

MARIAN NIKLEWSKI

TORF A ROŚLINA

Współpraca naukowa pomiędzy zespołem polskich badaczy rozwijających koncepcje Bronisława Niklewskiego oraz czeskich uczonych pod kierunkiem Akademika S. Práta reprezentuje już piękny dorobek w postaci licznych prac naukowych oraz III Symposium pt. „Humus a roślina“, zorganizowanego w Karpaczu.

Podsumowując znakomite osiągnięcie badaczy z lat ostatnich nad rolą związków humusowych w życiu rośliny oraz opracowanie przez zespół Akademika S. Práta bibliografii, stanowiącej cenny dorobek nie tylko czesko-polski, lecz również reprezentantów innych narodów, nasuwa się pytanie — czy nie byłoby wskazane rozszerzenie tego typu badań na genezę humusu i na inne przejawy procesu rozkładu masy organicznej.

Pewnego rodzaju próbę rozszerzenia problematyki stanowi niniejszy referat obejmujący przykładowo zagadnienie torfu i rośliny. Torf powstał z zespołów roślinnych; stanowi podłoże rozwoju roślin, surowiec do produkcji nawozów organicznych, otrzymywanych na drodze biologicznego rozkładu, oraz surowiec do produkcji preparatów otrzymywanych na drodze chemicznej, a odgrywających znaczenie w procesie odżywiania się roślin.

I. GENEZA TORFU

Powstawanie torfowisk jest wynikiem oddziaływania czterech zasadniczych elementów: wody przepływowej, wody stagnującej, wody opadowej, dostępu powietrza.

Pod wpływem wód przepływowych tworzą się torfowiska niskie, które w miarę coraz to dłuższego okresu czasu oddziaływania powietrza stanowią typ szuwarowy, wieloturzycowy i mało-turzycowy. Torfowiska niskie, powstające pod wpływem wód przepływowych i częściowo stagnujących, stanowią typ torfowisk mszystych utworzonych z mchów brunatnych.

Pod wpływem wód stagnujących i opadowych powstają torfowiska wysokie, których cechą charakterystyczną jest pewien okres sprowadzający się nieraz do

kilku tygodni ujemnego bilansu wodnego. Torfowiska kształtujące się głównie pod wpływem wód stagnujących przy przewadze ujemnego bilansu wodnego w pojęciu klimatycznym, tworzą torfowiska wysokie typu kontynentalnego, charakteryzujące się płaską powierzchnią i dwoma facjami trwającymi kilkanaście do 30 lat — facją leśną, złożoną najczęściej z *Pinus silvestris* i facją mszystą, złożoną głównie z mchów sfagnowych. W warunkach bardziej dodatniego bilansu wodnego w północnej części kraju tworzą się torfowiska wysokie typu bałtyckiego, charakteryzujące się budową kopulastą na okrajkach zalesioną. Przy większej przewadze wód opadowych na wybrzeżach Skandynawii tworzą się torfowiska wysokie typu atlantyckiego, charakteryzujące się brakiem zalesienia nawet na okrajkach i procesami erozji powierzchni kopół. W tych warunkach coraz mniejszą rolę odgrywa woda stagnacyjna.

Natomiast na wyspach położonych na północ od Szkocji oraz na północno-zachodnich wybrzeżach Irlandii tworzą się torfowiska, określane terminem *blanket bogs* czyli w dosłownym tłumaczeniu są to torfowiska okrywowe, względnie koldrowe. Cechą charakterystyczną tych torfowisk jest ich skład roślinności krzewinkowy, podobny do torfowisk wysokich pozbawiony jedynie najbardziej istotnego elementu tych torfowisk to znaczy mchów sfagnowych, których rola polega na magazynowaniu zapasów wody w okresach dodatniego bilansu wodnego na okres ujemnego bilansu. Z uwagi na fakt, że torfowiska okrywowe powstają w warunkach opadów rzędu 3.700 mm rocznie, w tych warunkach magazynowanie jest niepotrzebne i sfagna tracą rację bytu.

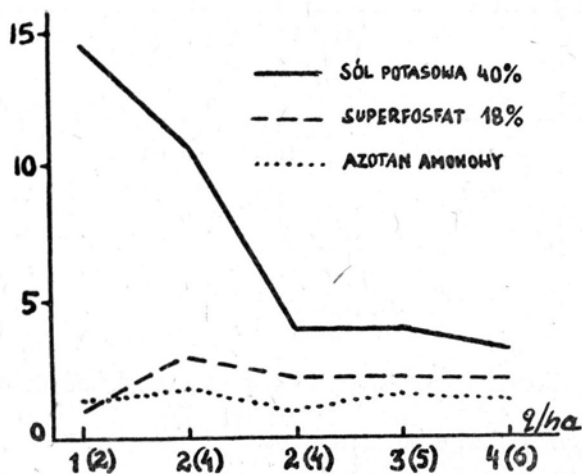
W Polsce jest około 96% torfowisk niskich, a około 4% torfowisk wysokich i przejściowych, w sumie jest torfowisk około 1100 000 ha.

Często się zdarza, że w deltach rzek u ujścia do morza, na skutek częstych zmian koryt rzecznych, powstają wododziały II rzędu i w tych miejscach na podłożu torfowisk niskich tworzą się czapy torfowisk wysokich. S. Tołpa (11) stwierdził, że aerobowy rozkład torfów niskich powoduje tworzenie w wodzie rozpuszczalnych związków humusowych, które hamują rozwój roślinności wchodzącej w skład torfowisk niskich, natomiast nie przeszkadzają rozwojowi roślinności torfowisk wysokich.

II. TORF JAKO PODŁOŻE DLA ROZWOJU TRAW SZLACHETNYCH I ROŚLIN UPRAWNYCH

Obniżenie lustra wody na torfowisku na skutek zabiegów melioracyjnych powoduje w życiu torfowiska przemiany o charakterze wręcz rewolucyjnym. Obniżenie lustra wody gruntowej do poziomu 50—60 cm zwiększa niepomniernie dostęp powietrza do masy torfowej i powoduje zjawisko gwałtownego rozkładu węglowodanów, połączone z wydzielaniem dwutlenku węgla. Ostatnio proces ten nazwano procesem murszenia. Z uwagi na fakt, że dwutlenek węgla jest jednym z trzech elementów biorących czynny udział w procesie fotosyntezy, nadmierna koncentracja tego składnika przesunęła równowagę biologiczną procesów tworzenia się

torfu i jego rozkładu, i dlatego w takich warunkach staje się nieodzowne nawożenie potasem, jako czynnikiem stymulującym proces fotosyntezy. Istotnie na torfowiskach świeżo wziętych pod uprawę nawożenie potasowe odgrywa rolę decydującą, na co wskazują wyniki trzyletnie trzech kompleksów doświadczeń, przeprowadzonych na torfowisku w dolinie Łeby na łąkach PGR Charbrowo przez J. Cieniewskiego (3), które zestawiono na wykresie 1.



