

WZROST I ROZWÓJ PAPROTKI ZWYCZAJNEJ (*POLYPODIUM VULGARE* L.) NA POŻYWCIE KNOPPA

GROWTH AND DEVELOPMENT OF WALL FERN (*POLYPODIUM VULGARE* L.) ON KNOPP'S PLANT FOOD

Katarzyna Tatar

ABSTRACT

Many species of ferns are extinct strains, appearing in a few in natural habitats. Human influence on the environment, rebuilding natural habitats such as cultivating forests, diking meadows causes major limit of appearing of many plant species including ferns. Nowadays homegrown *Polypodium vulgare* species play central role in forest ecosystem, mainly as a green part of the forest and in some of them they are basic constituent of underbrush. Their main role in ecosystems is creating natural habitats for many species of invertebrates and vertebrates living there. Complicated developmental cycles and their term of lasting causes that specific protection „in vivo” is hard, in many cases even impossible. What we can do is to cultivate gametophytes of ferns ”in vitro” to make faster developmental cycles possible and move them to their natural habitats in quantities which can secure survival of species. The main aim of this work was showing possibilities of cultivating gametophytes of wall fern and testing their optimal conditions including Knopp's plant food with whole components of microelements. Conditions of the successful cultivation will be used to test them for other fern species. The results confirmed the possibility.

Słowa kluczowe: paproć zwyczajna, gametofit, gleba, pożywka

Key words: wall fern, gametophyte, soil, plant food

Katarzyna Tatar, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: kasia.tatar123@gmail.com

Opiekun merytoryczny/*Guardian substantive*: dr hab. Małgorzata Anna Józwiak

Wprowadzenie

Klasa paprotników obejmuje ponad 9000 gatunków. Zaliczane są do 220 rodzajów występujących na całej kuli ziemskiej. Pojawiły się około 350 mln lat temu. Opanowały lądy, gdzie dominowały przez więcej niż 100 mln lat. Paprotniki charakteryzowały się pojawieniem cech wcześniej niespotykanych u glonów i mszaków, takie jak warstwa zewnętrzna komórek, która nie przepuszcza wody, nazywana epidermą, oraz wyspecjalizowana tkanka przewodząca. Wielkie paprotniki, porastające powierzchnię Ziemi przed milionami lat, dały początek pokładowi węgla kamiennego.

Obecnie są to rośliny zielne, ceniolubne, dorastające do 10 m wysokości. Wśród licznych gatunków spotyka się formy epifityczne (np. *Platycerium*) oraz pnącza (np. *Lygodium japonicum*).

Większość gatunków paproci jest roślinami lądowymi. Nieliczne przystosowały się do życia w siedliskach wodnych. W strefie umiarkowanej paprocie zwykle występują na bagnach, brzegach strumieni i w wilgotnych lasach. Pewne gatunki rosną na polach, skalistych szczelinach urwisk lub na zboczach gór. Ze względu na rzadkość występowania wiele gatunków objętych jest ochroną prawną. Do gatunków wymagających ochrony czynnej należą między innymi marsylia

czterolistna (*Marsilea quadrifolia*), nasięzrzał pospolity (*Ophioglossum vulgatum*), podejźrzon księżycowy (*Botrychium lunaria*), podejźrzon marunowy (*Botrychium matricariifolium*), podejźrzon pojedynczy (*Botrychium simplex*), podejźrzon rutolistny (*Botrychium multifidum*), podejźrzon wirginijski (*Botrychium virginianum*), poryblin jeziorny (*Isoetes lacustris*). Gatunki wymagające jedynie wyznaczenia strefy ochronnej to zanokcica klinowata (*Asplenium cuneifolium*), zanokcica ciemna (*Asplenium adiantum-nigrum*). Odgrywają istotną rolę w naturalnych ekosystemach, stanowiąc ważny składnik diety roślinożerców, użyźniając gleby oraz wykazując działanie węglotwórcze (Allen, Hatfield 2004). Pełny rozwój tych roślin może odbywać się w cyklu rocznym (ryc. 1), ale są również gatunki których cykle przebiegają przez wiele lat (Kopcewicz 2012).

