

ZBIGNIEW SIEROTA

Czy wprowadzanie w odnowieniach sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym wszędzie znajduje uzasadnienie – punkt widzenia fitopatologa

Is the introduction of covered root seedlings in every renewal reasonable – phytopathological point of view

ABSTRACT

Sierota Z. 2019. Czy wprowadzanie w odnowieniach sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym wszędzie znajduje uzasadnienie – punkt widzenia fitopatologa. Sylwan 163 (12): 989-996. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019107>.

Seedlings produced with a covered root system were intended to be used in the afforestation of 'difficult' soils in post-agricultural lands, on post-fire areas, in wastelands, within zones of industrial damage or on mining heaps. It is assumed that the suitable substrate and properly grown seedling ensure a good start for a plant in a new, unfavorable environment. In many forest districts so-called 'container nurseries' were established and produced millions of seedlings with a covered root system, including seedlings equipped with mycorrhiza under them, controlled mycorrhization. In recent years, however, more and more often such seedlings are also introduced into forest soils during the renewal of logging or gaps. Phytopathology sees many weaknesses of such an approach. The article indicates potential and actual threats in the production cycle of planting material in containers and after planting trees in cultures.

KEY WORDS

container cuttings, threats to the development of trees in cultures

ADDRESSES

Zbigniew Sierota

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

Wstęp

Zamieranie lasów w latach 80. ubiegłego wieku (zwłaszcza w Górach Izerskich) oraz wielkopowierzchniowe pożary w sierpniu 1992 roku były głównymi przesłankami wprowadzenia w Polsce na szerszą skalę nowoczesnej technologii produkcji sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym, wzbogaconej następnie o elementy sterowanej mykoryzacji [Toka 1998; Szabla, Pabian 2003; Pietras, Śliwa 2007]. Sadzonki takie, zwane kontenerowymi, były w stanie w krótkim okresie pomóc odtworzyć utracony las, a środowisko wzbogacić w niezbędne elementy flory, fauny i fungi glebowej. Przyjęto bowiem, że sadzonki rosnące w odżywczym substracie, z odpowiednią grzybnią mykoryzową oraz innymi organizmami glebowymi, po wprowadzeniu na teren zdegradowany szybko zaadaptują się i przyczynią do odtworzenia w zubożonym podłożu korzystnych układów biocenotycznych [Szabla 2000].

Jakkolwiek przyczyny degradacji gleby w rejonach przemysłowych, górskich czy popożarowych były odmienne, jednak towarzyszył im zanik mikroorganizmów glebowych oraz niewłaściwy

dla drzew odczyn oraz skład związków mineralnych i organicznych gleby. Taki stan, choć rodził obawy co do możliwości odtworzenia lasu na danym terenie, był równocześnie impulsem do podejmowania wyzwań gospodarczych na niespotykaną dotychczas skalę. To tu testowano nowe technologie pozyskania drewna, badano metody przygotowywania gleby, hodowli i ochrony nowych upraw oraz tworzone nowoczesne systemy przeciwpożarowe [Olejarski 2003; Wiler 2007; Sewerniak 2010; Rywka 2012]. Równocześnie planowano nie tylko odtworzenie lasu w nowej strukturze przestrzennej i gatunkowej, ale i jego wzbogacenie w aspekcie różnorodności biologicznej oraz zapewnienia większej trwałości i odporności. Technologia ta, zapoczątkowana w szkółkach LBG w Kostrzycy oraz Nędza w Nadleśnictwie Rudy Raciborskie, przyjęła się w polskim leśnictwie i jest praktycznie realizowana. Liczba szkółek produkujących sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym jest znaczna – są to szkółki i technologie wybudowane w 17 szkółkach kontenerowych oraz 15 szkółkach z modułem kontenerowym, a liczba sadzonek corocznie przekazywanych odbiorcom wynosi ponad 54 mln szt. Stanowi to istotny liczbowo wsad sadzonek pochodzących ze szkółkarstwa kontenerowego w odnowienia i zalesienia na terenie Lasów Państwowych realizowane na powierzchni około 50 tys. ha [Rocznik... 2018].