Ryc. 1. Efekt 1 zł. w formie nawozów w przeliczeniu na ceny zwyczaj siana (100 zł/1 q). Cyfry bez nawiasów odnoszą się do q/ha saletry amonowej + 40% soli potasowej; cyfry w nawiasach odnoszą się do q/ha superfosfatu 18%.

Jak wynika z danych zestawionych na wykresie 1, potas przy niskich dawkach wykazywał 15-krotną wartość zwyczaj siana w stosunku do ceny nawozu, jednakże jedynie przy niższych dawkach, natomiast przy dawkach wyższych nawożenia potasowego zaznaczyło się obniżenie jego opłacalności. Odwrotnie natomiast przedstawiały się efekty nawożenia fosforem i azotem, przy czym zwłaszcza fosfor w niższych dawkach powodował znikome efekty produkcyjne, następnie osiągnął poziom 2,30 zł, który mniej więcej utrzymywał się przy wszystkich dawkach, natomiast najslabiej działało nawożenie azotowe, osiągając za 1 zł zastosowany w formie nawożenia, 1,30 zł w formie zwyczajki plonów, przy czym podobnie jak przy fosforze efekt ten utrzymywał się przy wszystkich dawkach. Różnice w działaniu poszczególnych nawozów przypuszczalnie polegają na tym, że podczas gdy potas działa na tle mineralizacji CO_2 , to fosfor jak i azot działa na plony roślin na tle działania na rozwój mikroflory torfowiska, która te dwa składniki sorbuje na drodze biologicznej i wykorzystuje wszystkie nadmiary, co uzewnętrznia się w jednakowej wartości produkcyjnej tych składników przy wszystkich dawkach.

Interesujących danych dostarczyło sześcioletnie doświadczenie przeprowadzone

w Korbońcu przez W. Kędziorka na torfowisku płytkim 40—70 cm i torfowisku głębokim 80—160 cm na łące sztucznej i naturalnej. Dane z tego doświadczenia zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Średnie wyniki sześciolletnich wyników doświadczeń nawozowych na łące naturalnej i sztucznej, na dwóch miąższościach złoza w Korbońcu (IMUZ) wg. W. Kędziorka

Torfowisko miąższość w cm	Łąka	Plony siana w q/ha	Zwyżki w plonach siana w q/ha		
		O	K	P	N
Głębokie 80—150	sztuczna	12,6	+37,9	+ 7,4	+3,5
	naturalna	19,5	+19,7	+11,3	+2,6
Płytkie 30—70	sztuczna	12,6	+36,2	+ 2,5	+9,4
	naturalna	20,1	+23,8	+ 1,3	+7,0

Z zestawionych danych okazuje się, że w plonach łąki bez nawożenia głębokość torfowiska nie odgrywała roli, jedynie łąka naturalna, składająca się z ekstensywnej roślinności wykazywała mniej więcej o 70% wyższe plony, aniżeli łąka sztuczna.

Efekty nawożenia potasowego również nie wykazywały wpływu głębokości złoza, z tego wynika, że rozkład węglowodanów odbywał się głównie w wierzchniej warstwie torfu. Różnica wystąpiła jedynie na korzyść łąki sztucznej, która na torfowisku głębokim osiągnęła efekt nawożenia potasowego prawie dwukrotnie wyższy, aniżeli łąka naturalna, natomiast na torfowisku płytkim różnica na korzyść łąki sztucznej wynosiła około 60%. Reakcja na potas na łące naturalnej wystąpiła silniej na torfowisku płytkim. Można by stąd wysnuć przypuszczenie, że roślinność łąki naturalnej sięga swym systemem korzeniowym do gruntu mineralnego.

Reakcja na fosfor znacznie silniej występuje na torfowisku głębokim niż płytkim, co wskazuje na zawartość fosforu w podłożu mineralnym, ewentualnie na przechodzenie fosforu z podłoża mineralnego do masy torfowej. Na torfowisku głębokim występuje silniejsza reakcja na fosfor na łące naturalnej, co prawdopodobnie się wiąże z wysoką stosunkowo zawartością tego składnika w masie torfowej w Korbońcu i z przyzwyczajaniem się roślinności na łące naturalnej do dobrego zaopatrzenia w ten składnik i pewnej symbiozy z mikroflorą gleby.

Zupełnie odmienna reakcja wystąpiła na nawożenie azotowe — okazało się, że azot działał znacznie korzystniej na torfowisku płytkim, aniżeli na głębokim, można stąd wnioskować, że w procesie mineralizacji azotu bierze czynny udział cała masa torfowa na pełnym profilu, przy czym łąka sztuczna wykazywała pewną nieznaczną przewagę nad łąką naturalną.

Bardzo interesujących danych dostarczyło porównanie dwu torfowisk w Kor-

bońcu i w PGR Leśnice. Podczas gdy plony bez nawożenia w Korbońcu wynosiły 12,6 q/ha siana, to w tej samej kombinacji w PGR Leśnice wynosiły 48, natomiast gdy efekty nawozowe kombinacji KP wynosiły w Korbońcu 38,0 q/ha siana, to w PGR Leśnice wynosiły 2 q/ha siana. Zjawisko to jest tym bardziej ciekawe, że torfy z Korbońca i z Leśnic nieznacznie różnią się pod względem składu chemicznego i pod względem własności fizycznych. Różnica polega tylko na tym, że podczas gdy torf korbońcki niedawno zaczął być użytkowany rolniczo, to torf w Leśnicach jest użytkowany już od blisko 70 lat. W tym czasie proces rozkładu węglowodanów uległ zakończeniu, na skutek czego potas już przestał działać. Jest również zjawiskiem charakterystycznym, że przesuwając się ze wschodu na zachód na tereny od szeregu lat intensywnie nawożone nawozami mineralnymi obniża się stopniowo działanie potasu i fosforu, natomiast podnosi się na torfowiskach działanie azotu.

III. WYKORZYSTANIE TORFU DLA CELÓW NAWOZOWYCH

H. Zimont (12) przeprowadził interesującą pracę pod kątem przydatności torfu z różnych torfowisk do produkcji kompostów torfowych. Na podstawie jego wyników ogólnie można by powiedzieć, że im torf posiada wyższy stopień rozkładu i wyższą zawartość azotu ogólnego, tym lepiej nadaje się do produkcji kompostów, natomiast najslabiej do tego celu nadają się słabo rozłożone torfy wysokie.

