

MIECZYŚLAW GÓRNY

Nawożenie a ochrona lasu

Удобрение и лесозащита

Fertilization and Forest Protection

Istnieją w ochronie lasu dwa kierunki w zwalczaniu szkodników i chorób drzew. Pierwszy polega na likwidacji stanu predyspozycji lasu czy poszczególnych roślin na przyjęcie szkodnika lub choroby. Drugi, zwany patogenicznym, polega na zwalczaniu szkodnika metodami bezpośrednimi. Obydwa kierunki znajdują dziś praktyczne zastosowanie w leśnictwie. W przypadkach groźnego pojawu szkodnika, często jedynym wyjściem są zabiegi radykalne likwidujące patogena. Tam, gdzie warunki pozwalają, można i należy stosować zabiegi likwidujące dyspozycję lasu na zaatakowanie przez szkodniki.

Czynniki dyspozycyjne to wszelkie odchylenia od optymalnych warunków rozwojowych drzewostanów. Jednym z ważniejszych czynników decydujących o odporności drzewostanów są warunki siedliskowe. Wśród nich ogromne znaczenie ma gleba, jako środowisko życia i baza pokarmowa. Na ten czynnik zwrócono ostatnio większą uwagę. Dowodem tego są zakrojone na szeroką skalę badania USA, Związku Radzieckiego i kilku państw europejskich, nad wzbogaceniem i uodpornieniem ubogich siedlisk leśnych przez nawożenie mineralne. Szczególnie prace niemieckie, prowadzone w warunkach najbardziej zbliżonych do naszych, dostarczają dużo ciekawych wyników. Omówienie efektów badań nad wzbogaceniem ubogich siedlisk i zlikwidowaniem lub zmniejszeniem stanu podatności starszych drzewostanów na uszkodzenia przez szkodniki i choroby jest właśnie przedmiotem niniejszego artykułu.

Predyspozycja drzewostanów może polegać, jak to określa Koehler (6), na tzw. „chorobach młodości”, to jest wszelkich nienormalnościach w początkowym okresie rozwoju, odbijających się ujemnie w późniejszym wieku. Poza tym, jak wykazują liczne prace (16, 17, 26, 29), masowe występowanie owadów szkodliwych w lesie związane jest z siedliskami o słabej bonitacji lub takimi, na których w wyniku wieloletniego usuwania ścióły lub jednostronnych zabiegów gospodarczych, doprowadzono do poważnej degradacji gleby. Między innymi Schwerdtfeger (25) podaje, że na dobrych bonitacjach, szkody wyrządzone przez sówkę choinówkę (*Panolis flammea* Schiff.) są dużo mniejsze niż na słabych i że śmiertelność gąsienic sówki na silnie żywiczających sosnach jest większa. Podobnie Neugebauer (14) stwierdził wysoką śmiertelność zwójki sosnoweczki (*Evetria buoliana* Schiff.) na dobrze przyrastających sosnach. Merker (12) opisuje, że kornik drukarz (*Ips typographus* L.) opadał przede wszystkim drzewa na siedliskach suchych, unikając

siedlisk wilgotnych, gdzie drzewa były w pełnym turgorze. Z drugiej strony już w 1916 r. Hoffmann (5) wnioskował, że nawożenie pełne wpływa ograniczająco na pojaw ogłodków (*Scolytinae*) na śliwach. Podobnie stwierdzono (4), że świerk sitkajski (*Picea sitkaënsis*) silnie atakowany był przez bielojada (*Dendroctonus micans* Kugel) na ubogich glebach. Nawożenie azotowe (NH_3) spowodowało silniejsze wydzielanie żywicy i doprowadziło do likwidacji tego szkodnika. W innym przypadku Brünning (1) w swoim podręczniku omawiającym zagadnienia nawożenia w leśnictwie, wspomina o silnym porażeniu grochodrzewu (*Robinia pseudacacia* L.) misecznikiem *Eulecanium corni* Bché. f. *robinarium* Dgl., na powierzchniach, na których potas znajdował się w niedostatecznej ilości. Liczba szkodnika była tak duża, że niektóre drzewka zginęły. Na działkach nawożonych miseczniki były bardzo nieliczne lub nie było ich wcale.

Wyniki przytoczonych wyżej i innych prac, skłoniły do przeprowadzenia szczegółowych i szerszych badań. Założono więc doświadczenia z nawożeniem mineralnym drzewostanów (21). Celem ich było wyjaśnienie wpływu nawożenia na poprawę warunków siedliskowych, w tym również wodnych, oraz wyjaśnienie możliwości uodpornienia drzewostanów przed uszkodzeniami ze strony szkodliwych owadów lub przez choroby. Mimo że badania tu omawiane nie zostały zakończone, uzyskane wyniki są podkreślenia.

