

ANDRZEJ GORZELAK, JAN ŁUKASZEWICZ

Przyczynek do poznania uwarunkowań płodozmianu w szkółkach leśnych

Contribution to Study Condition of Land Rotation in the Forest Nursery

Wprowadzenie

Do ekologicznych uwarunkowań uprawy sadzonek w szkółkach leśnych należą: mikroklimat, żyzność, wilgotność i równowaga biologiczna w glebie, mikrotrofizm sadzonek oraz obecność grzybów patogenicznych, owadów i roślinności chwastowej. Spośród wymienionych składników mało poznane ale bardzo ważne jest podłoże – gleba, w której zachodzą złożone procesy biochemiczne. Jest ono pozbawione substancji odżywczych oraz próchnicy, wynoszonych w sadzonkach i na korzeniach sadzonek bez możliwości ich naturalnej regeneracji, jak to się dzieje częściowo w ekosystemach leśnych.

Szkółka leśna jest uproszczonym układem ekologicznym, przy czym w małych czasowych szkółkach leśnych użytkowanych w okresie 3-5 lat układ ten jest stosunkowo mało naruszany. Stworzenie szkółek stałych, produkujących sadzonki przez kilkadziesiąt lat na tym samym terenie czyni zagadnienie bardziej złożone (1).

Intensywna produkcja sadzonek powoduje efekty tzw. zmęczenia gleby, co przejawia się pogorszeniem jakości sadzonek. Są one znacznie mniejsze i przejawiają mniejszą odporność na choroby i szkodniki. Jest to bardziej wyraźne w miejscach, gdzie uprawiany jest ciągle ten sam gatunek. Zjawisko to następuje w wyniku wielu procesów związanych z fizjologią systemów korzeniowych sadzonek, jak: jednostronne wyczerpywanie składników pokarmowych, obecność substancji metabolicznych korzeni, zmiany organizmów ryzosferowych czy zjawisko alleopatii. Stąd też ta sama gleba, która nie zaspokaja potrzeb jednego gatunku może być dla innego jeszcze wystarczająco zasobna. Stosowane zabiegi uprawowe mogą opóźnić objawy zmęczenia gleby, a zneutralizować je można tylko przez wprowadzenie zmianowania gatunków roślin o różnych wymaganiach i różnym oddziaływaniu na glebę. Pociąga to za sobą wprowadzenie odpowiedniego porządku czasowo-przestrzennego uprawiania roślin drzewiastych i zielonych regulujących zasobność gleby, tj. płodozmian (2, 3, 4, 6, 9).

W płodozmianie występują dwa główne elementy: zmianowanie gatunków i ugorowanie. Wprowadzenie płodozmianów sprzyja utrzymaniu w sprawności stałych szkółek leśnych, specjalizacji w ich produkcji oraz możliwości zastosowania nowoczesnej techniki.

Cel i metodyka badań

Celem badań jest poznanie niektórych uwarunkowań płodozmianów w szkółkach leśnych i wykorzystanie ich w praktycznym zastosowaniu.

Prace terenowe

Doświadczenia zlokalizowano na otwartej powierzchni oraz w namiocie foliowym w Nadleśnictwie Skierniewice. Zastosowano zestawy płodozmianów:

- A – (płodozmian 3, 4, 5, 6 i 7 letni), płodozmian na otwartej przestrzeni w różnych warunkach glebowych,
- B – (3, 4, 5 i 6-letni) w namiocie foliowym.

Każdy płodozmian w doświadczeniach tworzyła grzęda o szerokości 1 m, przy czym na otwartej powierzchni jako podstawowe poletka przyjęto 2,5 mb, zaś w namiocie foliowym o wymiarach 6×3×30 m grzędy obudowano deskami oraz podzielono poprzeczkami na odcinki po 0,5 m², które wypełniono mieszaniną torfu z korą sosnową w stosunku 1:1.

