

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej

**Długotrwałe doświadczenia nawozowe
na użytkach zielonych**

Jubileusz
80-lecia urodzin i 55-lecia pracy zawodowej

Profesora dr. hab. Tadeusza Curyły
i
Profesora dr. hab. Kazimierza Mazura

15 kwietnia 2011 r.

Kraków

Opracowano
w Katedrze Chemii Rolnej i Środowiskowej
Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie
31-120 Kraków, al. Mickiewicza 21, tel. 12 662 43 41, kchris@ur.krakow.pl

Redaktor wydania
Prof. dr hab. Florian Gambuś

Recenzenci
prof. dr hab. Barbara Filipek-Mazur, prof. dr hab. Czesława Jasiewicz
prof. dr hab. Michał Kopeć, prof. dr hab. Barbara Wiśniowska-Kielian

Copyright © Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej UR w Krakowie,
Krakowski Oddział Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej,
Kraków 2011

ISBN 978-83-914308-4-2

Druk i oprawę wykonano w „ABart”, 32-065 Krzeszowice, Krakowska 28a
Nakład 150 egzemplarzy

Spis treści

1. Słowo wstępne	5
2. Jubileusz Profesora Tadeusza Curyły	7
2.1. Sylwetka naukowa Jubilata	9
2.2. Listy gratulacyjne	13
2.3. Biogram	17
2.4. Bibliografia dorobku naukowo-badawczego	22
3. Jubileusz Profesora Kazimierza Mazura	33
3.1. Sylwetka naukowa Jubilata	35
3.2. Listy gratulacyjne	39
3.3. Biogram	43
3.4. Bibliografia dorobku naukowo-badawczego	47
4. Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych	77
4.1. Prof. T. Curyło: Geneza i historia statycznych doświadczeń nawozowych na Bielanych i w Chełmie	79
4.2. Prof. K. Mazur: Geneza i historia statycznego doświadczenia łąkowego w Czarnym Potoku	93
4.3. Prof. M. Kopeć: Znaczenie naukowe badań prowadzonych w oparciu o statyczne doświadczenie nawozowe w Czarnym Potoku	105
4.4. Prof. M. Kasperczyk: Produkcyjność górskich użytków zielonych w doświadczeniach prowadzonych w Czarnym Potoku	111
4.5. Prof. St. Twardy: Efekty wieloletniego mineralno-organicznego nawożenia pastwisk górskich użytkowanych owcami	121
4.6. Prof. B. Sapek, prof. A. Sapek: Wieloletnie doświadczenia nad wpływem odczynu, mineralizacji materii organicznej oraz zróżnicowanego nawożenia na glebę i roślinność łąki trwałej	135
4.7. Prof. St. Kalembasa: Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych w Europie	153

1. Słowo wstępne

Jubileusz 80-lecia urodzin i długoletniej pracy naukowej Profesora jest bardzo ważnym świętem w życiu każdej Katedry. W 120-letniej historii Katedry Chemii Rolnej świętowaliśmy w ten sposób dwukrotnie: w 1927 roku, obchodząc Jubileusz założyciela i twórcy Katedry – Profesora Emila Godlewskiego (seniora) oraz w 1981 roku, przy okazji sesji naukowej: „Nawożenie a Ochrona Środowiska”, obchodząc Jubileusz Profesora Tadeusza Lityńskiego.

Dzisiejsze seminarium „Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych” daje możliwości podwójnego świętowania: Jubileuszu 80-lecia urodzin i 55-lecia pracy naukowej Profesorów – Tadeusza Curyły i Kazimierza Mazura. Czcigodni Jubilaci całe życie zawodowe związali z Katedrą Chemii Rolnej. Nie sposób wyliczyć i docenić wszystkie dotychczasowe dokonania Jubilatów. Opracowanie to jest próbą zestawienia Ich bogatego dorobku naukowego oraz przypomnienia aktywności i działań na rzecz Katedry, Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego, jak również Wyższej Szkoły Rolniczej, Akademii Rolniczej i Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie oraz Krakowskiego Ośrodka Naukowego i nauki polskiej.

Zespół Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej składa Wielce Szanownym Jubilatom najserdeczniejsze podziękowania za to, że byli i są nadal naszymi Nauczycielami i Mentorami, a także najszczerze życzenia dobrego zdrowia i wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz satysfakcji z dotychczasowych osiągnięć.

Kwiecień, 2011 r.

Kierownik Katedry – prof. Florian Gambuś

Z okazji 100-letniej rocznicy oddania do użytku najstarszego budynku Uczelni, w którym mieszczą się biura Władz Rektorskich Uniwersytetu Rolniczego i Dziekańskich Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego, przygotowaliśmy wystawę prezentującą sylwetkę Profesora Emila Godlewskiego, który zorganizował budowę Collegium Agronomicum i był pierwszym gospodarzem tego obiektu. W 1931 r., po śmierci Profesora, senat UJ nadał gmachowi imię Collegium Godlewskiego.

2. Jubileusz Profesora Tadeusza Curyły

80-lecie urodzin i 55-lecie pracy zawodowej



Profesor zw. dr hab. inż. Tadeusz Curyło

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej UR w Krakowie

2.1. Sylwetka naukowa Jubilata

*Choć umysł ludzki czyni różne odkrycia,
odpowiadając przy pomocy różnych narzędzi
na pytania zmierzające do tego samego celu,
nigdy nie uczyni wynalazku piękniejszego
ani łatwiejszego, ani krótszego od wynalazku przyrody,
gdyż w jej wynalazku niczego nie brak i nie ma nic zbytecznego.
(Leonardo da Vinci)*

Profesor dr hab. Tadeusz Curyło urodził w 1930 r. w miejscowości Perła na ziemi brzeskiej. Tutaj też pobierał nauki w stopniu podstawowym i średnim. Uroki pięknej ziemi brzeskiej być może były inspiracją dla młodego wówczas człowieka do zgłębiania wiedzy przyrodniczej, dlatego też dalsze nauki pobierał w królewskim grodzie Krakowie na Uniwersytecie Jagiellońskim na kierunku rolniczym. Co prawda nie zupełnie ziściły się marzenia profesora, ponieważ pierwotnym wyborem był kierunek „Leśnictwo”, który właśnie w tym okresie został zawieszony bez podania oficjalnych przyczyn. Co prawda profesor studiował „parę lat wcześniej”, to jednak droga do zdobycia tytułu zawodowego magistra proceduralnie była porównywalna z dzisiejszą. Pierwszy stopień studiów ukończył w 1955 r. ze stopniem inżyniera rolnika.

Jak wieść niesie nasz Profesor był bardzo dobrym i ambitnym studentem, dlatego też podjął naukę na drugim stopniu, który ukończył w 1956 roku, uzyskując stopień magistra nauk agrotechnicznych na podstawie pracy „Wpływ węgla brunatnego na uruchamianie fosforu z mączek fosforytowych”, wykonanej pod kierunkiem bardzo wymagającej Pani prof. Haliny Jurkowskiej.

W roku 1956 edukacja Jubilata na poziomie wyższym została zakończona. Wówczas mgr inż. T. Curyło musiał dokonać wyboru miejsca przyszłej pracy. Były trzy alternatywy: Państwowe Gospodarstwa Rolne (symbol lat 60-tych), instytucje naukowe i branżowe oraz ta najwyższa półka - uczelnia, do wyboru której nie wystarczały tylko chęci zainteresowanego. W tym okresie kierownikiem Katedry Chemii Rolnej był Pan prof. Tadeusz Lityński. Wspaniałą osobą, nietuzinkowym naukowcem, ale niesamowicie wymagającym. Absolwent T. Curyło, pomimo propozycji Kierownika pozostania w Katedrze, wybiera Wojewódzką Stację Chemiczno-Rolniczą. Wybór ten wprowadzał w zdumienie niejednego, ale sekret ten bardzo szybko został zdemaskowany, ponieważ pracę w Stacji podjęła również jego koleżanka, obecna małżonka. Po tym krótkim epizodzie mgr inż. T. Curyło wybiera jednak naukę i powraca do pracy w Katedrze, gdzie zostaje zatrudniony na stanowisku asystenta.

Wyznacznikiem rozwoju naukowego, między innymi, jest dynamika uzyskiwania stopni i tytułów naukowych. Pierwszym tematem badawczym, który

chciał zgłębić nasz Jubilat były zagadnienia dotyczące nawożenia tytoniu magnezem. Wydaje się początek bardzo dobry – lata 70-te, tytoń roślina przemysłowa. W tym czasie Prof. Julian Aleksandrowicz w swoich badaniach wskazuje na nieocenioną rolę magnezu. Według dzisiejszych kryteriów aktualność tematyki badawczej była bardzo dobra. Rozprawę doktorską na temat „Wpływ nawożenia magnezem na wysokość i jakość plonu tytoniu” przygotował pod kierunkiem prof. T. Lityńskiego i w 1968 roku uzyskał stopień doktora nauk rolniczych.

Kolejnym dziełem niezmiernie istotnym w karierze naukowej była rozprawa habilitacyjna, którą nasz Jubilat przygotowywał dość długo, ale bardzo wnikliwie. W swojej rozprawie dr T. Curyło zajął się, jako jeden z nielicznych w tym okresie, badaniami dotyczącymi zawartości kobaltu w glebach, zawartości i bioprzyswajalności kobaltu oraz znaczenia tego pierwiastka w plonowaniu roślin.

Zasługi i nowatorstwo badań dotyczących kobaltu polegało na tym, że:

1. w owym czasie było dużo badań związanych z kobaltem jako biopierwiastkiem – mikroelementem niezbędnym dla człowieka i zwierząt, natomiast niewiele było prac dotyczących zawartości kobaltu w glebie oraz jego roli w plonowaniu roślin,
2. podjęcie tej tematyki badawczej wymagało od Jubilata niezmierniej determinacji - brakowało zarówno metodyki badawczej, jak również odpowiedniej aparatury. Podejmuje trud, który nie gwarantuje szybkiego sukcesu. Podejmuje naukę na różnego rodzaju kursach celem zdobycia wiedzy w zakresie unowocześnienia metod analitycznych stosowanych w laboratoriach Katedry Chemii Rolnej. Zdobytą wiedzę na kursach i stażach w innych ośrodkach badawczych w Polsce i zagranicą wdraża w Katedrze.