W badaniach wstępnych (2, 16, 17, 24) stadia żerujące niektórych szkodników drzew iglastych (szczególnie sosny) były żywione igłami drzew, traktowanych uprzednio różnymi kombinacjami podstawowych składników pokarmowych i mikroelementów. Okazało się że potas i mikroelementy działały korzystnie, natomiast wapń, azot i fosfor — niekorzystnie na owady doświadczalne. Szczególnie owady karmione igłami z drzew rosnących na powierzchniach nawożonych azotem, wykazywały słabszą żywotność i zwiększoną śmiertelność. Według Oldiges a (17), w warunkach laboratoryjnych, gąsienice sówki i poprocha (*Bupalus piniarius* L.) w stadium L_2 , w 53—70% wybierały gałązki z powierzchni nie nawożonych.

W badaniach zakrojonych na szerszą skalę, powierzchnie doświadczalne założono na terenach gradacji szkodliwych owadów: sówki, poprocha i barczytki sosnowki (*Dendrolimus pini* L.) (17), borecznika sosnowego (*Diprion pini* L.) (24), piłecznicy świerkowej (*Pristiphora abietina* Christ.) (15), brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) (12) i brudnicy nieparki (*Lymantria dispar* L.) (16).

W doświadczeniu z sówką i poprochem stwierdzono, że na powierzchniach nawożonych, szczególnie solami azotowymi, śmiertelność najmłodszych stadiów gąsienic sówki i poprocha, a także mniszki i barczatki, wyraźnie wzrosła (16, 17). Wzrost śmiertelności spowodowany został zwiększeniem zawartości żywicy w pąkach i szpilkach sosny, zalewającej młode żerujące gąsienice oraz silniejszym wykształceniem pączków, o łuskach nie zawsze możliwych do przegryzienia przez młode owady. Na powierzchni z poprochem stwierdzono, że liczba poczwerek przezimowanych na działce nawożonej była mniejsza niż na kontrolnej. U gąsienic poprocha stwierdzono w ciągu okresu rozwoju około 65% śmiertelność na powierzchniach nawożonych, w porównaniu do około 48% na powierzchniach kontrolnych (w drugim powtórzeniu tego doświadczenia nie otrzymano jednak istotnych różnic).

W doświadczeniu założonym w czasie silnej gradacji borecznika sosnowego stwierdzono, że mimo możliwości nawędrowania na niewielkie stosunkowo powierzchnie doświadczalne, zagęszczenie szkodnika (szczególnie na powierzchniach nawożonych solami azotowymi) było o około 50% mniejsze niż na działkach kontrolnych. Na podstawie pomiaru średnic kokonów oraz stwierdzenia, że podczas trwania gradacji średnica kokonów zwiększa się z generacji na generację, postawiono hipotezę, że

drzewostan o stosunkowo niedużej ilości szkodników (na początku gradacji) ma się tak do drzewostanu o dużej ilości szkodników (w czasie wzrastania ich populacji), jak powierzchnia nawożona do nienawożonej. Prawdziwość tego przypuszczenia wykażą dalsze badania.

W badaniach nad piłecznicą świerkową (15, 26) stwierdzono na powierzchniach nawożonych związkami wapnia, zredukowanie populacji o ok. 50%, w porównaniu do powierzchni kontrolnych.

M e r k e r (12) podaje, że nawożenie azotowe spowodowało ograniczenie populacji mniszki i nieparki o 50–80%, w porównaniu do powierzchni nienawożonych.

W doświadczeniu z brudnicą nieparką (16), założonym w drzewostanach dębowym i bukowym, nie stwierdzono żadnych różnic w śmiertelności szkodników pod wpływem nawożenia. Być może drzewa liściaste potrzebują dłuższego czasu do zareagowania na nawożenie mineralne.

Przeciwnie niż u wszystkich wyżej wymienionych owadów, zaznaczył się wpływ nawożenia na mszyce. Zauważono np. (23), że nawożenie nie wpływało hamująco na występowanie *Phaeocryptopus (Adelopus) gäumanni* Rohde, na daglezi. O l d i g e s (17) podaje, że na powierzchniach nawożonych wystąpiła w latach obserwacji duża ilość mszyc *Cinara pini* L., będącej główną producentką spadzi w borach sosnowych. Mszyca ta normalnie występuje w niewielkiej ilości, stąd drzewostany sosnowe nie są zbyt urodzajnym pastwiskiem dla pszczoł. Ze względów pszczelarskich oraz ze względu na to, że spadzią odżywia się ponad 200 gatunków owadów, w tym wiele pasożytniczych i drapieżnych, należy zwrócić uwagę i na ten efekt nawożenia.