Doświadczenia prowadzono z następującymi gatunkami drzew: sosna zwyczajna, świerk pospolity, modrzew europejski, jodła pospolita, dąb szypułkowy, buk zwyczajny, brzoza brodawkowata i olsza czarna, a z roślin zielonych: łubin oraz gorczyca. Założono je systemem bloków losowych w 4-5 powtórzeniach (4 na otwartej powierzchni i 5 w namiocie foliowym). Prowadzono następujące schematy płodozmianu: tabela 1, 2)

TABELA 1

Schemat zestawu płodozmianów A na otwartej powierzchni szkółki w Nadleśnictwie Skierniewice

Płodozmian 3-letni	Płodozmian 4-letni	Płodozmian 5-letni	Płodozmian 6-letni	Płodozmian 7-letni
1987-siewki	1987-siewki	1987-siewki	1987-siewki	1987-siewki
1988-2-latki	1988-2-latki	1988-2-latki	1988-2-latki	1988-2-latki
1989-łubin	1989-łubin	1989-3-latki	1989-3-latki	1989-3-latki
1990-siewki	1990-cz.ugór	1990-łubin	1990-siewki	1990-siewki
1991-siewki	1991-siewki	1991-cz.ugór	1991-łubin	1991-łubin
1992-łubin	1992-siewki	1992-siewki	1992-cz.ugór	1992-łubin
1993-siewki	1993-łubin	1993-siewki	1993-siewki	1993-cz.ugór
1994-siewki	1994-cz.ugór	1994-siewki	1994-siewki	1994-siewki
1995-łubin	1995-siewki	1995-łubin	1995-siewki	1995-siewki
1996-siewki	1996-siewki	1996-cz.ugór	1996-siewki	1996-siewki
1997-siewki	1997-łubin	1997-siewki	1997-łubin	1997-siewki

TABELA 2

Schemat zestawu płodozmianów w namiocie foliowym B w szkółce Nadleśnictwa Skierniewice

Płodozmian 6-letni	Płodozmian 5-letni	Płodozmian 4-letni	Płodozmian 3-letni
1987-siewki	1987-siewki	1987-siewki	1987-siewki
1988-siewki	1988-siewki	1988-siewki	1988-siewki
1989-siewki	1989-siewki	1989-łubin	1989-łubin
1990-siewki	1990-łubin	1990-cz.ugór	1990-siewki
1991-łubin	1991-cz.ugór	1991-siewki	1991-siewki
1992-cz.ugór	1992-siewki	1992-siewki	1992-łubin
1993-siewki	1993-siewki	1993-łubin	1993-siewki
1994-siewki	1994-siewki	1994-cz.ugór	1994-siewki
1995-siewki	1995-łubin	1995-siewki	1995-łubin
1996-siewki	1996-cz.ugór	1996-siewki	1996-siewki
1997-łubin	1997-siewki	1997-łubin	1997-siewki

- płodozmian 3-letni (2 lata produkcji sadzonek + 1 rok zielonego ugoru),
- płodozmian 4-letni (2 lata produkcji sadzonek + 2 lata ugorowanie zielone i ugór czarny),
- płodozmian 5-letni (3 lata produkcji sadzonek + 2 lata zielonego i czarnego ugoru),
- płodozmian 6-letni (4 lata produkcji sadzonek + 2 lata zielonego i czarnego ugoru),
- płodozmian 7-letni (4 lata produkcji sadzonek + 3 lata zielonego i czarnego ugoru).

W doświadczeniach wysiewano nasiona zgodnie z normami przewidzianymi dla otwartej powierzchni i pod folią (8). Zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne w obiektach wykonywano mechanicznie, zgodnie z zasadami dla otwartej powierzchni i pod folią. W ochronie siewek przed grzybami stosowano Dithane, M 45 i chinoxzol. Nawożenie mineralne i startowe wykonano w oparciu o analizę gleb na otwartej powierzchni, w namiotach foliowych zgodnie z wytycznymi. Nawożenie pogłównie dolistne stosowano zgodnie z wytycznymi dla otwartej powierzchni i namiotów foliowych (6, 7).

Jesienią pobierano sadzonki (po 30 szt. z każdego poletka) do pomiarów długości pędów i korzenia – z dokładnością do 1 cm, grubość w szyi korzeniowej z dokładnością do 0,01 mm oraz ciężar pędów i korzeni z dokładnością do 0,1 g.

Prace laboratoryjne

Analiza mechaniczna

Analizę składu granulometrycznego gleb w profilu wykonano metodą aerometryczną wg Bouyoucosa w modyfikacji Prószyńskiego i analizą sit.