Ze względu na poważne zagrożenia wielu gatunków wynikające z antropogenicznych przekształceń ich naturalnych siedlisk, powinny zostać podjęte działania w celu ochrony czynnej tej archaicznej grupy systematycznej. Powinna ona polegać na introdukcji do naturalnych siedlisk gatunków ginących. Proces ten może odbywać się z wykorzystaniem zdolności do wegetatywnego rozmnażania się tej grupy roślin poprzez fragmentację kłaczy lub służyć temu może znajomość cyklu rozwojowego i znaczenie w nim pokolenia płciowego, gametofitu (Pindel 2002). Gametofit, czyli przedrośle, jest rośliną niewielkich rozmiarów. Może

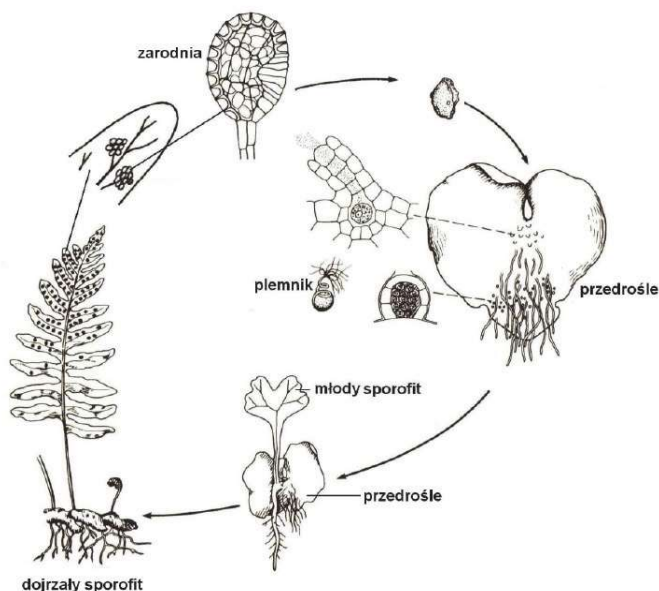
odżywiać się samo- lub cudzożywnie, bądź wchodzić w symbiozę z grzybami. Związek ten nazywany jest mikoryzą. Na przedroślach znajdują się gametangia. W przypadku przedrośli dwupiennych znajdują się one na odrębnych gametofitach. W przypadku form jednopiennych na jednym wspólnym. Zalicza się do nich zredukowaną postać plemni (*antheridia*) oraz rodnie (*archegonia*). Rozwijające się rodnie i plemniki wytwarzające gamety gwarantują rozmnażanie płciowe (Hejnowicz 2002).

Uważa się, że roślinom do prawidłowego rozwoju potrzebne jest tylko kilkanaście spośród 90 występujących w przyrodzie pierwiastków. Przyjęło się dzielić je na organogeny (węgiel, wodór i tlen), makroelementy i mikroelementy wymagane w mniejszych ilościach

Celem niniejszej pracy było sprawdzenie możliwości hodowli gametofitu paprotki zwyczajnej w warunkach laboratoryjnych, a następnie przeniesienie wyhodowanych przedrośli do warunków naturalnych i sprawdzenie możliwości ich potencjalnego rozwoju.

Metodyka pracy

W warunkach hodowli laboratoryjnej założono dwie próbki. Na szalkach Petriego w podłożu z glebą ogrodową i glebą ogrodową zasiloną pożywką Knoppa wysiano zarodniki paprotki zwyczajnej. Celem założenia dwóch niezależnych próbek było porównanie



Na podstawie: M. Podbielkowska, Z. Podbielkowski, *Biologia z higieną i ochroną środowiska*, Warszawa 1992.

