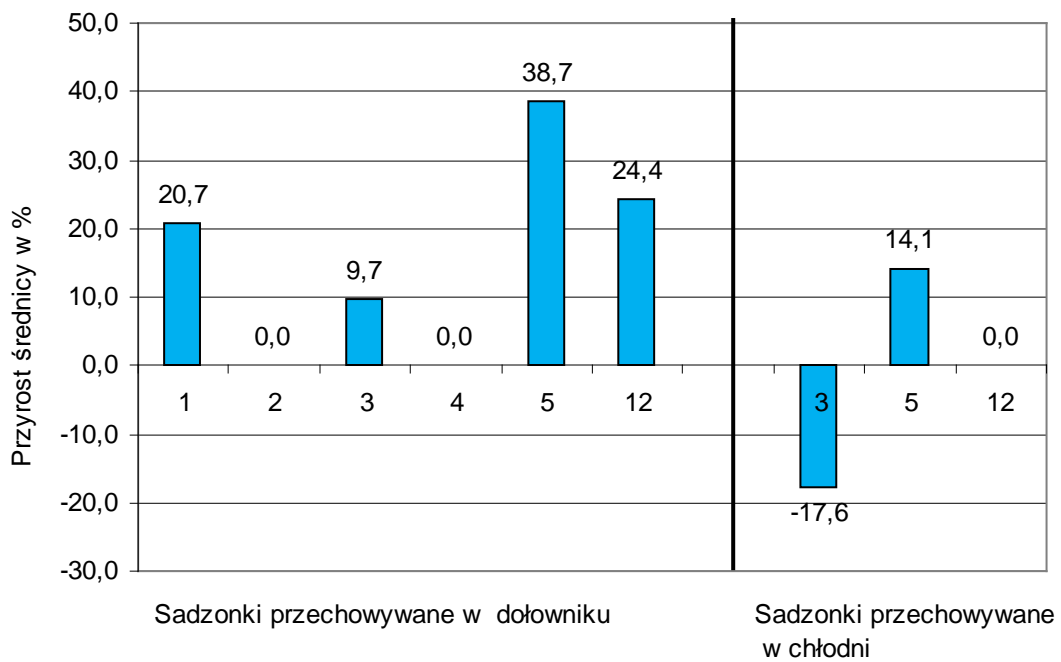


Fot.8. Zamieranie sadzonek sosny pospolitej z partii kontrolnej przechowywanej w dołowniku przez okres 12 dni.

1.2. Średnica szyjki korzeniowej sadzonek sosny pospolitej.

Przyrost na grubość sadzonek przechowywanych w dołowniku i potraktowanych hydrożelem był zwykle wyższy niż w partii kontrolnej od ok. 10% (po 3 dniach przechowywania) do 38,7% (5 dni przechowywania). Tylko po 2 i 4 dniu przechowywania obie partie materiału sadzeniowego (z hydrożelem i bez hydrożelu) nie wykazywały różnic w przyroście na grubość. Natomiast średnia średnica sadzonek przechowywanych w chłodni badana była tylko w trzech terminach, przy czym w 3 dniu przechowywania średnica sadzonek z hydrożelem była niższa średnio o 17,6%, 5 dnia z kolei wyższa o 14.1%, a 12 dnia taka sama jak w partii kontrolnej (bez hydrożelu) (ryc.2).

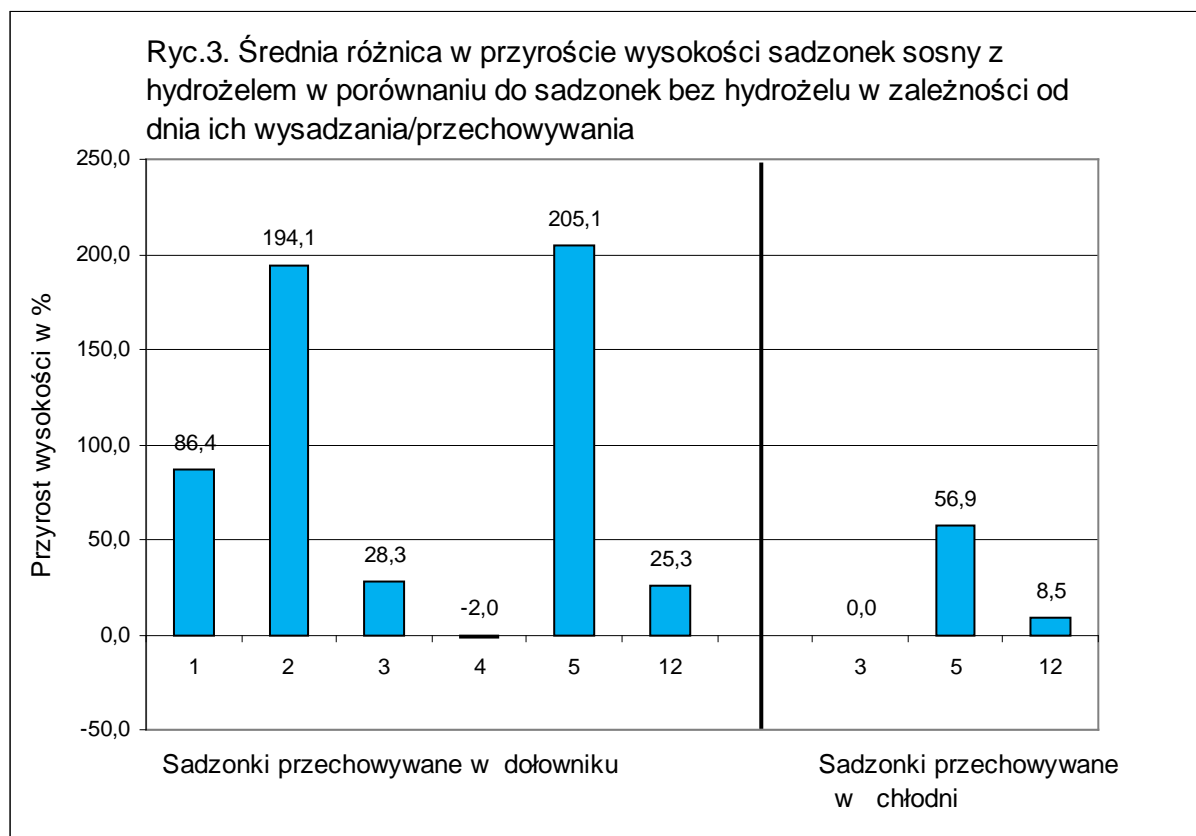
Ryc. 2. Średnia różnica w przyroście średnicy sadzonek sosny z hydrożelem w porównaniu do sadzonek bez hydrożelu w zależności od dnia ich wysadzania /przechowywania.



Fot.9. Widok zdrowej sadzonki potraktowanej hydrożelem i przechowywanej w dołowniku przez 5 dni (po lewej stronie) i zamierającej sadzonki z partii kontrolnej (po prawej stronie).

1.3. Wysokość sadzonek sosny pospolitej

Stwierdzono stosunkowo silny wpływ hydrożelu na wysokość sadzonek przechowywanych w dołowniku. Średnia wysokość sadzonek z hydrożelem była wyższa: od 25,3% (12 dni przechowywania) do 205,1% (5 dni przechowywania) w stosunku do kontroli (ryc.3).



Tylko partia sadzonek przechowywana przez 4 dni nie wykazywała istotnych różnic w przyroście tego parametru u sadzonek z i bez hydrożelu. Stwierdzono słabszy wpływ hydrożelu na przyrost wysokości sadzonek przechowywanych w chłodni od 8,5% (12 dni przechowywania) do 56,9% (5 dni przechowywania) w stosunku do sadzonek z partii kontrolnej.

1.4. Średnia długość igieł i pędu uigłonego sosny pospolitej.

Średnia długość igieł sadzonek z hydrożelem mierzona na koniec doświadczenia wynosiła 7,5cm (2 dni przechowywania) do 11,2cm (12 dni przechowywania) i była średnio od 1,3% do 52% (średnio 13,4%) wyższa w porównaniu z partią kontrolną. Natomiast sadzonki sosny potraktowane hydrożelem i przechowywane w chłodni miały podobną długość igieł bez względu na długość przechowywania i wynosiła średnio 10,2cm i była o 9,6% większa niż w partii kontrolnej średnia gdzie długość igieł wynosiła średnio 9,3 cm (ryc.4), (Fot.10).

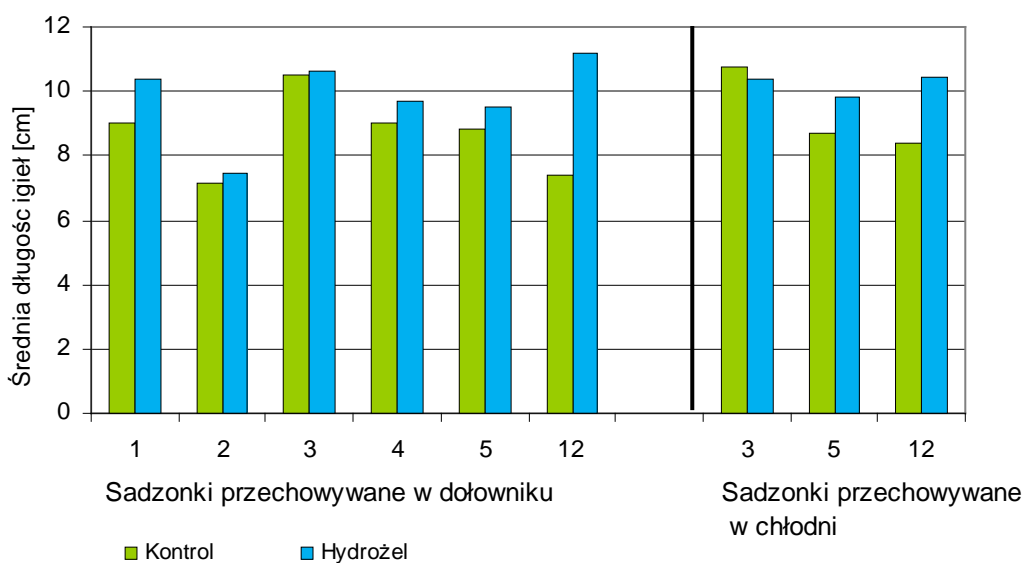


Fot. 10. Sadzonki potraktowane hydrożelem (po lewej stronie) miały dłuższe igły niż sadzonki z partii kontrolnej (po prawej stronie).

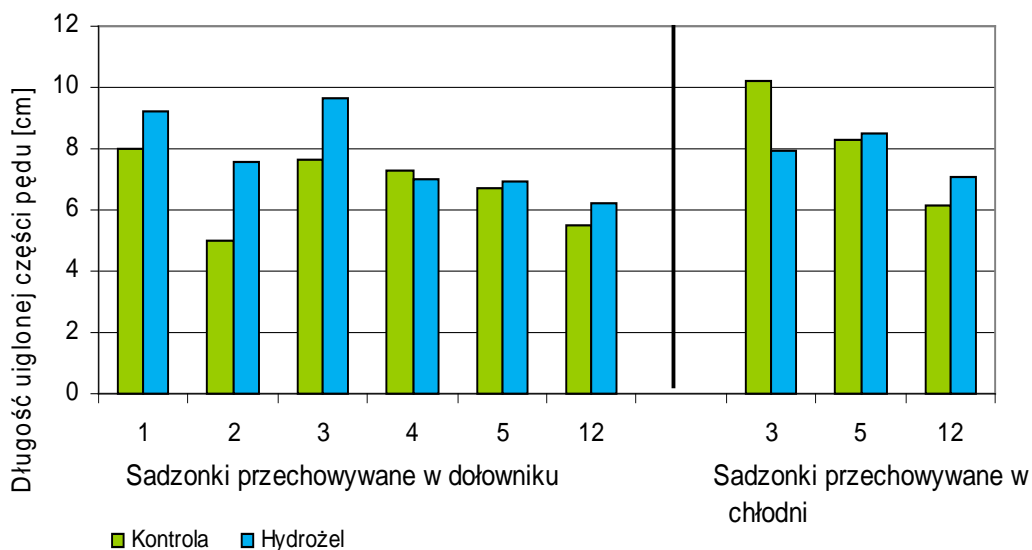
Średnia długość uigłonego pędu u sadzonek potraktowanych hydrożelem była od kilku do kilkunastu procent większa niż w partii kontrolnej i zmniejszała się wraz z długością przechowywania sadzonek o około 30% średnio z 9 cm u sadzonek przechowywanych 1 dzień do 6,2 cm u sadzonek przechowywanych 12 dni (ryc. 5).