Analiza chemiczna

Ph w H₂O i w KCl – oznaczono metodą elektrometryczną.

C – oznaczono metodą Tiurina, N – metodą Kiejdahla, P₂O₅ – metodą Egnera oraz K Ca Mg Na – w 1 n octanie amonu na spektrometrze adsorpcji atomowej (próbki z 3-letniego płodozmianu w namiocie B).

Porównawczą analizę podłoży po 3 latach produkcji wykonano metodą Spurwaya, oznaczając łatwo rozpuszczalne składniki pokarmowe w 0,03 n kwasie octowym N-NH₄, N-NO₃, P₂O₅, K, Ca i Mg (próbki z 3- i 5-letnich płodozmianów w namiocie B).

Prace kameralne

Dane obliczeniowe i laboratoryjne przedstawiono w tabelach. Dla ułatwienia porównań cech biometrycznych siewek i składu chemicznego podłoży wyznaczono przyrodnicze wskaźniki wielkości (5).

Wyniki badań

Doświadczenia nad płodozmianami zlokalizowano na kwaterze produkcyjnej szkółki Nadl. Skierniewice (zestaw płodozmianów A) i w namiocie foliowym (zestaw płodozmianów B). Założono, że na otwartej powierzchni szkółki występuje mikrozmienność glebowa związana z długością grzęd (100 m), natomiast w namiocie foliowym zastosowano jednolity substrat torfowo-korowy niwelujący zmienność. Intensywna produkcja w namiocie foliowym może również dostarczyć większego zróżnicowania zawartości składników pokarmowych w krótszym czasie niż na otwartej powierzchni. Stąd też do wyników w namiocie foliowym w założeniu przywiązano większą wagę.

W zastosowanych płodozmianach od 3- do 7-letnich istnieje jednak pewna trudność w interpretacji wyników związana z faktem, że produkcja sadzonek we wszystkich płodozmianach odbywa się jednocześnie tylko w dwóch latach od założenia płodozmianu, a dalej najczęściej spotyka się jednoczesną produkcję w 2 lub 3 płodozmianach (patrz schematy płodozmianów (tab. 1, 2).

W opracowaniu przedstawiono wyniki pomiarów cech biometrycznych siewek z pierwszych lat produkcji na otwartej powierzchni z płodozmianów 3- i 6-letnich po pierwszym i czwartym roku produkcji (tab. 3) i w płodozmianie 6-letnim po czwartym roku produkcji. Warto tu dodać, że zgodnie ze schematem w 3 roku produkcji 3-letniego płodozmianu stosowany był ugór zielony (wysiew łubinu).

Ograniczone wschody gatunków iglastych w tym płodozmianie (czwarty rok) mogą się wiązać z obecnością nie rozłożonej substancji organicznej łubinu i znanym jego oddziaływaniem na wschody siewek.

Wzrost siewek w płodozmianie A na otwartej powierzchni w Nadl. Skierniewice

Porównanie wzrostu siewek (tab. 3) w płodozmianie A wskazuje na następujące zależności:

TABELA 3

Przyrodnicze wskaźniki siewek (długość pędu, długość korzeni, grubość w szyi korzeniowej, ciężar pędów i korzeni) w zestawie płodozmianów A na otwartej powierzchni szkółki w Nadl. Skierniewice

Gatunki	Zestaw płodozmianów A oraz lata produkcji	Wskaźniki przyrodnicze
Sosna zwyczajna	3-letni /1 rok produkcji/	+0,612
	3-letni /4 rok produkcji/	-1,138
	6-letni /4 rok produkcji/	+0,525
Świerk pospolity	3-letni /1 rok produkcji/	+0,519
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,484
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,019
Modrzew europejski	3-letni /1 rok produkcji/	+1,121
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,718
	6-letni /4 produkcji/	-0,402
Jodła pospolita	3-letni /1 rok produkcji/	+0,627
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,502
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,124
Dąb szypułkowy	3-letni /1 rok produkcji/	+0,639
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,529
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,108
Buk zwyczajny	3-letni /1 rok produkcji/	+1,083
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,500
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,583
Brzoza brodawkowata	3-letni /1 rok produkcji/	- ,164
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,838
	6-letni /4 rok produkcji/	+1,002
Olsza czarna	3-letni /1 rok produkcji/	+0,210
	3-letni /4 rok produkcji/	-1,019
	6-letni /4 rok produkcji/	+0,807

Sosna zwyczajna

Największe wymiary siewek stwierdzono w 3-letnim płodozmianie w pierwszym roku produkcji (ww +0,612), a najmniejsze wymiary (ww -1,139) w płodozmianie 3-letnim w czwartym roku produkcji, zaś w płodozmianie 6-letnim (czwarty rok produkcji) stwierdzono pośrednią wielkość wskaźnika (ww +0,525).