Ryc. 1. Cykl rozwojowy paprotników na przykładzie paprotki zwyczajnej (*Polypodium vulgare*) (Podbielkowska, Podbielkowski 1992)

Fig. 1. Development cycle of ferns on the example of wall fern (*Polypodium vulgare*) (Podbielkowska, Podbielkowski 1992)



Fot. 1. Szalki Petriego z założoną hodowlą gametofitów paprotki zwyczajnej, próbka badawcza i próbka kontrolna (*Polypodium vulgare* L.) (M.A. Józwiak)

Photo 1. Petri dishes with established breeding of feline gametophytes, test specimen and control sample (*Polypodium vulgare* L.) (M.A. Józwiak)

warunków i czasu rozwoju zarodników w gametofity w odmiennych warunkach dostępu do substancji mineralnych. Obydwa podłoża hodowlane zachowywały te same warunki wilgotności (82%). Różniły się warunkami pH: pH 5,5 dla ziemi ogrodowej i 6,5 dla podłoża zasilanego pożywką. W skład pożywki Knoppa wchodzi makroelementy, takie jak: KNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ oraz mikroelement – $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Pożywka Knoppa ma za zadanie odżywić, a więc dostarczyć niezbędne do życia sole mineralne rozpuszczone w wodzie.

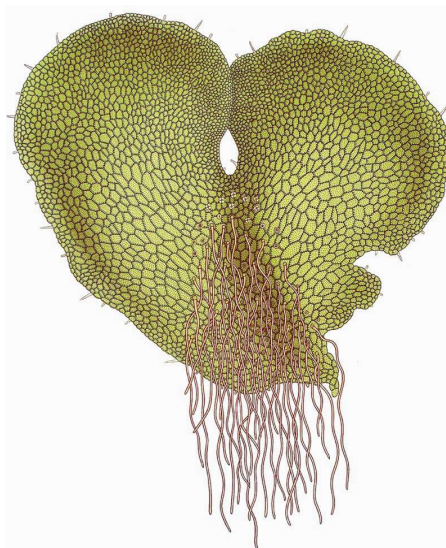
Doświadczenie ma na celu zaobserwowanie rozwoju gametofitu paprotki zwyczajnej. Zarodniki zostaną wysypane na szalki Petriego z przygotowanym podłożem (fot. 1). Obserwacje będą prowadzone codziennie wraz z zanotowaniem dokładnych dat pojawiania się gametofitów.

Charakterystyka obiektu badań

Obiektem badań jest paprotka zwyczajna (*Polypodium vulgare* L.)

W przemianie pokoleń silnie rozwinięte jest pokolenie bezpłciowe sporofit. Pokolenie płciowe, gametofit, po usamodzielnieniu się sporofitu zamiera. Jest najczęściej niepozornym, kilkumilimetrowym, ale samodzielnym przedroślem, przytwierdzonym do podłoża chwytnikami. Jest sercowaty, zielony, asymilacyjnie aktywny (ryc. 2). W skrajnych przypadkach zostaje ograniczony do kilku komórek (Szweykowska, Szweykowski 2003). Stanowiący przedrośle, plechowaty gametofit u paprotników jednazarodnikowych zwykle jest jednopienny, obupłciowy. Dwupienny gametofity występują u skrzypów. Często do prawidłowego rozwoju gametofity potrzebują grzyba mikoryzowego. Po-

kolenie bezpłciowe wytwarza zarodnie. Rozwijają się one na spodzie liści sporofitnych. W trakcie tworzenia zarodników komórki tkanki zarodnikotwórczej, archesporialnej ulegają podziałowi mejotycznemu, wytwarzając mikrospory. Poszczególne zarodnie mają jednowarstwową ściankę i umieszczone są na długich i cienkich trzoneczkach (fot. 3, 4). Otwieranie ich następuje za pomocą komórek półpierzścienia utworzonego przez szereg komórek o silnie pogrubionych ścianach, które po dojrzewaniu zarodników i wyschnięciu ściany zarodni rozrywają jej ściankę (fot. 3, 4) (Cebrat 2007). Otwarcie zarodni połączone jest z gwałtownym odrzuceniem



