Badania nad mykotrofizmem wilczej jagody
(*Atropa belladonna* L.)
w naturalnych i sztucznych warunkach rozwoju
oraz próby powiązania tego zjawiska z zawartością atropiny

*Atropine contents and mycotrophy of Atropa belladonna L. growing on
natural habitats and in culture*

I. FRYDMAN

Dotychczas nie znalazłam żadnej wzmianki w literaturze o współżyciu wilczej jagody z grzybami. Mykoryzą jej nie interesowano się może dlatego, że zagadnienie to dawniej traktowano tylko z punktu widzenia teoretycznego. Dopiero niedawno dzięki bardzo wielu pracom zrozumiano, że współżycie grzybów z korzeniami roślin wyższych ma duże znaczenie praktyczne w żywieniu roślin.

Sens ogólny współżycia roślin wyższych z grzybami jest taki: rośliny wyższe dzięki współżyciu korzystają z materii organicznej gleby, grzyby zaś mykoryzowe nie syntetyzujące pewnych niezbędnych im do życia ciał, na przykład witamin i ich części składowych lub hormonów wzrostowych, znajdują je w formie gotowej do przyswajania w tkankach korzeni rośliny zielonej, dokąd przenikają. Los rośliny zielonej i grzyba zależy od „modus vivendi“ tych symbiontów między sobą. W skrajnym wypadku może zamienić się w pasożytnictwo, wtedy ofiarą pada roślina wyższa lub grzyb. Przeważnie ustala się równowaga chwiejna między trwającymi się wzajemnie symbiontami. Sens mykoryzy stanowi nieustanna walka dwóch organizmów pozostających w ścisłym kontakcie ze sobą.

Dotychczas wiemy, że wrzosowate nie dadzą się przenosić bez równoczesnego szczepienia gleby glebą z ich naturalnego stanowiska, gdzie żyją grzyby symbiotyczne. Również ciemierzycy i ziemowit jesienny nie dadzą się przenosić bez zespołów mikrobów glebowych. Wilcza jagoda nie jest tak ściśle związana ze swymi naturalnymi symbiontami, ale nie wiadomo, czy obywanie się bez nich nie upośledza jej rozwoju.

Według Sieversa, Chevaliera i innych autorów (Hegi) największy procent alkaloidów zawierają rośliny 1-letnie w pierwszej połowie września, kiedy może on dojść do 0,65%. Chevalier poza tym stwierdził, że intensywne nawożenie azotowe (obornik) zwiększyło ilość alkaloidów do 0,75%. Ze zdaniem powyższym zgodne są donie-

Ryc. 1. *Atropa belladonna* na małej luce w drzewostanie w Rościszowie

sienia S a r a j e w e j (1951), że największa zawartość alkaloidów występuje w liściach wilczej jagody jesienią i wynosi przeciętnie 0,73%. Farmakopea francuska zaś twierdzi, że największa zawartość atropiny jest w liściach wilczej jagody na początku kwitnienia rośliny.

Hipotezę roboczą ujęłam w następujące trzy pytania:

1. Jaki wpływ na zawartość alkaloidów ma przeniesienie wilczej jagody z naturalnych warunków rozwoju do uprawy sztucznej?
2. Czy wilcza jagoda jest rośliną mykotroficzną?
3. A jeżeli tak, czy szczepienie gleby symbiontycznymi grzybami jest potrzebne dla uzyskania normalnego plonu atropiny?

Materiał do badań w mej pracy pochodzi z trzech miejscowości, z których próbki gleby ze stanowisk wilczej jagody zostały poddane badaniom chemicznym:

1. Rościszów — Sowie Góry, aturalne stanowisko w borze świerkowym.
2. Ogród Botaniczny — Wrocław, sztuczne stanowisko stworzone przeze mnie.
3. Biskupin — Wrocław, sztucznie założona uprawa.

Ponieważ naturalne stanowisko (Rościszów) jest dość odległe od Wrocławia, więc siłą rzeczy zbiór nie mógł odbywać się równocześnie. Dla-

tego istnieją różnice parodniowe. Rozwój też przebiegał na stanowiskach niejednocześnie. Podczas gdy na stanowisku naturalnym, znacznie wyżej położonym, wypadał okres pełnego kwitnienia, to na uprawach sztucznych, na nizinie we Wrocławiu, kończyło się kwitnienie.