Habilitował się w 1982 roku w zakresie chemii rolnej na podstawie rozprawy „Wpływ niektórych właściwości gleby i poziomu nawożenia NPK na pobieranie kobaltu przez rośliny”. W 1991 r. uzyskał tytuł profesora nauk rolniczych.

Istotną argumentacją w ocenie działalności naukowo-badawczej Jubilata jest dorobek naukowy. Prof. T. Curyło jest autorem lub współautorem ponad 120 prac, w tym 79 oryginalnych prac naukowo-badawczych oraz 4 podręczników i skryptów.

Jego zainteresowania badawcze od początku dotyczyły problematyki typowo agrochemicznej. W późniejszym okresie zostały poszerzone o zagadnienia związane z ochroną środowiska.

Tematyka badawcza była odpowiedzią na aktualne potrzeby wynikające z rozwoju chemizacji rolnictwa w Polsce. Lata 60. i 70. charakteryzowały się rozwojem chemizacji rolnictwa, natomiast okres późniejszy koncentruje się na badaniach związanych ze skutkami chemizacji rolnictwa, wartości paszowej, wartości pokarmowej oraz jakości plonu.

W działalności naukowej prof. T. Curyły można wyróżnić następujące główne kierunki badań:

1. wpływ nawożenia mineralnego, naturalnego i organicznego na glebę oraz cechy jakościowe i ilościowe plonu roślin. Badania te w dorobku naukowym Profesora stanowią około 70% publikacji,
2. istotną pozycję w dorobku naukowym prof. T. Curyły stanowią badania dotyczące ochrony środowiska, a przede wszystkim te związane z wpływem nieracjonalnego stosowania nawozów mineralnych, jak i te, które dotyczą możliwości wykorzystania niekonwencjonalnych nawozów,
3. należy również pokreślić, że prof. T. Curyło dużo czasu poświęcił sprawie nauki i wdrożenia nowoczesnych metod analitycznych w Katedrze, które niestety nie przekładają się na statystykę dorobku naukowego.

Etapy pracy zawodowej Jubilata były warunkowane rozwojem naukowym i przebiegały następująco: stanowisko starszego asystenta zajmował w latach 1960-1969, adiunkta w latach 1969-1983 oraz docenta w okresie 1983-1991. Na stanowisku profesora nadzwyczajnego został zatrudniony w 1991, a profesora zwyczajnego w 2000, na którym pracował do czasu przejścia na emeryturę.

W okresie pracy zawodowej odbył wiele staży naukowych krajowych i zagranicznych, na których zgłębiał widzę i prezentował osiągnięcia własne, jak i Katedry.

W ocenie pracownika naukowego niezmiernie istotną sprawą jest dydaktyka, a przede wszystkim umiejętność wdrożenia i bazowania na swoich badaniach w czasie realizacji zajęć dydaktycznych i właśnie tę umiejętność posiada prof. T. Curyło. To On pierwszy w Katedrze opracował programy i prowadził wykłady z przedmiotów „Nawozy niekonwencjonalne i odpady”, „Gospodarowanie odpadami”, „Ekologiczne aspekty chemizacji rolnictwa”, „Rolnicze zagospodarowanie odpadów” na kilku specjalizacjach a następnie specjalnościach (Agronomia, Agrobiologia, Ochrona Środowiska Rolniczego), na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych Wydziału Rolniczego.

Prof. T. Curyło został uhonorowany wieloma odznaczeniami państwowymi i branżowymi: Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Złotą Odznaką ZNP, Brązowym Medalem za Zasługi dla Obronności Kraju, odznaką Za Zasługi dla Ziemi Krośnieńskiej. Wyróżniony został dwukrotnie nagrodą Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki oraz Ministra Edukacji Narodowej za osiągnięcia naukowe oraz nagrodą za działalność dydaktyczną, a także nagrodą Wydziału Nauk Rolniczych PAN. Wyróżniony był również Odznaką Jubileuszową 80-lecia Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego UJ-AR w Krakowie („za szczególne zasługi w rozwoju Wydziału”).

Jego zainteresowania pozanaukowe to turystyka. Zwiedził Włochy i został przyjęty, wraz z kilkoma innymi profesorami Uczelni, przez Papieża Jana Pawła II. Poznał także Grecję, Hiszpanię, Niemcy, Węgry, Litwę, Czechy, Słowację, Egipt i Ziemię Świętą. Dużo radości czerpie z pracy na działce ogrodniczej, sportu (jeszcze obecnie gra w siatkówkę z młodszymi kolegami), śpiewu (szczególnie kolęd

i piosenek biesiadnych - od organizatorów Sympozjum Mikroelementowego we Wrocławiu otrzymał śpiewnik z piosenkami z dedykacją „Pierwszemu dyrygentowi chóru chemików rolnych”), czytaniu poezji patriotycznej okresu romantyzmu i z gry w brydża.

Czesława Jasiewicz



REKTOR
UNIWERSYTETU ROLNICZEGO
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

prof. dr hab. inż. **Janusz Żmija**

Szanowny Pan

Prof. dr hab. Tadeusz Curyło

Szanowny Panie Profesore,

W imieniu społeczności akademickiej Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie oraz własnym składam serdeczne podziękowania oraz słowa uznania za lata pracy w Wyższej Szkole Rolniczej, Akademii Rolniczej oraz Uniwersytecie Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Bardzo dziękuję za aktywną pracę na rzecz Wydziału Rolniczego podczas Pana dwukrotnej kadencji na stanowisku Prodziekana oraz kierownika naukowego Punktu Konsultacyjnego w Łańcucie. To dzięki zapałowi Pana Profesora i ciężkiej pracy w zakresie dydaktyczno - wychowawczym oraz działalności organizacyjnej na rzecz środowiska naukowego powołany został kierunek studiów „Ochrona środowiska”. Pana udział w licznych komisjach uczelnianych i senackich przyczynił się do rozwoju naszego Wydziału Rolniczego. Korzystając z okazji wyrażam także uznanie dla Pańskiej działalności w zakresie popularyzacji wiedzy i osiągnięć naukowych oraz współpracy z wieloma jednostkami gospodarczymi i naukowo - technicznymi w kraju.

Pragnę podkreślić także Pana zaangażowanie oraz niezwykle serdeczność i życzliwość dla ludzi.

Składam najserdeczniejsze życzenia zdrowia, szczęścia oraz wszelkiej pomyślności w życiu osobistym.

J. Żmija

Kraków, kwiecień 2011 r.



Wielce Szanowny Pan
 Prof. zw. dr hab. Tadeusz Curyło
 Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
 Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Jubileusz 80-lecia urodzin Szanownego Pana Profesora jest okazją do złożenia gratulacji, ale przede wszystkim podziękowań za 55 lat intensywnej pracy zawodowej na rzecz nauki polskiej i kształcenia kadr inżynierskich dla potrzeb rolnictwa. Należy Pan Profesor do grona pierwszych absolwentów Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, którzy studia rolnicze rozpoczynali w ramach Uniwersytetu Jagiellońskiego. Swoją aktywnością, poprzez działalność naukowo-dydaktyczną w macierzystej Uczelni, przyczynił się Pan do jej rozwoju, poczynając od Wyższej Szkoły Rolniczej, poprzez Akademię Rolniczą, aż do Uniwersytetu Rolniczego. Pamiętamy o zasługach Pana Profesora pomiesionych dla dobra i rozwoju Wydziału Rolniczego. Szczególną troską otaczał Pan studentów studiów niestacjonarnych nie tylko wówczas gdy pełnił Pan funkcję prodziekana i kierownika Punktu Konsultacyjnego w Łańcucie. Pana zaangażowanie i talent organizacyjny uwidoczniły się w pracach licznych komisji powoływanych przez Radę Wydziału Rolniczego, a także w Senacie Uczelni, którego był Pan członkiem.

Aktywność Pana Profesora poza Uczelnią w zespołach Konsultacyjno-Doradczych różnych ministerstw, w licznych Towarzystwach Naukowych, Komisjach PAN oraz działalność w zakresie popularyzacji wiedzy i osiągnięć naukowych dobrze służyły nauce i praktyce rolniczej.

Wkład Pana Profesora w rozwój chemii rolnej jest powszechnie znany. Pozycja Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego w Krakowie, nie tylko w skali Wydziału i Uczelni, ale także w Polsce nie byłaby tak odbierana bez udziału Pana Profesora.

Z okazji Jubileuszu, pragnę Panu złożyć w imieniu własnym oraz społeczności akademickiej Wydziału wyrazy głębokiego szacunku i poważania oraz wdzięczności za wkład w rozwój Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego.

Proszę przyjąć, Panie Profesorze, z okazji Jubileuszu, najserdeczniejsze życzenia dobrego zdrowia dającego siły do dalszej pracy i pokonywania codziennych trudów. Życzę wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz dalszych sukcesów na miarę zdolności i pracowitości.

Z wyrazami głębokiego szacunku i uznania

Dziekan
 Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego

Prof. dr hab. Tęofil Łabzu

Kraków, dnia 15 kwietnia 2011 r.

2.3. Biogram

Profesor dr hab. Tadeusz Curyło urodził się 14 października 1930 r. w Perle k. Brzeska, ówczesne woj. krakowskie. Żona Łucja B. z domu Koziół, inż. rolnictwa; córka Monika K. - mgr bibliotekoznawstwa UJ, syn Dariusz J. - mgr inż. budownictwa, Politechnika Krakowska, wnuki: Jędrzej, Jan, Juliusz, Zofia, Stanisław.

Po ukończeniu szkoły podstawowej w roku 1945 rozpoczął naukę w Państwowym Gimnazjum i Liceum w Brzesku, a w 1951 r. uzyskał świadectwo dojrzałości.