Ryc. 2. Sercowaty gametofit z archegoniami i chwytnikami paprotki zwyczajnej (*Polypodium vulgare*)

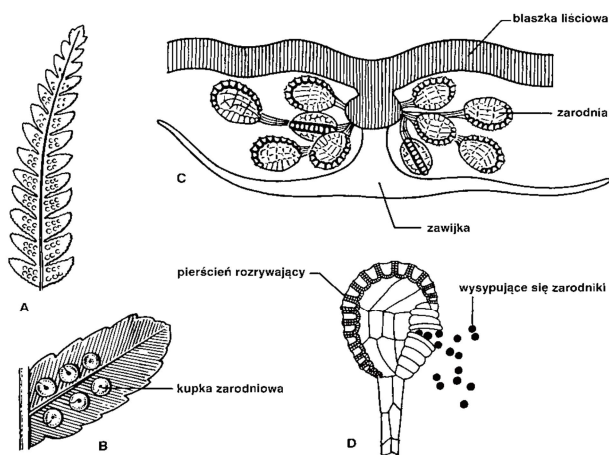
Fig. 2. Heart-shaped gametophytes with archegonia and grasshoppers (*Polypodium vulgare*)

Źródło/Source: <https://www.google.pl/search?q=gametofit+paprotki+zwyczajnej&hl>



Fot. 1, 2. Kupki zarodni na spodzie liści sporofilnych (fot. K. Tatar)

Photo 1, 2. Sporophyllous blooms on the underside of sporophyllous leaves (Photo. K. Tatar)



Ryc. 3. Ułożenie sporangiów na spodzie sporofili *Polypodium vulgare*

Fig. 3. Placing sporangias on the bottom of sporophiles *Polypodium vulgare*

Źródło/Source: <https://www.google.pl/search?q=gametofit+paprotki+zwyczajnej&hl>

górnej jej części do tyłu (Bowes, Mauseth 2008). Sporofit przyjmuje postać dość dużych liści sporofilnych, zaopatrzonych w liczne zarodnie ułożone w kupki (fot. 1, 2, ryc. 3) oraz liści trofofilnych, zielonych, asymilujących. Podziemną część sporofitu stanowi spichrzowa łodyga – kłącze i mocujące roślinę w podłożu korzenie przybyszowe (Szweykowska, Szweykowski 2007). Biologiczną rolę tego pokolenia jest asymilacja, gromadzenie zapasów materiałów odżywczych oraz rozmnażanie bezpłciowe na drodze wytwarzania haploidalnych mejospor, zarodników (ryc. 1).

Zgodnie z kluczem do oznaczania roślin (Rutkowski 2006) systematyka paprotki zwyczajnej przedstawia się następująco:

Domena	eukarionty
Królestwo	rośliny

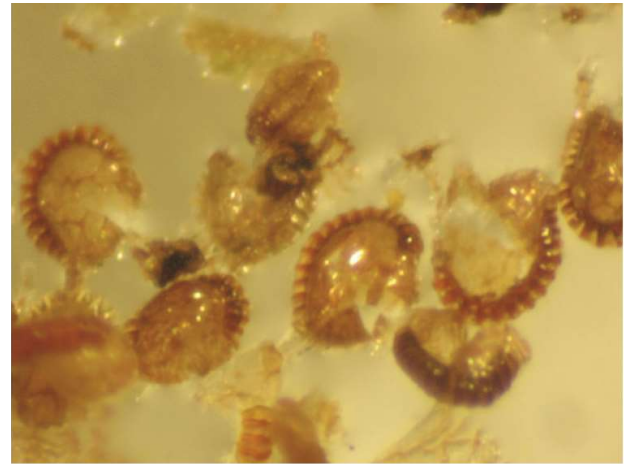
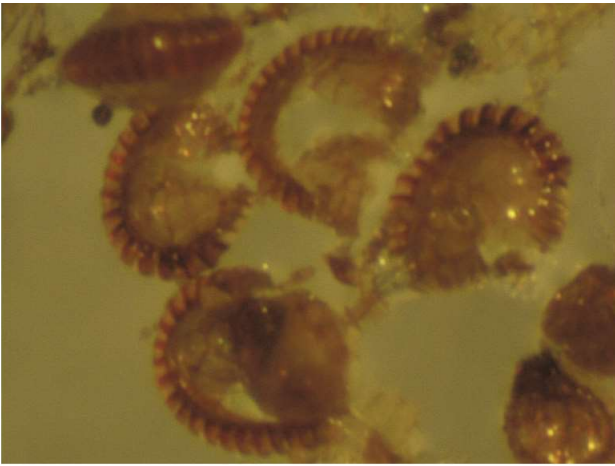
Podkrólestwo	naczyniowe
Kład	<i>moniofity</i>
Klasa	paprocie
Rząd	paprotkowce
Rodzina	paprotkowate
Rodzaj	paprotka
Gatunek	paprotka zwyczajna