Świerk pospolity

Analiza pomiarów siewek świerka wskazuje na podobne zależności jak siewek sosny zwyczajnej, tj. największy wskaźnik stwierdzono w pierwszym roku produkcji, najmniejszy w płodozmianie 3-letnim w czwartym roku produkcji a pośrednią wielkość w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego.

Modrzew europejski

Wskaźniki przyrodnicze cech biometrycznych siewek wykazują podobne uszeregowanie jak wskaźniki siewek sosny i świerka pospolitego.

Jodła pospolita

Przyrodnicze wskaźniki cech biometrycznych siewek wykazują jak u siewek sosny, świerka i modrzewia to samo uszeregowanie, tj. największy (ww +0,627) w pierwszym roku produkcji oraz w kolejności w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego (ww -0,124) i w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego (ww -0,502).

Dąb szypułkowy

Przyrodnicze wskaźniki siewek dębu szypułkowego wskazują na te same prawidłowości jak u gatunków iglastych.

Buk zwyczajny

W pierwszym roku produkcji uzyskano największe wymiary siewek potwierdzone wskaźnikami (ww +1,083), zaś w czwartym roku produkcji 3-letniego płodozmianu stwierdzono, że wymiary siewek są większe niż w płodozmianie 6-letnim (również w czwartym roku produkcji).

Brzoza brodawkowata

W przyroście siewek tego gatunku stwierdzono inne zależności: największe wymiary siewek wystąpiły w płodozmianie 6-letnim po czterech latach produkcji (wskaźnik przyrodniczy (ww + 1,002) i w kolejności w pierwszym roku produkcji płodozmianu 3-letniego (ww -0,164) oraz płodozmianu 3-letniego w czwartym roku produkcji (ww -0,838).

Olsza czarna

W parametrach siewek olszy czarnej występują podobne zależności jak u brzozy brodawkowatej. Największe wymiary siewek stwierdzono w płodozmianie 6-letnim (ww +0,807) w kolejności w pierwszym roku produkcji płodozmianu 3-letniego i najniższe w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego (ww -1,019).

Ogólnie więc można stwierdzić pewne prawidłowości w wymiarach cech gatunków iglastych przy porównaniu poszczególnych płodozmianów, tj. największe wymiary siewek w pierwszym roku produkcji i dalej w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego oraz najmniejsze wymiary w czwartym roku płodozmianu 3-letniego. Podobne zależności stwierdzono także przy porównaniu parametrów siewek dębu szypułkowego oraz zbliżoną zależność w przyrodniczych wskaźnikach dla buka zwyczajnego. Jednak siewki mają

mniejsze wymiary z płodozmianu 6-letniego w stosunku do 3-letniego po czterech latach produkcji. Inne zależności kształtują się przy porównaniu cech biometrycznych siewek brzozy i olszy: największe wymiary stwierdza się w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego, a najmniejsze w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego. Brak pewnej regularności u brzozy i olszy stwierdzono wcześniej przy porównaniu cech biometrycznych w pomiarach wyjściowych dwulatek płodozmianów 3-4-letniego, na co rzutuje w szczególności ciężar pędów i korzeni.

Wzrost siewek w płodozmianach w namiocie foliowym B w szkółce Nadl. Skierniewice

W 1990 roku po czterech latach produkcji w namiocie B możliwe było po raz pierwszy porównanie płodozmianów poprzez analizę parametrów siewek wyhodowanych w płodozmianie trzyletnim i sześćioletnim, w płodozmianie 3-letnim w latach 1987 i 1988 hodowano siewki, w 1989 r. wysiano łubin, a w 1990 r. znów siewki, jako pierwszy rok następnego cyklu płodozmianu trzyletniego. W płodozmianie sześćioletnim od 1987 do 1990 roku hodowano cały czas siewki. Rok 1990 był czwartym rokiem produkcji tego płodozmianu.