Bardzo interesujących danych dostarczyły badania torfów z dwóch powyższych wspomnianych torfowisk z Korbońca i z Leśnic. Oba torfy wykazywały mniej więcej jednakową dynamikę mineralizacji azotu, jednakże torf z Leśnic wykazał znacznie wyższą wartość nawozową w kompoście. Przyczyny tego zjawiska należy się w tym dopatrywać, że w ciągu długoletniego użytkowania rolniczego węglowodany uległy procesowi rozkładu, natomiast azot białkowy podlegający rozkładowi jedynie przy wyższych temperaturach jeszcze się nie rozłożył, natomiast przez szereg lat zebrane w masie torfowej składniki pokarmowe znakomicie mogą wzbogacać masę kompostową i podnosić jej wartość produkcyjną.

Silnie rozłożony torf niski zawiera 3—4% azotu ogólnego w stosunku do suchej masy czyli mniej więcej dwukrotnie tyle co obornik. Różnica polega tylko na tym, że w oborniku znaczna część azotu znajduje się w formach mineralnych podczas gdy w masie torfowej przeważnie azot znajduje się w formie białka. Dlatego też torf surowy nie może być pełnowartościowym nawozem organicznym, lecz należy do niego dodawać stymulatorów biologicznych względnie mineralnych, które by podstymulowały przemiany azotowe. Stymulatorem takim może być obornik, zielona masa roślin motylkowych, gnojówka czy też fekalia. Do grupy stymulatorów mineralnych należą wszystkie formy wapna, glina, woda amoniakalna oraz parowanie. Pod wpływem działania tych stymulatorów w masie torfowej następują przemiany azotowe, które mogą objąć 20% ogólnej masy azotu. Drugim jednakże nieodzownym warunkiem mineralizacji azotu są odpowiednie warunki termiczne. W złożu torfowym występuje głównie mineralizacja węglowodanów, podczas gdy

przy rozkładzie torfu w stosie kompostowym, gdzie temperatura osiąga około 30°C rozkładowi również podlegają związki azotowe. Dlatego torf zastosowany w mieszance z jakimkolwiek wymienionym stymulatorem i bezpośrednio przyorany do gleby nie będzie wykazywał żadnej aktywizacji.

Określenie aktywizacji masy torfowej w kompoście przeprowadza się porównując w doświadczeniu działanie nawozowe 300 q/ha obornika, 300 q/ha torfu oraz 300 q/ha kompostu obornikowo-torfowego o stosunku obornika do torfu 1 : 1. Do obliczeń bierze się połowę zwyżki wywołanej obornikiem, połowę zwyżki wywołanej torfem i sumę tych zwyżek przyjmuje się za 100%, a następnie oblicza się w procentach zwyżkę wywołaną kompostem obornikowo-torfowym. Przeważnie efekt nawozowy kompostu waha się w granicach 130—170%, przy czym te 30—70% stanowią aktywizację masy torfowej, polegającą na uruchomieniu azotu masy torfowej przez rozkład w stosie wraz ze stymulatorem.

Czteroletnie doświadczenia przeprowadzone przez W. Kędziorka w Korbońcu z obornikiem, z kompostem obornikowo-torfowym o stosunku 1 : 1, o stosunku 1 : 3 i z torfem zarówno na glebie mineralnej, jak i na torfowej, doprowadziły do bardzo interesujących wyników.

Tabela 2

Czteroletnie wyniki doświadczeń z kompostami obornikowo-torfowymi stosowanymi pod ziemniaki na gruncie mineralnym i torfowym w Korbońcu (pow. Mława) wg. W. Kędziorka

Grunt	Plony w kombinacji bez nawożenia q/ha	Zwyżki w plonach kłębów w q/ha			
		Obornik	Kompost 1 : 1	Kompost 1 : 3	Torf
Mineralny	61	+55	+35	+36	+5
Torfowy	50	+89	+72	+41	+7

Na podstawie danych zestawionych w tabeli 2 okazuje się, że nawozy organiczne na glebie torfowej średnio wykazują o 69% wyższą wartość produkcyjną, aniżeli na glebie mineralnej, przy czym kompost obornikowo-torfowy o stosunku 1 : 1 na gruncie torfowym wykazuje o 100% wyższą wartość produkcyjną aniżeli na gruncie mineralnym. Na gruncie mineralnym czynnikiem w minimum jest woda, na gruncie torfowym czynnikiem w minimum jest temperatura. Dane te stanowią dowód, że rozkład na torfowisku masy torfowej odbywa się po linii rozkładu węglowodanów, natomiast rozkład torfu w kompostach odbywa się po linii rozkładu substancji białkowych i dlatego komposty torfowe tak znakomicie działają na torfowisku, posiadając tam optymalne warunki wodne.

IV. „PREPARATY TORFOWE“ „OKSYHUM“

Na tle ożywionej dyskusji nad mechanizmem działania humianów sodu na rozwój roślin pozwolę sobie przytoczyć kilka faktów, pochodzących z działania

ich, zarówno w warunkach polowych, jak doświadczeń wazonowych, które pośrednio rzucają światło na dość silnie zróżnicowany ich mechanizm działania.

Z punktu widzenia rolniczego do koncepcji fizjologicznej „humus a roślina“ pozwolę sobie dorzucić jakiś fragment środowiska i stopniowo przeanalizować wpływ tego czynnika środowiskowego na wzajemny stosunek dwóch zasadniczych elementów jakimi są humus i roślina.

1. Humus, gleba i roślina

E. Wenglikowska (13) stwierdziła, że reakcja na preparaty w glebie RZD Lipki jest tym silniejsza, im silniej zaznacza się proces brunatnienia, a tym słabsza im silniej jest zaawansowany proces bielcowania. Porównując w doświadczeniu monolitowo-wazonowym monolity z pola ornego, z młodego 30-letniego lasu i ze starego lasu stwierdziła, że reakcja na preparaty przebiega najsilniej na polu ornym a najslabiej na monolitach ze starego lasu.

G. Trzeciecka (9) stwierdziła, że reakcja na preparaty występuje najsilniej na glebach najbogatszych w glin wymienny jakkolwiek nie stwierdziła ścisłej korelacji pomiędzy zawartością glinu wymiennego i reakcją na preparaty.

E. Wenglikowska w doświadczeniu jeszcze nie opublikowanym stwierdziła, że na glebach w RZD Lipki działanie preparatów jest tym silniejsze, im bardziej jest wyczerpany kompleks sorpcyjny.

S. Makarewicz (5, 6) w doświadczeniach, przeprowadzonych na Żuławach w Ośrodku Doświadczalnym Jantar stwierdził, że reakcja na preparaty jest tym silniejsza, im jest większa przesączalność gleby, przy czym istniała dość ścisła korelacja pomiędzy tymi dwoma wielkościami.