Wyniki

Analiza mikroskopowa, pozwalająca na lokalizację zarodni na liściach sporofilnych, a następnie ich dokumentację fotograficzną, wskazała na obecność licznych kulek zarodniowych na spodzie blaszek liściowych. Widoczne w obrazie kupki były osłonięte i w pełni dojrzałe, poukładane parzyście wzdłuż blaszek liściowych.

Wyizolowane zarodnie wykazywały typową dla gatunku budowę. Osadzone na trzonkach komórki półpierścienia zamykały występujące wewnątrz spory. Grubościenne komórki półpierścienia w wyniku wysychania kurczyły celulozowe ściany komórkowe co skutkowało pękaniem ścian zarodni i wysypywaniem się zarodników licznie występujących w obrazie mikroskopowym (Kurczyńska 2007).

Pierwsze rozwijające się gametofity zaobserwowano w czwartym tygodniu od momentu wysypania zarodników na przygotowane podłoże z ziemi ogrodowej. Po upływie pięciu kolejnych dni zielone gametofity pojawiły się na podłożu zasilonym pożywką Knoppa. Dalszy czas obserwacji wykazał szybszy wzrost przedrośli na podłożu zasilanym mikroelementami mimo późniejszego kiełkowania zarodników. Przedrośla rozwijały się nie tylko bezpośrednio na powierzchni gleby, ale również na fragmentach liści sporofilnych.



Fot. 3, 4. Otwarte zarodnie z komórkami półpięścienia (fot. K. Tatar)
Photo 3, 4. Open-throats with cells of the semicircular (Photo. K. Tatar)



Fot. 5, 6. Zielone, łatkowate gametofity paprotki zwyczajnej (fot. K. Tatar)
Photo 5, 6. Green, patchy gametophyte of the common flea (Photo. K. Tatar)

Podsumowanie i wnioski

Paprotniki stanowią istotny element naturalnych ekosystemów lądowych. Ich rola w ekosystemach polega na: wpływie na procesy glebotwórcze, tworzeniu różnorodności gatunkowej, tworzeniu siedlisk dla licznych gatunków bezkręgowców i kręgowców. Są również gatunkami wskaźnikowymi takich parametrów środowiskowych, jak pH i wilgotność podłoża, rozwijają się bowiem na glebach kwaśnych i wilgotnych w obszarach z ograniczonym dostępem do światła. Wiele gatunków zachowuje cechy ewolucyjnych, karbońskich przodków, stanowiąc w ten sposób cenne źródło informacji genetycznych. Zachowanie ich w naturalnych ekosystemach, a zwłaszcza gatunków ginących, powinno być głównym kierunkiem działań pterydologów.