Zamierzał studiować leśnictwo w Uniwersytecie Jagiellońskim, jednak z uwagi na zawieszenie rekrutacji na ten kierunek, rozpoczął studia w roku akademickim 1951/52 na Wydziale Rolniczym tegoż Uniwersytetu. Studia odbył na Wydziale Rolniczym UJ i WSR w Krakowie, uzyskując w 1955 r. stopień inżyniera rolnika, a w 1956 r. tytuł zawodowy magistra nauk agrotechnicznych na podstawie pracy „Wpływ węgla brunatnego na uruchamianie fosforu z mączek fosforytowych”, wykonanej pod kierunkiem prof. H. Jurkowskiej. Stopień naukowy doktora nauk rolniczych nadała mu w 1968 r. Rada Wydziału Rolniczego WSR w Krakowie, na podstawie rozprawy przygotowanej pod kierunkiem prof. T. Lityńskiego „Wpływ nawożenia magnezem na wysokość i jakość plonu tytoniu”, opublikowanej w Zesz. Probl. PNR 78, 1967 (cz. I) i Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 9, 2, 1969 (cz. II). Habilitował się w 1982 r. w zakresie chemii rolnej na Wydziale Rolniczym AR w Krakowie na podstawie rozprawy „Wpływ niektórych właściwości gleby i poziomu nawożenia NPK na pobieranie kobaltu przez rośliny”, opublikowanej w Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 20, 1981 (cz. I) i 21, 1982 (cz. II). W 1991 r. uzyskał tytuł profesora nauk rolniczych.

Po studiach w 1956 r., po krótkim okresie pracy w Wojewódzkiej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Krakowie, został zatrudniony na stanowisku asystenta w Katedrze Chemii Rolnej ówczesnej Wyższej Szkoły Rolniczej. Kolejne etapy pracy zawodowej przebiegały następująco: stanowisko starszego asystenta w latach 1960-1969, adiunkta (1969-1983) i docenta (1983-1991). Na stanowisku profesora nadzwyczajnego został zatrudniony w 1991 r., a profesora zwyczajnego w 2000 r., na którym to stanowisku pracował do czasu przejścia na emeryturę.

W okresie pracy zawodowej odbył wiele staży naukowych: w Martin-Luther-Universität, Institut für Physiologie und Ernährung der Kulturpflanzen, Halle (1973), w Humboldt-Universität, Institut für Bodenkunde und Pflanzen Ernährung, Berlin (1977), University of Agriculture, Kesthely, Węgry (1983) i w Vysokiej Škole Zemledelskiej, Praga (1989).

Aktywnie uczestniczył w pracach organizacyjnych Wydziału. Przez dwie kadencje był prodziekanem Wydziału Rolniczego AR w Krakowie (1987-1990 i 1990-

1993), a w latach 1979-1987 kierownikiem naukowym Punktu Konsultacyjnego Wydziału Rolniczego w Łańcucie.

W czasie wieloletniej pracy w Uczelni pełnił wiele funkcji związanych z działalnością dydaktyczno-wychowawczą. Wielokrotnie był członkiem Wydziałowej Komisji dla doboru kandydatów na studia, a w latach 1986/87-1992/93 przewodniczącym Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Rolniczego dla Zawodowych Studiów Zaocznych. Od roku akademickiego 1996/97 do 1999/2000 wchodził w skład Uczelnianej Komisji Rekrutacyjnej. Przez wiele lat pracował w Komisji Dydaktycznej Wydziału Rolniczego, a w latach 1989-96 był jej przewodniczącym. Kierował pracami Rady Programowej specjalności „Ochrona Środowiska Rolniczego” (1995/96–1999/2001). Był inicjatorem powołania kierunku studiów „Ochrona środowiska”, na którym rozpoczęto na Wydziale kształcenie od 2002 r. Był koordynatorem oraz współautorem planu i programu studiów tego kierunku. W latach 1973-75 był Pełnomocnikiem Dziekana do spraw Studenckich Praktyk Robotniczych. Kierował również pracą Wydziałowej komisji do spraw wartościowania pracy pracowników naukowo-technicznych i inżynieryjno-technicznych (1989) oraz Komisji do spraw likwidacji składników majątkowych (1987-1991).

Rada Wydziału doceniając jego sumienność i duże zaangażowanie w sprawy Wydziału powierzyła mu w latach 1994-95 funkcję opiekuna naukowego Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin. Poza tym był członkiem (1993-1996), a następnie przewodniczącym (1996-1999 i 1999-2001) Wydziałowej Komisji Konkursowej dla Profesorów i Doktorów Habilitowanych. Przez wiele lat brał udział w pracach Uczelnianej Komisji Wyborczej, początkowo jako zastępca przewodniczącego (1993-1996), a w latach 1996-1999 i 1999-2002 jako przewodniczący. Wchodził w skład Senatu Uczelni jako przedstawiciel profesorów Wydziału Rolniczego na kadencję 1996/97-1998/99. Był członkiem senackich komisji do spraw: Dydaktyki, Wychowania i Absolwentów (1986/87-1988/89), Oceny Profesorów oraz Komisji d/s Analiz i Odwołań w latach 1996/97-1998/99. Wchodził w skład Komitetu Redakcyjnego Wydawnictw Jubileuszowych Uczelni: „Księga Jubileuszowa Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie 1953-2003” oraz „Profesorowie, docenci i doktorzy habilitowani Wyższej Szkoły Rolniczej – Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie”, Kraków 2003.

Aktywnie uczestniczył w studenckim ruchu naukowym. Przez wiele lat był opiekunem Sekcji Chemii Rolnej Koła Naukowego Rolników. Organizował obozy naukowe, wdrażał studentów do pracy naukowej. Na podstawie materiałów zgromadzonych na tych obozach przygotowano referaty wygłoszone na sesjach krajowych i międzynarodowych.

Do Jego osiągnięć należy zaliczyć unowocześnienie metod analitycznych stosowanych w laboratoriach Katedry Chemii Rolnej. Po ukończeniu kursu i odbyciu stażu w innych ośrodkach badawczych w Polsce zastosował i upowszechnił metodę absorpcyjnej spektrometrii atomowej w analizach materiałów biologicznych (gleba,

roślina, tkanki zwierzęce) w Katedrze. Służył także pomocą w analizach chemicznych pracownikom innych jednostek.

Jego zainteresowania badawcze dotyczyły początkowo problematyki typowo agrochemicznej. W późniejszym okresie poszerzone zostały o zagadnienia związane z ochroną środowiska. W działalności naukowej prof. T. Curyły można wyróżnić następujące główne kierunki badań:

1. wapnowanie jako istotny czynnik kształtujący plonowanie i skład chemiczny roślin oraz właściwości gleby,
2. wpływ nawożenia mineralnego na plon i jakość tytoniu,
3. wpływ intensywnego wieloletniego nawożenia mineralnego na plonowanie i skład chemiczny roślinności oraz właściwości gleb łąkowych,
4. rola mikroelementów w kształtowaniu wielkości i jakości plonu płodów rolnych,
5. pionierskie badania nad zawartością i bioprzyswajalnością oraz znaczeniem kobaltu w plonowaniu,
6. badania nad zanieczyszczeniem środowiska metalami ciężkimi oraz poznaniem czynników ograniczających ich dostępność dla roślin,
7. zagrożenie środowiska przez odpady i możliwość ich przyrodniczej i rolniczej utylizacji.

Do najważniejszych Jego osiągnięć naukowych można zaliczyć:

- określenie wpływu nawożenia magnezem na plon tytoniu i jakość surowca tytoniowego,
- określenie potrzeb wapnowania użytków zielonych i zaproponowanie kryteriów wapnowania na podstawie odczynu oraz zawartości wymiennego glinu i stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleby zasadami,
- poznanie skutków wieloletniego stosowania dużych dawek nawozów mineralnych na plonowanie i jakość runi łąkowej oraz bilans makroskładników (azotu, fosforu, potasu, magnezu i sodu), a także na właściwości fizyczno-chemiczne gleby,
- określenie czynników, od których zależy dostępność metali ciężkich dla roślin oraz bilansu tych metali na użytkach zielonych w zależności od poziomu nawożenia,
- ocena wartości nawozów organiczno-mineralnych wytworzonych z węgla brunatnego oraz wpływu tych nawozów na fitotoksyczność metali ciężkich; badania te były realizowane w ramach projektu celowego „Uruchomienie produkcji kompleksowych nawozów organiczno-mineralnych wytworzonych z węgla brunatnego”, koordynowanego w Politechnice Warszawskiej.

Prof. T. Curyło jest autorem lub współautorem ponad 120 prac, w tym 79 oryginalnych prac naukowo-badawczych oraz 4 podręczników i skryptów. Do jego ważniejszych publikacji, oprócz pracy doktorskiej i habilitacyjnej, należy zaliczyć: „The effect of long-term differentiated NPK fertilization on the balance of nitrogen, phosphorus and potassium and their content in meadow soil” (wspólnie z E. Gorlachem), Pol. J. Soil Sci. 21, 1, 1988, „Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na zawartość magnezu w glebach łąkowych”, Roczn.

Glebozn. 42, 1991, „The effect of long-term differential mineral fertilization and liming on cobalt uptake by meadow sward”, Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”, Part II, 1993, „Wpływ różnych nawozów organiczno-mineralnych na pobieranie metali ciężkich przez warzywa” (wspólnie z Cz. Jasiewicz), Roczniki AR w Poznaniu, CCCIV, Ogród. 27, 1998, „The effect of cadmium on nitrogen fixation and yield of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.)”, Intern. Conf. „Plant nutrition, quality of production and processing”, 1999, Brno, Czech Republic, „Wpływ miedzi i cynku na proces wiązania N₂ przez bakterie symbiotyczne bobiku”, Zesz. Probl. PNR 471, I, 2000, „Comparison of the effect of soil pH on the uptake of heavy metals by various plant species” (współautor), Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 29, 1990, „Balance of heavy metals (Cd, Ni, Pb) in static fertilizer experiments on grasslands”, Acta Agrophysica 51, 2001.