Ukazało się wiele prac dotyczących produkcji sadzonek w kontenerach oraz ich zalet i wad, a także wyników badań opisujących rozwój korzeni w pojemnikach, wpływ substratu na rośliny czy tworzenie się mykoryz. Były to głównie prace z zakresu szkółkarstwa, niejednokrotnie z aspektami akarologii, gospodarki wodnej czy nawożenia [Szabła, Pabian 2002; Kubiak 2008; Klimek i in. 2013; Kieszek, Łukaszewicz 2019]. Odnosiły się zwykle do opisu cech hodowlanych sadzonek – wysokości i przyrostu wysokości, grubości w szyjce korzeniowej czy formowania się korzeni w pojemnikach. Informacje z zakresu mykologii dotyczyły oceny rozwoju grzybni mykoryzowej w substratach szkółkarskich, w produkcji sadzonek w systemie mykoryzacji sterowanej czy wpływu różnych czynników zewnętrznych na trwałość mykoryz oraz wpływu tych mykoryz na wzrost sadzonek [Rudawska 1998; Aleksandrowicz-Trzcińska, Drozdowski 2013; Aleksandrowicz-Trzcińska i in. 2013; Hamera-Dzierżanowska 2014; Wrzesiński 2015]. Niewiele jest natomiast prac naukowych czy doniesień odnoszących się do problematyki stanu zdrowotnego drzew w uprawach powstałych z wykorzystaniem sadzonek z produkcji kontenerowej – czyli oceny z punktu widzenia fitopatologii leśnej czy też szerzej: ochrony lasu. Najstarsze uprawy z wykorzystaniem tego rodzaju sadzonek mają około 10-15 lat, choć zwykle są to obecnie uprawy kilkuletnie, w których pierwsze, poza osutkami, symptomy chorobowe ochrona lasu dostrzega już w wieku 5-6 lat uprawy, ale często przypisuje je czynnikom abiotycznym (wiatr, okiść) czy owadom leśnym (pędraki) [Szmidla i in. 2018; Kieszek, Łukaszewicz 2019].

Pierwotnie sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym miały być stosowane na terenach trudnych do odnowienia, gdyż substrat zawarty w bryłce korzeniowej miał za zadanie dostarczać roślinie niezbędnych związków odżywczych, umożliwiających rozwój nawet w niesprzyjających warunkach środowiska. Wielkoskalowa produkcja sadzonek kontenerowych niejako wymusiła ich stosowanie także w odnowieniach na typowych glebach „leśnych” – na zrębach, w gniazdach czy w uzupełnieniach.

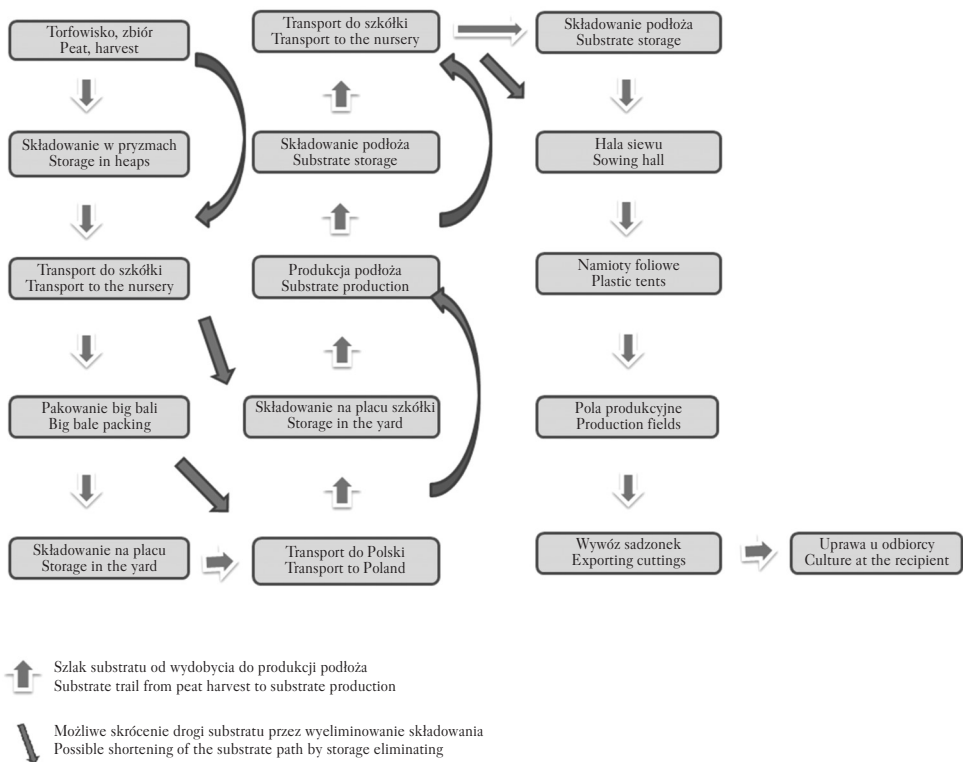
Zagrożenia dla upraw zakładanych z użyciem sadzonek kontenerowych