Natomiast długość uigłonego pędu sadzonek potraktowanych hydrożelem przechowywanych w dołowniku wynosiła 7,6 cm i była wyższa o około 31% od sadzonek przechowywanych w chłodni. Sadzonki potraktowane hydrożelem i przechowywane w chłodni miały o 15,4% dłuższe uigłone pędy a więc podobnie jak w przypadku długości igieł.

Ryc.4. Średnia długość igieł sadzonek sosny w zależności od dnia ich wysadzania/przechowywania

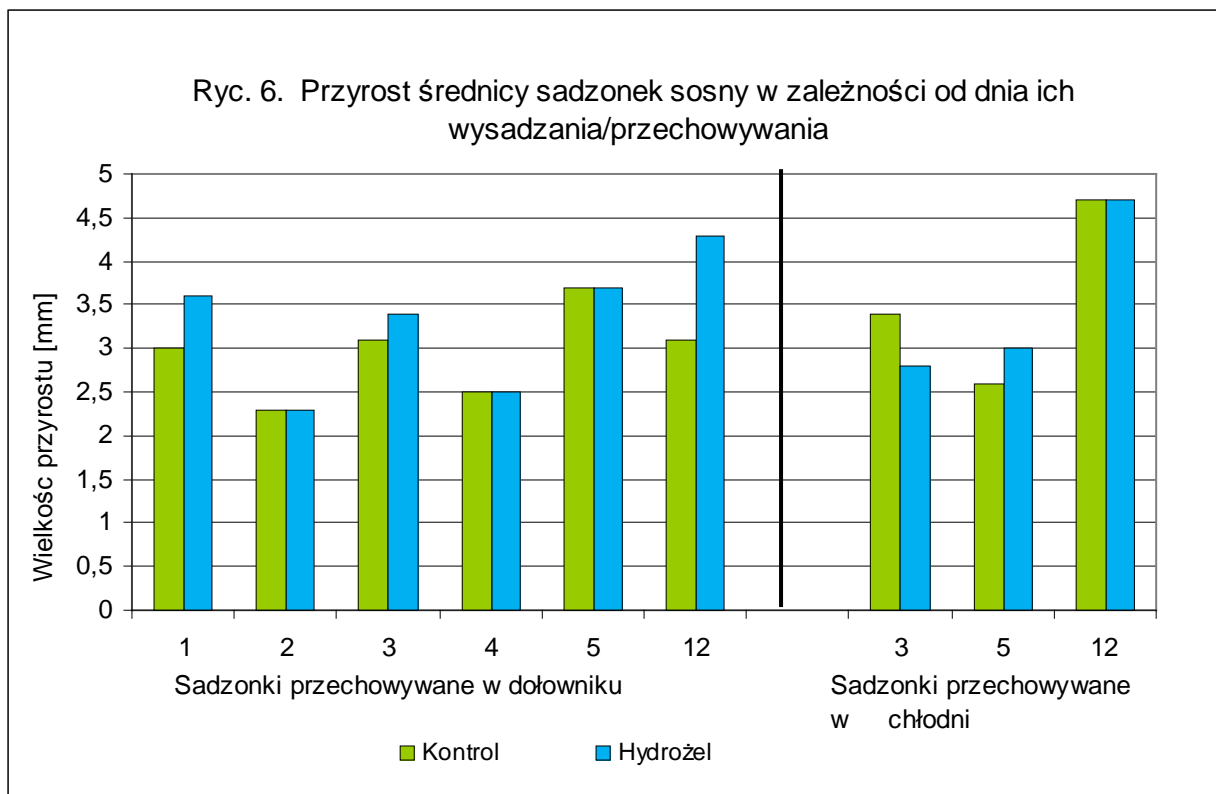


Ryc.5. Średnia długość uigłonej części pędu sadzonek sosny w zależności od dnia ich wysadzania/przechowywania



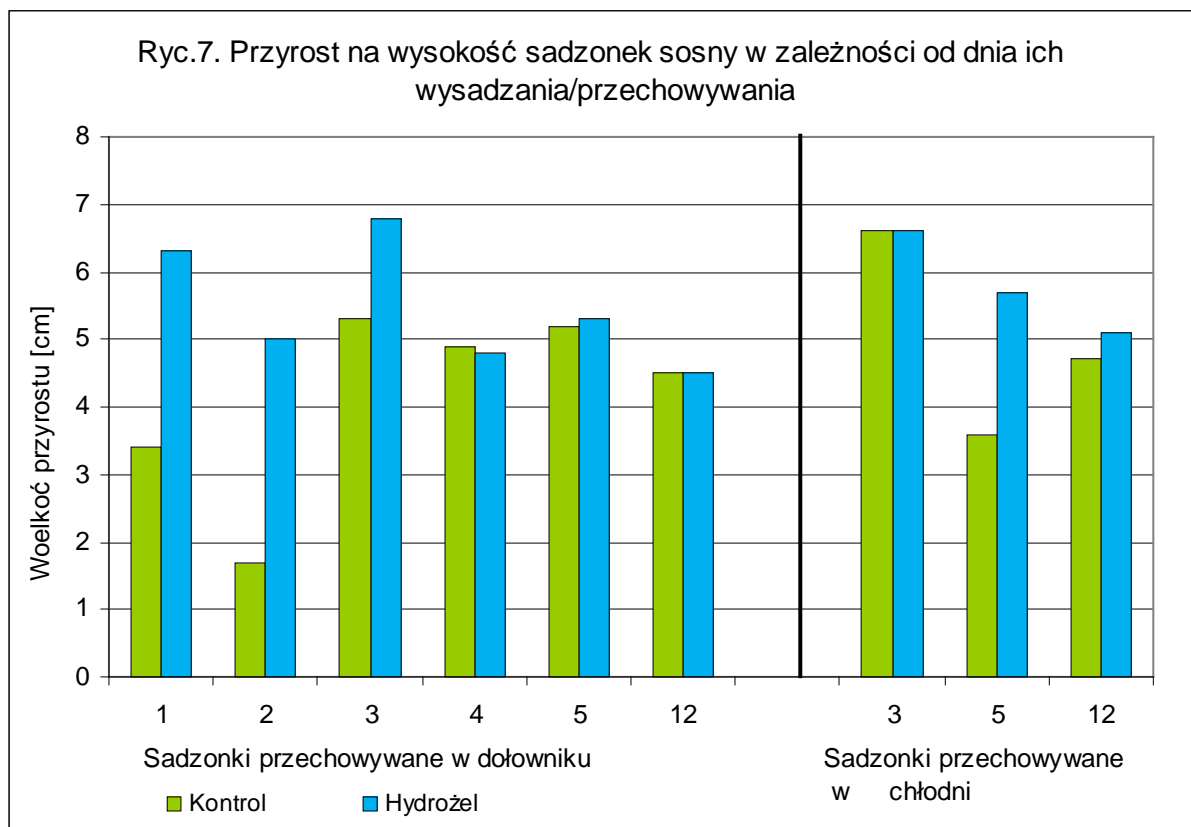
1.5. Wpływ długości okresu przechowywania sadzonek sosny na ich średnice i wysokość na końcu okresu doświadczenia.

Wraz z długością przechowywania sadzonek występowała tendencja do zwiększania się ich średnicy i to zarówno przechowywanych w dołowniku jak i chłodni (ryc. 6).



Średni przyrost średnicy sadzonek potraktowanych hydrożelem w dołowniku po 12 dniach przechowywania był większy o ok. 20% w porównaniu do sadzonek przechowywanych 1 dzień, a w partii kontrolnej brak było wyraźnej tendencji. Z kolei w chłodni sadzonki potraktowane hydrożelem po 12 dniach przechowywania miały o 67,8% większą średnicę na końcu doświadczenia w porównaniu do sadzonek przechowywanych przez 3 dni. A w partii kontrolnej różnica ta wynosiła 38,3%.

Wraz z długością przechowywania sadzonek stwierdzono z kolei tendencję do zmniejszania się wysokości pędów zarówno u sadzonek przechowywanych w dołowniku jak i chłodni. Średni spadek długości pędów dla sadzonek z hydrożelem w dołowniku wynosił 71,4% a u sadzonek bez hydrożelu spadek wyniósł 44,1% natomiast w chłodni spadki te wynosiły odpowiednio 77,2% dla sadzonek z hydrożelem i 71,2% dla kontroli (ryc. 7).

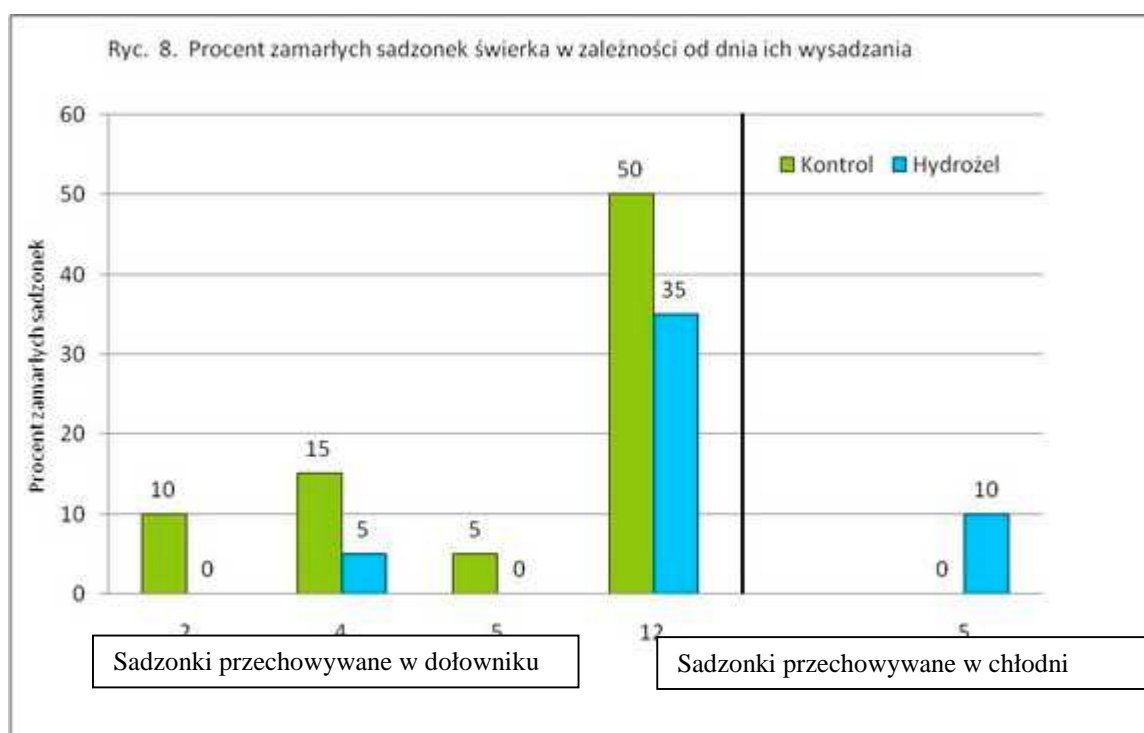


2.0. Wpływ hydrożelu na przeżywalność i wybrane parametry trzyletnich sadzonek świerka.

2.1. Wpływ hydrożelu na przeżywalność świerka.

Przeżywalność sadzonek świerka przechowywanych w dołowniku i posadzonych po 2, 4 i 5 dniach była wysoka w obu partiach sadzonek (z hydrożelem i bez), przy czym u sadzonek potraktowanych hydrożelem wynosiła od 95-100%, a w partii kontrolnej od 85-95% (ryc. 8), (Fot.11).