Cechy biometryczne siewek z płodozmianów 3- i 6-letnich z namiotu 3 szkółki Nadl. Skierniewice zestandaryzowano, wyznaczając przyrodnicze wskaźniki wielkości. Określono wskaźniki w płodozmianie 3-letnim z 1, 2 i 4 roku produkcji oraz z 4 roku produkcji płodozmianu 6-letniego (tab. 4) uzyskując następujące zależności:

Sosna zwyczajna

Największe wymiary cech biometrycznych uzyskano w płodozmianie 3-letnim w pierwszym roku produkcji i dalej w drugim roku produkcji oraz w czwartym roku produkcji, a najmniejsze wymiary w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego. Wskaźniki kształtują się odpowiednio: +0,892, +0,757, -0,808 i -0,816.

Świerk pospolity

Największy przyrost cech biometrycznych świerka stwierdzono w drugim roku produkcji płodozmianu 3-letniego: (ww +1,092), mniejsze wymiary w pierwszym roku produkcji (ww +0,506) i dalej w czwartym roku produkcji (ww -0,634) oraz w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego.

Modrzew europejski

Wielkości cech mierzonych wyrażone we wskaźnikach przyrodniczych wykazują podobną zależność jak w świerku pospolitym tj. największy wskaźnik w drugim roku produkcji płodozmianu 3-letniego, najmniejszy w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego.

Jodła pospolita

Największe wartości wskaźników stwierdzono w drugim roku produkcji płodozmianu 3-letniego (+0,472), dalej w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego i w kolejności w pierwszym roku produkcji płodozmianu 3-letniego oraz czwartym roku produkcji tego płodozmianu.

TABELA 4
Wskaźniki przyrodnicze siewek w namiocie foliowym B w zestawie płodozmianów w szkółce
Nadleśnictwa Skierniewice

Gatunek	Wpływ płodozmianów w namiocie foliowym B	Wskaźniki przyrodnicze
Sosna zwyczajna	3-letni /1 rok produkcji/	+0,892
	3-letni /2 rok produkcji/	+0,757
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,808
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,816
Świerk pospolity	3-letni /1 rok produkcji/	+0,506
	3-letni /2 rok produkcji/	+1,092
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,634
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,958
Modrzew europejski	3-letni /1 rok produkcji/	-0,099
	3-letni /2 rok produkcji/	+1,195
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,200
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,880
Jodła pospolita	3-letni /1 rok produkcji/	-0,209
	3-letni /2 rok produkcji/	+0,472
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,231
	6-letni /4 rok produkcji/	-0,009
Dąb szypułkowy	3-letni /1 rok produkcji/	0,307
	3-letni /2 rok produkcji/	-0,270
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,094
	6-letni /4 rok produkcji/	+0,682
Buk zwyczajny	3-letni /1 rok produkcji/	+ 0,224
	3-letni /2 rok produkcji/	-0,700
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,356
	6-letni /4 rok produkcji/	+0,822
Brzoza brodawkowata	3-letni /1 rok produkcji/	-0,508
	3-letni /2 rok produkcji/	-1,013
	3-letni /4 rok produkcji/	+1,162
	6-letni /4 rok produkcji/	+0,364
Olsza czarna	3-letni /1 rok produkcji/	+0,720
	3-letni /2 rok produkcji/	+0,664
	3-letni /4 rok produkcji/	-0,206
	6-letni /4 rok produkcji/	-1,165

Dąb szypułkowy

Największe wymiary siewek (ww +0,682) stwierdzono w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego w drugim i pierwszym roku produkcji tegoż płodozmianu.

Buk zwyczajny

Największe wymiary siewek buka stwierdzono w czwartym roku produkcji płodozmianu 6-letniego, dalej w pierwszym roku płodozmianu 3-letniego, w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego i najmniejsze w drugim roku płodozmianu 3-letniego.

Brzoza brodawkowata

Wskaźniki przyrodnicze siewek brzozy wykazują następujące zależności: największy w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego (+1,162), dalej w czwartym roku produkcji płodozmianu 3-letniego.