Aktywnie uczestniczył w seminariach, konferencjach i innych spotkaniach naukowych. Do najważniejszych należy udział w: Światowym Kongresie Nawozowym – Bukareszt 1984, Kongresie PTGleb i Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów” – Lublin 1999, Sympozjach „Mikroelementy w rolnictwie” – Wrocław, Międzynarodowej Konferencji „Toksyczne substancje w glebie – źródła i wpływ na rośliny” – Kraków 2000, V Konferencji „Technologie bezodpadowe i zagospodarowanie odpadów w przemyśle chemicznym i rolnictwie” – Politechnika Szczecińska 2001.

W czasie 45-letniej pracy naukowo-dydaktycznej (a także po przejściu na emeryturę) wykształcił wielu specjalistów dla potrzeb rolnictwa i nauki. Wypromował jednego doktora (dr inż. Barbara Filipek-Mazur, obecnie profesor). Był recenzentem kilku prac doktorskich (dr B. Wiśniowska-Kielian, obecnie profesor, dr A. Rogóż, dr M. Kopeć, obecnie profesor, dr M. Szwagrzyk, dr Szurpicka-Połtarzewska, dr J. Antonkiewicz, dr M. Zemanek) oraz habilitacyjnych (dr hab. B. Filipek-Mazur, dr hab. B. Wiśniowska-Kielian). Recenzował wnioski o tytuł naukowy (prof. Floriana Gambusia i prof. Mirosława Kasperczyka). Był także superrecenzentem wniosku o zatwierdzenie przez Centralną Komisję ds. Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych uchwały o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Pod jego kierownictwem zostało wykonane około 100 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich.

Brał udział w pracach Zespołu Konsultacyjno-Doradczego ds. Studiów dla Pracujących Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (1987-92) oraz Zespołu ds. Unowocześnienia Treści Kształcenia Międzyuczelnianego Ośrodka Metodycznego Akademii Rolniczych (1991-1993). Następnie został powołany w skład Grupy Roboczej Zespołu VI Komisji Ekspertów Ministerstwa Edukacji Narodowej dla opracowania minimum programowego kierunku magisterskich studiów Rolnictwo (1992-1994). Pracował w Zespole Nauk Rolniczych Komitetu Badań Naukowych – Sekcja Agrotechniki – do oceny XV (1998) konkursu projektów badawczych. Poza

tym uczestniczył w pracach Krajowej Sekcji Nauki NSZZ „Solidarność (1995-1998) jako członek Rady KSN oraz Zespołu d/s Założeń Szkolnictwa Wyższego i Nauki.

Był członkiem Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (od 1960) i sekretarzem Komisji Żywności Gleby i Odżywiania Roślin (1975-1991) oraz wiceprezesem Oddziału Krakowskiego (1996-1999), Polskiego Towarzystwa Nauk Agrotechnicznych (1985-1990), Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej (1994-2001), Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Rolnictwa NOT, Krakowskiego Oddziału Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PAN (od 1986 - nadal).

Jego działalność w zakresie popularyzacji wiedzy i osiągnięć naukowych wyraża się współpracą (wykłady, odczyty, ekspertyzy) z jednostkami gospodarczymi i naukowo-technicznymi (Ośrodki Doradztwa Rolniczego, Okręgowe Stacje Chemiczno-Rolnicze, Zakład Doradztwa Rolniczego AR, Zakłady Azotowe w Tarnowie, Stowarzyszenie Producentów Cementu i Wapna, Naczelna Organizacja Techniczna, Uniwersytet Trzeciego Wieku w Jasle i inne) oraz w organizowaniu Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych oraz Olimpiady Biologicznej dla uczniów szkół średnich.

Od początku zatrudnienia w Uczelni prowadzi zajęcia dydaktyczne dla studentów. Początkowo były to ćwiczenia z przedmiotu „Chemia rolna” na studiach stacjonarnych i zaocznych. Po uzyskaniu stopnia doktora prowadził samodzielnie (wykłady i egzaminy) ten przedmiot dla studentów Zawodowego Studium Zaocznego kierunku Rolniczego w Krakowie, a także w Punktach Konsultacyjnych w Łańcucie i Przemyśle, później również w Rzeszowie i Czernichowie. Dla specjalności Ekonomia i Finansowanie Rolnictwa opracował program przedmiotu „Chemizacja rolnictwa z podstawami gleboznawstwa” i wykładał ten przedmiot. Po habilitacji opracował programy i prowadził wykłady „nowych” przedmiotów: „Ochrona środowiska”, „Nawozy niekonwencjonalne i odpady”, „Gospodarowanie odpadami”, „Ekologiczne aspekty chemizacji rolnictwa”, „Rolnicze zagospodarowanie odpadów” na kilku specjalizacjach a następnie specjalnościach (Agronomia, Agrobiologia, Ochrona i Kształtowanie Środowiska) na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych Wydziału Rolniczego, a przedmiot „Ochrona środowiska” także na międzywydziałowym kierunku Biotechnologia. Po uzyskaniu tytułu profesora prowadził także seminarium dyplomowe i konwersatorium magisterskie dla studentów specjalizacji Chemia rolna, a następnie Zagrożenia i ochrona ekosystemów rolniczych i opracował programy tych przedmiotów.

Prof. T. Curyło został odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Złotą Odznaką ZNP, Brązowym Medalem za Zasługi dla Obronności Kraju, odznaką Za Zasługi dla Ziemi Krośnieńskiej. Wyróżniony dwukrotnie nagrodą Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki oraz Ministra Edukacji Narodowej za osiągnięcia naukowe oraz nagrodą za działalność dydaktyczną, a także nagrodą Wydziału Nauk Rolniczych PAN. Wyróżniony był również Odznaką Jubileuszową 80-lecia Wydziału

Rolniczego-Ekonomicznego UJ-AR w Krakowie („za szczególne zasługi w rozwoju Wydziału Rolniczego”), jak również 20-krotnie nagrodami Rektora Wyższej Szkoły Rolniczej i Akademii Rolniczej w Krakowie za osiągnięcia naukowo-badawcze.

Jego zainteresowania pozanaukowe to turystyka. Zwiedził Włochy i został przyjęty, wraz z grupą profesorów i innych pracowników Uczelni, przez Papieża Jana Pawła II. Poznał także: Grecję, Hiszpanię, Niemcy, Węgry, Litwę, Czechy, Słowację, Egipt i Ziemię Świętą. Dużo radości czerpie z pracy na działce ogrodniczej, sportu (jeszcze obecnie gra w siatkówkę z młodszymi kolegami), śpiewu (szczególnie kolęd i piosenek biesiadnych - od organizatorów Sympozjum Mikroelementowego we Wrocławiu otrzymał śpiewnik z piosenkami z dedykacją „Pierwszemu dyrygentowi chóru chemików rolnych”), czytaniu poezji patriotycznej okresu romantyzmu i z gry w brydża.

2.4. Bibliografia dorobku naukowo-badawczego

A. Oryginalne prace twórcze:

1. Lityński T., Curyło T. O obliczaniu dawek wapna na podstawie kwasowości hydrolitycznej gleby. Zesz. Nauk. WSR w Krakowie, Roln. 6, 61-67, 1959.
2. Mazur K., Byś T., Curyło T. Skład chemiczny kompostów miejskich ze Śląska. I Konferencja Naukowo-Techniczna: „Postęp techniczny w dziedzinie oczyszczania miast”, Wisła, 1-18, Wyd. NOT, 1961.
3. Lityński T., Curyło T., Mazur K., Mazur T. Wartość nawozowa kilku kompostów miejskich ze Śląska na glebach lekkich. Zesz. Probl. PNR 40b, 203-213, 1963.
4. Curyło T. Wpływ nawożenia magnezem na wysokość i jakość plonu tytoniu. Cz. I. Wpływ magnezu na plon tytoniu. Zesz. Probl. PNR 78, 245-266, 1967.
5. Curyło T. Wpływ nawożenia magnezem na wysokość i jakość plonu tytoniu. Cz. II. Wpływ magnezu na skład chemiczny i jakość tytoniu. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 9, 2, 99-138, 1969.
6. Curyło T. Wpływ niektórych czynników na pobieranie magnezu przez liście tytoniu. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 11, 2, 131-143, 1971.
7. Gorlach E., Curyło T., Firek E. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na plon i skład chemiczny roślinności łąkowej. Cz. I. Plonowanie runi łąkowej i zawartość w masie roślinnej niektórych form azotu. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 13, 1, 33-50, 1973.
8. Gorlach E., Curyło T. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na plonowanie i skład chemiczny roślinności łąkowej. Cz. II. Zawartość i zbiór składników mineralnych z plonem. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 15, 1, 51-68, 1973.

9. Gorlach E., Curyło T. Wpływ jednorazowego i podzielonego nawożenia potasem na skład chemiczny życicy wielokwiatowej i runi łąkowej. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 13, 2, 37-51, 1973.
10. Curyło T. Porównanie niektórych nawozów azotowych przy uprawie tytoniu typu Kentucky. *Prace Nauk. Inst. Techn. Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej* 6, ser. Konferencje 3, 117-130, 1975.
11. Gorlach E., Curyło T. Efektivnost hnojenja travnych porastov dusikom v zavislosti od davok fosforu i drasluka. IV. Slovensky Seminar o vyrobe a pouzivani priemyselnych hnojiv, 59-64, 1974.
12. Gorlach E., Curyło T. Bilans fosforu i potasu w warunkach zróżnicowanego nawożenia runi łąkowej. *Inst. Mel. i Użytków Ziel. Konferencja Naukowa. Łąkarstwo* 97-105, 1975.
13. Curyło T., Gorlach K., Jasiewicz Cz., Toboła K. Występowanie mikroskładników w roślinach łąkowych różnych rejonów Polski południowej. *Acta Agr. et Silv.* ser. Agr. 15, 2, 3-20, 1975.
14. Gorlach E., Curyło T., Stępień S. Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na zawartość mikroskładników w roślinności łąkowej. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 15, 1, 45-57, 1975.
15. Gorlach E., Curyło T. Einfluss lang-jähriger N-P-K-Düngung auf Heuertrag und Gehalt an Mikroelementen in Wiesenpflanzen. *Wiss. Zeit. Humboldt-Universität Berlin, Math.-Nat.* XXV H. 4, 515-520, 1976.
16. Gorlach E., Curyło T. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na właściwości chemiczne gleb łąkowych. *Symp. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”*, IUNG R. (110), 133-140, 1976.
17. Gorlach E., Curyło T. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość mikroelementów w runi łąkowej i glebie. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 17, 2, 67-86, 1977.
18. Gorlach E., Curyło T. Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na plonowanie i skład mineralny runi łąkowej w świetle 6-letnich doświadczeń. *Zesz. Probl. PNR* 210, 15-27, 1978.
19. Gorlach E., Curyło T., Firek E. Wpływ wieloletnich doświadczeń nad działaniem zróżnicowanego nawożenia NPK na plonowanie runi łąkowej i zawartość azotu w roślinach i glebie. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 18, 1, 33-49, 1978.
20. Gorlach E., Curyło T. Einfluss langjähriger Düngung mit NPK auf die Azidität von Wiesenboden und deren Gehalt am einigen Magnesiumsformen. XIII Congress of International Society of Soil Science, 1986, Hamburg, 754-755.
21. Curyło T. Wpływ niektórych właściwości gleby i poziomu nawożenia NPK na pobieranie kobaltu przez rośliny. Cz. I. Wyniki badań nad zależnością między zawartością kobaltu w glebach i roślinach. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 20, 57-80, 1981.