Jednak dłuższe przechowywanie świerka w dołowniku (12 dni) miało już wyraźnie niekorzystny wpływ na jego przeżywalność, ponieważ zmarło aż 50% sadzonek z partii kontrolnej i 35% sadzonek z hydrożelem. Natomiast wśród sadzonek przechowywanych w chłodni przez okres 5 dni zmarło tylko 10% i to tylko z partii potraktowanej hydrożelem.



Fot.11. Zamarła (po lewej stronie) i zdrowa (po prawej) sadzonka świerka na końcu doświadczenia.

2.2. Wpływ hydrożelu na średnicę szyjki korzeniowej sadzonek świerka pospolitego.

Stwierdzono wyraźny większy przyrost średnicy u sadzonek zabezpieczonych hydrożelem i przechowywanych w dołowniku przez 2 dni (o 61%) i przechowywanych

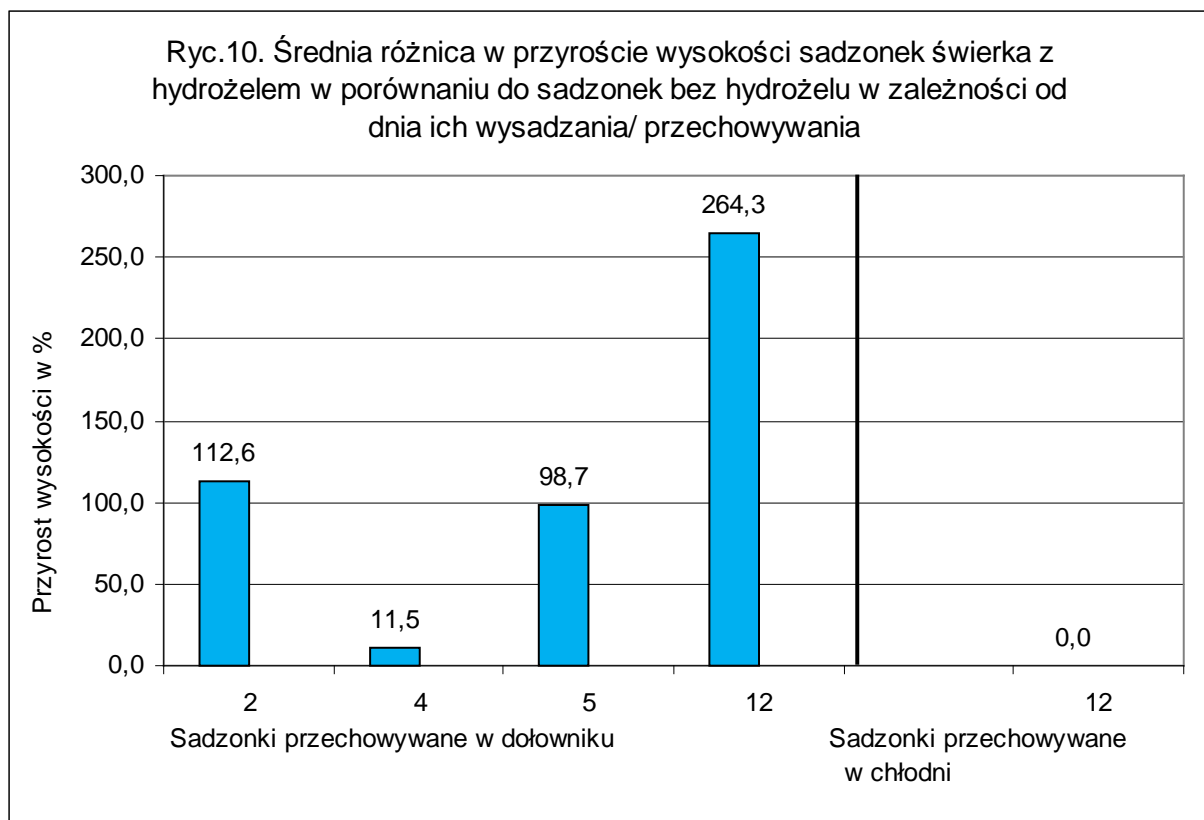
przez 12 dni (o 259,2%) w porównaniu do sadzonek z partii kontrolnej (ryc. 9). Natomiast sadzonki z hydrożelem przechowywane w chłodni były tylko średnio o 12,8% grubsze od sadzonek z partii kontrolnej.



2.3. Wpływ hydrożelu na wysokość sadzonek świerka pospolitego.

Generalnie przyrost wysokości sadzonek przechowywanych w dołowniku i potraktowanych hydrożelem był od 98,7% (3 dni przechowywania) do 264,3% (po 12 dniach przechowywania) w porównaniu do sadzonek z partii kontrolnej (ryc. 10).

Wyjątek stanowiły sadzonki przechowywane przez 2 dni, u których przyrost wysokości był wyższy tylko o 11,5%. Nie stwierdzono różnic w średniej wysokości u sadzonek przechowywanych w chłodni.

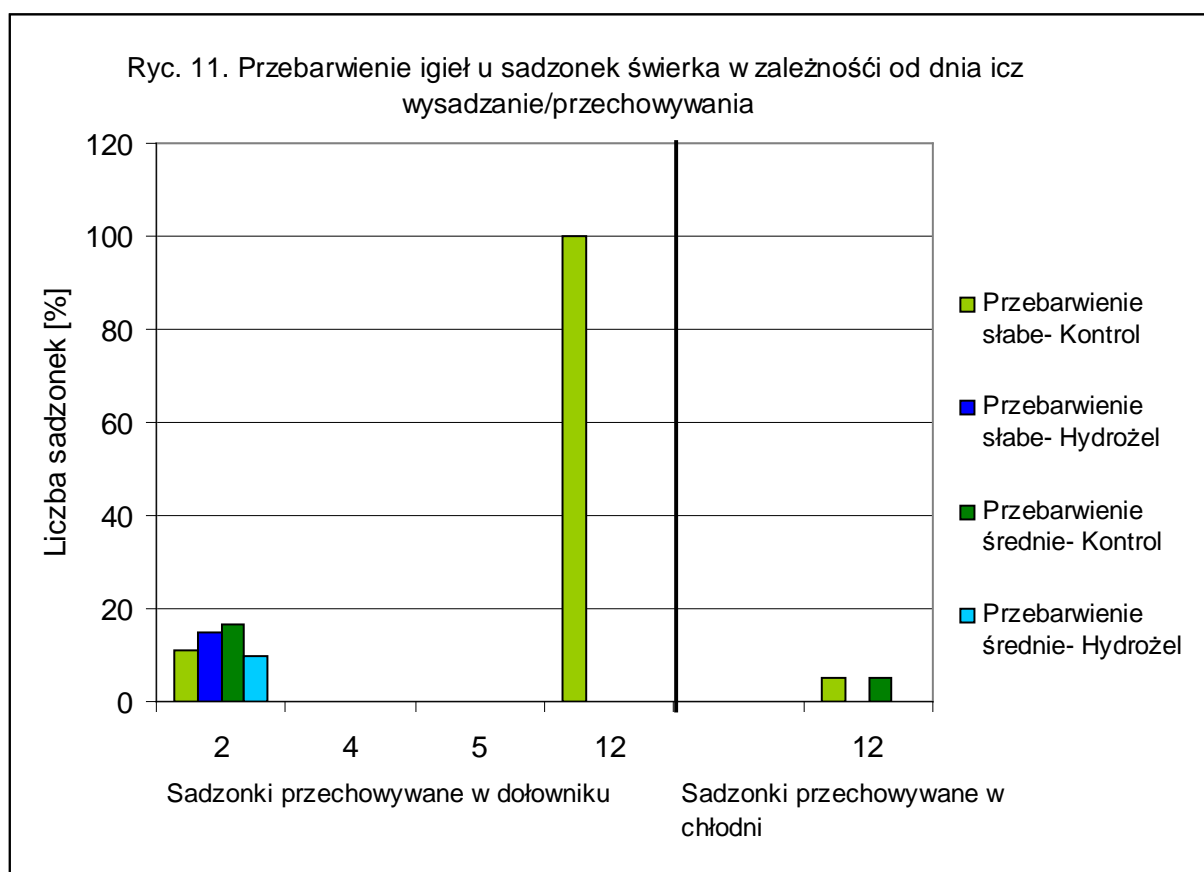


2.4. Wpływ hydrożelu na przebarwienie igieł i redukcję pędów bocznych (atrofia pędów).

Przebarwienie igieł świerka stwierdzono u sadzonek przechowywanych w dołowniku i wysadzonych w 2 dniu. Przebarwienie to dotyczyło 27-30% sadzonek z partii kontrolnej i z hydrożelem, a nasilenie przebarwienia było z reguły słabe lub średnie (ryc.11). Z kolei wszystkie sadzonki z partii kontrolnej wysadzone po 12 dniach przechowywania miały objawy słabego (chlorotycznego) przebarwienia igieł. Ponadto niewielki odsetek sadzonek przechowywanych w chłodni również wykazywał objawy słabego przebarwienia igieł.

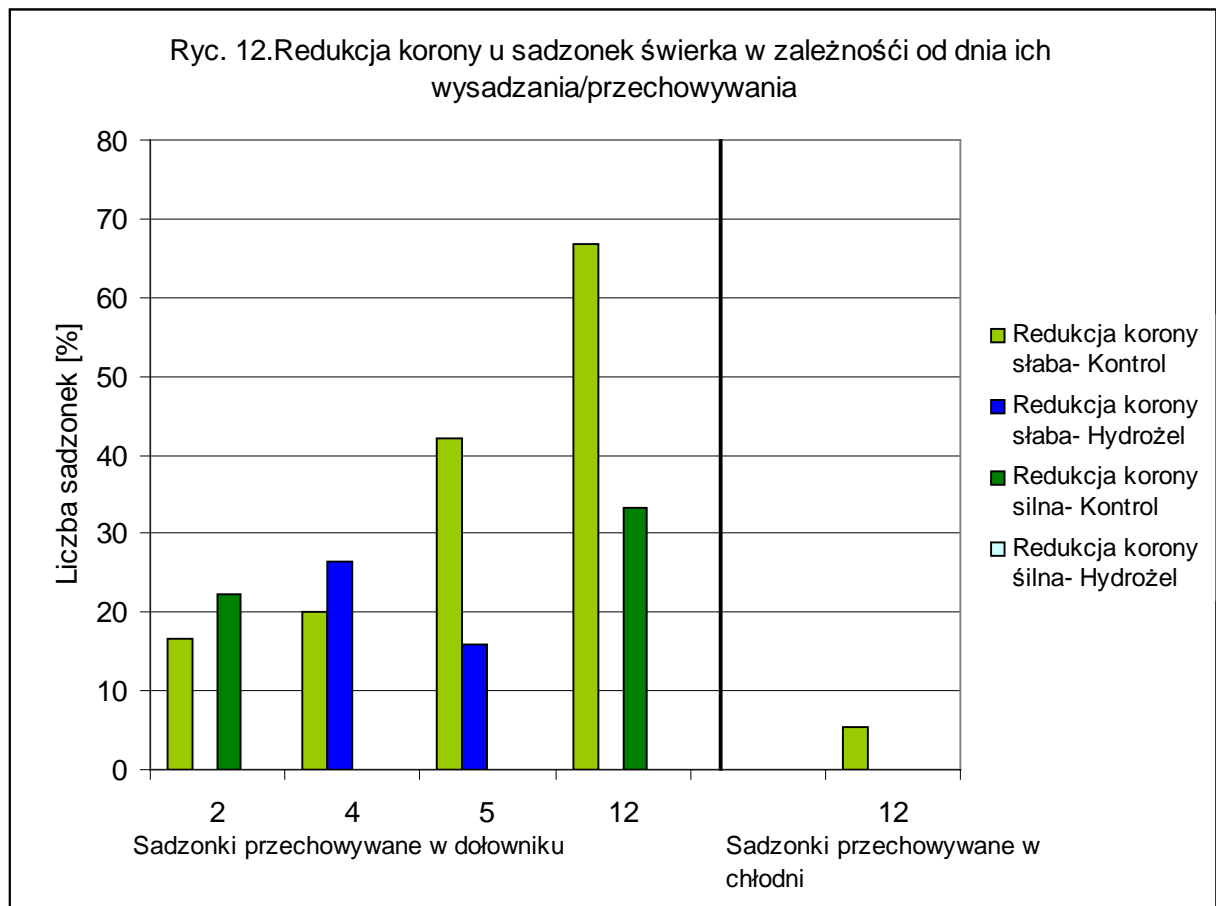


Fot.12. Sadzonka świerka pospolitego potraktowana hydrożelem z normalnie rozwiniętą częścią nadziemną (po lewej stronie) oraz sadzonka z partii kontrolnej z silną redukcją pędów bocznych.