Jakie potencjalne i rzeczywiste zagrożenia dla takiej uprawy może dostrzec fitopatolog? Należy zacząć od początku, czyli od momentu produkcji sadzonek, a właściwie od fazy gromadzenia torfu i przygotowywania substratu.

FAZA PRZYGOTOWAWCZA. Substrat stosowany w produkcji sadzonek kontenerowych to mieszanina torfu, nawozu, dodatków i wody w odpowiednich proporcjach. Każda ze składowych powinna cechować się odpowiednimi parametrami: torf – odczynem (~4,5 pH lub powinien być odkwaszany), stopniem rozłożenia (zależnie czy stosowany jest torf sfagnowy, czy tzw. ogrodniczy) i jałowością (dotyczy torfu niesterylizowanego); nawóz – składem (tlenek wapnia, naturalny dolomit lub nawóz specjalistyczny), czasem uwalniania (zależnie od rodzaju) i wpływem na odczyn; dodatki – zapewnieniem napowietrzania i utrzymania wilgoci (wermikulit lub perlit); woda – odczynem i czystością mikrobiologiczną (zwykle jest to woda wodociągowa).

Torf pozyskiwany jest na ogół poza granicami Polski i dostarczany do szkółek, natomiast pozostałe składniki są dostępne w kraju. W fazie zbioru torfu, jego transportu, składowania, przygotowywania substratu czy umieszczania substratu w celach kontenera i siewu nasion istnieje możliwość zaparzenia podłoża, jego przemarznięcia, nadmiernego nawilgotnienia i wreszcie niezamierzonej infekcji przez zarodniki grzybów pasożytniczych znajdujących się w powietrzu (ryc. 1).

Oznacza to, że podłoże przygotowane do siewu nasion do cel kontenera może zostać wcześniej zainfekowane, a rozwijająca się w takich warunkach grzybnia może powodować zamieranie tworzących się korzeni oraz mykoryz i być swoistym inokulum patogenu zarówno w okresie wzrostu w namiotach foliowych czy na polach produkcyjnych, jak i po wysadzeniu w uprawie. Kontrola stanu czystości biologicznej substratu ma zatem istotne znaczenie.



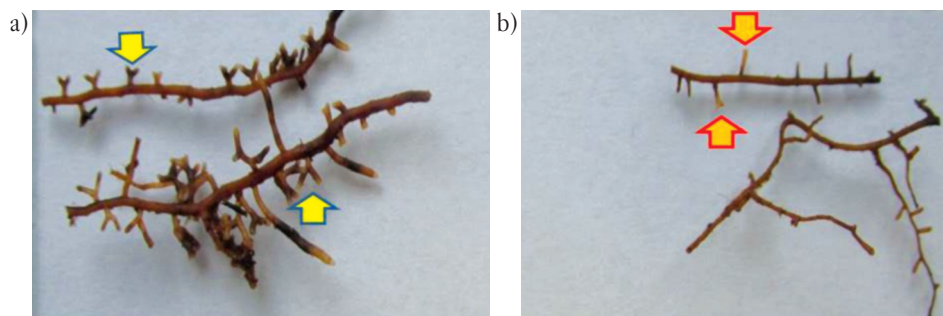
Ryc. 1.

Schemat cyklu technologicznego produkcji sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym oraz słabe punkty procesu (strzałki proste)

Route of the technological cycle for the production of seedlings with covered root system and weak points of the process (straight arrows)

FAZA PO WYSIANIU NASION. Nasiono kiełkujące w celi substratu wytwarza w optymalnych warunkach wzrostu kolejne korzenie I i II rzędu, te zaś formują włókniki lub mykoryzy, o ile w substracie znajduje się naturalna lub wprowadzona grzybnia grzyba mykoryzowego (ryc. 2).