22. Curyło T. Wpływ niektórych właściwości gleby i poziomu nawożenia NPK na pobieranie kobaltu przez rośliny. Cz. II. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość kobaltu w runi łąkowej. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 21, 3-30, 1982.
23. Curyło T. Wpływ nawożenia azotowego na pobieranie kobaltu przez życię wielokwiatową. *Zesz. Probl. PNR* 242, 391-399, 1983.
24. Curyło T. Działanie wapna na plonowanie i skład botaniczny runi łąkowej. *Mat. Symp. „Wapnowanie jako czynnik wzrostu urodzajności gleb”*, Puławy, 1983, 127-130.
25. Gorlach E., Curyło T. Działanie wieloletniego nawożenia na plonowanie runi łąkowej oraz zawartość azotu w roślinach i glebie zależnie od zestawu dawki NPK i warunków siedliskowych. *Rocz. Glebozn.* 34, 4, 13-28, 1983.
26. Gorlach E., Curyło T., Grzywnowicz I. Wpływ długoletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość potasu w runi łąkowej i glebie. *Rocz. Glebozn.* 35, 3-4, 21-39, 1984.
27. Gorlach E., Curyło T., Grzywnowicz I. Zmiany składu mineralnego runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Rocz. Glebozn.* 36, 2, 85-99, 1985.
28. Curyło T. Wpływ nawożenia kobaltem na kształtowanie się zawartości tego mikrośladnika w runi łąkowej w dziewięcioletnim okresie badań. *Acta Agr. et Silv. ser. Agr.* 24, 151-163, 1985.
29. Gorlach E., Curyło T. The potassium uptake of meadow plants under the conditions of differentiated NPK fertilization and soil pH. *Proc. 9th World Fertilizer Congress, Budapest, 1984, vol. 2, 459-462, 1985.*
30. Curyło T., Krauze A., Kuczyńska I., Sapek B. Liczby graniczne zawartości Fe, Cu, Mn, Co, J, Se i Mo w roślinności łąk i pastwisk pod kątem ich wartości paszowej. *Prace Komisji Naukowych PTGleb.* 93 „Zawartość mikroelementów w glebach i roślinach”, 43-60, Warszawa, 1985.
31. Curyło T. Zawartość mikroelementów w burakach i rzepaku jako kryterium potrzeb nawożenia tymi składnikami. *Prace Komisji Naukowych PTGleb.* 99 „Badania biologiczne gleby”, 34-43, Warszawa, 1987.
32. Curyło T., Gorlach E. Wpływ wapnowania i nawożenia NPK na skład mineralny runi łąkowej. *Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”*, Olsztyn, Cz. 2, 167-172, 1986.
33. Gorlach E., Curyło T. Zmiany zawartości Cu, Mn i Zn w roślinach łąkowych pod wpływem nawożenia NPK i wapnowania. *Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”*, Olsztyn, Cz. 2, 173-178, 1986.
34. Curyło T. Bilans fosforu i potasu na podstawie 16-letnich doświadczeń łąkowych. *Mat. Kraj. Symp. „Równowaga jonowa w glebach i roślinach w warunkach intensywnego nawożenia”*, Wrocław, 1986, Cz. II. 70-75, Puławy, 1986.

35. Gorlach E., Curyło T. Wpływ wapnowania na plonowanie runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK. Mat. Kraj. Symp. „Równowaga jonowa w glebach i roślinach w warunkach intensywnego nawożenia”, Wrocław, 1986, Cz. I. 134-159, Puławy, 1986.
36. Gorlach E., Curyło T. The effect of NPK-fertilizers used for many years on physico-chemical properties of meadow soils. Pol. J. Soil Sci. 20, 2, 53-59, 1987.
37. Gorlach E., Curyło T. The effect of long-term differentiated NPK fertilization on the balance of nitrogen, phosphorus and potassium and their content in meadow soil. Pol. J. Soil Sci. 21, 1, 69-75, 1988.
38. Gorlach E., Curyło T. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny runi łąkowej w zależności od pH gleby. Cz. I. Plon i zawartość makroelementów. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 26, 109-120, 1987.
39. Gorlach E., Curyło T. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny runi łąkowej w zależności od pH gleby. Cz. II. Zawartość mikroelementów. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 26, 121-133, 1987.
40. Curyło T. Wpływ intensyfikacji nawożenia na plonowanie roślin i ich jakość. Mat. Konf. Nauk.-Techn. „Czynniki aktywizacji rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego w woj. krakowskim”, Kraków, 92-112, 1988.
41. Gorlach E., Curyło T. Reakcja runi łąkowej na wapnowanie w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Roczn. Glebozn. 41, 1/2, 161-177, 1990.
42. Gorlach E., Curyło T. Wpływ odczynu gleby na pobieranie potasu, sodu, magnezu i wapnia przez różne gatunki roślin. Roczn. Glebozn. 41, 1-2, 117-131, 1990.
43. Gorlach E., Curyło T. Comparison of the effect of soil pH on the uptake of heavy metals by various plant species. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 29, 83-93, 1990.
44. Curyło T. Wpływ wapnowania na pobieranie kobaltu przez runię łąkową. Mikroelementy w rolnictwie, Wyd. AR we Wrocławiu, 207-212, 1991.
45. Curyło T. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na zawartość magnezu w glebach łąkowych. Roczn. Glebozn. 42, 3-4, 61-69, 1991.
46. Curyło T. Oddziaływanie wieloletniego jednostronnego nawożenia azotowego na plonowanie i skład mineralny runi łąkowej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Sesja Naukowa 34, 157-164, 1991.
47. Curyło T. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość sodu w runi łąkowej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Sesja Naukowa 34, 177-185, 1991.
48. Curyło T. Wpływ wapnowania na pobieranie kobaltu przez różne gatunki roślin. Mikroelementy w rolnictwie, Wyd. AR we Wrocławiu, 387-401, 1992.
49. Curyło T. The effect of long-term differential mineral fertilization and liming on cobalt uptake of by meadow sward. Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”. Part II, 69-81, 1993.

50. Curyło T., Olkuśnik S. Wpływ odczynu gleby na pobieranie kobaltu i manganu przez trzy gatunki traw. Wyd. IMUZ Falenty „Problemy wapnowania użytków zielonych”, 177-184, 1993.
51. Gorlach E., Curyło T. Effect of NPK fertilizers in long-term experiments on meadow production and nitrogen, phosphorus and potassium balance. Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”, Part II, 23-38, 1993.
52. Curyło T. Nawozowe działanie potasu na glebie znacznie wyczerpanej z tego składnika. Zesz. Probl. PNR 421a, 29-37, 1995.
53. Curyło T., Jasiewicz Cz. Wartość nawozowa Plonofoski J i Plonofoski W wyprodukowanych na bazie węgla brunatnego przez KWB Konin. Zesz. Probl. PNR 422, 123-132, 1995.
54. Curyło T. Wpływ odczynu gleby na pobieranie cynku, miedzi i niklu przez rośliny owsa. Zesz. Probl. PNR 434, I, 49-54, 1996.
55. Curyło T., Jasiewicz Cz. Wpływ nawozów organiczno-mineralnych produkowanych przez KWB „Konin” na skład chemiczny rzepaku. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Roln. 42, Cz. I, 65-75, 1996.
56. Jasiewicz Cz., Curyło T. Ocena wartości nawozowej Plonofoski „W” w warunkach doświadczenia wazonowego. Zesz. Probl. PNR 437, 201-207, 1996.
57. Curyło T., Olkuśnik S. Zawartość związków azotowych w warzywach z ogrodów działkowych zależnie od położenia w różnych strefach ochronnych wokół Zakładów Azotowych w Tarnowie. Mat. Międzyn. Konf. „Nadmiar azotu w rolnictwie czynnikiem zagrożenia zdrowia człowieka”, Warszawa-Falenty, 7-13, IMUZ Falenty, 1996.
58. Curyło T., Grabowska G. Zawartość azotanów w warzywach z ogrodów przydomowych gminy Biskupice (woj. krakowskie). Mat. Międzyn. Konf. „Nadmiar azotu w rolnictwie czynnikiem zagrożenia zdrowia człowieka”, Warszawa-Falenty, 14-15, IMUZ Falenty, 1996,
59. Curyło T. Wpływ 20-letniego nawożenia mineralnego na zawartość kadmu i niklu w glebach łąkowych. Zesz. Probl. PNR 448a, 53-60, 1997.
60. Curyło T., Jasiewicz Cz. Porównanie działania nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych na pobieranie oraz toksyczność kadmu i niklu dla roślin. Zesz. Probl. PNR 448a, 45-52, 1997.
61. Curyło T. Zawartość metali ciężkich w warzywach ogrodów działkowych w Tarnowie. Zesz. Probl. PNR 448b, 35-42, 1997.
62. Curyło T., Jasiewicz Cz. Wpływ nawożenia na zawartość kadmu w warzywach uprawianych w rejonach ekologicznego zagrożenia. Zesz. Probl. PNR 448b, 43-51, 1997.
63. Curyło T., Jasiewicz Cz. Porównanie wpływu wieloskładnikowych nawozów organiczno-mineralnych i mineralnych na plonowanie oraz pobieranie metali ciężkich przez rośliny. Fol. Univ. Agric. Stetin. 190, Agricultura 72, 35-41, 1998.