U sadzonek z partii kontrolnej (z dołownika) stwierdzono duży ich odsetek z objawami słabej i silnej redukcji pędów bocznych od ok. 40% u sadzonek posadzonych po 2 dniach

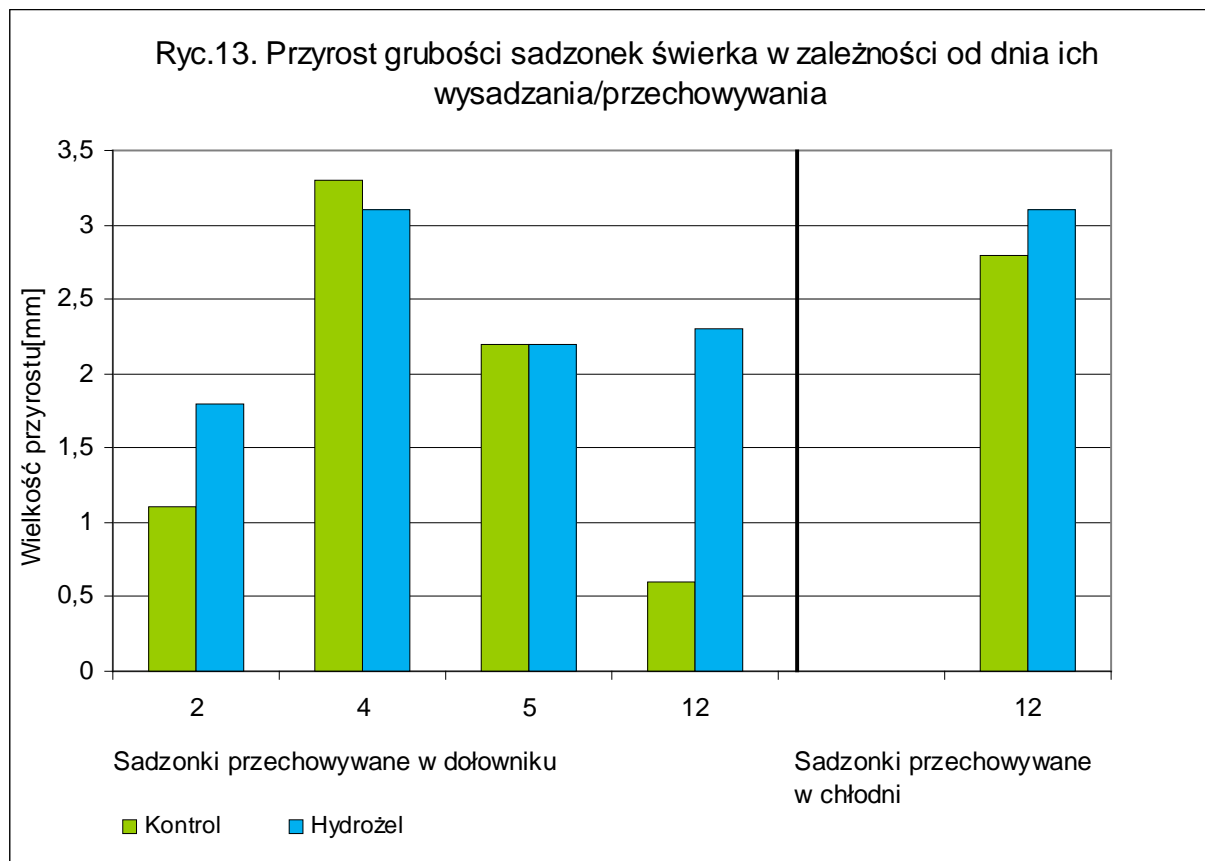
przechowywania do 100% po 12 dniach przechowywania (ryc.12),(Fot.12). Tymczasem u sadzonek potraktowanych hydrożelem stwierdzono słabą redukcję pędów bocznych i tylko od 15,8% do 20,6% sadzonek przechowywanych przez 4 i 5 dni. Natomiast u sadzonek świerka przechowywanego w chłodni redukcje pędów bocznych stwierdzono tylko u sadzonek partii kontrolnej (u ok. 5%).



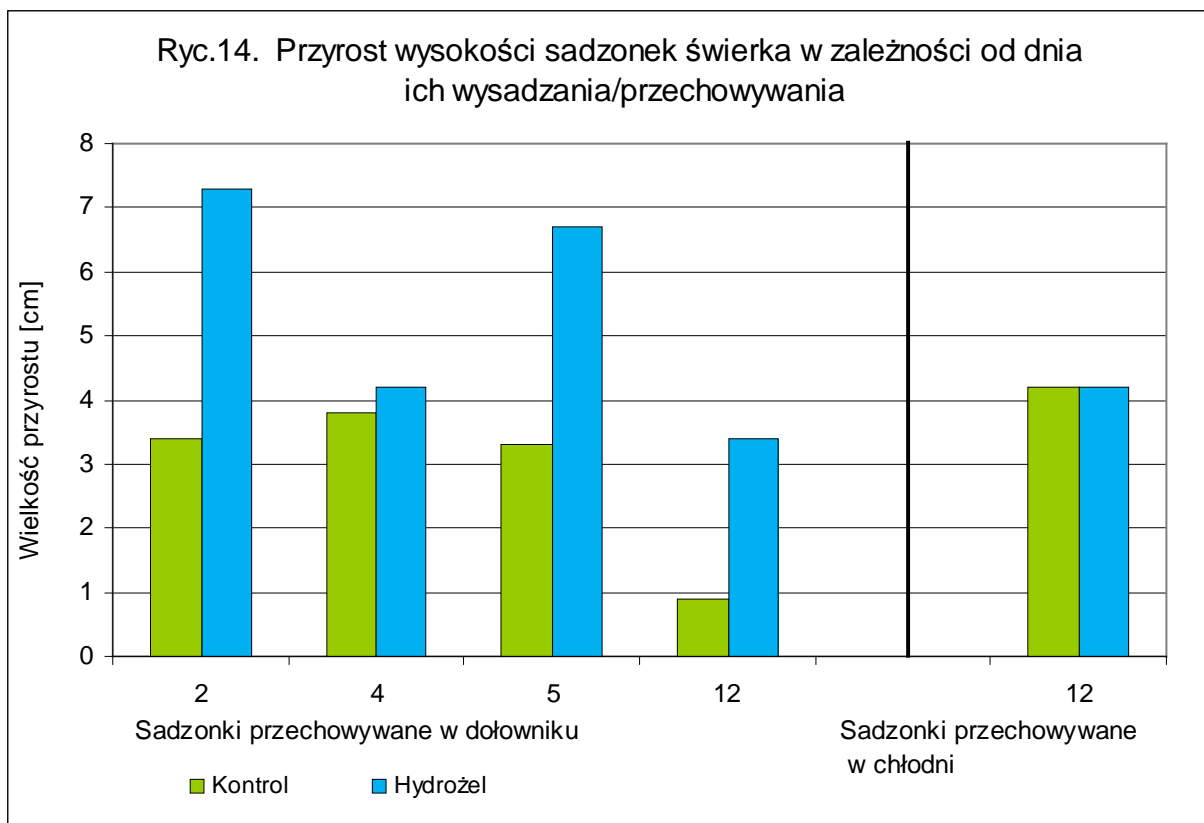
2.5. Wpływ długości okresu przechowywania sadzonek świerka na przyrost ich średnicy i wysokości.

Średni przyrost średnicy sadzonek świerka potraktowanych hydrożelem, przechowywanych w dołowniku i wysadzonych po 2 dniach przechowywania wynosił 1,8mm i zwiększył się o ok. 22% (do 2,3mm). Natomiast średni przyrost średnicy sadzonek z partii kontrolnej wynosił po 2 dniach 1,1mm i po wyraźnym wzroście u sadzonek przechowywanych przez 4 i 5 dni zmniejszał się, a szczególnie wyraźnie w partii sadzonek przechowywanych przez 12 dni o ok.45% do 0,6 mm (ryc.13). Przyrost na grubość

sadzonek świerka przechowywanych w chłodni po 5 dniach był zarówno w partii kontrolnej jak i tych potraktowanych hydrożelem średnio wyższy od 22% do 30%.



Średni przyrost wysokości sadzonek świerka z dołownika potraktowanych hydrożelem po 2 dniach przechowywania wyniósł 7,3mm i po 12 dniach przechowywania zmniejszył się o 53,5% do 3,4mm. Natomiast średni przyrost sadzonek z partii kontrolnej, po 2 dniach przechowywania wynosił 3,4mm i również uległ silnemu obniżeniu u sadzonek po 12 dniach o 73% (ryc.14). Sadzonki znajdujące się w chłodni w partii kontrolnej po 5 dniach przechowywania miały o ok. 24% wyższy przyrost wysokości, a potraktowane hydrożelem odwrotnie, przyrost ten był niższy o ok. 38% w porównaniu z sadzonkami przechowywanymi w dołowniku.



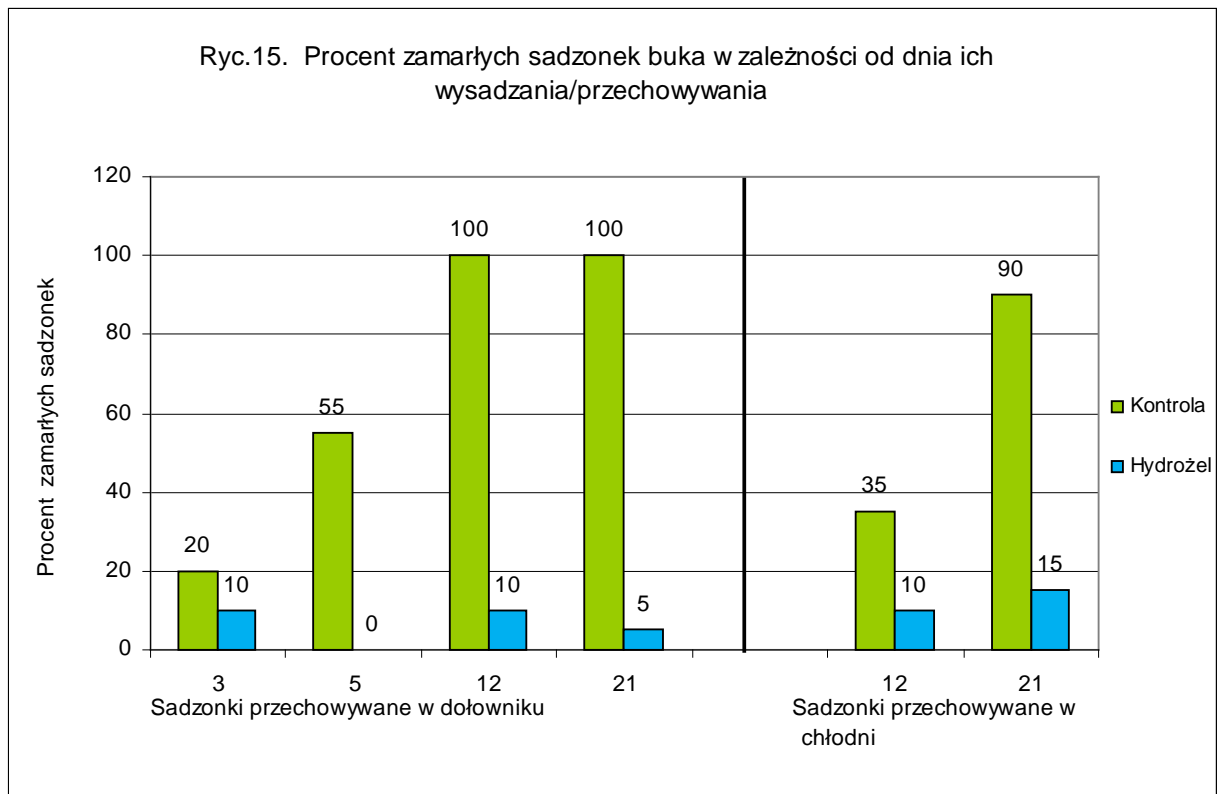
3. Wpływ hydrożelu na przeżywalność i wybrane parametry dwuletnich sadzonek buka zwyczajnego.