Olsza czarna

Wymiary cech biometrycznych wyrażone we wskaźnikach przyrodniczych wskazują na podobne zależności jak u sosny zwyczajnej. Analizując dane z zestawu płodozmianów B (3-letni i 6 letni) w latach produkcji 1, 2, 4 - rok uzyskano ogólne pogarszanie się wielkości siewek w miarę upływu lat. Można to traktować jako ogólną tendencję z pewnymi wyjątkami, aczkolwiek porównywanie wielkości siewek w latach obarczone jest pewnymi błędami wynikającymi choćby ze zmienności temperatur w namiocie foliowym, które są uwarunkowane (kopiowane) temperaturą na otwartej powierzchni i różne w każdym roku. Stąd też właściwsze jest porównywanie danych tylko w czwartym roku produkcji.

Z danych zawartych w tabeli wynika, że sosna zwyczajna, świerk pospolity, modrzew europejski, brzoza brodawkowata i olsza czarna gorzej przyrastały w płodozmianie 6-letnim niż w płodozmianie 3-letnim, w którym w trzecim roku wprowadzono ugorowanie zielone. Jodła pospolita, dąb szypułkowy i buk zwyczajny lepiej rosły natomiast w płodozmianie 6-letnim.

Wyniki analizy składu granulometrycznego gleby w profilu na powierzchniach z płodozmianami A w szkółce Nadl. Skierniewice wskazują, że jest to piasek słabogliniasty na piasku luźnym.

Próba oceny składu i właściwości chemicznych podłoża w zestawie płodozmianów B

Z zestawień zawartych w tabeli 5 niektórych składników pokarmowych wynika znane ogólnie zjawisko wyczerpywania się składników pokarmowych w miarę upływu lat od rozpoczęcia produkcji w nowo założonej szkółce. Szczególnie wyraźnie zaznacza się ono w zawartości wapnia i magnezu, których obecność po 3 latach użytkowania (2 lata produkcji + zielony ugor oraz 3 lata produkcji) spada gwałtownie, przy czym więcej na polstkach z uprawą gatunków liściastych niż iglastych. W zawartości azotu, fosforu i potasu spadek ten jest mniejszy, często bez wyraźnych prawidłowości, ale po 3 latach produkcji jest także znaczny.

W zawartości składników pokarmowych wyznaczonych wskaźnikami przyrodniczymi uzyskano w poszczególnych gatunkach między płodozmianami 3-letnimi (po 2 i 3 latach)

TABELA 5
Zawartość niektórych składników pokarmowych w substracie torfowo-korowym (1:1)

Gatunki drzew	Plodozmian 3-letni po 2 latach produkcji				Plodozmian 3-letni po 3 latach produkcji				Plodozmian 5-letni po 3 latach produkcji					
	N%	P ₂ O ₅	K	Mg	N%	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	N%	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg
w mg/100g substratu														
Sosna zwyczajna	1,07	10,60	50,50	206,60	48,00	0,56	10,26	39,68	49,86	25,0	0,466	7,30	23,3	18,7
Świerk pospolity	1,04	12,50	45,30	210,0	48,90	0,49	16,20	47,40	40,30	23,7	0,512	7,00	28,0	20,5
Modrzew europejski	1,04	11,60	47,60	220,60	53,40	0,51	8,68	31,22	49,16	23,6	0,438	5,68	23,9	16,7
Jodła pospolita	1,08	10,60	48,20	203,60	44,60	0,58	10,66	41,18	51,90	25,6	0,466	5,00	17,9	22,5
Dąb szypułkowy	1,06	10,60	43,80	245,30	65,30	0,52	8,68	34,46	43,78	21,5	0,406	6,55	28,4	13,4
Buk zwyczajny	0,92	10,20	42,50	260,30	63,50	0,53	10,28	33,23	30,80	25,2	0,485	6,56	27,1	15,6
Brzoza brodawk.	0,88	12,0	58,70	237,20	61,20	0,58	10,68	34,86	46,30	22,9	0,453	8,80	38,9	17,8
Olsza czarna	0,92	10,30	52,10	225,20	61,10	0,50	14,92	35,94	38,32	21,4	0,371	7,06	27,1	16,1
Czarny ugór	2,03	8,10	42,70	209,80	44,40	0,48	8,30	31,94	46,10	24,7	0,506	6,48	23,3	17,8
Ziel. ugór (tubin)	1,04	8,40	51,90	232,20	56,30	0,58	10,18	33,50	44,76	22,6	0,450	17,32	57,1	20,9
Ziel. ugór (gorczyca)	1,00	8,80	41,50	211,80	52,20	0,49	7,90	28,76	46,70	22,8	0,408	6,50	24,9	18,7