64. Jasiewicz Cz., Curyło T. Wpływ nawozów organiczno-mineralnych na skład chemiczny roślin uprawianych na glebie zanieczyszczonej metalami ciężkimi. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 190, *Agricultura* 72, 123-129, 1998.
65. Curyło T., Jasiewicz Cz. Wpływ różnych nawozów organiczno-mineralnych na pobieranie metali ciężkich przez warzywa. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCIV, Ogród.* 27, 39-49, 1998.
66. Curyło T., Jasiewicz Cz. Wpływ nawozów organiczno-mineralnych na akumulację metali ciężkich przez rośliny. *Zesz. Probl. PNR* 455, 71-84, 1998.
67. Jasiewicz Cz., Curyło T. Nawozy organiczno-mineralne jako materiały do detoksykacji gleb. *Zesz. Probl. PNR* 455, 117-128, 1998.
68. Curyło T. Zawartość niektórych metali ciężkich w runi statycznego doświadczenia łąkowego. *Zesz. Probl. PNR* 465, 611-625, 1999.
69. Curyło T. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość związków próchnicznych w glebach łąkowych. *Zesz. Probl. PNR* 467, 649-657, 1999.
70. Curyło T. Ochrona środowiska przyrodniczego w Polsce w aspekcie obowiązującego prawa. W: *Podstawy integracji europejskiej w aspekcie rozwoju obszarów wiejskich.* Praca zbiorowa pod red. J. Kani, 424-436, Zakład Doradztwa Rolniczego i Promocji, AR w Krakowie, 1998.
71. Curyło T. Wstępne wyniki badań nad wpływem metali ciężkich na proces wiązania N_2 przez bakterie symbiotyczne bobiku. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 349, *Sesja Nauk.* 64, 53-65, 1999.
72. Curyło T. The effect of cadmium on nitrogen fixation and yield of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.). *Int. Conf. „Plant nutrition, quality of production and processing”*, Brno, Czech Republic, 187-190, 1999.
73. Curyło T. Prawne uregulowania gospodarki materiałami odpadowymi i ich rolniczego wykorzystania. *Zesz. Probl. PNR* 472, I, 149-165, 2000.
74. Curyło T. Wstępna ocena składu chemicznego i wartości nawozowej osadów koagulacyjnych ze stacji uzdatniania wody. *Zesz. Probl. PNR* 472, I, 137-148, 2000.
75. Curyło T. Wpływ miedzi i cynku na proces wiązania N_2 przez bakterie symbiotyczne bobiku. *Zesz. Probl. PNR* 471, I, 209-217, 2000.
76. Curyło T. Stan zakwaszenia i potrzeby wapnowania gleb w Polsce. *Konf. „Przemysł wapienniczy a ochrona środowiska”*, Kamień Śląski, 119-129, Stow. Producentów Cementu i Wapna, 2000.
77. Curyło T. Balance of heavy metals (Cd, Ni, Pb) in static fertiliser experiments on grasslands. *Acta Agrophysica* 51, 189-199, 2001.
78. Curyło T. Chemical composition and fertiliser value of the coagulating sludge from the water treatment process. *Pol. J. Soil Sci.* 35, 2, 53-62, 2002.
79. Curyło T. Geneza i historia statycznych doświadczeń nawozowych na Bielanach i w Chełmie. (w druku).

B. Podręczniki i skrypty:

1. Gorlach E., Curyło T., Olkuśnik S. Przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii rolnej. Akademia Rolnicza w Krakowie, ss. 108, Kraków, 1981 - wyd. 1 i 1982 - wyd. 2.
2. Metodyczne wskazówki do ćwiczeń z chemii rolnej. Praca zbiorowa pod red. E. Gorlacha. Akademia Rolnicza w Krakowie, ss. 194, Kraków, 1983 - wyd. 1, 1986 - wyd. 2, 1990 - wyd. 3.
3. Mała Encyklopedia Chemii Rolnej. Praca zbiorowa pod red. T. Mazura. Pol. Tow. Gleb., ss. 345, Warszawa 1991 (opracowanie 30 haseł).
4. Przewodnik do ćwiczeń z chemii rolnej. Praca zbiorowa pod red. E. Gorlacha. Akademia Rolnicza w Krakowie, ss. 164, Kraków, 1996 - wyd. 1, 1999 - wyd. 2, 2003 - wyd. 3.

C. Inne publikacje:

1. Curyło T. Dokarmianie warzyw. Kalendarz Hasła Ogrodniczo-Rolniczego, 37-40, 1962.
2. Curyło T. Wpływ magnezu na plon i skład chemiczny tytoniu. Roczn. Glebozn. 13 (dod.), 313, 1965.
3. Gorlach E., Curyło T. Wpływ wzrastających dawek azotu na zawartość niektórych związków azotowych w roślinności łąkowej. Konferencja Naukowa „Azot w żywieniu roślin”, Poznań, 28-30, 1971.
4. Jurkowska H., Curyło T. Wybrane zagadnienia z towaroznawstwa nawozów mineralnych i wapna nawozowego. Towaroznawstwo środków chemicznych stosowanych w produkcji rolnej, 1-29, NOT SITR oraz WZGS Kraków, 1971.
5. Curyło T. Porównanie różnych nawozów azotowych przy uprawie tytoniu typu Kentucky. Zjazd Naukowy „Perspektywy nawozów i nawożenia w Polsce”, Wrocław, 46-47, 1971.
6. Curyło T. Przechowywanie i stosowanie obornika. Poradnik służby rolnej 53, 35-38, 1973.
7. Curyło T. Pobieranie mikroelementów przez roślinność łąkową w warunkach zróżnicowanego nawożenia NPK. Zesz. Nauk AR w Krakowie, Sesja Nauk. 6, 39-40, 1973.
8. Gorlach E., Curyło T. Wyniki doświadczeń nad wpływem zróżnicowanego nawożenia NPK na plonowanie runi łąkowej. Nowe Roln. 15, 24-25, 1973.
9. Gorlach E., Curyło T. Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na zawartość mikroskładników w roślinach łąkowych. III Konwersatorium poświęcone zagadnieniu mikroelementów w rolnictwie, Wrocław, 1974.

10. Curyło T. Wpływ nawożenia azotowego na pobieranie kobaltu przez życie wielokwiatową. IV Sympozjum Mikroelementowe w Polsce, Wrocław, 76-77, 1978.
11. Curyło T. Wpływ nawożenia kobaltem na zawartość kobaltu w runi łąkowej. V Sympozjum Mikroelementowe, Wrocław, 32, 1983.
12. Curyło T. Wpływ wapnowania na pobieranie kobaltu przez run łąkową. VI Sympozjum Mikroelementowe, Wrocław, 46, 1987.
13. Curyło T. Potrzeba zmian regulaminu studiów dla pracujących. *Studia-Materiały-Informacje* 1/40, 51-54, 1988.
14. Curyło T. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na zawartość magnezu w glebach łąkowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk. „Ekologiczne aspekty stosowania nawozów i zanieczyszczenia gleb składnikami o toksycznym działaniu”*, 26, 21, 1990.
15. Gorlach E., Curyło T. Porównanie wpływu pH gleby na pobieranie metali ciężkich przez różne gatunki roślin. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk. „Ekologiczne Aspekty Stosowania Nawozów i zanieczyszczenia gleb składnikami o toksycznym działaniu”*, 26, 96, 1990.
16. Curyło T. Wapnowanie i nawożenie mikroelementami gleb użytków zielonych jako uzupełnienie podstawowego nawożenia mineralnego. 1-14, WOPR Częstochowa, 1991.
17. Curyło T. Wpływ wapnowania na pobieranie kobaltu przez różne gatunki roślin. VII Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 1992.
18. Jasiewicz Cz., Curyło T. Ocena wartości nawozowej Plonofoski “W” w warunkach doświadczenia wazonowego. *Mat. Konf. Nauk. „Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy”*, Lublin-Modliszewice, 61, 1996.
19. Curyło T. Wpływ odczynu gleby na pobieranie cynku, miedzi i niklu przez rośliny. VIII Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 9, 1996.
20. Curyło T., Jasiewicz Cz. Wpływ nawozów organiczno-mineralnych na akumulację metali ciężkich przez rośliny. II Ogólnopolska Konf. Nauk. „Węgiel brunatny w rolnictwie i ochronie środowiska”, Ślesin k/Konina, Streszczenie referatów, 5, 1998.
21. Jasiewicz Cz., Curyło T. Nawozy organiczno-mineralne jako materiały do detoksykacji gleb. II Ogólnopolska Konf. Nauk. „Węgiel brunatny w rolnictwie i ochronie środowiska”, Ślesin k/Konina, Streszczenie referatów, 6, 1998.
22. Curyło T., Jasiewicz Cz. Porównanie wpływu wieloskładnikowych nawozów organiczno-mineralnych i mineralnych na plonowanie oraz pobieranie metali ciężkich przez rośliny. *Konf. Nauk. „Nawozy wieloskładnikowe”*, Szczecin-Łukęcin, 10, 1998.
23. Curyło T. Zawartość niektórych metali ciężkich w runi statycznego doświadczenia łąkowego. II Międzyn. Symp. Nauk. „Długotrwałe statyczne doświadczenia nawozowe”, 104, 1998.