3.1. Wpływ hydrożelu na przeżywalność buka zwyczajnego.

Przeżywalność sadzonek buka potraktowanego hydrożelem i przechowywanego w dołowniku przez 3, 5, 12 i 21 dni była wysoka i wynosiła od 90% do 100% (ryc.15). Natomiast przeżywalność sadzonek z partii kontrolnej wraz z wydłużaniem się okresu ich przechowywania drastycznie spadała od 80% sadzonek żywych posadzonych po 3 dniach przechowywania do zamarcia wszystkich sadzonek wysadzanych po 12 i 21 dniach. Podobne tendencje stwierdzono również wśród sadzonek wysadzanych po 12 i 21 dniach, ale w nieco mniejszym procencie.

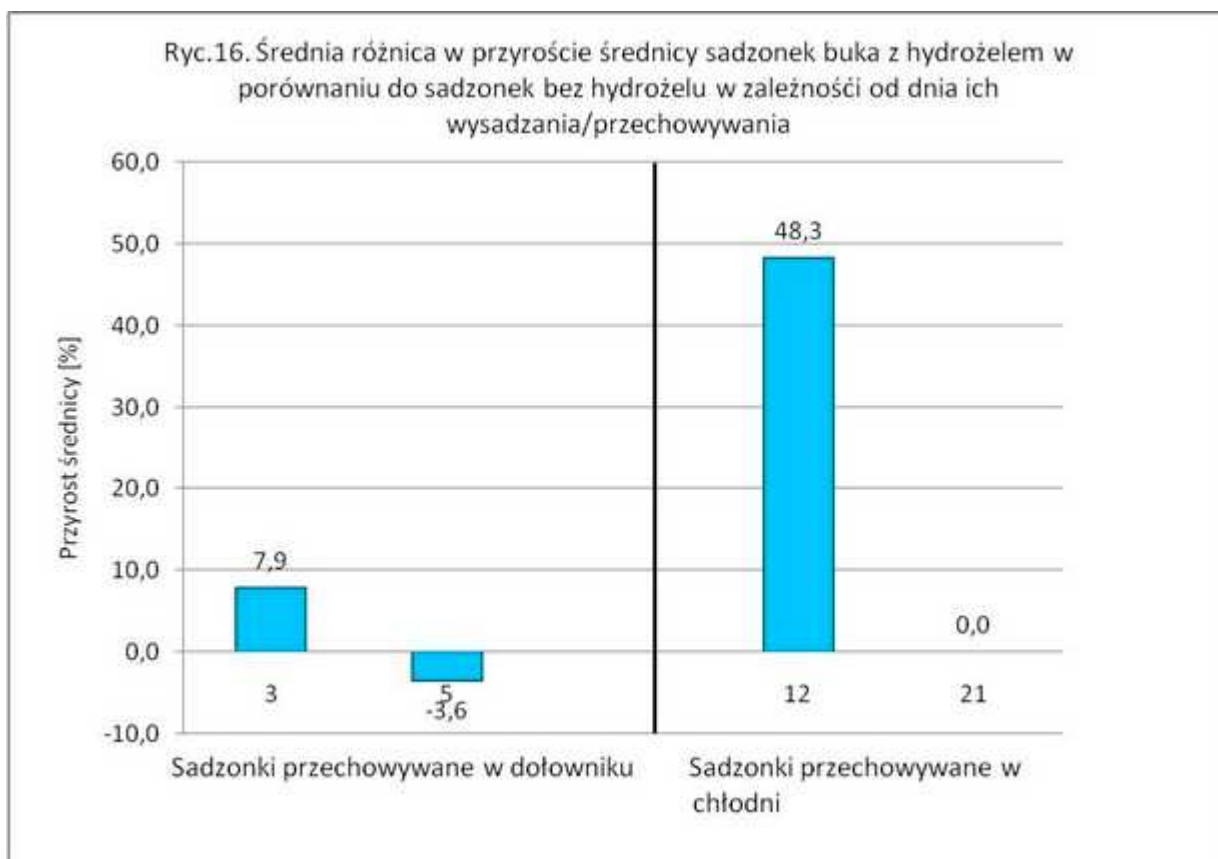


Fot.13. Widok żywych sadzonek buka potraktowanych hydrożelem (po lewej stronie) oraz zmarłych sadzonek z partii kontrolnej (po prawej stronie) przechowywanych przez 12 dni w dołowniku.



3.2. Wpływ hydrożelu na przyrost średnicy szyjki korzeniowej buka zwyczajnego.

Sadzonki buka przechowywane w dołowniku i potraktowane hydrożelem wysadzone po 3 dniach przechowywania miały większy przyrost średnicy o 7,9% a po 5 dniach przechowywania parametr ten był mniejszy o 3,6% w porównaniu do partii kontrolnej (ryc.16).

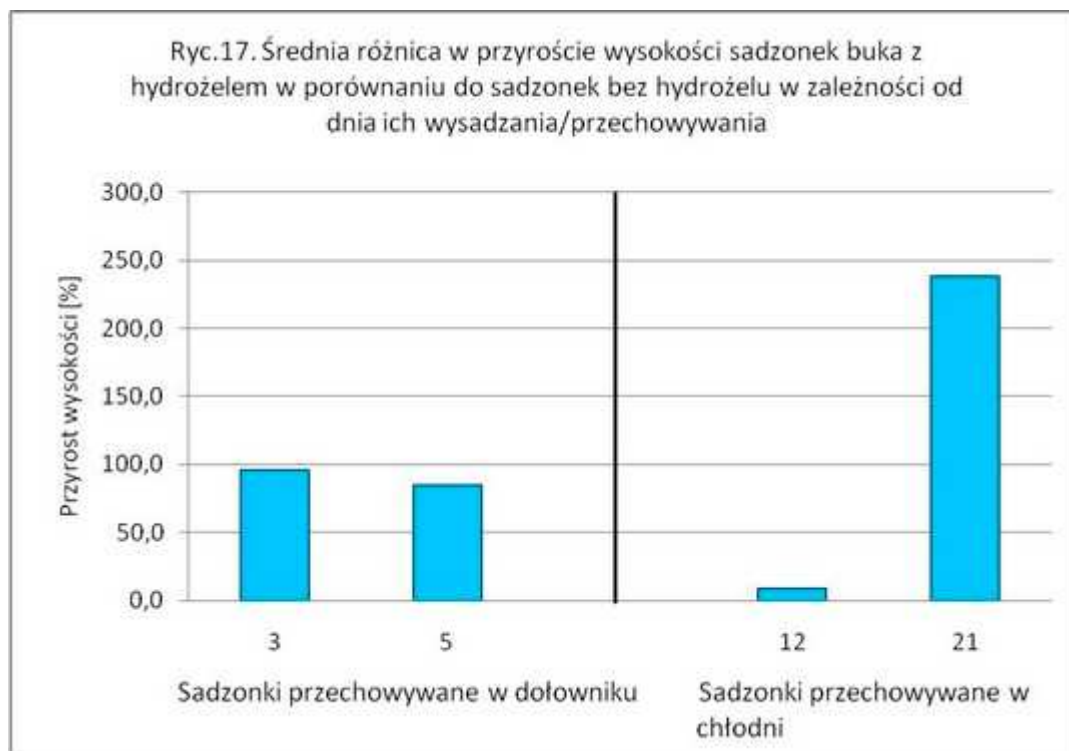


Z powodu zamarcia wszystkich sadzonek buka z partii kontrolnej przechowywanej 12 i 21 dni nie możliwe było dokładne określenie tego parametru w danym okresie. Natomiast sadzonki buka potraktowane hydrożelem i przechowywane w chłodni, wysadzone po 12 dniach miały średnio o 48,3% większy przyrost średnicy w porównaniu do kontroli, po 21 dniach przechowywania przyrost na grubość z obu partii miał taką samą wartość.

3.3. Wpływ hydrożelu na przyrost na wysokość sadzonek buka.

Przyrost sadzonek buka potraktowanych hydrożelem i przechowywanych w dołowniku był wyższy po 3 i 5 dniach przechowywania odpowiednio o 96,6% i 84,8% w porównaniu do

sadzonek z partii kontrolnej. Brak natomiast jest danych dla sadzonek wysadzonych po 12 i 21 dniach przechowywania z powodu zamarcia całej partii kontrolnej w tym okresie (ryc.17.)



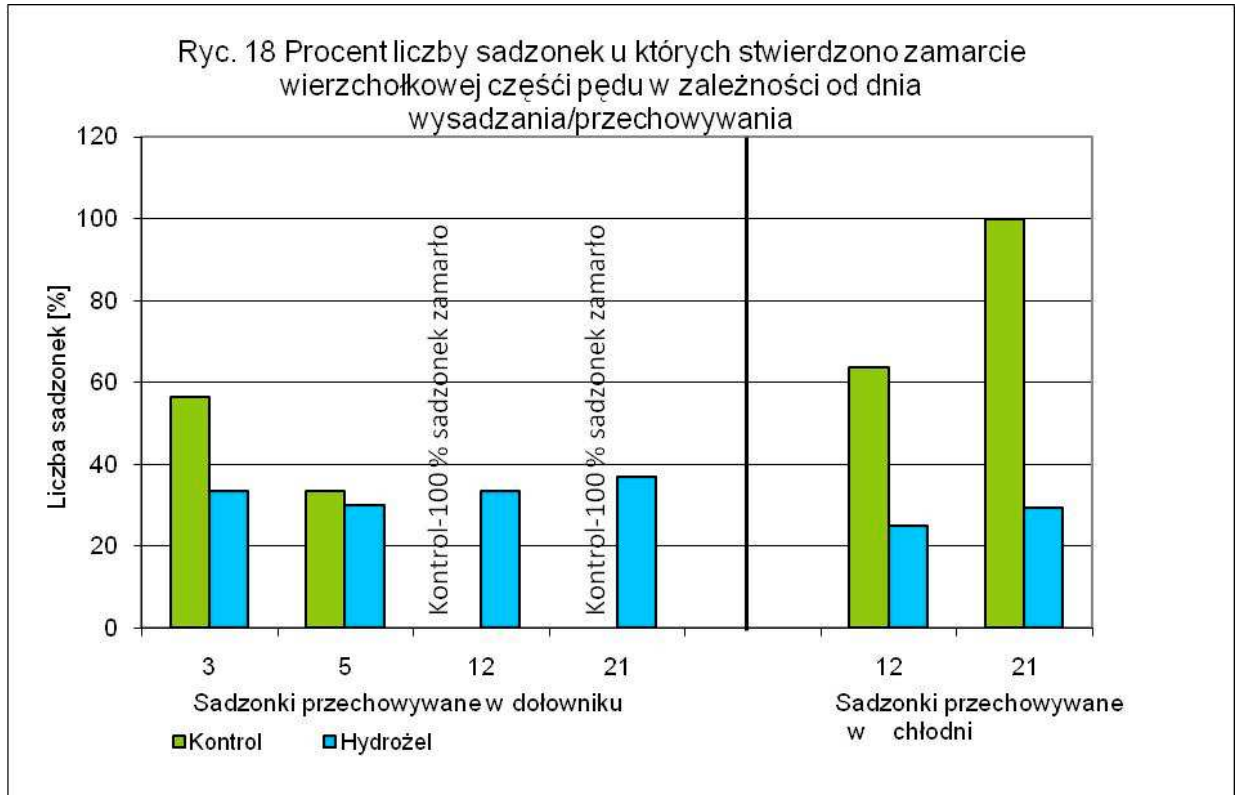
Sadzonki przechowywane w chłodni i wysadzone po 21 dniach miały zdecydowanie wyższy przyrost na wysokość średnio o 238,2% w porównaniu do partii kontrolnej. Jednak wynik ten należy traktować ostrożnie, ponieważ liczba żywych sadzonek z partii kontrolnej była niewielka (90% sadzonek bez hydrożelu wcześniej zamarło).