Cel i założenie, jakie podjęto w niniejszej pracy, zostały osiągnięte. Z powodzeniem wyhodowano w warunkach laboratoryjnych przedrośla paprotki zwyczajnej. Dzięki przeprowadzonemu eksperymentowi można wyciągnąć następujące wnioski:

1) zarodniki wysiewane na podłożu kontrolnym (ziemia ogrodowa) i podłożu zasilonym pożywką Knoppa zachowują pełną siłę kiełkowania,

2) kiełkowanie zarodników na podłożu zasilonym w stosunku do kontrolnego odbywa się z pięciodniowym opóźnieniem, na co może mieć wpływ pH środowiska (5,5 próbka kontrolna, 6,5 próbka badawcza),

3) wzrost gametofitów na podłożu wzbogaconym mikroelementami jest szybszy, gametofity, osiągają większe rozmiary.

4) należy podjąć próby hodowli w warunkach laboratoryjnych paproci ginących, co może przyczynić się do ich ochrony gatunkowej.

Literatura

- Allen D.E., Hatfield G., 2004. Medicinal Plants in Folk Tradition: an Ethnobotany of Britain and Ireland. Cambridge: Portland (Oregon) Timber Press.
- Bowes B.G., Mauseth J.D., 2008. Plant Structure. A colour guide. London: Manson Publishing Ltd, .
- Cebat J., 2007. Atlas anatomii roślin. Wrocław.
- Hejnowicz Z., 2002. Anatomia i histogeneza roślin naczyniowych, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kopcewicz J., 2012. Podstawy biologii roślin, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kurczyńska E.U., Borowska-Wykręt D., 2007. Mikroskopia świetlna w badaniach komórki roślinnej, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Lack A.J., Evans D.E., 2005. Biologia roślin, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Matuszkiewicz W., 2006. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. ISBN 83-01-14439-4.
- Pindel Z., 2002, Rodzime gatunki bylin – możliwości zastosowań i ochrony. W: Wieś polska – współczesne przemiany i rozwój „Zagroda w parku krajobrazowym”. Ogólnopolska Konferencja Naukowa. Polski Klub Ekologiczny, Kraków 08.11.2002: 115-117.
- Rutkowski L., 2006. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. ISBN 83-01-14342-8.
- Szweykowska A., Szweykowski J., 2003 Botanika. t. 1. Morfologia. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Szweykowska A., Szweykowski J., 2007. Botanika t. 1: Morfologia, t. 2: Systematyka. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN

STRESZCZENIE

Wiele gatunków paproci to gatunki ginące, występujące nielicznie w siedliskach naturalnych. Wpływ człowieka na środowisko, przekształcanie naturalnych siedlisk w wyniku zabiegów pielęgnacyjnych w lasach, melioracyjnych na łąkach powoduje znaczne ograniczenie występowania wielu gatunków roślin, w tym paprotników (Matuszkiewicz 2006). Współczesne gatunki paprotników krajowych odgrywają rolę w strukturze pionowej ekosystemu leśnego głównie jako roślinność warstwy zielnej, a w niektórych lasach stanowią podstawowy składnik podszytu. Ich rolą w ekosystemach jest tworzenie naturalnych siedlisk dla licznej gatunkowo, żyjącej w tej strefie fauny zarówno bezkręgowców, jak i kręgowców. Złożoność cykli rozwojowych i czas trwania ich przebiegu (widłak goździsty do 16 lat) powoduje, że ochrona gatunkowa *in vivo* jest trudna, a w wielu przypadkach nawet niemożliwa. Wyjściem z sytuacji jest podjęcie prób hodowli gametofitów paprot-

ników *in vitro* w celu umożliwienia szybszego przebiegu cykli rozwojowych i introdukowania ich do siedlisk naturalnych w ilościach, które zabezpieczą zachowanie gatunku w naturalnych siedliskach. Celem pracy było wskazanie możliwości hodowli gametofitu paprotki zwyczajnej i przetestowanie optymalnych warunków jej przebiegu z wykorzystaniem pożywki z pełnym składem mikroelementów, pożywki Knoppa. Udana hodowla ma posłużyć wykorzystaniu przetestowanych warunków do hodowli gametofitów innych gatunków paproci. Wyniki uzyskane w warunkach laboratoryjnych potwierdziły taką możliwość.