Grzybnia naturalna rozwija się w substracie głównie po wystawieniu kaset do namiotu lub na pola produkcyjne, gdzie mają one stały kontakt z zarodnikami znajdującymi się w powietrzu i wmywanymi do substratu przez deszcz lub w trakcie podlewania. W przypadku stosowania mykoryzacji sterowanej może okazać się, że grzybnia z inokulum naturalnego szybciej utworzy mykoryzy niż grzybnia sztucznie wprowadzona, co obniża efektywność mykoryzacji, ale nie wpływa znacząco na jej skuteczność (ryc. 3). Sytuacją niepożądaną jest natomiast wytworzenie



Ryc. 2.

Korzenie z mykoryzami, m.in. dychotomicznymi, utworzonymi przez *Laccaria laccata* (a) oraz korzenie autotroficzne z włóśnikami gotowe do przyjęcia partnera mykoryzowego *Thelephora terrestris* (b) (fot. M. Damszel)
 Roots with mycorrhizas, including dichotomous created by *Laccaria laccata* (a) and autotrophic roots with root hairs, ready to accept a mycorrhizal partner *Thelephora terrestris* (b)



Ryc. 3.

Sadzonka sosny w substracie kontenerowym z mykoryzacji sterowanej (fot. Z. Sierota)

Scots pine seedling in a container substrate from controlled mycorrhization

strzałka wskazuje naturalnie utworzony sklerot grzybni *T. terrestris* z inokulum naturalnego
 arrow indicates the naturally formed sclerot of *T. terrestris mycelium* from a natural inoculum

się w substracie grzybni patogenów powodujących pasożytniczą zgorzel korzeni siewek. Zapobiega temu kontrola wschodów oraz stosowanie środków ochrony roślin dopuszczonych do stosowania w szkółkarstwie leśnym.

FAZA PO WYSADZENIU W UPRAWIE. Czy jednak zawsze stan zdrowotny upraw kontenerowych jest tak dobry jak na etapie szkółki? Brak jest dokładnych danych o powierzchni odnowień i wieku upraw leśnych powstałych z wykorzystaniem sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym, należy jednak sądzić, że jest ona znaczna. Wynika to przede wszystkim z faktu mniejszej pracochłonności i czasochłonności wykonania takiego zabiegu: „zielonym do góry” w odpowiedniej więźbie i formie zmieszania – i roślinie. Nie mówimy tu o kosztach produkcji i wykonawstwie – to inne zagadnienie. Dominująca powierzchnia odnowień w naszych lasach to sosna zwyczajna, więc istotny jest problem zagrożenia zdrowotności upraw tego gatunku.

Już w kilkuletnich uprawach sosnowych można zauważyć niepokojące symptomy w wyglądzie pędów, igieł czy pączków. Są one o tyle łatwe do spostrzeżenia, że występują na dorodnych sadzonkach, o dużych przyrostach rocznych na wysokość. Należy mieć świadomość, że sadzonki i drzewka z produkcji kontenerowej w okresie po wysadzeniu do gleby przechodzą silny stres. Układy mykoryzowe wyniesione ze szkółki i obecne w substracie są wówczas zwykle zastępowane przez grzybnię autochtoniczną, z lokalnych zbiorowisk, co przez pewien okres ogranicza pobór wody i związków mineralnych przez korzenie, zwłaszcza że tkwią one nadal w substracie torfowym, który w czasie suszy może nadmiernie nagrzewać się i powodować denaturację delikatnych strzępek grzyba mykoryzowego. Systemy korzeniowe powinny wykształcać genetycznie determinowany korzeń palowy, a korzenie boczne rosnać we wszystkich kierunkach w poszukiwaniu wody i związków mineralnych w glebie. Dysponując odpowiednimi związkami nawozowymi, korzenie (a właściwie ich układy mykoryzowe wraz z grzybnią ekstrapatrykalną) nie realizują tej funkcji. W sprzyjających warunkach wilgotności drzewka wspaniale przrastają na wysokość, choć ich system korzeniowy nie ulega rozbudowie we właściwy sposób.

W kilkuletniej uprawie sosnowej można dostrzec natychmiast dwie cechy: zgryzanie szczytów pędów przez zwierzynę (o ile uprawa jest nieogrodzona albo ogrodzenie zostało uszkodzone) lub żółknięcie i rudzenie koron. Jednym z powodów może być choroba osutkowa, która może pojawić się niezależnie od sposobu produkcji sadzonek w każdym miejscu i wieku upraw. Inne przyczyny osłabienia, a nawet zamierania sosny w tym wieku, to obecność pędraków w glebie, ryzomorf opieńki ciemnej lub grzybni korzeniowca wieloletniego (ryc. 4).