Wybrane 1-letnie okazy wilczej jagody w Rościszowie wykopałam z dużą bryłą ziemi starając się nie naruszyć systemu korzeniowego oraz nie zniszczyć grzybów symbiontów, potrzebnych do zainfekowania nowego stanowiska. Dzięki szybkiemu przewiezieniu roślin nie utraciły one turgoru i od razu zostały wraz z bryłą ziemi odstawione do Ogrodu Botanicznego we Wrocławiu, gdzie już po 4 godzinach posadzone zostały na uprzednio przygotowane poletka pod koroną dębu. Poletka tak dobrano, aby były najbardziej podobne do stanowiska naturalnego, a więc trochę ocienione i osłonięte od wiatru.

Wobec rozbieżności zdań różnych badaczy co do zawartości alkaloidów w różnych okresach wegetacji, liście do analiz zbierałam według zjawisk fenologicznych tuż przed kwitnieniem, w okresie kwitnienia i pod koniec owocowania w ciągu lat 1949—1953, ze wszystkich stanowisk zawsze przed południem, wybierając do badań osobniki o wyglądzie zdrowym, dobrze wyrosnięte i ze stosunkowo dużą masą liści. Liście zrywałam ręcznie, wybierając zdrowe, średniej wielkości, żywo zielone i nanizane luźno na nitce, ostrożnie wynosiłam z danego stanowiska, aby się blaszki nie zetknęły. Na początku suszyłam je, rozwieszając na pobliskim strychu silnie nagrzanym słońcem i dobrze przewietrzanym; później dosuszałam w suszarce elektrycznej w 50°C. Wysuszone, matowozielone, o zapachu aromatycznym wkładałam od razu do potrójnych papierowych torebek i zaklejone odstawiałam do Zakładu Farmakologii Weterynaryjnej w celu dokonania analizy chemicznej¹. Do badań mykoryzowych brałam korzonki najcieńsze 1-rocznych roślin, które po opłukaniu umieszczałam w alkoholu 95% i metodą parafinową sporządzałam trwałe preparaty anatomiczne.

Ryc. 2. *Atropa belladonna* wyrastająca na luce wśród boru świerkowego

¹ Panu prof. drowi A. Szwabowiczowi serdecznie dziękuję za oznaczenie zawartości alkaloidów w liściach.

I. Naturalne stanowisko — Rościszów (i obok: Lasocin, Potoczek Padole, Kamionka, Kuźnica i in.). Położony jest w Sowich Górach blisko 600 m n.p.m., ekspozycja południowo-wschodnia, słoneczne zbocze. Wilcza jagoda rośnie tu

Ryc. 3. *Atropa belladonna* wyrastająca pod okapem zupełnie zwartego drzewostanu świerkowego w Rościszowie. Słońce oświetla liście tylko plamami i to przez krótki czas. Mimo to egzemplarz ten jest doskonale rozwinięty, a w badaniach wykazał przeciętną zawartość atropiny, charakterystyczną dla materiału z Rościszowa

na lukach leśnych w drzewostanie świerkowym. W runie występują: *Solidago sirga-aurea* (masowo), *Rubus idaeus* tworzący miejscami trudne do przebycia „maliniaki“, *Poa nemoralis*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*, *Lactuca muralis*, *Digitalis purpurea*, *Senecio Fuchsi*, *Oxalis acetosella* i in.

Wilcza jagoda występuje tu masowo łanami lub dużymi kępami, jest bardzo okazała (ryc. 1—2), strzelisto wprost w górę rosnąca, o bocznych odgałęzieniach również do góry skierowanych, tak że z dala ma się wrażenie, że rośliny są nie rozgałęzione. Korzenie palowe u starszych okazów są grubości ramienia dorosłego człowieka (ryc. 5). Rozwijają dość grube, mocne łodygi i masę dużych mozaikowato względem słońca ułożonych liści.

Osiągalne dane klimatyczne dla stanowiska tego zaczerpnęłam z „Deutsches Meteorolog. Jahrbuch“. Niestety dotyczą one lat 1924—1933.

	M i e s i a c e											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura	1,4	2,2	1,8	6,5	12,0	14,4	17,5	16,0	13,3	7,9	4,0	1,5
Opady w mm	30	26	27	58	93	90	93	78	44	39	46	28

Profil glebowy stanowiska:

- 0 — 5 cm Poziom ściółki leśnej o bardzo dobrym rozkładzie.
- 5 — 25 cm Poziom gliniasto-piaszczysty o składzie mechanicznym powstałym na skutek zwietrzenia gnejsów, zawiera odłamki skalne, jest brunatnoczerwony.