J. Cieniewski (3) stwierdził w doświadczeniu PGR Leśnice, że preparaty działają również na torfowisku i to w tych przypadkach, kiedy zahamowane są w jakiś sposób procesy oksydacji, jak przez zastosowanie wału na łące torfowej, jak przez przykrycie łąki piaskiem, natomiast preparaty działają negatywnie w przypadku, gdy zastosowano brony. Wyniki tego doświadczenia zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Wyniki jednorocznego doświadczenia na łące naturalnej w PGR Leśnice wg. J. Cieniewskiego (plony siana w q/ha suma 2 pokosów)

Kombinacje	Bez uprawy	Bronowanie	Wałowanie	Piaskowanie
KP	40,5	45,1	39,4	34,2
KP + preparat	40,0	44,1	45,2	41,8
Efekty preparatu	-0,5	-1,0	+5,8	+7,6

J. Cieniewski stwierdził również w doświadczeniu łąkowym przeprowadzonym na torfowisku PGR Charbrowo, że preparaty działają również w normalnych warunkach gleby torfowej, jak to zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Średnie z dwu doświadczeń, przeprowadzonych na łące sztucznej założonej przed 5 laty na torfowisku PGR Charbrowo z r. 1964 wg. J. Cieniewskiego

Lp.	Kombinacja nawozowa	Plony siana bez preparatu q/ha	z dwu pokosów z preparatem q/ha	Efekty preparatu
1.	Bez nawożenia O	40,3	42,0	+1,7
2.	Potasowo-azotowe KN	37,9	40,1	+2,2
3.	Fosforowo-azotowe PN	37,2	40,2	+3,0
4.	Pełne nawożenie KPN	41,0	46,3	+5,3
				Zwyżki nieistotne

S. Liberkowski i W. Kaczyński stwierdzili również w doświadczeniu przeprowadzonym w PGR Czarnocin, że na łące o nadmiernej wilgotności preparaty nie działały, natomiast działały na łące o normalnej wilgotności, jak to wskazują dane zestawione w tabeli 5.

Tabela 5

Wpływ preparatów torfowych na tle kombinacji nawozowych na plony siana w q/ha torfowisku PGR Czarnocin o normalnej i nadmiernej wilgotności w roku 1965

Lp	Kombinacje	Wilgotność normalna		Wilgotność nadmierna	
		Plony siana	Efekt preparatu	Plony siana	Efekt preparatu
1.	O	60,5	+ 4,7	55,0	+10,9
2.	KN	96,9	— 3,8	92,5	— 8,5
3.	PN	86,2	+12,1	87,1	— 3,4
4.	KPN	99,3	— 3,8	90,9	— 5,2
Średnio			+ 2,3		— 1,6

Zestawione materiały wskazują na to, że gleba posiada wyraźny wpływ na reakcję roślin na preparaty i że w warunkach występujących w przyrodzie tego elementu nie można pominąć. Okazuje się, że procesy brunatnienia zwiększają reakcję na preparaty, natomiast procesy bielcowania zmniejszają reakcję. Stwierdzono, że

obecność glinu wymiennego w glebie zwiększa efektywność preparatów. Okazało się, że preparaty również działają pozytywnie na glebach torfowych, co jest o tyle zrozumiałe, że aktywność biologiczna tych gleb opiera się na procesach oksydacyjnych, jakimi są procesy rozkładu masy organicznej zawartej w torfie. Stwierdzono działanie preparatów wszędzie tam, gdzie procesy oksydacyjne na torfowisku uległy w jakiś sposób zahamowaniu, jak np. po zastosowaniu wału na torfie lub spiaszczenia torfu. Stosunkowo najmniej zrozumiała na razie jest ujemna reakcja na preparaty na torfowisku nadmiernie wilgotnym.

2. Humus, woda i roślina

Znaczenie warunków wodnych w reakcji na preparaty wielokrotnie zostało stwierdzone eksperymentalnie, przy czym najjaskrawiej wystąpiło to w doświadczeniu nad porównaniem trój-polówki i cztero-polówki w RZD Lipki w roku 1961. Wyniki tego doświadczenia zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6

Srednie wyniki z doświadczenia płodozmianowo-nawozowego z RZD Lipki z roku 1961 — (WSR)

Lp.	Kombinacje	Żyto-ziarno		Owies-ziarno		Łubin ziel. masa	Ziemniaki-klęby	
		III—pol.	IV—pol.	III—p.	IV—p.		III—p.	IV—pol'
1.	Bez nawoż.	12,5	13,2	5,7	5,8	128	78	92
Zwyżki i obniżki plonów wywołane nawożeniem								
2.	KPN	+8,6	±7,2	+3,9	+5,1	+ 57	± 0	—15
3.	Preparat	±0,0	+1,7	+6,9	+7,8	+ 67	+19	+27
Przedział ufności								
dla 95%		7,2	10,5	2,7	3,0	17	26	23

Na podstawie zebranych danych okazuje się, że działanie preparatów torfowych na plony roślin jest ściśle uzależnione od wysokości opadów w okresie największego zapotrzebowania pokarmów przez nawożoną roślinę.

W tym roku opady w miesiącu czerwcu były średnie, w związku z czym żyto, które w tym okresie przechodziło największe zapotrzebowanie pokarmów wykazało efekty nawożenia zupełnie zadowalające, natomiast preparat dał minimalne efekty.

W miesiącu lipcu panowały już znacznie obfitsze opady, przy czym owies przechodzący w tym okresie fazę kłoszenia wykazał już niższe efekty działania nawożenia natomiast, znacznie silniej wystąpiła reakcja na preparat.

Jeszcze później wystąpił szczyt zapotrzebowania pokarmów u ziemniaków w okresie ulewnych deszczy. W tych warunkach wszystkie nawozy, nie wyłączając obornika, działały negatywnie na plony roślin, natomiast preparat osiągnął wcale pokaźne efekty podnosząc plony o 35 q/ha.

Między innymi przyczynami ujemnej reakcji na nawożenie pod wpływem opadów należy się dopatrywać w wysokiej koncentracji glinu wymiennego, wytworzonej według Moskala (1) pod wpływem dużych opadów. W takich warunkach glin wymienny zatrzuwa korzenie roślin a nawozy mogą jeszcze zwiększać zjawisko redukcji i powodować depresję plonów. W tych warunkach przypuszczalnie preparat zabezpiecza roślinę przed toksycznym działaniem glinu wymiennego.

W tym miejscu należy dodać, że L. N. Christiewa używa preparatów spryskując nimi dolistnie rośliny kukurydzy cierpiące z powodu suszy. Jak więc z tego wynika preparaty torfowe mogą również zabezpieczać roślinę przed suszą.