Na co należy zwracać uwagę?

Najlepszą formą ochrony jest profilaktyka, obejmująca także monitoring. Zakładając jakąkolwiek uprawę z odnowienia sztucznego (choć sprawdza się to i w odnowieniach naturalnych), należy rozpoznać aktualne zagrożenia biotyczne (pędraki, patogeny korzeni). Ma to szczególnie istotne znaczenie w przypadku zakładania upraw sosnowych w gniazdach lub na zrębach drzewostanów sosnowych i z udziałem sosny poprzednich generacji. Do usunięcia poprzedniego drzewostanu mogą przyczynić się „tereny opieńkowe” i „pohubowe”. Inokulum sprawcy, czyli infekcyjny ładunek biologiczny w postaci grzybni w części twardej korzeni czy pniaków oraz owocniki i ryzomorfy opieńki, mogą pozostawać w aktywności dziesiątki lat – według badań brytyjskich i skandynawskich od 6 do 70 lat [Greig, Pratt 1976; Vasaitis i in. 2008; Piri, Hamberg 2015]. Nie jest znany dokładnie mechanizm tropizmu patogenów glebowych i infekowania korzeni sadzonek kontenerowych wzbogaconych w nawozy i spulchniacze, ale z pewnością ma on naturę chemiczną, podobnie jak dwutlenek węgla wydzielany w trakcie rozkładu celulozy



Ryc. 4.

Systemy korzeniowe kilkuletnich sosen po wyjęciu z gleby – z lewej zaatakowane przez korzeniowca wieloletniego (owocnik zaznaczono strzałką), z prawej z opieńkową zgnilizną korzeni (strzałki wskazują grzybnię podkorową oraz ryzomorfe) (fot. C. Kieszek, modyfikacja Z. Sierota)

Root systems of a few-years-old pines after removal from the soil – attacked by *Heterobasidion annosum* (the fruiting body marked with arrow) on the left and by *Armillaria ostoyae* (arrows indicate subcortical mycelium and rhizomorph) on the right

liniami przerywanymi zaznaczono widoczny zarys bryłki kontenera, zagiętej przy sadzeniu w przypadku opieńki
dotted lines mark the visible outline of the container nugget bent when planting in the case of *A. ostoyae*.



Ryc. 5.

Owocnik *Heterobasidion annosum* na korzeniu o średnicy około 1 cm, uszkodzonym podczas orki (z lewej) oraz regenerujące się ryzomorfy *Armillaria* z przerwanego fragmentu ryzomorfy macierzystej (z prawej) (fot. A. Żółciak)

Fruiting body of *Heterobasidion annosum* on a root about 1 cm in diameter, damaged during plowing (left) and regenerative *Armillaria ostoyae* rhizomorphs from a broken fragment of the parent rhizomorpha (right)

korzeni jest atraktantem dla pędraków chrabąszczowatych [Szmidla i in. 2018]. Dokładna kontrola zapędrczenia gleby jest zatem priorytetem [Szmidla i in. 2019].

W przypadku tradycyjnego przygotowania gleby w bruzdy zarówno korzenie zasiedlone przez korzeniowca, jak i ryzomorfy opieńek są rozrywane lub uszkodzane, co uaktywnia patogen w przypadku kontaktu z korzeniami wprowadzonych sadzonek. Wcześniejsze badania Żółciak i in. [2001] wykazały, że uszkodzona ryzomorfa macierzysta opieńki może wytworzyć nawet 70 nowych ryzomorf o silnym potencjale infekcyjnym. Na uszkodzonych korzeniach zasiedlonych przez grzybnię korzeniowca tworzą się owocniki wytwarzające zarodniki podstawkowe, zdolne do infekcji pierwotnej korzeni wprowadzanych sadzonek (ryc. 5). Ten sposób przygotowania gleby na terenach zasiedlonych przez patogeny jest więc dla powstających upraw wręcz szkodliwy.