24 — 35 cm Gruba ziarnista zwietrzelina z odłamkami skalnymi.

35 — 58 cm Gruz skalny z gruboziarnistą zwietrzeliną, poniżej 58 cm gnejsy biotytowe.

II. Ogród Botaniczny we Wrocławiu. Trzy stanowiska sztuczne:

1. Ocienione przez potężnie rozrośnięty dąb. Na środku poletka zasadzono kilka 1-rocznych okazów przywiezionych wraz z glebą z Rościszowa. Dokoła nich wysiano jesienią nasiona pozyskane z naturalnego stanowiska w Rościszowie. Na wiosnę z tychże nasion wyhodowano rozsadę i dosadzono do istniejących już roślin. Oprócz tego rozsiał się już samorzutnie okazy przywiezione z Rościszowa. Tym sposobem stale powiększała się uprawa. Cel doświadczenia: wpływ zmiany stanowiska na zawartość alkaloidów i obecność mykoryzy.

Pokrój okazów, które tu wyrosły, wybitnie różni się od okazów z lasu. Rosną one wszerek, rozgałęziają się bardzo od samej podstawy, dochodzą zaledwie do 50—70 cm wysokości. Liście mają znacznie mniejsze, kwitną i owocują wcześniej niż w Rościszowie (ryc. 4).

2. W innym miejscu Ogrodu Botanicznego, na otwartym, nasłonecznionym miejscu założyłam jesienią 1951 r. poletko złożone z 2 pól po 1 m²:

Ryc. 4. *Atropa belladonna* na poletku doświadczalnym w Ogrodzie Botanicznym we Wrocławiu. Fotografia wykonana w rok po przeniesieniu z boru świerkowego w Rościszowie.

pierwsze zasiałam nasionami z naturalnego stanowiska w Rościszowie, drugie zasiałam nasionami ze sztucznego stanowiska w Ogrodzie Botanicznym.

Cel doświadczenia: wpływ nasłonecznienia na zawartość atropiny i na rozwój grzybów mykoryzowych.

Ryc. 5. *Atropa belladonna*. Korzeń palowy. Dla porównania umieszczono obok łopatkę saperską. Rościszów.

Uzyskane siewki już w 1—2 roku życia osiągnęły 40—50 cm, rosły wprost do góry pionowo, liście miały mniejsze niż w lesie i mniej liczne, w drugim roku życia już owocowały. Również jesienią 1951 r. wysiałam pewną ilość nasion do skrzynki ułożonej na zimę w inspekcie w temperaturze blisko 0°C.

5.III.1952 wysiałam nasiona do skrzynki w szklarni w temperaturze 10—15°C.

20.IV.1952 siewki przepikowałam w skrzynkach z glebą mieszaną (ściółka z liści, ziemia z inspektów, torf i piasek).

17.V.1952 część rozsady przepikowałam na pólka w Ogrodzie Botanicznym.

3. Jeszcze w innym miejscu Ogrodu w pełnym cieniu, pod koroną lipy, na poletkach zasianych jesienią 1952 r. wyrosły, choć znacznie później, bardzo liczne okazy, które przepikowałam na grzędy na Biskupinie.

Dane klimatyczne dla stanowiska sztucznego w Ogrodzie Botanicznym we Wrocławiu pochodzą z publikacji pt. *Prace Zakładu i Obserwatorium Meteorologii i Klimatologii Uniwersytetu i Politechniki we Wrocławiu*. Są to średnie z ośmiolecia 1946—1953.

	M i e s i ą c e											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Srednia temperatura	1,4	1	2,5	10	14	17	19	17,5	14	7,5	4,3	0,1
Opady w mm.	43	35	29	31	63	58	66	76	31	32	50	30

III. Stanowisko sztuczne na Biskupinie we Wrocławiu, blisko stawu; z jednej strony czyste pole, z drugiej ogród warzywny. Ziemia bardzo dobrze uprawiona i oczyszczona z chwastów, które tam bardzo szybko rosną. Całość doświadczenia na pełnym słońcu obejmuje pół ara ziemi bogatej w próchnicę, głęboko przekopanej i spulchnionej. Pole to podzieliłam głęboką bruzdą na dwie części, z których jedna została zaszczipiona 40 kg gleby leśnej z naturalnego stanowiska wilczej jagody z Rościszowa.