Przeprowadzono również szereg badań w celu stwierdzenia roli, jaką odgrywają poszczególne składniki nawozów w uodpornieniu drzew. Stwierdzono, że najwyraźniej na zwiększenie odporności drzew wpływało nawożenie azotowe. Wykazano różnice w zależności od tego, czy stosowano azot w formie azotanowej czy amoniakalnej (NH_3). O l d i g e s (17) wykazał, że gąsienice kilku wymienionych gatunków szkodników ginęły w większej ilości na powierzchniach nawożonych solami azotowymi. S c h w e n k e (24) natomiast, w wypadku borecznika, wykazał większą skuteczność NH_3 .

Ze względu na to, że na powierzchniach nawożonych stwierdzono szybsze drewnienie igieł sosnowych, próbowano zbadać (12), w jakim stopniu stwarza to przeszkodę mechaniczną dla młodych gąsienic. W tym celu rozdrobniono maszynowo igły z powierzchni nawożonych i nienawożonych, tak aby zlikwidować trudność ich mechanicznego rozdrobnienia. Mimo posiekania, igły z powierzchni nawożonej działały niekorzystnie na rozwój owadów doświadczalnych. Przyjęto więc prawdopodobieństwo wpływu innego czynnika.

Jak wykazano, wpływ nawożenia na śmiertelność szkodników to nie tylko wzbogacenie drzew leśnych w substancje mineralne, ale i w wodę (10, 16). Badania prowadzone nad wpływem bilansu wodnego drzewa (24) na żerujące na nim owady wykazały, że w wyniku zaburzenia bilansu wodnego i zwiędnięcia rośliny, zachodzą takie zmiany, jak zmniejszenie zawartości azotu w liściach w wyniku przebudowy białka i przemieszczenia zhydrolizowanych części białkowych, zwiększenie udziału rozpuszczalnych związków azotowych w liściach i zwiększenie w nich zawartości zredukowanych cukrów w wyniku zaszłych zmian. Czynniki te nie pozostają bez wpływu na żerujące owady (13).

Wyniki analizy chemicznej igieł sosny z powierzchni nawożonych wykazały zwiększoną zawartość azotu (26), w konsekwencji różnice w ilości ciał białkowych. Działanie nawożenia polega: 1) na zwiększeniu ilości białka w liściach, w wyniku dodania azotu, 2) na polepszeniu warunków glebowych w przypadku stosowania

wapnia. W konsekwencji nawożenie poprawia reżim wodny i uodpornia drzewo na utratę wody. Także uprawa gleby przez polepszenie przewietrzalności i zmniejszenie parowania, polepsza stan zaopatrzenia drzewa w wodę. Znajdujące się w liściach zredukowane cukry są regulatorami rozmnażania odżywiających się nimi owadów, przy czym w przypadku zaburzeń zawartości wody w drzewie, wzrasta ilość cukru w liściach, polepsza się pokarm dla szkodnika i zwiększa jego siła rozmnażania. Odwrotnie jest przy polepszeniu warunków wodnych. W przeciwieństwie do cukrów, nie znany jest wpływ zaburzeń w zawartości białka liściowego na rozwój żerujących owadów. Być może wyjaśnia to dalsze badania.