Najlepszym sposobem sadzenia wydaje się być stosowanie odpowiednich kosturów rurowych o przekroju dostosowanym do wielkości bryłki i jej kształtu. Odpowiednich, tzn. wyposażonych w stożkowe zamknięcie kostura i dźwignię umożliwiającą rozchylenie stożka w glebie w celu umieszczenia w niej sadzonki z bryłką. Taki sposób nie powoduje przecinania lub

uszkodzania korzeni i ryzomorf – odsuwa je od kostura i łatwo zasklepia sadzonkę w otworze po jego wycięciu. Ważne jest również, aby sadzonka była dociśnięta do dna otworu, gdyż pozostawione przestrzenie powietrzne i gromadząca się w nich woda powodują powstawanie nekrotycznych zmian w korzeniach. Istotna jest również pora sadzenia – dżdżysta pogoda zapewni odpowiednią wilgotność substratu w pierwszym okresie po wysadzeniu.

Dorodne sadzonki z produkcji kontenerowej są niewątpliwie atrakcyjnym źródłem pokarmu dla wielu owadów – zarówno żerujących na igłach i pędach, jak i w szyi korzeniowej oraz na korzeniach. Pojawiają się one w sytuacji stresowej dla roślin i same stają się źródłem stresu dla kolejnych patogenów [Sierota 1995]. Sadzonki z produkcji kontenerowej są zbyt cenne, aby nie sprawować nad nimi baczniejszej kontroli. Zwłaszcza że pierwotnie przeznaczone były na tereny trudne do odnowienia: pokłękowe i porolne. Znacząc potencjalne i rzeczywiste zagrożenia dla upraw powstałych z sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym, należy rozważnie decydować o ich wprowadzaniu na tereny leśne i unikać sytuacji, w której z pewnością zostaną narażone na infekcje ze strony patogenów grzybowych obecnych w danym środowisku lub na oddziaływanie coraz częściej występujących okresów suszy [Sierota 2014; Jabłoński, Małecka 2019]. A zatem – po pierwsze nie szkodzić.

Literatura

- Aleksandrowicz-Trzcńska M., Drozdowski S. 2013. Wpływ mykoryzacji i chitozanu na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w szkółce i na uprawie. Sylwan 157 (12): 899-908. DOI: <https://doi.org/10.26202/sywan.2013037>.
- Aleksandrowicz-Trzcńska M., Żybura H., Drozdowski S. 2013. Wpływ rodzaju podłoża, sterowanej mikoryzacji i aplikacji fungicydów w szkółce na wzrost dębu szypułkowego w uprawie. Sylwan 157 (3): 187-196. DOI: <https://doi.org/10.26202/sywan.2012071>.
- Greig B. J. W., Pratt J. E. 1976. Some observations on the longevity of *Fomes annosus* in conifer stumps. European Journal of Forest Pathology 6 (4): 250-253.
- Hamera-Dzierżanowska A. 2014. Wpływ Sincocinu AL na wzrost i kolonizację mykoryzową sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) hodowanej w kontenerach. Sylwan 158 (2): 107-116. DOI: <https://doi.org/10.26202/sywan.2013056>.
- Jabłoński T., Małecka M. 2019. Występowanie abiotycznych i biotycznych czynników szkodliwych w lasach ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk o charakterze kłękowym. Postępy Techniki w Leśnictwie 144: 43-56.
- Kieszek C., Łukaszewicz J. 2019. Rozważania nad przyszłością drzewostanów sosnowych pochodzących z sadzonek kontenerowych – studium przypadków obecnych i przyszłych. Postępy Techniki w Leśnictwie 144: 28-37.
- Klimek A., Rolbiecki S., Rolbiecki R., Kowalska A. 2013. Porównanie wpływu ściółkowania ektopróchnicą i sterowanej mikoryzacji na rośliny oraz roztocze (*Acar*) w kontenerowej produkcji sadzonek sosny zwyczajnej. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 3 (1): 37-50.
- Kubiak J. 2008. Analiza efektywności mikoryzacji i nawożenia w uprawie kontenerowej sosny *Pinus nigra* nawozami o spowolnionym działaniu. Inżynieria Rolnicza 1 (99): 217-222.
- Olejarski I. 2003. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na niektóre właściwości gleb oraz stan upraw sosnowych na porzyskach wielkoobszarowych. Prace Inst. Bad. Leśn. A 2 (954): 47-77.
- Pietras Z., Śliwa S. 2007. Warunki hodowli i rozwoju sadzonek poddanych zabiegowi sterowanej mikoryzacji grzybem *Hebeloma crustuliniforme* w szkółce kontenerowej. W: Kowalski S. [red.]. Ektomikoryzy. Nowe biotechnologie w polskim szkolkarstwie leśnym. CILP. 104-127.
- Piri T., Hamberg L. 2015. Persistence and infectivity of *Heterobasidion parviporum* in Norway spruce root residuals following stump harvesting. Forest Ecology and Management 353 (1): 49-58.
- Rocznik statystyczny leśnictwa 2018. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rudawska M. 1998. Wpływ nawożenia azotowego na stan mikoryz w szkółkach leśnych. W: Profilaktyka i terapia w szkółkach leśnych zagrożonych przez choroby infekcyjne. W: Sierota Z., Małecka M. [red.]. Wyd. IBL, Warszawa – Sękocin. 32-43.
- Rywka P. 2012. Zmiany ilościowe dna lasu i struktury drzewostanów sosnowych II i III klasy wieku na siedlisku boru świeżego po pożarze pokrywy gleby. Leśn. Pr. Bad. 73 (1): 5-16.
- Sewerniak P. 2010. Analiza wpływu pożaru na wybrane cechy fitocenozy boru sosnowego w aspekcie hodowli lasu. W: Sewerniak P., Gonet S. S. [red.]. Środowiskowe skutki pożaru lasu. Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych, Wrocław. 83-107.
- Sierota Z. 1995. Przerzedzenie koron drzew jako efekt stresu i źródło stresu. Sylwan 139 (8): 5-24.