3. Humus — obornik a roślina

S. Makarewicz w roku 1956 w Jantarze na Żuławach, odznaczającym się wyjątkowo wysokimi opadami wykazał, że obornik, przygotowywany w warunkach ograniczonego dostępu powietrza o 3 kg ściółki na sztukę dziennie, dawał znikome efekty produkcyjne —30 do +20 q/ha buraków pastewnych, natomiast obornik o 9 kg ściółki czyli podlegający w stosach procesowi rozkładu w warunkach aerobowych wykazał efekt produkcyjny rzędu 200 q/ha buraków.

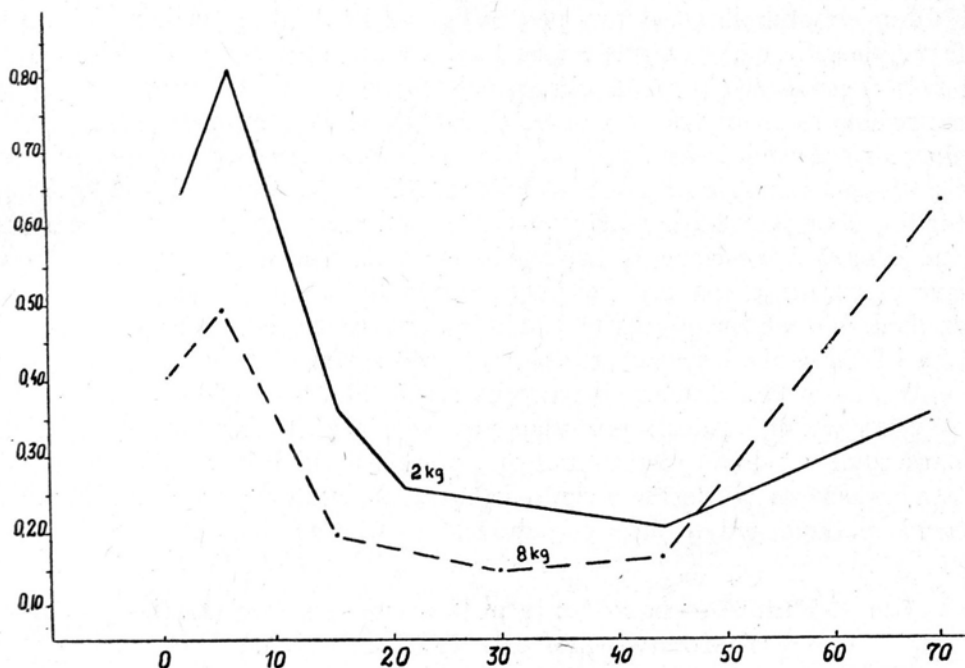
W przypadku jednak zastosowania preparatów torfowych, na tle obornika o 3 kg ściółki, plony się podniosły do poziomu zwyżki 160 q/ha podczas gdy ten sam preparat, zastosowany na tle obornika o 9 kg ściółki, dał obniżkę plonów 120 q/ha korzeni buraków.

J. Rajewski w roku 1964/65 przeprowadził ciekawe doświadczenia z nawożeniem rzepaku ozimego i żyta obornikiem o 2 i 8 kg ściółki na jedną sztukę bydła, przy czym były kombinacje bez preparatu i z preparatem. W tym wypadku okazało się odwrotnie, że preparat działał pozytywnie na plony roślin na tle obornika o 8 kg ściółki, nie działał, a raczej dawał efekty ujemne na tle obornika o 2 kg ściółki.

Nasuwa się przeto pytanie — w jaki sposób należy interpretować te pozornie sprzeczne wyniki. Dla ilustracji, opierając się na badaniach T. Piławskiego (7) na wykresie 2 mamy przedstawiony schemat mineralizacji azotu w oborniku o 2 i 8 kg ściółki.

Obornik zasadniczo posiada 2 fazy mineralizacji azotu — fazę I, kiedy bezpośrednio po wyniesieniu z obory na gnojownię ulegają mineralizacji aminokwasy, mocznik i kwas hipurowy zawarty w odchodach płynnych. Azot ten bywa jednak sorbowany przez drobnoustroje znajdujące się na powierzchni słomy i dlatego ilość tego azotu mineralnego będzie większa w obornikach o niskich dawkach ściółki jak w tym wypadku w oborniku o 2 kg/sztukę dziennie, natomiast obornik o 8 kg ściółki będzie zawierał tego azotu znacznie mniej z uwagi na silniejszą sorpcję biologiczną.

Następnie ma miejsce faza rozkładu obornika o przewadze sorpcji biologicznej, która w stosie charakteryzuje się podniesieniem temperatury a w glebie brakiem



Ryc. 2. Zawartość azotu mineralnego w oborniku o 2 i 8 kg ściółki na sztukę bydła. Wg T. Piławskiego.

działania na rozwój roślin z uwagi na konkurencyjne działanie mikroflory zawierającej azot obornika.

Po pewnym okresie czasu, kiedy węglowodany słomy ulegną rozkładowi następuje zjawisko mineralizacji azotu bakteryjnego, która odbywa się tym gwałtowniej im więcej ściółki znajduje się w oborniku. Jest to II faza mineralizacji azotu, z której przeważnie korzystają rośliny.

Szukając metod interpretacji tych wyników z działaniem preparatów torfowych należy sobie zdać sprawę, że przy rozkładzie w warunkach aerobowych obornika tworzą się w wodzie rozpuszczalne związki humusowe, które zawierają stosunkowo duże ilości tlenu i stanowią pewnego rodzaju akumulator procesów oksydacyjnych. W przypadku niedostatecznych ilości wilgoci w glebie masa organiczna w czasie swego rozkładu nie cierpi na brak tlenu, natomiast w przypadku nadmiaru wody zostaje zahamowany proces rozkładu i wydatnie opóźniona II faza mineralizacji.

W przypadku stosowania obornika pod buraki, podstawowym czynnikiem działającym na plony tych roślin, jest II faza mineralizacji, która gdy się opóźni, na skutek warunków aerobowych, wówczas obornik nie działa. Okazało się, że w takich warunkach doprowadzenie preparatów torfowych przyspieszyło termin II fazy mineralizacji nawet u oborników rozkładających się w warunkach anaerobowych, co się wydatnie przyczyniło do podniesienia plonów w doświadczeniu przeprowadzonym w roku 1956 w Jantarze.