24. Curyło T. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość związków próchnicznych w glebach łąkowych. Międzyn. Konf. Nauk. „Przyczyny i skutki degradacji środowiska glebowego”, Rzeszów-Przemyśl-Krosno, 38, 1998.
25. Jasiewicz Cz., Curyło T. Wpływ nawozów organiczno-mineralnych na skład chemiczny roślin uprawianych na glebie zanieczyszczonej metalami ciężkimi. Konf. Nauk. „Nawozy wieloskładnikowe”, Szczecin-Łukęcin, 20, 1998.
26. Curyło T. Bilans metali ciężkich (Cd, Ni, Pb) w statycznych doświadczeniach nawozowych na użytkach zielonych. Mat. Kongresu PTGleb. oraz Międzyn. Konf. Nauk. „Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów”, Lublin, 62, 1999.
27. Curyło T. Prawne uregulowania gospodarki materiałami odpadowymi i ich rolniczego wykorzystania. Międzyn. Konf. „Toksyczne substancje w glebie – źródła i wpływ na rośliny”, Kraków, 24, 2000.
28. Curyło T. Wstępna ocena składu chemicznego i wartości nawozowej osadów koagulacyjnych ze stacji uzdatniania wody. Międzyn. Konf. „Toksyczne substancje w glebie – źródła i wpływ na rośliny”, Kraków, 25, 2000.
29. Curyło T. Skład chemiczny i wartość nawozowa osadów koagulacyjnych z procesu uzdatniania wody. V Konf. „Technologie bezodpadowe i zagospodarowanie odpadów w przemyśle chemicznym i rolnictwie”, Szczecin-Łukęcin, Politechnika Szczecińska, 64, 2001.

D. Prace nie opublikowane, ważniejsze ekspertyzy:

1. Lityński T., Mazur K., Byś T., Curyło T. Charakterystyka chemiczno-rolnicza gleb kompleksu łąkowo-pastwiskowego Zakładu Doświadczalnego PAN w Grodźcu Śląskim. Ekspertyza naukowa, 1957, Opracowanie dla PAN w Krakowie.
2. Curyło T., Godek J. Badania nad czynną higroskopijnie powierzchnią saletry amonowej z dodatkiem siarczanu amonu. Ekspertyza naukowa, 1962, Opracowanie dla Zakładów Azotowych w Tarnowie.
3. Lityński T., Mazur K., Curyło T. Wytyczne do opracowania bilansu nawozowego woj. krakowskiego. Ekspertyza naukowa, 1967. Opracowanie dla Rady Naukowo-Technicznej przy PWRN w Krakowie.
4. Mazur K., Curyło T. Wyniki badań nad wpływem wapnowania na pobieranie potasu glebowego oraz zmiany w fizyko-chemicznych właściwościach gleb. 1969. Opracowanie dla PWRN w Krakowie.
5. Lityński T., Jurkowska H., Mazur K., Curyło T. Wartość nawozowa elektrownianych odpadów paleniskowych. Ekspertyza naukowa, 1974. Opracowanie dla Zakładu Doświadczalnego Utylizacji Odpadów Elektrownianych w Katowicach.

6. Gorlach E., Curyło T., Mazur K. Racjonalne wykorzystanie nawozów organicznych i mineralnych w warunkach woj. tarnowskiego. Ekspertyza naukowa, 1984, 1-35. Opracowanie dla Urzędu Wojewódzkiego w Tarnowie.
7. Curyło T., Gambuś F., Mazur K. Stan i ocena gospodarki nawozowej na obszarze Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych w woj. częstochowskim. Ekspertyza naukowa, 1986, 1-25. Opracowanie dla Urzędu Wojewódzkiego w Częstochowie.
8. Mazur K., Achremowicz J., Burgieł Z., Curyło T., Filipek B., Gambuś F. Stan i ocena gospodarki nawozowej oraz ochrony roślin w Zespole Jurajskich Parków Krajobrazowych woj. miejskiego krakowskiego. Ekspertyza naukowa, 1986, 1-56. Opracowanie dla Dyrekcji Z.J.P.K. w Krakowie.
9. Mazur K., Achremowicz J., Burgieł Z., Curyło T., Filipek B., Gambuś F. Stan i ocena gospodarki nawozowej i ochrony roślin na obszarze Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych woj. katowickiego. Ekspertyza naukowa, 1989, 1-69. Opracowanie dla Dyrekcji Z.J.P.K. w Dąbrowie Górniczej.
10. Curyło T. Ocena składu chemicznego roślin w strefie ochronnej Zakładów Azotowych w Tarnowie. Ekspertyza naukowa dla Urzędu Wojewódzkiego w Tarnowie, 1-56, 1991.
11. Curyło T., Jasiewicz Cz. Analiza efektów zastosowania nawozów organiczno-mineralnych wytworzonych z węgla brunatnego do produkcji warzyw na glebach skażonych metalami ciężkimi. (Zadanie nr 6 projektu celowego „Uruchomienie produkcji kompleksowych nawozów organiczno-mineralnych wytworzonych z węgla brunatnego”, Nr 5 5654 98 C/1678). Sprawozdanie końcowe, 1997, 1-150.

3. Jubileusz Profesora Kazimierza Mazura

80-lecie urodzin i 55-lecie pracy zawodowej



Profesor zw. dr hab. inż. Kazimierz Mazur

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej UR w Krakowie

Składam hołd pamięci Profesorowi Tadeuszowi Lityńskiemu, mojemu Mistrzowi,
który ukształtował moją osobowość i aktywność zawodową.

3.1. Sylwetka naukowa Jubilata

Profesor dr hab. Kazimierz Mazur urodził się 13 maja 1931 r. w Sędziszowie Małopolskim na rzeszowszczyźnie. Tam też ukończył Liceum Ogólnokształcące im. Piotra Skargi. Już w szkole średniej wykazywał zamiłowanie do nauk przyrodniczych, które postanowił poszerzyć od roku 1950 na studiach wyższych, na kierunku Leśnictwo, prowadzonym na Uniwersytecie Jagiellońskim. Niestety, z przyczyn od Niego niezależnych, nie został dopuszczony do egzaminu wstępnego. Po roku rekrutacja na kierunek Leśnictwo została zawieszona i Profesor Kazimierz Mazur złożył dokumenty rekrutacyjne na Wydział Rolniczy UJ. W 1954 roku ukończył I^o studiów (inżynierskie), a w 1956 r. II^o studiów na Wydziale Rolniczym już wówczas Wyższej Szkoły Rolniczej w Krakowie, uzyskując tytuł magistra nauk agrotechnicznych na podstawie pracy dyplomowej „Wpływ pyłów kominowych z cementowni jako nawozu potasowego na rośliny łąkowe”. Od II roku studiów Profesor K. Mazur był aktywnym członkiem Koła Naukowego Studentów – sekcji chemii rolnej. Szerokie zainteresowanie i zaangażowanie Jubilata ówczesną problematyką badawczą Katedry Chemii Rolnej zostało zauważone przez kierownika Katedry prof. Tadeusza Lityńskiego, który zaproponował (od 1.04.1955 r.) studentowi studiów II^o inż. Kazimierzowi Mazurowi funkcję asystenta. W 1964 r. doktoryzował się na podstawie rozprawy „Krajowa mączka fosforytowa „Annofos” w płodozmianie norfolkskim”, której promotorem był prof. Tadeusz Lityński. Stopień naukowy doktora habilitowanego z zakresu chemii rolnej na Wydziale Rolniczym WSR w Krakowie uzyskał w 1972 r. na podstawie bogatego dorobku naukowego i rozprawy „Badania nad efektywnością działania nawozów fosforowych stosowanych w dawkach zapasowych na łąkach i przy uprawie lucerny”. W 1980 r. został mianowany profesorem nadzwyczajnym, a w 1990 r. profesorem zwyczajnym. Po przejściu na emeryturę przez 5 lat (2002-2007) zatrudniony był na stanowisku profesora zwyczajnego Wszechnicy Mazurskiej w Olecku (Wydział Ochrony Środowiska). Od 1 października 2006 r. jest profesorem zwyczajnym Górnośląskiej Wyższej Szkoły Handlowej im. Wojciecha Korfanteo w Katowicach (Wydział Turystyki i Promocji Zdrowia).

Od 1 kwietnia 1955 r. życie zawodowe Profesora Kazimierza Mazura było związane z Katedrą Chemii Rolnej, w której kolejno zajmował stanowiska: asystenta (1955-1958), starszego asystenta (1958-1964), adiunkta (1964-1973), docenta (1980-1990), profesora nadzwyczajnego (1980-1990) i profesora zwyczajnego (1990-2001). W okresie pracy zawodowej, jak również po przejściu na emeryturę, był wielokrotnie zapraszany przez naukowe ośrodki w kraju i zagranicą do prezentowania wyników badań realizowanych w Katedrze.

Analizując dorobek naukowy Jubilata, trudno dzisiaj znaleźć naukowca zajmującego się tak szeroką problematyką badawczą. Na początku kariery naukowej Profesor Kazimierz Mazur zajmował się nawozami organicznymi, zarówno gospodarskimi, jak i kompostami przemysłowymi. Wybór ten okazał się bardzo trafny, a rozpoczęte wtedy badania są do dzisiaj kontynuowane przez wychowanków Jubilata. Poza problematyką dotyczącą nawozów organicznych Profesor realizował badania w zakresie: efektywności nawożenia „na zapas” fosforem i potasem, agrotechnicznej oceny wolno działających nawozów azotowych (ureaform), skutków agrotechnicznych i ekologicznych długotrwałego nawożenia mineralnego na użytkach zielonych, szczególnie górskich, współdziałania wapnowania i nawożenia potasowego, efektywności azotu biologicznie związanego przy uprawie mieszanek pastewnych, nawożenia a jakości plonów. Jubilat jest autorem jedyne w kraju, istniejącego do dzisiaj długotrwałego doświadczenia nawozowego założonego na górskim użytku zielonym w Czarnym Potoku k. Krynicy. Na początku lat 90-tych Profesor Kazimierz Mazur podjął nowatorskie badania nad biologiczną transformacją osadów z oczyszczalni ścieków garbarskich i komunalnych oraz rolniczym ich wykorzystaniem.

Ogólny dorobek publikacyjny Profesora Kazimierza Mazur wynosi 340 pozycji, w tym 200 oryginalnych rozpraw naukowych, które są cytowane w wielu opracowaniach krajowych i zagranicznych.