- Sierota Z. 2014. Obserwowane i prawdopodobne zmiany występowania mikroorganizmów chorobotwórczych w związku ze zmianami klimatycznymi oraz ocena ich funkcji ekologicznych w ekosystemach leśnych; potencjalne rozprzestrzenianie się gatunków inwazyjnych. Mat. NPL Klimat: Lasy i drewno a zmiany klimatyczne: zagrożenia i szanse. Instytut Badawczy Leśnictwa. 189-198.
- Szabla K. 1994. Warunki powstawania i rozwoju pożarów, niektóre działania organizacyjne oraz aktualne zagadnienia hodowlane i ochronne na pożarzysku w Nadleśnictwie Rudy Raciborskie. Sylwan 138 (6): 75-83.
- Szabla K. 2000. Cel, potrzeby i praktyczna realizacja hodowli sadzonek mikoryzowanych w Szkółce Kontenerowej Nadleśnictwa Rudy Raciborskie. Postępy Techniki w Leśnictwie, 76: 24-32.
- Szabla K., Pabian R. 2002. Problemy produkcji sadzonek górskich gatunków domieszkowych w Szkółce Kontenerowej Nadleśnictwa Rudy Raciborskie. Zesz. Naukowe AR w Krakowie 86: 169-176.
- Szabla K., Pabian R. 2003. Szkółkarstwo kontenerowe. Nowe technologie i techniki w szkółkarstwie leśnym. CILP, Warszawa.
- Szmidla H., Małecka M., Tkaczyk M., Tarwacki G., Sierota Z. 2019. The spring assessing method of threat of *Melolontha* spp. grubs for Scots pine plantations. Forests 10: 399. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10050399>.
- Szmidla H., Tkaczyk M., Małecka M., Sierota Z. 2018. Ocena liczebności pędraków Melolonthinae w pułapkach trocinowych w uprawach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Sylwan 162 (7): 590-597. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2018042>.
- Toka K. 1998. Szkółka kontenerowa Kostrzyca – tradycja i nowoczesność. Postępy Techniki w Leśnictwie 65: 45-54.
- Vasaitis R., Stenlid J., Thomsen I. M., Barklund P., Dahlberg A. 2008. Stump removal to control root rot in forest stands. A literature study. Silva Fennica 42 (3): 457-483.
- Wiler K. 2007. Ochrona lasów przed pożarami. CILP, Warszawa
- Wrzesiński P. 2015. Wpływ zagęszczenia sadzonek buka zwyczajnego w pojemnikach na jego cechy morfologiczne. Leś. Pr. Bad. 76 (3): 304-310.
- Żółciak A. 2001. Refraining the regeneration of *Armillaria* rhizomorphs using *Trichoderma*. Bull. Pol. Ac. Sci., Biological Sciences 49: 265-273.