W odniesieniu do chorób roślin badania przeprowadzono nad osutką sosnową (*Lophodermium pinastri* Chev.). Początkowo sądzono, że stan predyspozycji do porażenia sosny osutką powstaje przede wszystkim w wyniku niedostatecznej ilości wody w glebie. Przypuszczano, że zmniejszenie turgoru ułatwia wnikanie zarodników grzyba (28). W 1958 i 1959 r. osutka w silnym stopniu poraziła nie tylko uprawy sosnowe, ale i starsze drzewostany (8), przy czym szczególnie silnie wystąpiła na siedliskach ubogich w składniki pokarmowe. Opryski ochronne zmniejszyły stopień porażenia, lecz nie zlikwidowały choroby. Ponieważ w 1958 r. obfitym w opady. nasilenie osutki było bardzo duże, a w 1959 r. o niedużej ilości opadów o wiele słabsze, przypuszczenie o wpływie stosunków wodnych w glebie na występowanie osutki, okazało się niesłuszne. Mayer-Krapoll (8), na podstawie obserwacji nad rozprzestrzenieniem się osutki wyciągnął wniosek, że fakt ten spowodowany został brakiem pewnych składników pokarmowych, sugerując uodpornienie słabych siedlisk za pomocą nawożenia mineralnego. Nawiązano tutaj do dawnych prób, w których Schalk (22) jeszcze w 1901 r. stwierdził, że sosny rosnące na powierzchniach, na których zastosowano pełne nawożenie, pozbawione były osutki. W doświadczeniach założonych ostatnio otrzymano podobne wyniki. I tak stwierdzono (9), że tym mniejsze było porażenie sosen osutką, im większa była zawartość azotu i fosforu w glebie. Eggert (3) po nawiezieniu poletek doświadczalnych azotem i fosforem, nie znalazł sosen porażonych osutką, podczas gdy na działkach nienawożonych występowała ona mimo wielokrotnych oprysków. Nawożenie, jak wyliczono, wymaga wprawdzie większych nakładów finansowych niż stosowanie oprysków, lecz daje lepsze rezultaty łącznie ze zwiększeniem przyrostów.

Jak widać z przytoczonych wyżej danych, założone i prowadzone w dalszym ciągu badania oparte na spostrzeżeniach ekologicznych, dostarczą być może wyników, które wskażą metody uodpornienia słabych siedlisk na gradacje szkodników i pojawianie się chorób. Kierunek prowadzonych badań wykazuje wpływ pośredni i bezpośredni nawożenia na występowanie i rozprzestrzenianie szkodników i chorób przez polepszenie warunków biocenotycznych siedliska oraz zmianę wartości odżywczej rośliny pokarmowej (7). Między innymi wpływem pośrednim okazało się zwiększenie ilości i jakości flory i fauny glebowej, która np. na terenie gradacji sówki dostarczyła pasożytów, szczególnie grzybowych. Bezpośredni wpływ polegał na stworzeniu niekorzystnych warunków pokarmowych dla szkodników.

Omawiane wyniki badań pozwalają przypuszczać, iż odporność drzewostanów siedlisk bogatych na gradacje szkodników, polega na specyficznym stanie fizjologicznym drzewa (11, 18, 19, 27, 30) i wykształceniu w nich substancji hamujących rozwój szkodników. Czyli, że wartość odżywcza rośliny pokarmowej wpływa na występowanie i rozprzestrzenienie szkodliwych owadów. Wpływa na to łącznie stan wody i chemizm gleby. Stwierdzono (17), że na słabych siedliskach leśnych podnieść można, przez odpowiednie nawożenie i zabiegi melioracyjne, stan jakościowy i ilościowy fauny glebowej aż do podobnego, jaki panuje w warunkach siedlisk odpor-

nych na gradacje. Przy zastosowaniu nawożenia wyłącznie wapniowego, połączonego z siewem łubinu trwałego otrzymano dobre efekty, jednak po zbyt długim czasie. Podobnie przedstawiały się skutki zastosowania zabiegów melioracyjno-hodowlanych. Najlepsze efekty dało nawożenie mineralne pełne, szczególnie z zastosowaniem soli azotowych.

Jeśli badania nad odpornością siedlisk i drzew połączy się, jak to proponuje Rohmeder (20), z badaniami dziedziczności, być może rezultaty będą miały znaczenie zasadnicze dla zdrowotności lasów, szczególnie w rejonach o dużym stanie predyspozycji na gradacje szkodników.

Na marginesie przytoczonych tu metod i wyników badań nasuwa się myśl, czy i w Polsce nie wartoby przystąpić do podobnych badań. Tym bardziej, że większość wyników cytowanych doświadczeń, uzyskana została w warunkach bardzo zbliżonych do warunków Polski, co w dużej mierze umożliwiłoby porównywalność efektów.