TABELA 6

Wskaźniki przyrodnicze (zawartości N, P, K, Ca, Mg) w substratach zestawu płodozmianów w namiocie B szkółki w Nadl. SKierniewice

Gatunki	Zestaw płodozmianów B oraz rok produkcji	Wskaźniki przyrodnicze
Sosna zwyczajna	3-letni po 2 latach	+0,611
	3-letni po 3 latach	+0,300
	5-letni po 3 latach	-0,644
Świerk pospolity	3-letni po 2 latach	+0,409
	3-letni po 3 latach	+0,354
	5-letni po 3 latach	-0,628
Modrzew europejski	3-letni po 2 latach	+0,804
	3-letni po 3 latach	+0,047
	5-letni po 3 latach	-0,791
Jodła pospolita	3-letni po 2 latach	+0,768
	3-letni po 3 latach	+0,198
	5-letni po 3 latach	-0,655
Dąb szypułkowy	3-letni po 2 latach	+0,607
	3-letni po 3 latach	+0,189
	5-letni po 3 latach	-0,704
Buk zwyczajny	3-letni po 2 latach	+0,091
	3-letni po 3 latach	+0,343
	5-letni po 3 latach	-0,674
Brzoza brodawkowata	3-letni po 2 latach	+0,094
	3-letni po 3 latach	-0,144
	5-letni po 3 latach	-0,302
Olsza czarna	3-letni po 2 latach	+0,199
	3-letni po 3 latach	+0,025
	5-letni po 3 latach	-0,673
Czarny ugór	3-letni po 2 latach	+0,411
	3-letni po 3 latach	+0,355
	5-letni po 3 latach	-0,884
Zielony ugór (łubin)	3-letni po 2 latach	+0,288
	3-letni po 3 latach	-0,374
	5-letni po 3 latach	+0,249
Zielony ugór (gorcz.)	3-letni po 2 latach	+0,428
	3-letni po 3 latach	+0,064
	5-letni po 3 latach	-0,659

oraz 5-letnimi (po 3 latach) wyraźne zależności. Największą zasobność w N, P, K, Ca i Mg wykazuje substrat po 2 latach produkcji w płodozmianie 3-letnim (we wszystkich gatunkach oraz na powierzchniach ugorowanych), pośrednią wielkość uzyskano w płodozmianie 3-letnim po 2 latach produkcji i zielonym ugorowaniu (po wszystkich gatunkach oraz po czarnym ugorze i zielonym ugorze z gorczycą), a najmniejsze wielkości wskaźników stwierdzono w płodozmianie 5-letnim po 3 latach produkcji (po wszystkich gatunkach i na powierzchniach ugorowanych – czarny ugor i zielony ugor z gorczycą).

Od tych prawidłowości odbiega zawartość składników pokarmowych w zielonym ugorze (łubin), w którym najmniejszy wskaźnik wielkości stwierdzono w 3-letnim płodozmianie po 3 latach ugorowania (tab. 6).

Ogólnie, zróżnicowanie między płodozmianami w zawartości N, P, K, Ca i Mg wskazuje na wspomnianą zależność stwierdzoną przy zawartości składników w powiązaniu z gatunkami i płodozmianami:

- największą zawartość wymienionych składników w substracie stwierdzono w 3-letnim płodozmianie po 2 latach produkcji (ww +0,428)),
- pośrednią wielkość (ww +0,123) – w 3 letnim płodozmianie po 2 latach produkcji i zielonym ugorowaniu,
- najmniejsze wielkości (ww -0,579) wykazywano w 6-letnim płodozmianie po 3 latach ciągłej produkcji.