3.4. Zamieranie wierzchołkowej części pędów i przebarwienie liści buka zwyczajnego.

Objawy zamierania wierzchołkowej części pędu u sadzonek potraktowanych hydrożelem i przechowywanych w dołowniku były bez względu na okres wysadzania, podobne i występowały na 30-38% długości pędu, podczas gdy u sadzonek z partii kontrolnej, wysadzanych po 3 dniu przechowywania, długość zamarłej części pędu była dwu krotnie większa (ryc.18), (Fot.14).



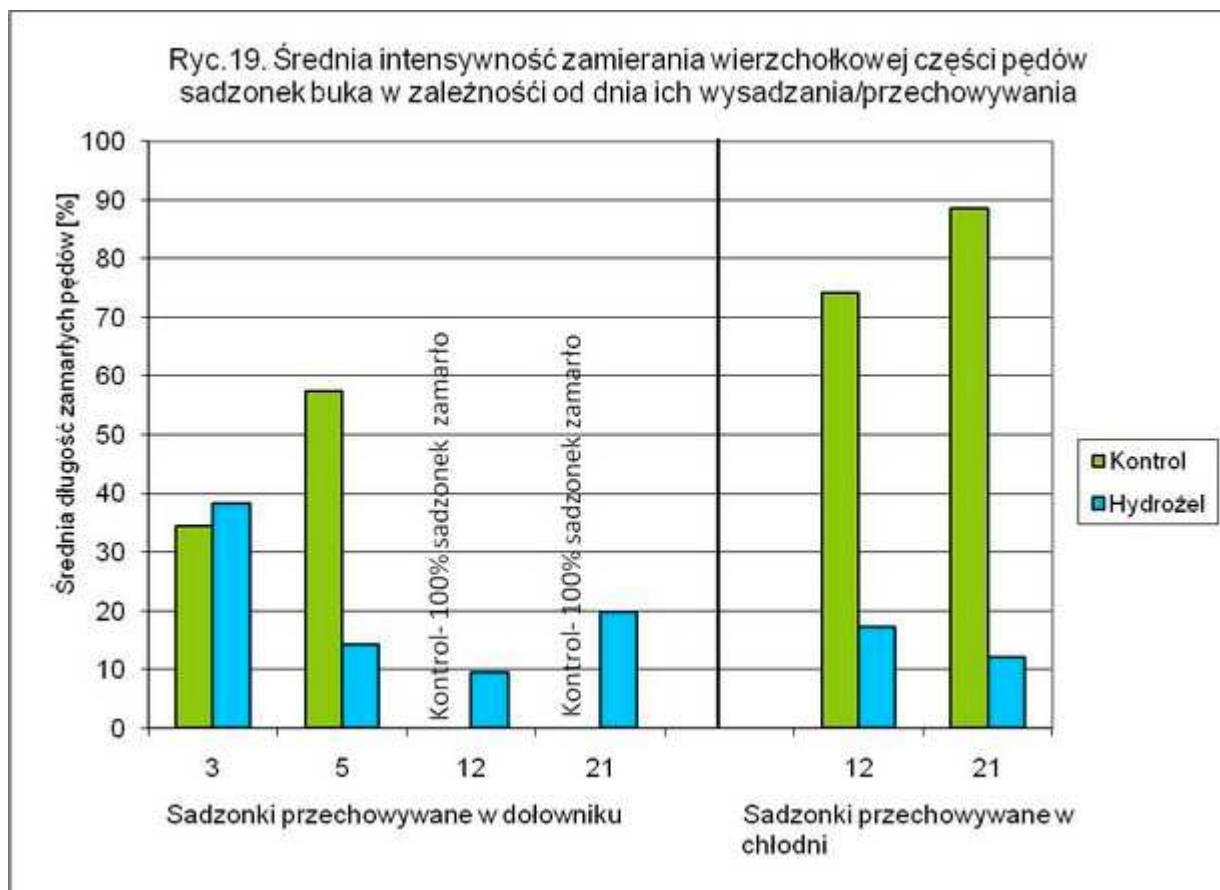
Fot.14. Sadzonka buka z objawami zamierania części wierzchołkowej pędu



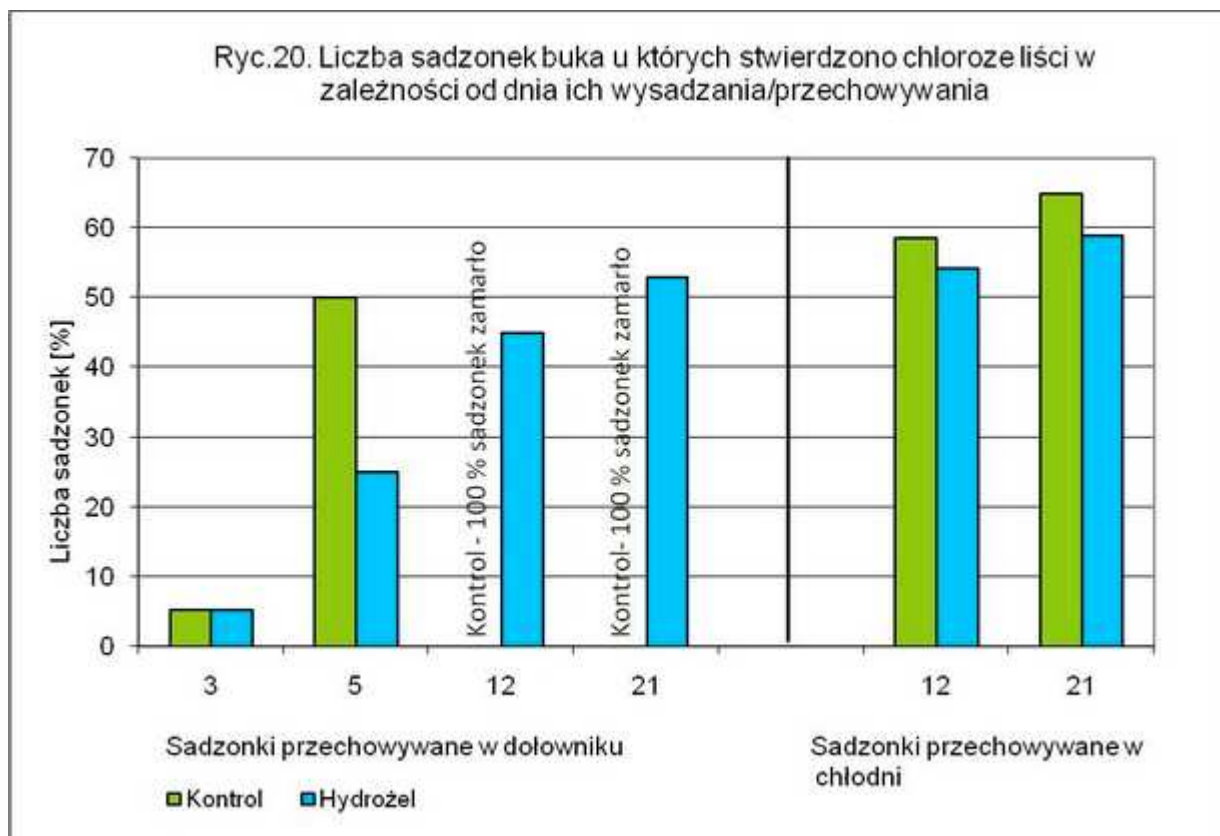
Natomiast u sadzonek z chłodni i potraktowanych hydrożelem odsetek sadzonek z objawami zamarcia wierzchołkowej części pędu wyniósł średnio od 25% do 30% a liczba z

partii kontrolnej z tym objawem wynosiła od 62% do 100% odpowiednio po 12 i 21 dniach ich przechowywania.

Średnia długość zamarcia wierzchołkowej części pędu u sadzonek, które potraktowano hydrożelem i przechowywano w dołowniku wyniosła od 10% do 35 % w zależności od terminu ich wysadzania, a w przypadku partii kontrolnej od 30% do 58% po 2 i 5 dniach przechowywania (brak danych z 12 i 21 dnia gdyż wszystkie sadzonki z partii kontrolnej zamarły). Natomiast u sadzonek przechowywanych w chłodni zamarcie pędu w partii kontrolnej wyniosło od 75% do 88% ich długości, a u sadzonek potraktowanych hydrożelem tylko 10% do 15% długości (ryc. 19).



Wraz z długością okresu przechowywania sadzonek w dołowniku wzrosła ich liczba z objawami chlorotycznego przebarwienia liści w obu badanych partiach materiału sadzeniowego (ryc.20).



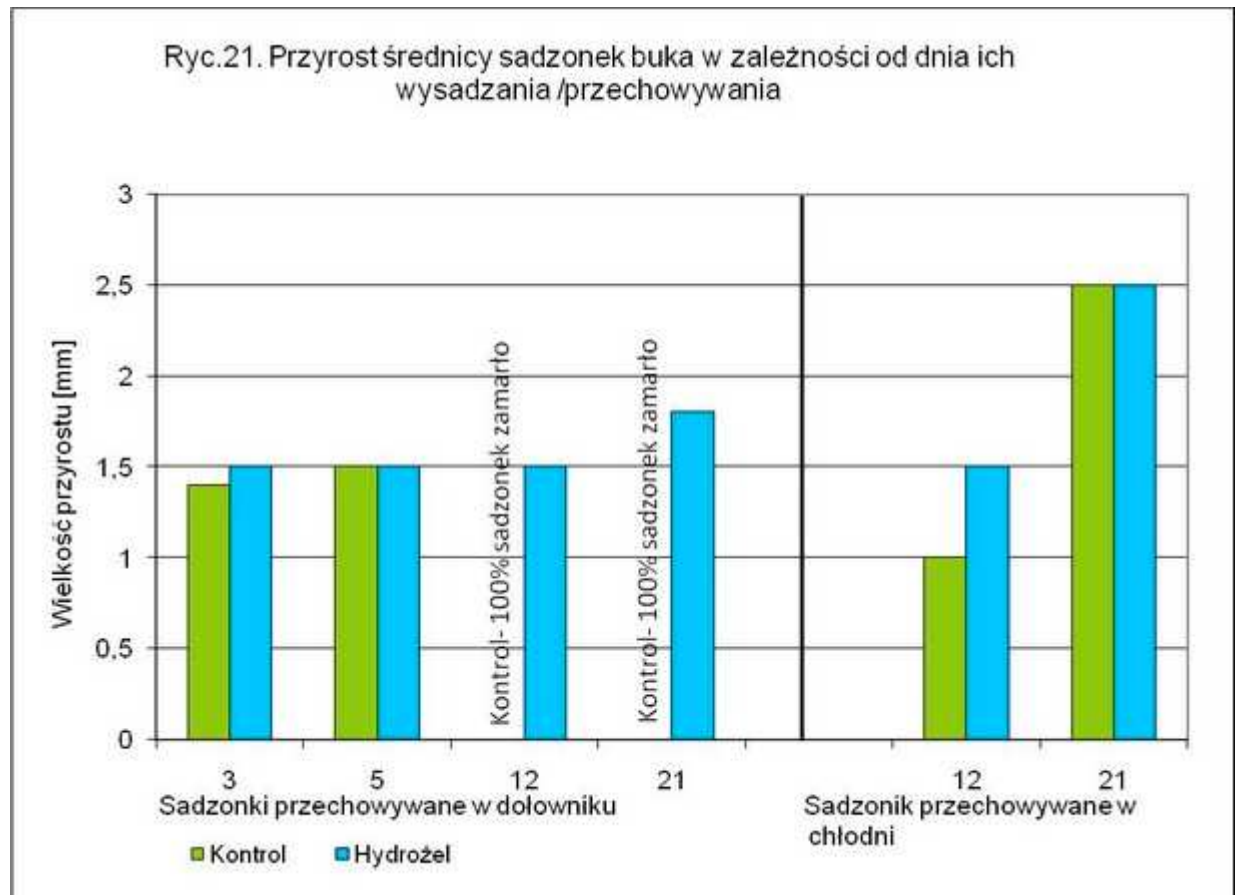
Tylko 5,3% sadzonek potraktowanych hydrożelem po 3 dniach przechowywania wykazywało objawy chlorotycznego przebarwienia liści, a po 5 dniach objaw ten występował u 25% sadzonek z hydrożelem, a w przypadku kontroli u 50% sadzonek. U sadzonek z hydrożelem wysadzanych po 12 i 21 dniach przechowywania, chloroza liści występowała już u odpowiednio 45% i 53% sadzonek, przyczem nie można tych wartości porównać z partią kontrolną, gdyż jej wszystkie sadzonki zmarły.