LITERATURA

1. Brüning D. — Forstungung. Leipzig, 1959.
2. Büttner H. — Die Beeinträchtigung von Raupen einiger Forstschädlinge durch mineralische Düngung der Futterpflanzen. Die Naturw., 1956, 43, 454—455.
3. Eggert — Neue Wege zur Überwindung der Kiefernscütte durch Standorts — un pflanzen gerechte Düngung. Bauernblatt f. Schleswig-Holstein, 1959, 31 Ausgabe, VIII.
4. Hansen J. E. — Kann der Riesenbastkäfer (*Dendroctonus micans* KUG) in Schleswig-Holstein erfolgreich bekämpft werden? Der Forst u. Holzwirt., 1957, nr 10.
5. Hoffmann — Düngung und Insektenbefall. Z. ang. Ent., 1916, nr 3, 257—262.
6. Koehler W. — Warunki zdrowotności lasów Polski. Roczn. N. Leś. T. IV, 1954, 3—18.
7. Kovacévić Z. — Die Nahrungswahl und das Auftreten der Pflanzenschädlinge. Anz. Schädlingk., 1956, 29, 97—104.
8. Mayer-Krapoll H. — Pflanzenschutz und Düngung. Der Forst u. Holzwirt, 1960, nr 1, 10—12.
9. Mayer-Krapoll H. — Auftreten der Kiefernscütte in Abhängigkeit von Boden. Allg. F. Z., 1957, 37/38.
10. Merker E. — Der Massenwechsel des grossen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) und seine Abhängigkeit vom Standort. Beitr., 1955, 5, 245J—275.
11. Merker E. — Die Schutzwirkung der Düngung im Walde gegen schädliche Insekten. Forst- u. Holzwirt, 1958, 13, 1—4.
12. Merker E. — Der Einfluss des Baumzustandes auf die Übervermehrung einiger Waldschädlinge. Ztschft. Ang. Ent., 1960, Bd. 46, nr 4.
13. Merker E., Niechziol W. — Die Abhängigkeit der Massenvermehrung der kleinen Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus pini* Retz.) vom Wasserhaushalt des Bodens. Allg. F. Z., 1957, 12, 526—530.
14. Neugebauer W. — Das Problem der Indifferenz von Forstinsekten unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie des Kiefertriebwicklers. Verh. D. Ges. ang. Ent. Okt. 1949, 1951, 103—110.
15. Ohnesorge B. — Untersuchungen über die Populationsdynamik der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* Christ.). Z. Ang. Ent., 1957, 40, 443—493.
16. Oldiges H. — Waldbodendüngung und Kronenfauna. Ztschft. f. Ang. Ent., 1960, Bd. 47, nr 1, 52—57.
17. Oldiges H. — Der Einfluss der Waldbodendüngung auf das Auftreten von Schadinsekten. Z. Ang. Ent., 1960, Bd. 45, nr 1, 49—59.
18. Prell H. — Über die Immunität von Fichten gegen Nonnenfrass und ihre Ursache. Tharandter Forstl. Jahrb., 1929.
19. Ratzeburg J. T. C. — Die Forstinsekten. I Teil. Die Käfer. Berlin, 1837.
20. Rohmeder E. — Erreichtes u. Erreichbares in der forstlichen Resistenz-züchtung. Allg. Forstzft., 1954, nr 48.

21. Ronde G., Beck Th., Krisok., Kubienna W. L., Lutz J. L., Oldiges H., Porschen-Rieder H. — Bodenzoologische Untersuchungen von Stickstoffmeliorationsflächen im Bayerischen Staatsforstamt Schwabach (Mittelfranken). Meliorationsversuche in der Forstwirtschaft. Ruhr-Stickstoff A. G., Bochum, 1959, 49—127.
22. Schalk — Künstliche Düngung im Forstbetriebe. 1901.
23. Schraier E., Moosmayer H. U. — Ein Düngungsversuch an Douglasie Allg. F. Z., 1958, 143—146.
24. Schwenke W. — Über die Wirkung der Walddüngung auf die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.) 1959 in Mittelfranken und die hieraus ableitbaren gradologischen Folgerungen. Ztschrif. Ang. Ent., 1960, Bd. 46, nr 4, 371—378.
25. Schwerdtfeger F. — Die Waldkrankheiten. Hamburg — Berlin, 1956.
26. Thalenhorst W. — Deutsche Forstschutz-Literatur 1958. IV. Abwehrmassnahmen gegen tierische Schädlinge Ztschft. Pfkhten u. Pfschtz, 1961, nr 31—37.
27. Taschenberg E. L. — Naturgeschichte der Wirbellosen Tiere. Leipzig, 1965.
28. Tubeuf C. — Studien über die Schüttenkrankheit der Kiefer. Berlin, 1901.
29. Zwölfer W. — Biologische und Chemische Schädlingsbekämpfung vom Standpunkt des Forstschutzes an gesehen. Allg. F. Z., 1953, 8, 549—553.
30. Zwölfer W. — Ein Jahrzehnt forstentomologische Forschung Z. ang. Ent., 1957, 1949—1956, 40, 422—432.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 12 kwietnia 1961 r.