Wnioski

Na podstawie zebranych materiałów można przedstawić wstępne stwierdzenia i wnioski:

- Cechy biometryczne siewek gatunków iglastych (sosny, świerka, modrzewia i jodły) oraz dębu i buka w płodozmianie na otwartej powierzchni oraz w namiocie foliowym w tych samych latach produkcji i przy zachowaniu tych samych zabiegów są zbliżone do siebie, co potwierdza prawidłowość doboru powierzchni badawczych na otwartej powierzchni szkółki i przygotowania substratu w namiotach. Od tej prawidłowości odbiegają cechy biometryczne siewek brzozy i olszy (głównie ciężar pędów i korzeni), tj. gatunki szybko reagujące na zmianę warunków wzrostu.
- Porównanie wzrostu siewek w zestawie płodozmianu na otwartej powierzchni A wykazuje pewne prawidłowości u gatunków iglastych sosna, świerk, modrzew, jodła oraz dąb u których stwierdzono największe wymiary siewek w płodozmianie 3-letnim w pierwszym roku produkcji i w kolejności w płodozmianie 6-letnim w czwartym roku oraz w płodozmianie 3-letnim w czwartym roku produkcji, podczas gdy u brzozy i olszy największe wskaźniki wielkości – w płodozmianie 6-letnim (czwarty rok produkcji) oraz buka (w pierwszym i czwartym roku płodozmianu 3-letniego).
- Cechy biometryczne siewek w płodozmianach w namiocie foliowym wykazują, że gatunki iglaste oraz olsza najlepiej przyrastały w pierwszym i drugim roku produkcji płodozmianu 3-letniego, a gorzej w czwartym roku produkcji płodo-

zmianu 3- i 6-letniego. Od prawidłowości tej odbiegają dąb, buk i brzoza, u których brak jest wyraźnej zależności od lat produkcji.

- Analizy chemiczne substratów z namiotu B wskazują u wszystkich gatunków na największą zasobność N, P, K, Ca, i Mg po dwóch latach produkcji, mniejszą po dwóch latach produkcji i zielonym ugorowaniu w płodozmianie 3-letnim oraz najmniejszą po trzech latach produkcji w płodozmianie 5-letnim. Te same prawidłowości występują w zasobności substratów z czarnego i zielonego ugoru (z gorczycą), podczas gdy w zielonym ugorowaniu z łubinem nie ma jednoznacznych zależności.
- Słabszy przyrost siewek w namiocie B w czwartym roku produkcji można wiązać ze zmniejszoną ilością składników pokarmowych (N, P, K, Ca i Mg) oznaczonych po trzech latach, a ich ilość z oddziaływaniem nierozłożonego łubinu.
- Na podstawie wstępnych wyników pomiarów, analiz i obserwacji można mówić o pewnych tendencjach do wyczerpywania się składników pokarmowych, które wskazują, że nie przerwana produkcja sadzonek tego samego gatunku na tym samym polu może trwać do trzech lat, a okres ugorowania (zielony i czarny ugór) dwa lata – tym warunkom odpowiadają płodozmiany cztero, pięcio i sześćioletni.

Literatura

1. **Gorzelał A.:** Mikroklimat – środowisko glebowe – roślinność chwastowa szkółek leśnych. Referat na posiedzeniu Komisji Zagospodarowania Lasu ZG PTL nt. Wybrane zagadnienia szkółkarstwa leśnego. Augustów, 1996.
2. **Gorzelał A., Łukaszewicz J.:** Opracowanie wzorów optymalnego płodozmianu w szkółkach otwartych i w namiotach foliowych. Warszawa, 1990. Biblioteka IBL.
3. **Gorzelał A., Łukaszewicz J.:** Płodozmian w leśnych szkółkach otwartych. Postępy techniki w leśnictwie, nr 53, 1993.
4. **Łukaszewicz J.:** Teoretyczne i praktyczne aspekty płodozmianu w szkółce leśnej. Prace IBL seria B, nr 13, 1991.
5. **Perkal I.:** Matematyka dla przyrodników i rolników. PWN, Warszawa, 1958.
6. **Tyszkiewicz S., Obmiński Z.:** Hodowla i uprawa lasu, PWRiL, Warszawa, 1963.
7. **Walendzik J.:** Wytyczne nawożenia szkółek leśnych. IBL, 1975.
8. Wytyczne uprawy sadzonek wytypowanych gatunków drzew w namiotach foliowych z odkrytym i zakrytym systemem korzeniowym. LP, NZLP 1982.
9. Zasady Hodowli Lasu. PWRiL, Warszawa 1988.