Natomiast obornik stosowany pod rośliny ozime działa głównie na ich rozwój I fazą mineralizacji, szczególnie gdy zastosowane są wysokie dawki obornika i I faza mineralizacji trwa do okresu największego zapotrzebowania pokarmów przez roślinę to znaczy do kłoszenia. Obornik pod żyto był zastosowany w stosunkowo niewielkiej dawce 350 q/ha. Była to dawka za mała, ażeby swą mineralizacją I mogła wypełnić okres do kłoszenia, jeśli chodzi o obornik o 2 kg ściółki, natomiast obornik o 8 kg ściółki przeszedł stosunkowo szybko I fazę mineralizacji azotu, jednakże nie osiągnął II fazy okresu kłoszenia żyta. W tym wypadku wprowadzenie preparatu jeszcze bardziej przyśpieszyło II fazę mineralizacji i umożliwiło zadziałanie obornika na plony żyta. Natomiast wprowadzenie preparatu do obornika o 2 kg ściółki/sztukę dziennie przyśpieszyło zakończenie I fazy mineralizacji tego obornika, co w konsekwencji przyczyniło się do obniżenia efektywności.

Wyniki tych doświadczeń pozwalają postawić znak similis pomiędzy związkami humusowymi w wodzie rozpuszczalnymi, powstającymi przy aerobowym rozkładzie a związkami w wodzie rozpuszczalnymi preparatów torfowych. Z punktu widzenia praktyki jest to duże osiągnięcie.

4. Humus — nawożenie potasowo-azotowe (KN) — fosforowo-azotowe (PN) a roślina

J. Rajewski (10) stwierdził, że preparaty szczególnie korzystnie działają na tle nawożenia azotowego bez potasu i fosforu. Przypuszczalnie w tym wypadku preparat, działając stymulująco na proces fotosyntezy, w pewnym stopniu zastępuje

Tabela 7

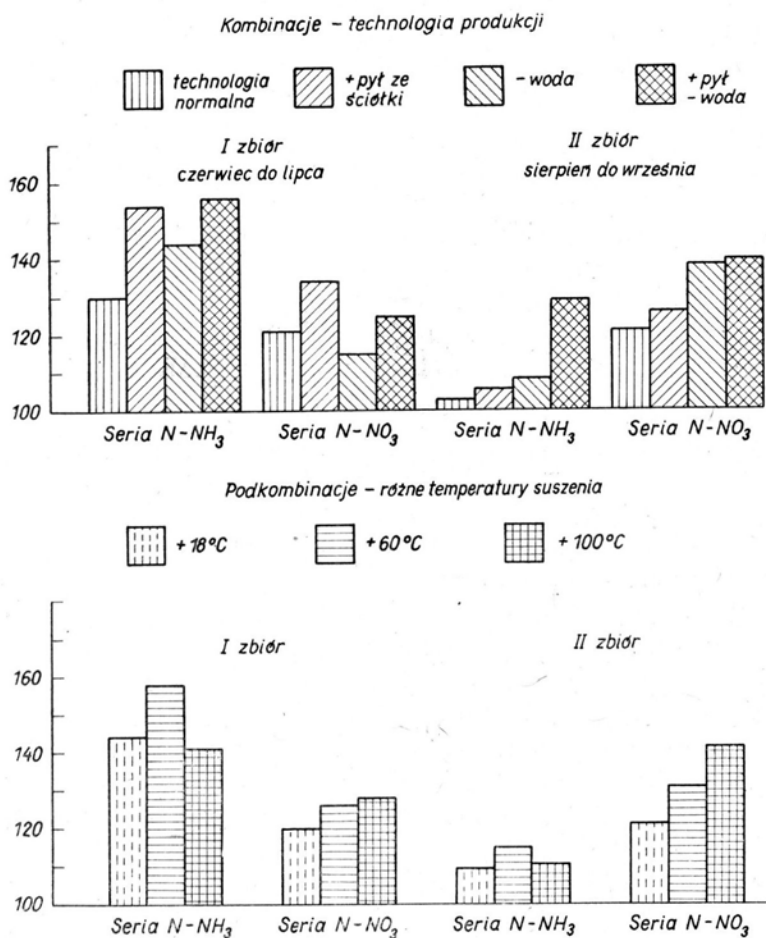
Wpływ preparatów torfowych na plony trzech odmian ziemniaków na tle kombinacji KN i PN w cztero-letnim doświadczeniu w RZD Lipki na glebie kwaśnej brunatnej lekkiej

Lp	Kombinacja	Epoka		Flora		Lenino	
1.	Plony w q/ha bez naw.	93,4		114,5		130,8	
		Zwyżki w plonach kłębów w q/ha wywołane					
		nawoże- niem	prepara- tami	nawoże- niem	prepara- tami	nawoże- niem	prepara- tami
2.	KN	+43,1	+ 1,6	+31,2	+ 8,1	+35,3	+ 6,1
3.	PN	+30,5	+15,7	+24,6	+26,0	+30,8	+24,5

potas a równocześnie ułatwia roślinie pobieranie fosforu z nieprzyswajalnych połączeń glebowych.

S. Makarewicz (5, 6) w doświadczeniach, przeprowadzonych na Żuławach w Ośrodku Doświadczalnym w Jantarze, wykazał, że na tych zasolonych glebach

potas działa ujemnie na plony roślin, zapewne powodując dalsze zjawiska peptyzacji koloidów gleby i utrudniając warunki oksydacji. W tych warunkach preparaty na tle potasu przeważnie działały bardzo pozytywnie na plony roślin, zapewne na skutek swych własności oksydacyjnych.



Ryc. 3. Wyniki średnie trzyletniego doświadczenia monolitowo-wazonowego w zakresie technologii produkcji preparatów torfowych. Zwyżki wyrażone w procentach plonów korzeni rzodkiewek bez preparatów w serii amonowej i azotanowej. Wg T. Trzecieckiej.

W szeregu doświadczeń, przeprowadzonych w RZD Lipki na kwaśnych glebach brunatnych stwierdzono dodatnie działanie preparatów na tle kombinacji i KN jednakże jedynie w latach chłodnych i pochmurnych. Natomiast w latach słonecznych i upalnych przeważnie występowało antagonistyczne działanie potasu i preparatów. Zarówno potas jak i preparaty stymulują fotosyntezę, zarówno potas jak i preparaty działają stymulująco na pobieranie przez rośliny żelaza i dlatego

w warunkach korzystnych dla fotosyntezy działanie preparatów na tle potasu jak i działanie potasu na tle preparatów daje ujemne efekty produkcyjne.

W czteroletnich doświadczeniach odmianowo-nawozowych z ziemniakami, przeprowadzonych przez zespół studentów pod kierunkiem A. Robakiewicza, przez K. Dzikonia (8) przez J. Woźniaka (8) oraz przez J. Cisowskiego (8) porównywano na trzech odmianach ziemniaków — „epoka“ (najwcześniejsza), „flora“ (średniorychła) i „lenino“ (najpóźniejsza) działanie obornika w dwu dawkach oraz działanie kombinacji KN i PN bez preparatu i z preparatem. Średnie wyniki tych doświadczeń zestawiono w tabeli 7.