Także u ponad 50% sadzonek przechowywanych w chłodni przez 12 i 21 dni stwierdzono występowanie tego objawu. Jednak różnica między partią kontrolną i sadzonkami z hydrożelem była niewielka i wynosiła ok. 5% (na korzyść sadzonek z hydrożelem).

3.5. Wpływ długości okresu przechowywania sadzonek buka na przyrost ich średnicy i wysokości.

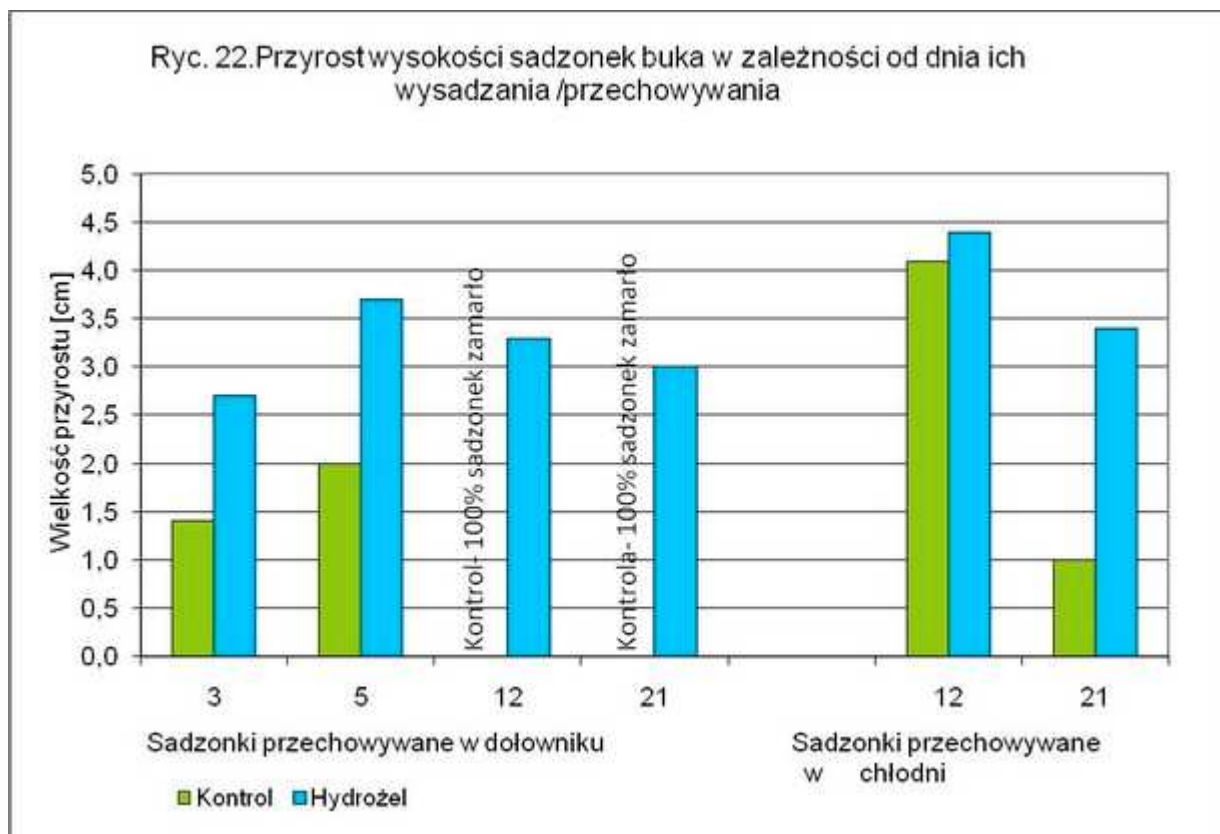
Sadzonki przechowywane w dołowniku i potraktowane hydrożelem nie wykazały różnicy. Średni przyrost sadzonek na grubość potraktowanych hydrożelem i przechowywanych przez okres 3, 5 i 12 dni był taki sam, a dopiero po 21 dniach nieco

wyższy (o 17%) w porównaniu do dnia 3. U sadzonek z hydrożelem i przechowywanych w chłodni również stwierdzono znacznie wyższą średnicę sadzonek wysadzanych po 21 dniach (o 60%) w porównaniu z sadzonkami przechowywanymi 12 dni (ryc.21).



Te nieco zaskakujące wyniki świadczą raczej o dużym wpływie warunków pogodowych w trakcie wysadzania sadzonek.

Z kolei przyrost sadzonek na wysokość potraktowanych hydrożelem i przechowywanych w dołowniku nie różnił się w sposób znaczny bez względu na okres ich przechowywania i wynosił od 2,7 cm (3 dni przechowywania) do 3,0 cm (po 21 dni przechowywania) (ryc.22).



Podobnie jak w przypadku sadzonek przechowywanych w dołowniku, również i w chłodni sadzonki potraktowane hydrożelem i bez hydrożelu, po 21 dniach przechowywania stwierdzono wyraźny spadek wysokości (ponad 20%) w stosunku do sadzonek przechowywanych 12 dni.

4. Podsumowanie i wnioski

1. Zastosowany hydrożel miał istotny wpływ na przeżywalność sadzonek oraz na ich parametry hodowlane.
2. Największy wpływ hydrożelu stwierdzono na przeżywalność 2-letnich sadzonek buka, nieco mniejszy wpływ na 1 roczne sadzonki sosny i raczej niewielki wpływ na 3-letnie sadzonki świerka.
3. Tylko ok. 10% sadzonek buka, przechowywanych w dołowniku od 3 do 21 dni, zmarło po posadzeniu, podczas gdy w partii kontrolnej (nie zabezpieczonej hydrożelem) z pośród sadzonek przechowywanych 5 dni - zmarło 50%, a przechowywanych przez 12 i 21 dni – wszystkie sadzonki zmarły po posadzeniu.

4. Średni odsetek zamarych sadzonek sosny pospolitej zabezpieczonej hydrożelem i przechowywanych w dołowniku przez 1 do 5 dni wynosił 18%, podczas gdy w partii kontrolnej (bez hydrożelu) zamarało 52% sadzonek. Zbliżone wyniki uzyskano również w przypadku sadzonek przechowywanych w chłodni. Jednak w przypadku dłuższego przechowywania sadzonek (12 dni i powyżej) korzystniej jest trzymać je w chłodni.
5. Średni odsetek zamarych sadzonek świerka pospolitego przechowywanych w dołowniku do 5 dni włącznie był dla obu testowanych grup sadzonek niski i wynosił ok. 1,5% dla sadzonek zabezpieczonych hydrożelem i ok. 10% dla sadzonek z partii kontrolnej. Jednak dłuższe przechowywanie tych sadzonek w dołowniku (przez 12 dni) odbijało się na nich niekorzystnie, ponieważ 50 % sadzonek bez hydrożelu i 35% sadzonek zabezpieczonych hydrożelem zamarało.
6. Sadzonki sosny, buka i świerka potraktowane hydrożelem wykazywały lepsze parametry hodowlane w porównaniu do sadzonek z partii kontrolnej. Przyrost średnicy u sadzonek zabezpieczonych hydrożelem i przechowywanych w dołowniku był w zależności od liczby dni przechowywania: u sosny – od 10 do 38,7%; u świerka – od 61 do 259%; u buka – ok. 4% (nie można było porównać sadzonek po 12 i 21 dniach przechowywania ze względu na 100% zamarych sadzonek po wysadzeniu w partii kontrolnej).
7. Średni przyrost wysokości u sadzonek zabezpieczonych hydrożelem i przechowywanych w dołowniku był większy, w zależności od liczby dni przechowywania: u sosny – od 0 do 205%; u świerka – od 11,5 do 264,3%; u buka – od 84,8 do 96,6% w porównaniu do sadzonek nie zabezpieczonych hydrożelem. U sadzonek zabezpieczonych hydrożelem i przechowywanych w chłodni średni przyrost był w zależności od liczby dni przechowywania: u sosny – od 0 do 56,9%; u świerka – o 12,8%; u buka – od 5 do 238,2% w porównaniu do sadzonek nie zabezpieczonych hydrożelem.
8. Również inne parametry takie jak długość igieł i długość uiglonych pędów sosny, przebarwienie igieł i redukcja pędów bocznych świerka oraz przebarwienie liści i zamieranie wierzchołków pędów były w istotnym stopniu korzystniejsze u sadzonek potraktowanych hydrożelem w porównaniu do sadzonek z partii kontrolnej.
9. Na liczbę wypadów i parametry sadzonek duży wpływ mogły mieć warunki meteorologiczne (stosunkowo wysoka temperatura powietrza, brak opadów i stosunkowo mała wilgotność gleby) w ciągu 5 pierwszych dni doświadczenia. Sadzonki sosny posadzone 12 dnia doświadczenia w czasie deszczu przeżyły w znacznie wyższym

procencie niż np. sadzone w 2 dni doświadczenia przy panujących niekorzystnych warunkach pogodowych..

10. Zastosowanie hydrożelu wskazane byłoby nie tylko w stosunku do sadzonek wysadzanych w uprawach ale również przy przesadaniu materiału sadzeniowego na szkółkach. Wyniki doświadczenia wskazują, że hydrożel w znacznym stopniu chroni włósniki korzeni przed wysychaniem a tym samym zmniejsza stres przesadzeniowy u sadzonek.
11. Wskazane byłoby powtórzenie doświadczenia w i innym okresie (wczesną wiosną) w innych warunkach pogodowych oraz rozszerzenie analiz o inne gatunki np. jodłę, modrzewia, 2-letnią sosnę.

II. Wpływ hydrożelu na pojemność gleby oraz na przeżywalność siewek sosny pospolitej hodowanych w warunkach suszy w doświadczeniu laboratoryjnym.

1. Wpływ hydrożelu na pojemność wodną gleby w zależności od stężenia hydrożelu w glebie.

W celu określenia pojemności wodnej gleby pobrano próbki gleby z warstwy A1 z drzewostanu sosnowego (Bśw) na terenie Nadleśnictwa Niepołomice. Następnie gleba została przesiana przez sito o średnicy oczek 3 mm, dokładnie wymieszana i wysuszona.

Kolejnym krokiem doświadczenia było odważenie w stanie suchym na wadze laboratoryjnej po 1 kg gleby i wsypaniu jej do zlewki a następnie dodaniu odpowiedniej ilości hydrożelu w formie granulatu i dokładnym ich wymieszaniu.

1.1 Wpływ hydrożelu na pojemność wodną gleby w zależności od stężenia hydrożelu w glebie.

Pojemność wodna 1 kg gleby bez dodatku hydrożelu (partia kontrolna) wynosiła średnio 254g. Po dodaniu 1g hydrożelu do 1 kg gleby pojemność wodna zwiększyła się średnio o 65g do 319g (średnio o 25%) (tab.3).

Tab.3 Pojemność wodna gleby i intensywność wyparowywania wody z gleby w zależności od stężenia hydrożelu w glebie.