Przeszło 110 sztuk rozsady (uzyskanej z nasion zasianych 5.III.1952 r.) rozsadziłam na obu poletkach równomiernie, w ciepły pochmurny dzień, po ulewnym deszczu. Dobrze, bujnie wyrosła tu wilcza jagoda, a okazy niczym się nie różniły zewnętrznie między sobą, dochodziły do 50 cm wysokości i w 1 roku życia bardzo były podobne do roślin wyrosniętych na pełnym słońcu w Ogrodzie Botanicznym.

Cel doświadczenia: wpływ nasłonecznienia i szczepienia na zawartość atropiny i obecność mykoryzy.

Profil glebowy stanowiska ²:

- 0 — 23 cm Poziom piaszczysto-gliniasty z domieszką próchnicy.
23 — 36 cm Poziom gliniasty z rdzawymi naciekami żelazistymi.

² Panu prof. drowi St. Kowalińskiemu dziękuję za pomoc w terenie przy opracowaniu profilów glebowych.

30 — 80 cm Poziom sinobiałej glinki ze słabymi popielatymi naciekami rdzawo-żelazistymi (gley). Poniżej znajduje się woda gruntowa.

System korzeniowy wilczej jagody tak z naturalnych, jak i sztucznych stanowisk jest potężnie rozwinięty. Korzeń główny palowy i boczne korzenie mają kształt walcowaty. Korzenie są silnie rozgałęzione, najmłodsze i najcieńsze prawie przezroczyste, bardzo delikatne. Korzeń palowy u starszych okazów bardzo silny i gruby (ryc. 5).

Na przekroju poprzecznym najcieńszych korzonków (ryc. 6) widzimy miękisz korowy dwu- lub trójwarstwowy. Najbardziej zewnętrzna warstwa kory, egzoderma, składa się z komórek bardzo dużych, wielobocznych, o konturach tępowych i błonach nieco pofalowanych w kierunku stycznym. Pod egzoderma znajduje się 2—3 warstwy miękiszu korowego, składające się z komórek parenchymatycznych, wielobocznych o zarysie łagodnym, zaokrąglonym, o błonach cienkich, pofalowanych. Występują tu dość duże przestwory międzykomórkowe. W zewnętrznej warstwie komórek miękiszu są dość duże strzępki grzyba bez przegród poprzecznych, bezbarwne, cienkie, przeważnie kształtu kielbasek o grubości 4—11 μ . Oprócz tego trafiają się w tej warstwie również nadtrawione strzępki.

Ryc. 6. *Atropa belladonna*. Przekrój poprzeczny mykoryzy endotroficznej typu tamniskofagicznego. Rysunek schematyczny. A — egzoderma; B — arbuskule wewnątrz komórki miękiszu; C — epiderma; D — perycykl; E — naczynia; F — zdrowe strzępki grzyba.

W najbardziej wewnętrznej warstwie miękiszu korowego, przylegającej do endodermy, w komórkach owalnych znajdują się skupienia ziarnistej substancji żółtawej barwy. Są to komórki fagocytowe, które trawią strzępki grzyba. Endoderma nie jest atakowana przez strzępki. Jest to typowa mykoryza endotroficzna.

Centrum przekroju zajmuje walec osiowy, odgraniczony od kory endoderma złożoną z wielobocznych komórek ściśle do siebie przylegających, o błonach niezgrubiałych. Za endoderma zalega jednowarstwowy cienkościenny perycykl. W samym środku walca osiowego znajdujemy przeważnie dwie wiązki naczyniowe i dwie sitowe.

Budowa anatomiczna korzeni u wszystkich badanych okazów jest taka sama, natomiast strzępki wewnątrz komórek korzeni różnych okazów mają niejednolity charakter. Nasuwa się przypuszczenie, że różne gatunki grzybów wchodzi tu we współżycie.

Ryc. 7a. *Atropa belladonna*. Przekrój podłużny mykoryzy endotroficznej typu tamniskofagicznego. Zdjęcie uzupełniono rysunkiem spod mikroskopu celem uwydatnienia struktury organelli wewnątrzkomórkowych; a — błona komórkowa rośliny zielonej; b — strzępki grzyba (główne pnie drzewinki); c — sporangiole powstające jako ostatnie rozgałęzienie drzewinki (arbuskuli).