Z wyników zestawionych w tabeli 7 okazuje się, że działanie obornika średnio było wyższe aniżeli na terenie całej Polski, przy czym wartość produkcyjna 100 q obornika była wyższa przy wyższej dawce, co o tyle jest zrozumiałe, że wyższe dawki później ulegają mineralizacji w okresie na ogół wyższych opadów w pasie północnym.

Kombinacja KN wykazywała zwykle wyższe plony aniżeli kombinacja PN, co w plonach ziemniaków jest zjawiskiem zrozumiałym. Natomiast preparaty na tle kombinacji KN wykazywały reakcję ujemną na plonach roślin podczas gdy na tle kombinacji PN działały zupełnie pozytywnie. Przyczyny tego zjawiska należy się dopatrywać w dużym stopniu podobieństwa pomiędzy działaniem potasu i preparatów. Natomiast pozytywną reakcję na kombinację PN przy działaniu preparatów można tłumaczyć tzw. kompleksem fosforowo-próchnicznym, którego rolę można sprowadzić w znacznej mierze do zastąpienia potasu preparatami, stymulującymi proces fotosyntezy.

Jest zjawiskiem charakterystycznym, że słabe działanie preparatów występuje przeważnie na tle biologicznie zrównoważonej kombinacji KPN o ile nie występuje w glebie jakiś czynnik hamujący działanie tej kombinacji.

Charakterystycznym zjawiskiem jest również antagonistyczne działanie preparatów torfowych w stosunku do działania wapna, które strącając koloidy gleby, a między innymi glin wymienny i żelazo, w znacznej mierze zastępuje preparaty torfowe.

5. Technologia preparatów, połączenia oksydacyjne i redukcyjne azotu a roślina

Na wykresie 3 przedstawiono średnie wyniki trzyletnich doświadczeń wazonowych wykonanych na monolitach glebowych z RZD Lipki przez G. Trzeciacką w TOBT IMUZ w Elblągu.

Rośliną testową była rzodkiewka odmiany „sopel lodu“. Co roku przeprowadzano dwa siewy rzodkiewki: 1) w pierwszej dekadzie czerwca, a zbiór pod koniec lipca, 2) w drugiej dekadzie sierpnia, a zbiór w III dekadzie września. W doświadczeniu porównywano 4 kombinacje:

1. technologia klasyczna

2. dodatek w stosunku do suchej masy 17% pyłu ze ściółki torfowej, celem nie-dopuszczenia do tworzenia się spieków,
3. obniżenie ilości wody w procesie produkcyjnym i zastąpienie jej przez roz-tarcie całego materiału na zgniatarce,
4. dodatek pyłu ze ściółki i obniżenie zawartości wody.

W doświadczeniu tym zastosowano 3 podkombinacje dotyczące technologii susze-nia: suszenie przy 18°C, suszenie przy 60°C i suszenie przy temperaturze 100°C.

Doświadczenie przeprowadzono w dwu seriach — w serii amonowej i w serii azotanowej.

Jest zjawiskiem zupełnie zrozumiałym, że warunki rozwoju I wysiewu w począt-kach czerwca były znacznie korzystniejsze dla serii azotanowej, dlatego preparaty lepiej działały na serii amonowej, natomiast warunki rozwoju II wysiewu w połowie sierpnia były korzystniejsze dla serii amonowej i dlatego preparaty lepiej działały w serii azotanowej.

Dla roślin z I wysiewu okazała się najkorzystniejsza najsilniej utleniona 2 kom-binacja z dodatkiem pyłu ze ściółki torfowej, a na drugim miejscu utrzymywała się kombinacja 4 z dodatkiem pyłu i ze zmniejszoną ilością wody. Dla roślin II wysiewu najkorzystniejsza okazała się kombinacja 4 z dodatkiem pyłu i ze zmniejszoną ilością wody.

Natomiast co się tyczy metod suszenia, to przy obu wysiewach najlepsze wyniki w serii amonowej dała 2 podkombinacja — suszenie przy temperaturze 60°C, natomiast w serii azotanowej przy obu wysiewach na pierwsze miejsce wysunęła się podkombinacja 3 — suszenie przy temperaturze 100°C. Nie wykluczone, że przy tej podkombinacji wysunęły się na pierwsze miejsce własności redukujące pre-paratów.

Jak więc z tego wynika przy wysiewie w I terminie preparat działał w serii amonowej oksydująco, a przy siewie w II terminie preparat w serii azotanowej działał redukująco. Okazało się również, że na drodze zmian technologii można otrzymać preparaty torfowe albo o przewadze własności oksydacyjnych, albo redukujących.

6. Proces starzenia się preparatów

Stwierdzono, że preparaty ulegają procesom starzenia się, polegającym na zanikaniu aktywności biologicznej związków próchnicznych oraz na zmniejszaniu się rocznie mniej więcej o 30% ilości w wodzie rozpuszczalnych połączeń. Jest to zja-wisko wysoce niekorzystne z punktu widzenia ewentualnej produkcji przemysłowej tych preparatów. Fakt ten stwierdziła G. Trzeciicka na drodze biologicznej, natomiast E. Krzywy wykazał, że stopień starzenia się preparatów można stwierdzić również na drodze czysto fizycznej, przy pomocy gaszenia fluorescencji na fluo-rescencie.

G. Trzeciecka stwierdziła również, że aktywność biologiczną zwłaszcza świeżych preparatów można zwiększyć przez dodatek pod koniec procesu produkcyjnego wody utlenionej lub siarczanu miedzi.

V. DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Podsumowując przedstawione fakty można dojść do wniosku, że wszystkie procesy zachodzące w przyrodzie mają charakter procesów oksydacyjnych lub redukcyjnych. Tak np. w roślinie proces fotosyntezy polegający na wykorzystaniu CO_2 ma charakter redukcyjny, podczas gdy proces oddychania polegający na sorpcji O_2 jest procesem oksydacyjnym. Proces fotosyntezy, wydzielając jako produkt uboczny O_2 , stwarza warunki dla procesu oksydacyjnego, jakim jest oddychanie. Podobnie na torfowisku produktem rozkładu w warunkach aerobowych jest CO_2 , natomiast w warunkach ograniczonego dostępu powietrza tworzą się ubogie w tlen połączenia humusowe oraz beztlenowe produkty gazowe.