Numer doniczki	Ilość hydrożelu dodanego do gleby	Maksymalna pojemność wodna gleby	Średni wzrost pojemności wodnej gleby w stosunku do kontroli		Ilość wody w [g] pozostałej w glebie po dniach:				Różnica w ubytku wody pomiędzy dniami:			
			w [g]	w [%]	15	18	22	26	1 i 15	15 i 18	18 i 22	22 i 26
1	Kontrol	247			90	5			157	242		
2		245			90	10			155	235		
3		243			88	20			155	223		
4		250			98	35			152	215		
5		240			70	35			170	205		
Średnia		254	254	100,0	87,2	21			166,8	233		
1	1g	316			164	82	80	69	152	234	236	247
2		321			167	94	78	69	154	227	243	252
3		323			166	94	78	64	157	229	245	259
4		318			99	68	57	57	219	250	261	261
5		316			119	85	74	69	197	231	242	247
Średnia		319	65	25,6	143	84,6	73,4	65,6	176	234,4	245,6	253,4
1	2g	369			138	102	82	73	231	267	287	296
2		365			179	117	88	73	186	248	277	292
3		367			186	128	96	83	181	239	271	284
4		365			186	120	101	88	179	245	264	277
5		364			138	96	82	73	226	268	282	291
Średnia		366	112	44,1	165	113	89,8	78	200,6	253,4	276,2	288
1	3g	418			220	155	111	97	198	263	307	321
2		415			197	137	107	92	218	278	308	323
3		410			155	127	100	96	255	283	310	314
4		408			180	114	87	72	228	294	321	336
5		410			239	152	109	92	171	258	301	318
Średnia		412	158	62,2	198	137	102,8	89,8	213,8	275	309,2	322,2
1	4g	452			256	166	131	109	196	286	321	343
2		450			208	146	108	91	242	304	342	359
3		448			161	119	102	91	287	329	346	357
4		456			291	184	136	121	165	272	320	335
5		454			158	153	97	76	296	301	357	378
Średnia		453	199	78,3	215	154	114,8	97,6	238,2	299,4	338,2	355,4
1	5g	521			225	173	123	107	296	348	398	414
2		518			223	167	118	107	295	351	400	411
3		520			183	140	110	94	337	380	410	426
4		515			232	160	114	94	283	355	401	421
5		523			208	145	104	91	315	378	419	432
Średnia		519	265	104,3	214	157	113,8	98,6	304,8	362	405,2	420,4

1	6g	570			199	151	117	89	371	419	453	481
2		575			219	169	134	109	356	406	441	466
3		577			174	134	104	89	403	443	473	488
4		568			206	158	125	104	362	410	443	464
5		582			194	139	106	99	388	443	476	483
Średnia		575	321	126,4	198	150	117,2	98	376,6	424,8	457,8	477

Wraz z dodawaniem do doniczek kolejnych dawek hydrożelu (od 2 do 6 g) wzrost pojemności wodnej gleby wahał się od 41 do 66 g (średnio 51,2 g). W rezultacie przy dawce 6 g hydrożelu pojemność wodna gleby zwiększyła się o 321 g (średnio o 126,4 % w stosunku do kontroli (gleba bez hydrożelu)). Wynika z tego, że wzrost pojemności wodnej gleby po dodaniu hydrożelu był stosunkowo niski. Prawdopodobnie właściwości sorpcyjne hydrożelu mogły być zakłócone przez kwaśny odczyn gleby leśnej.

Po 15 dniach z powodu ewaporacji nastąpił ubytek wody w partii kontrolnej średnio o 65,7 %, a w doniczkach z hydrożelem od 51,9 % do 65,7% (średnio 56,3%). Tylko w doniczkach z dodatkiem hydrożelu 3g i powyżej ilość pozostałej w nich wody wynosiła ok. 200g i była zbliżona do pojemności wodnej gleby bez hydrożelu na początku doświadczenia. Po kolejnych 18, 22 i 26 dniach od momentu założenia doświadczenia, ubytek wody w doniczkach z hydrożelem zmniejszył się odpowiednio średnio do 132,5g , 101,9g i 87,9g. Tak więc o 11 dni dłużej (w 26 dniu doświadczenia) ilość wody w glebie z dodatkiem hydrożelu (od 2g do 6g) była zbliżona do ilości wody w partii kontrolnej w 15 dniu doświadczenia. Interesującym jest fakt, że ilość wody pozostałej na koniec doświadczenia przy stężeniu hydrożelu 3 g i powyżej na 1 kg gleby była prawie identyczna.

2. Przeżywalności siewek sosny w warunkach deficytu wody (suszy) w zależności od stężenia hydrożelu w glebie.

W doświadczeniu użyta glebę w doniczkach z hydrożelem i bez hydrożelu którą doprowadzoną wcześniej do maksymalnej pojemności wodnej (rozdział II.1). Doświadczenie złożono 12.07.2007r. Po doprowadzeniu gleby do jej pełnej pojemności wodnej w pierwszym dniu doświadczenia, do każdej doniczki dodano po 15-20 nasion sosny (bez zaprawiania) i od tego czasu zaniechano dodawania wody do doniczek w celu wywołania zjawiska suszy. Po wykielkowaniu nasion przeprowadzono obserwacje przeżywalności siewek w terminach: po 15, 18, 22, 26 dni. Wyniki doświadczenia przedstawiono w (tabeli 4.)

Tab.4. Przeżywalność siewek sosny pospolitej w warunkach stresu wodnego w zależności od stężenia hydrożelu w glebie w doświadczeniu laboratoryjnym.

Numer doniczki	Ilość hydrożelu dodanego do gleby	Liczba wykiełkowanych siewek	Liczba i [%] żywych siewek po dniach:							
			15		18		22		26	
			szt	%	szt	%	szt	%	szt	%
1	Kontrol	13	12	92,3	0	0,0				
2		12	11	91,6	0	0,0				
3		13	13	100,0	0	0,0				
4		15	15	100,0	0	0,0				
5		14	13	92,9	0	0,0				
Suma		67	64	95,5	0	0,0	0	0,0	0	0
1	1g	13	13	100,0	8	61,5	0	0,0	0	0
2		12	12	100,0	12	100,0	0	0,0	0	0
3		12	12	100,0	12	100,0	0	0,0	0	0
4		12	9	75,0	0	0,0	0	0,0	0	0
5		10	10	100,0	1	10,0	0	0,0	0	0
Suma		59	56	94,9	33	55,9	0	0,0	0	0
1	2g	11	11	100,0	2	18,2	0	0,0	0	0
2		8	8	100,0	8	100,0	0	0,0	0	0
3		10	10	100,0	9	90,0	0	0,0	0	0
4		13	13	100,0	13	100,0	1	7,7	0	0
5		16	16	100,0	3	18,8	0	0,0	0	0
Suma		58	58	100,0	35	60,3	1	1,7	0	0
1	3g	12	12	100,0	12	100,0	1	8,3	0	0
2		13	13	100,0	13	100,0	3	23,1	0	0
3		14	13	92,9	8	57,1	0	0,0	0	0
4		12	12	100,0	11	91,7	0	0,0	0	0
5		11	11	100,0	11	100,0	5	45,5	0	0
Suma		62	61	98,4	55	88,7	9	14,5	0	0
1	4g	12	12	100,0	9	75,0	6	50,0	0	0
2		13	11	84,6	11	84,6	0	0,0	0	0
3		16	16	100,0	9	56,3	0	0,0	0	0
4		10	10	100,0	10	100,0	2	20,0	0	0
5		14	14	100,0	12	85,7	0	0,0	0	0
Suma		65	63	96,9	51	78,5	8	12,3	0	0
1	5g	14	14	100,0	14	100,0	9	64,3	0	0
2		14	14	100,0	14	100,0	8	57,1	0	0

3		13	13	100,0	11	84,6	3	23,1	0	0
4		16	15	93,8	14	87,5	4	25,0	0	0
5		14	14	100,0	13	92,9	5	35,7	0	0
Suma		71	70	98,6	66	93,0	29	40,8	0	0
1	6g	12	12	100,0	12	100,0	7	58,3	0	0
2		8	7	87,5	6	75,0	1	12,5	0	0
3		7	7	100,0	6	85,7	1	14,3	0	0
4		12	10	83,3	6	50,0	3	25,0	0	0
5		10	10	100,0	10	100,0	3	30,0	0	0
Suma			49	46	93,9	40	81,6	15	30,6	0

Przeżywalność siewek sosny po 15 dniach była wysoka i wynosiła od 93,9 do 100%. Po 18 dniach doświadczenia wszystkie siewki z patii kontrolnej zamarły z powodu braku dostępnej wody - zawartość wody w doniczce wynosiła średnio tylko 21 g (8,3% z maksymalnej pojemności gleby w próbie kontrolnej) (fot. 15). Natomiast w tym okresie liczba żywych siewek w doniczce z dodatkiem 1 g hydrożelu wynosiła średnio 55,9% i wraz ze wzrostem stężenia hydrożelu zwiększała się z reguły ich liczba (do 93,0 % przy stężeniu 5 g na 1 kg gleby) (fot. 16). Wzrost liczby żywych siewek skorelowany był z ilością wody w doniczce. Tak więc, przy zawartości 1 g hydrożelu w doniczce, ilość wody w tym okresie wynosiła średnio 84, 6 g (33.3% maksymalnej pojemności wodnej gleby z próby bez hydrożelu), a przy zawartości 5 g średnia ilość wody w doniczce wynosiła 157 g (61,8% maksymalnej pojemności wodnej gleby z próby bez hydrożelu). Po 22 dniach doświadczenia w wyniku dalszego wyparowywania wody z gleby liczba żywych siewek gwałtownie zmalała. Przy stężeniu hydrożelu 1g/kg gleby wszystkie siewki zamarły a przy 2 g/kg przeżyło tylko średnio 1,7% siewek. Najwięcej siewek (40,8%) przeżyło przy stężeniu hydrożelu 5 g/kg gleby i zawartości średnio 113,8 g wody w doniczce (44,8% maksymalnej pojemności wodnej gleby z próby bez hydrożelu). Po 26 dniach doświadczenia wszystkie siewki zamarły pomimo, że zawartość wody w glebie z dodatkiem hydrożelu wynosiła, w przypadku większych stężeń, 98 g (38.6% maksymalnej pojemności wodnej gleby z próby bez hydrożelu).



Fot.15. Siewki sosny pospolitej z partii kontrolnej zmarłe w 18 dniu doświadczenia z powodu braku wody.



Fot.16. Siewki sosny pospolitej rosnące na glebie z dodatkiem 6g hydrożelu w 18 dniu doświadczenia

3. Podsumowanie wyników i wnioski

1. Pojemność wodna gleby zwiększała się średnio o 20-25% (o 50 g wody) przy stężeniu 1g hydrożelu / 1 kg gleby i wzrastała do ok. 100% przy stężeniu 5 g hydrożelu/1 kg gleby w porównaniu do próby kontrolnej bez hydrożelu.
2. Ilość związanej wody przez hydrożel była stosunkowo nieduża ale przy niewielkiej pojemności wodnej badanej gleby, szczególnie w czasie krótkotrwałych okresów bez opadów i przy wysokiej temperaturze, mogłaby ona również do pewnego stopnia złagodzić stres wodny sadzonek na uprawie. Wymaga to jednak przeprowadzenia pod tym kątem doświadczeń w uprawach leśnych.
3. Wraz z zwiększaniem się stężenia hydrożelu w glebie i zwiększaniem się pojemności wodnej w glebie wydłużał się okres przeżywalności siewek sosny hodowanych w warunkach suszy. Tylko przy wyższym stężeniu hydrożelu (5 g i 6 g/1 kg gleby) ok. 30 – 40 % siewek przeżyło ponad tydzień dłużej niż w próbie kontrolnej.
4. Część wody absorbowanej przez hydrożel jest niedostępna dla rośliny. Siewki sosny zachowywały pełną żywotność przy wilgotności ok. 35 % w glebie bez hydrożelu a przy ok. 60% w glebie z hydrożelem. Prawie wszystkie siewki zamierały gdy wilgotność gleby z hydrożelem spadała do ok. 45% maksymalnej pojemności gleby z próby kontrolnej (bez hydrożelu). Dla wyciągnięcia poprawnych wniosków z uzyskanych w warunkach laboratoryjnych wyników niezbędne jest ich zweryfikowanie w warunkach polowych.

Wykonawcy raportu:

dr inż. Czesław Bartnik (Katedra Fitopatologii Leśnej AR w Krakowie)

Grzegorz Ujma (student AR w Krakowie)