Ryc. 7b. Jak ryc. 7a, lecz bez „retuszu“, więc widać tylko część szczegółów

Komórki trawienne (fagocytowe) przeważnie wykazują twory grzybowe podobne do rozgałęzionych silnie drzewek (ryc. 7), które nazywamy arbuskulami. Jest to cechą charakterystyczną mykoryzy tamniskofagicznej.

Rzadziej trawione są kłębuszki strzępek (ryc. 8) charakterystyczne dla mykoryzy tolypofagicznej (częstsze w warunkach nienaturalnego środowiska).

Korzenie mykotroficzne stanowią bardzo duży procent ostatnich rozgałęzień systemu korzeniowego wilczej jagody.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Praca moja trwała pięć lat. Pierwsze zbiory i obserwacje w Rościszwowie wykonałam w 1949 r. Potem stopniowo poszerzałam „uprawy“ i zbiory. Wynikiem tej pracy jest syntetyczna tabela, w której dane o ilości atropiny w poszczególnych wariantach doświadczeń są średnimi z kil-

T a b e l a 1

Analiza chemiczna gleb

Analizę gleby wykonała Stacja Chem. Roln. IUNG.

1	2	3	4	5	6	7	8
Stanowisko	Typ gleby	Odczyn gleby pH	N amoniakalny w mg na 100 g gleby	N azotanowy w mg na 100 g gleby	P ₂ O ₅ wg Engera w mg na 100 g gleby	K ₂ O wg Engera w mg na 100 g gleby	Substancji organicznej w %
Rościszów Sowie Góry	Gleba górska na zwietrzeli- nie gnejsów	4.2 5.1	1,22—2,26	1,50—2,82	0.9 7,7	15—39	4.4—7,1
Ogród Bot. Wrocław	Gleba lekko gliniasta na piasku	5.3-6.2	0,89-1,83	1,50-1,93	17,3-20,0	9,0-10,0	3.3-3.0
Biskupin Wrocław	Gleba piaszczysto-gliniasta średnio zbielicona na glinie oglejonej	5,9	1,60	0,24	10,2	4,0	1,7

ku analiz. Ilość ta podana jest w procentach obliczonych w stosunku do suchej masy liści.

Rubryki omawiające mykotrofizm zawierają wyniki badań kilkuset korzeni.

Porównując dane zawarte w tabeli 2 musimy traktować je rozmaicie: dane z Rościszowa i Ogrodu Botanicznego we Wrocławiu trzeba traktować jako dane orientacyjne, natomiast doświadczenia na Biskupinie dają materiał porównawczy.

1. Wilcza jagoda na stanowisku naturalnym w górach zawiera prawie stałą ilość atropiny, wahającą się od 0,25—0,54%.

2. Wilcza jagoda uprawiana na stanowiskach nienaturalnych zawiera atropiny od 0,26—0,59%.

3. Z obu powyższych punktów wynika, że uprawa wilczej jagody nie wymaga specjalnej troski. Ilość bowiem atropiny w sztucznej uprawie nawet się zwiększa.

4. Nikłe różnice otrzymane w doświadczeniach, dotyczące zawartości atropiny w różnych porach zbioru, nie pozwalają na wyciąganie wiążących wniosków.

Tabela 2
Zestawienie wyników badań

Rościszów — Sowie Góry	Ogród Botan. — Wrocław		Biskupin — Wrocław	
	Pod koroną dębu	Na pełnym słońcu	Na pełnym słońcu	Na pełnym słońcu
Pod okapem leśnym	Gleba szczepiona	Gleba nie szczepiona	Gleba szczepiona	Gleba nie szczepiona
Rośliny wieloletnie	Rośliny 1—3-letnie sadzone i siane	Rośliny 1-roczne siane *		
Suszone na strychu i w suszarce przy 50°C	Suszone na strychu i w suszarce przy 50°C.	Suszone w suszarce przy 50°C.		
Mykoryza tamniskofagiczna	Mykoryza tamniskofagiczna	Mykoryza brak	Mykoryza gliczna	Mykoryza tolypofagiczna
Zawartość ‰ alkaloidów w czerwcu				
0,25 — 0,50	0,54	0,58	0,54	0,30
Zawartość ‰ alkaloidów we wrześniu				
0,26 — 0,54	0,29 — 0,46	0,26 — 0,51	0,31 — 0,59	0,28 — 0,51
W warunkach naturalnego rozwoju wahania ‰ alkaloidów są minimalne	Wpływ słońca i koncentracji roztworów glebowych wydaje się lekko zwiększać zawartość alkaloidów. Brak symbiozy wydaje się również zwiększać ‰ alkaloidów			
	Wpływ grzybów, które w pierwszym stadium tworzą mykoryzę identyczną, lecz o różnej wartości biologicznej. Mogą tu również działać inne czynniki przeniesione z warstwą A ₁ z lasu, np. rozp. próchnica.			