Również procesy glebotwórcze gleb mineralnych składają się na przemian z procesów oksydacyjnych i redukcyjnych. Tak np. w procesie bielicowania w poziomie akumulacyjnym rozkład masy organicznej ma charakter oksydacyjny. W ten sposób powstałe w wodzie rozpuszczalne połączenia humusowe, powodując procesy redukcji, przeprowadzają nierozpuszczalne połączenia różnych soli jak żelaza czy glinu w zredukowane połączenia rozpuszczalne, które infiltrują w głąb profilu do poziomu iluwialnego, gdzie z kolei ulegają oksydacji przechodząc znowu w połączenia nierozpuszczalne.

Pod wpływem ruchu wód od dołu ku górze odbywa się proces przeciwny, proces brunatnienia, przy czym połączenia zebrane w poziomie iluwialnym ulegają redukcji i z kolei infiltrują ku górze. Substancje te w zetknięciu z cząsteczkami aktywnej próchnicy z kolei ulegają oksydacji i mogą osiąść na powierzchni cząsteczek kolidowych próchnicy, stąd pochodzą własności sorpcyjne związków próchnicznych.

Doniosłą rolę w procesach oksydo-redukcyjnych zachodzących w glebie odgrywa woda. Znaczne wypełnienie przestworów powietrznych gleby przy pomocy wody powoduje wyraźne zacieśnienie optimum stosunku $\text{CO}_2 : \text{O}_2$. W takich warunkach bardzo doniosłą rolę odgrywa charakter poszczególnych nawozów, które podzielić możemy na dwie zasadnicze grupy — oksydacyjną i redukcyjną. Do grupy oksydacyjnej należy np. obornik podlegający procesowi rozkładu w warunkach aerobowych przy zawartości np. 9 kg ściółki/sztukę dziennie w formie długiej słomy, do tej grupy należą azotany, supertomasyna oraz w pewnym stopniu siarczan potasu; do grupy nawozów redukcyjnych należy obornik bezściółkowy, połączenia amonowe i amidowe, superfosfat i chlorek potasu.

O stosunku $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ w glebie decyduje również temperatura środowiska — w warunkach termicznych do 15°C przewagę posiada proces fotosyntezy dostarczający do środowiska O_2 , jednakże powyżej 15°C przewagę zaczyna osiągać proces

oddychania, co powoduje wydatne zwiększenie koncentracji CO_2 i wówczas zaczynają odgrywać decydującą rolę czynniki oksydacyjne.

Bardzo duży wpływ na stosunek $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ wywiera odczyn glebowy, który przy niskim pH powoduje wzrost intensywności procesów redukcyjnych, w takich glebach zwłaszcza o wyczerpanym kompleksie sorpcyjnym, występują duże ilości glinu wymiennego, żelaza dwuwartościowego, manganu i boru w formach rozpuszczalnych. Substancje te, zwłaszcza przy niedoborach tlenu w profilu glebowym, potrafią powodować zjawiska retrogradacji nawozów fosforowych, potasowych oraz mogą powodować zatrucie korzeni, uniemożliwiające pobieranie składników pokarmowych.

W takich warunkach w wodzie rozpuszczalne związki próchniczne działają bardzo korzystnie na plony roślin, likwidując zatrucie korzeni oraz umożliwiając wykorzystanie przez nie nawozów, które pod wpływem związków próchnicznych uwalniają się z procesów retrogradacji. W takich warunkach związki próchniczne mogą częściowo zastępować potas. Nasuwa się więc pytanie, czy w dalszych pracach nad rolą biologiczną aktywnych związków próchnicznych nie byłoby wskazane włączenie również do badań środowiska glebowego, które pod względem procesów oksydoredukcyjnych stanowi z rośliną jedną całość.

W tym miejscu należy dodać, że działanie aktywnych związków próchnicznych kończy się w tym wypadku, kiedy do środowiska glebowego wprowadzi się nawożenie wapniowe, które powoduje strącenie koloidów gleby, unieruchomienie masy organicznej w glebie oraz aktywizację azotu glebowego.

LITERATURA

1. Moskal St.: Glin ruchomy w glebach Polski. Roczniki Gleboznawcze R. 3. str. 154—175, 1954, R. 4 Str. 149—180, 1955.
2. Niklewski M.: Problem próchnicy w świetle doświadczeń polowych. Acta Agrobotanica, Vol. IX. Nr 1. 1960.
3. Niklewski M., Cieniewski J.: Ekonomiczne opracowanie dwuletnich wyników trzech kompleksów doświadczeń łąkowych w dolinie Łeby. Zeszyty Naukowe WSR w Szczecinie Nr 13. str. 139, 1964.
4. Niklewski M., Krzywy E., Liberkowski St., Kaczyński J.: Wpływ uwilgotnienia sztucznej łąki torfowej na efektywność nawożenia — nie opublikowane.
5. Niklewski M., Makarewicz S., Cieniewski J.: Preparowanie torfu na drodze chemicznej dla celów nawozowych. Cz. I. Prace Instytutu Torfowego Nr 1. 1953.
6. Niklewski M., Makarewicz S.: Preparowanie torfu na drodze chemicznej dla celów nawozowych. Cz. II. działanie następcze. Prace Instytutu Torfowego Nr 3. 1955.
7. Niklewski M., Piławski T.: Wpływ metabolizmu azotowego w czasie rozkładu na kształtowanie się wartości produkcyjnej obornika — Zeszyty Naukowe WSR w Szczecinie Nr 13 str. 102, 1964.
8. Niklewski M., Robakiewicz A., Dzikoński K., Woźniak J., Cisowski J.: Wpływ nawożenia obornikiem, nawozami mineralnymi i preparatami na plony trzech odmian ziemniaków na glebie brunatno-bielicowej — doświadczenia 4-letnie — nie opublikowane.
9. Niklewski M., Trzeciecka G.: Badania nad technologią produkcji preparatów torfowych — nie opublikowane.

10. Rajewski J.: Studia biochemiczne nad wpływem nawożenia na skład rzepaku i żyta ozimego — praca habilitacyjna nie opublikowana.
11. Tołpa S., Czyżewski W.: Aktywność biologiczna frakcji torfowej wyróżnionej metodą chromatografii bibułowej—Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Zeszyt nr 34. W-wa 1962 str. 301.
12. Zimont H.: Studia nad przydatnością torfów do produkcji kompostów — 1964 — Praca doktorska.
13. Wenglikowska E.: Wstępne badania nad odżywianiem się roślin na tle profilów bielcowych — Praca doktorska 1962.

INSTYTUT MELIORACJI I UŻYTKÓW ZIELONYCH
Terenowy Oddział Badań Torfowych w Elblągu
Katedra Chemii Rolnej Wyższej Szkoły Rolniczej
w Szczecinie