5. Tylko w jednym wypadku, na poletku w Ogrodzie Botanicznym, wilcza jagoda obywatła się bez współzycia z grzybami.

6. W warunkach naturalnych zespołów górskich wilcza jagoda tworzy zawsze obfitą mykoryzę endotroficzną typu tamniskofagicznego.

Ryc. 8. *Atropa belladonna*. Przekrój poprzeczny przez mykoryzę tolypofagiczną. Twór sklerotoidalny wewnątrz komórki miękkiszowej. O takich sklerotach są wzmianki w pracach T. Dominika

Ryc. 9. *Atropa belladonna*. Podreztuszowany fragment komórki fagocytowej z trawionym kłębuszkiem strzępek. Mykoryza tolypofagiczna pow. ca 400 ×

7. W warunkach uprawy może tworzyć zarówno mykoryzę tamniskofagiczną, jak i tolypofagiczną.

8. Szczepienie gleby wziętej pod uprawę wilczej jagody glebą wziętą spod naturalnego zespołu z wilczą jagodą gwarantuje mykotroficzne odżywianie tej rośliny, lecz nie zwiększa wydajnie zawartości atropiny. Wyniki zresztą bywają sprzeczne. Na Biskupinie gleba szczepiona dała wilczą jagodę bogatszą o 0,24% atropiny w porównaniu z nie szczepioną, podczas gdy w Ogrodzie Botanicznym wilcza jagoda autotroficzna wykazała większy procent atropiny niż mykotroficzna.

9. W doświadczeniach może wpływać jeszcze na wyniki domieszka samej gleby leśnej zawierająca rozpuszczalną próchnicę. Jednakże nie widać tego w doświadczeniu w Ogrodzie Botanicznym.

10. Nawet w glebie nie szczepionej wilcza jagoda znajduje symbiotyczne grzyby. Początkowe obniżenie % atropiny w takim wypadku w stosunku do gleby szczepionej może wskazywać na niedopasowanie się sym-

biontów lub na walnę, która jednak daje wynik korzystny dla rośliny, bo w rozwoju nie widać różnicy, a w jesieni już 0% atropiny jest prawie równy.

11. Ogólny wniosek praktyczny z mych doświadczeń brzmi, że nie potrzeba dbać o symbiotyczne grzyby dla upraw wilczej jagody, gdyż rozwija się ona równie dobrze z przygodnie spotkanymi symbiontami i daje równie wartościowy plon. Stanowisko nasłonecznione wydaje się wpływać korzystnie na 0% atropiny.

Niech mi wolno będzie na tym miejscu wyrazić najgłębszą wdzięczność prof. drowi inż. Tadeuszowi D o m i n i k o w i za kierownictwo naukowe tej pracy.

Zakład Fitopatologii i Mykologii WSR
we Wrocławiu

(Wpłynęło dn. 5 VII.1954 r.)

S U M M A R Y

The author studied the mycotrophy and the atropine content in the leaves of *Atropa belladonna* growing on natural habitats and cultivated by her during 5 years (1949—53) in various conditions of development.

The results and conclusions of the work are as follows:

1. The amount of atropine in the leaves of *Atropa belladonna* growing on its natural mountain habitats (in Piceetum associations of Sowie Góry in Silesia) is nearly constant. It is from 0.25—0.54%. For the plants cultivated in Wrocław it was found 0.26—0.59%.

2. No remarkable influence of the time of crop and of the chemical soil properties on the atropine contents was found by the author. It seems that the presence of assimilable phosphorus in a greater amount causes a slight increase of the atropine content.

3. In natural conditions of mountain associations *Atropa belladonna* develops always an abundant endotrophic mycorrhiza of the thamniscophagic type. Cultivated plants developed the thamniscophagic or tolypophagic type of mycorrhiza. Cultivated specimens of *Atropa belladonna* showed no symbiosis with fungi in one case only.

4. Inoculation of soil used for cultivation of *Atropa belladonna* with the soil taken from the natural association of this plant secures its mycotrophic condition, but the content of atropine does not increase. The results were, however, different. Plants cultivated on inoculated soil in the quarter of Wrocław called „Biskupin“ showed a greater amount of atropine than those growing on not inoculated soil, whereas autotrophic specimens of *Atropa belladonna* cultivated in the Botanical Garden of Wrocław showed a greater percentage of atropine than those with mycorrhiza.

5. Soluble humus present in the forest-soil used for inoculation did not influence evidently the result of the author's experiments, though such an influence was theoretically possible.

6. *Atropa belladonna* finds symbiont fungi even in not inoculated soil. An initial decrease of alcaloid percentage in such a case in comparison with plants growing on inoculated soil may indicate the lack of accommodation of the symbionts, perhaps a fight, which ends positively for the higher plant, because the development is similar and the percentage of alcaloids in the autumn nearly the same.

7. *Atropa belladonna* develops equally well with accidentally met symbionts as with natural ones and gives equally valuable crops. Sunny habitats seem to influence positively the percentage of alcaloids.

L I T E R A T U R A

- Asai T., 1934, Über das Vorkommen und die Bedeutung der Wurzelpilze in den Landpflanzen, „Japanese Journal of Botany“, Tokio.
- Bekietowski D. N., 1932, K biologii żółtej belladonny, Trudy siewierokawkazskiego instituta spieczalnych i tiechnicznych kultur.
- Borkowski B., 1952, Zarys farmakognozji, Surowce o budowie tkankowej, Warszawa.
- Blinowski i Szaljt, 1944, Dikorastuszczaja-belladonna w Zapadnom Kopet-Dage, Trudy Turkm. filiała Akad. Nauk SSSR, 8, 5, s. 260, 263.
- Burgeff H., 1943, Problematik der Mykorrhiza, „Die Naturwissenschaften“, Jhrg. 31.
- Dominik T., 1951, Mykorrhiza, Warszawa.
- Frydman I., 1954, Mykotrofizm ziemniaków uprawnych, „Postępy Nauki Roln.“.
- Gonczarowa G., 1946, Tretij god kultury *Atropa belladonna* w Tomskie, Nowyje lekarstwiennyje rastienja Sibiri i ich leczebnyje prieparaty w II, Tomsk.
- Gusinin J. A., 1951, Toksikologia jadowitych rastenij, Moskwa.
- Hegi A., 1929, Illustrierte Flora von Mittel-Europa Bd. IV, München.
- Kelley A., 1952, Mykotrofja u rastenij, Moskwa.
- Jaczeński A., 1943, Osnowy mikologii, Moskwa.
- Magrou P., 1940, Sur la culture de quelques champignons de mycorrhizes à arbuscules et à vésicules, „Revue Générale de Botanique“ (odbitka autorska).
- Motyka J. i Panyecz, 1936, Rośliny lecznicze i przemysłowe w Polsce, Łwów-Warszawa.
- Muszyński J., 1946, Uprawa i zbiór roślin leczniczych, Łódź.
- Ostankowicz A. H., 1931, Kultura belladonny (*Atropa belladonna*) w uślaw-jach BSSR, Informacionnyj Biulleten „Lektechsyre“, nr 3—7.
- Parenko H., 1946, Kultura belladonny, Lekarstwiennoje rastienjewodstwo 32, s. 16, Łubny.
- Piechoto F. O., 1934, Belladonna, Trudy „Wiłar“ T. II, Simferopol, s. 64.
- Kosiba H., 1953, Prace Zakładu i Obserwatorium Meteorologii i Klimatologii Uniwersytetu i Politechniki we Wrocławiu, Wrocław.
- Sarajewa P. I., 1952, Kultura lekarstwiennych rastenij, „Wiłar“, Moskwa.
- Schaeede R., 1943, Die pflanzlichen Symbiosen, Jena, G. Fischer.

- Schube T., 1903, Die Verbreitung der Gefäßpflanzen in Schlesien, Schl. Gesell. f. vaterländische Kultur, Breslau.
- Sievers E., 1953., Untersuchungen über die Mycorhizen von Allium- u. Solanum-Arten, „Archiv f. Mikrobiologie“ Bd. 18, s. 289—321.
- Szwejkowski L., 1950, Rośliny lecznicze występujące w stanie dzikim. Kraków.
- Zarubina M. P., 1941, Belladonna, Moskwa.
- Ziemlinskij S. E., 1949, Lekarstwiennyje rastienija SSSR, Moskwa.