W czasie pracy zawodowej Profesor Kazimierz Mazur pełnił wiele funkcji organizacyjnych w strukturach uczelni, jak również poza nią. Pełnił, między innymi, funkcję kierownika Katedry Chemii Rolnej przez 20 lat. Na ten okres (1981–2001 r.) przypada największy rozwój kadry naukowej Katedry oraz badań przy wykorzystaniu najnowszej aparatury, co zaowocowało uznaniem osiągnięć naukowych Pracowników jednostki w kraju i zagranicą. Jubilat pełnił funkcję prodziekana i dziekana Wydziału Rolniczego z Oddziałem Technologii Żywności (przez 2 kadencje) i dziekana Wydziału Rolniczego (1 kadencja), prorektora Akademii Rolniczej ds. Kadr Naukowych i RZD, był kierownikiem Studium Doktoranckiego, ponadto przewodniczył i działał w wielu komisjach wydziałowych i senackich Uczelni. Uznaniem jakim cieszy się Profesor w świecie nauki przyczyniło się do zapraszania Jubilata do udziału w pracach wielu organizacji, w tym rządowych. W działalności poza Uczelnią można wymienić między innymi członkostwo w Radzie Naukowo-Technicznej i Komisji Nawozowej przy Ministrze Przemysłu Chemicznego i przy Ministrze Rolnictwa, w Zespole Naukowo-Dydaktycznym przy Ministrze Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki, w Komisji ds. oceny realizacji problemów resortowych MEN oraz Komisji Odbioru Programów Badań Podstawowych z zakresu nauk biologicznych i rolniczych. Przewodniczył Podzespołowi Dydaktyczno-Naukowemu MEN ds. Wydziałów Rolniczych i Ekonomiczno-Rolniczych, był członkiem Zespołu Ekspertów MEN. W radzie Naukowo-Technicznej Centralnego Laboratorium Przemysłu Tytoniowego przewodniczył komisji ds. rozwoju kadry

naukowej. Był członkiem Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a także członkiem Rady Redakcyjnej czasopisma „Agrochemia” wydawanego przez Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze i Przedsiębiorstwo Duslo Sala. Był członkiem Rady Naukowej IMUZ w Falentach i jest do dziś członkiem Rady Redakcyjnej czasopisma „Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie”, wydawanego przez Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach.

W działalności dydaktycznej Profesor Kazimierz Mazur prowadził zajęcia dydaktyczne we wszystkich formach – ćwiczenia, wykłady, seminaria na studiach stacjonarnych i zaocznych na wydziałach Rolniczym, Zootechnicznym oraz Mechanizacji i Energetyki Rolnictwa Akademii Rolniczej w Krakowie. Profesor Kazimierz Mazur opracował i wdrożył programy takich przedmiotów jak „Chemia rolna z elementami gleboznawstwa” czy „Chemii rolna z elementami chemii technicznej”. Jubilat prowadził również zajęcia na studiach podyplomowych i doktoranckich w macierzystej Uczelni, jak również w innych środowiskach.

Był promotorem 6 przewodów doktorskich, opiekunem 5 przewodów habilitacyjnych oraz 156 prac dyplomowych. Był recenzentem 284 rozpraw dyplomowych.

Jubilat cieszy się dużym uznaniem w środowisku naukowym w kraju i za granicą, czego wyrazem są powierzane Mu liczne recenzje prac doktorskich, habilitacyjnych oraz wniosków o tytuł naukowy profesora. Dotychczas był recenzentem 19 prac doktorskich, 23 przewodów habilitacyjnych, 23 wniosków o stanowisko i tytuł profesora oraz 3 o tytuł doktora honoris causa, a także opracował 8 superrecenzji dla Centralnej Komisji. Profesor był również autorem licznych recenzji wydawniczych prac naukowych publikowanych w różnych czasopismach krajowych i międzynarodowych, grantów badawczych, recenzji wydawniczych rozpraw habilitacyjnych, skryptów akademickich oraz opracowań książkowych.

Profesor Kazimierz Mazur był członkiem między innymi Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PAN Oddział w Krakowie, Komitetu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN, Komitetu Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, a także Polskiego Towarzystwa Nauk Agrotechnicznych, Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej oraz Polskiego Towarzystwa Nawozowego.

Za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną otrzymał 7 nagród Ministra oraz 16 nagród Rektora.

Otrzymał 13 odznaczeń państwowych, w tym m.in. Krzyż Oficerski i Kawalerski OOP, Złoty Krzyż Zasługi, Medal Komisji Edukacji Narodowej, a także 9 odznaczeń regionalnych, m.in. za zasługi dla Miasta Krakowa i Ziemi Krakowskiej oraz kilku województw Polski południowej, a także ART w Olsztynie.

Profesor Kazimierz Mazur jest oficerem rezerwy WP w stopniu majora.

Jubilat spotyka się z licznymi wyrazami szacunku w środowisku naukowym za wysoką kulturę osobistą i wielką życzliwość, czego wyrazem są zaproszenia jako

gościa honorowego do udziału w Konferencjach Naukowych oraz Komitetach Naukowych Konferencji.

Mimo licznych obowiązków zawodowych i pełnionych funkcji zawsze znajdował i znajduje czas dla Rodziny, a Dom traktuje jak przystań na wzburzonym morzu życia.

Krzysztof Gondok



REKTOR
UNIwersYTETU Rolniczego
 im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

prof. dr hab. inż. **Janusz Żmija**

Szanowny Pan

Prof. dr hab. Kazimierz Mazur

Szanowny Panie Profesorze,

W imieniu społeczności akademickiej Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie oraz własnym składam serdeczne podziękowania za wieloletnią pracę w Wyższej Szkole Rolniczej, Akademii Rolniczej oraz w Uniwersytecie Rolniczym im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Liczne osiągnięcia naukowe jakie Pan Profesor uzyskał oraz ogromny wkład w rozwój naszej Uczelni zaowocowały trzykrotnym wyborem Pana Profesora na stanowisko Dziekana Wydziału Rolniczego i Prodziekana tegoż Wydziału. Aktywność Pana Profesora w zakresie dydaktyczno - wychowawczym oraz w działalności organizacyjnej na rzecz środowiska naukowego docenione zostały poprzez wybór Pana Profesora na stanowisko Prorektora Akademii Rolniczej. Z szacunkiem odnoszę się do pełnionych przez Pana Profesora funkcji kierowniczych oraz licznych obowiązków w komisjach wydziałowych, senackich i rektorskich.

Pańską działalność w zakresie popularyzacji wiedzy i osiągnięć naukowych wyraża liczba publikacji i rozpraw naukowych oraz współpraca dydaktyczna z wieloma jednostkami naukowymi w kraju.

Do podziękowań pozwalam sobie dołączyć życzenia jak najlepszego zdrowia, satysfakcji z osiągnięć zawodowych oraz wszelkiej pomyślności w życiu osobistym

J. Żmija

Kraków, kwiecień 2011 r.



Wielce Szanowny Pan
 Prof. zw. dr hab. Kazimierz Mazur
 Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
 Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Dzisiejszy dzień jest szczególny dla Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, albowiem seminarium naukowe „Długoletnie nawozowe doświadczenia na użytkach zielonych” połączone jest z Jubileuszem osiemdziesięciolecia urodzin Szanownego Pana Profesora. Uroczystość ta skłania do zadumy i refleksji o przeszłości i drodze, którą prowadziła Pana przez 55 lat aktywności zawodowej, a także o tym, w jakim stopniu, udaje się nam docenić naszych nauczycieli, naukowców, ich dokonania i znaczenie dla polskiej i światowej nauki oraz gospodarki kraju.

Zasługi Pana Profesora dla rozwoju uprawianej dyscypliny naukowej - chemii rolnej, jak i Katedry Chemii Rolnej, którą kierował Pan przez 20 lat, a przede wszystkim Wydziału Rolniczego, którego wielokrotnie był Pan dziekanem i prodziekanem są nieocenione. Dziesiątki lat pracy i budowa naukowego autorytetu Pana Profesora odbywała się w obrębie zainteresowań dotyczących nawozów organicznych, gospodarskich i kompostów przemysłowych, nawożenia „na zapas” fosforem i potasem, nawożenia górskich użytków zielonych, rolniczym wykorzystaniu osadów ściekowych, itp. Dorobek naukowy Pana Profesora to nie tylko ponad 300 pozycji publikacji, a także liczne recenzje i opinie, a przede wszystkim wypromowanie młodych naukowców oraz licznej rzeszy inżynierów i magistrów rolnictwa. Pan Profesor przyczynił się do utrwalenia renomy „krakowskiej szkoły” chemików rolnych.

Aktywność Pana Profesora w Uczelni i na Wydziale oraz poza ich strukturami: w Radach Naukowych i Naukowo-Technicznych różnych ministerstw, instytucjach resortowych, prace w Radach Redakcyjnych różnych czasopism, członkostwo i pełnione funkcje w Komitetach Naukowych PAN oraz w licznych Towarzystwach Naukowych, mogą być wzorem do naśladowania przez nas młodszych Pana uczniów.

Z okazji Jubileuszu pragnę złożyć w imieniu własnym oraz całej społeczności akademickiej Wydziału wyrazy głębokiego szacunku i poważania oraz wdzięczności za Pana wkład w rozwój Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego.

Z okazji dzisiejszego święta proszę przyjąć, najserdeczniejsze życzenia dobrego zdrowia i siły do pokonywania codziennych trudności, wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz dalszych sukcesów na miarę uzdolnień i pracowitości.

Z wyrazami głębokiego szacunku i uznania

Dziekan
 Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego

Prof. dr hab. Teofil Łabęza

Kraków, dnia 15 kwietnia 2011 r.

3.3. Biogram

Profesor dr hab. Kazimierz Mazur urodził się 13 maja 1931 r. w Sędziszowie Małopolskim. Rodzina: Teresa z d. Byś - doktor nauk rolniczych (zmarła w 1986 r.), Barbara z d. Lisowska – profesor, zatrudniona w Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie, córki: Iwona (1963) – lekarz medycyny, prezes Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Osób Dializowanych, Anna Wojtarowicz (1974) – absolwentka historii sztuki UJ, prezes zespołu muzycznego „Acordeonus – Motion Trio”, Agata (1990) – studentka Uniwersytetu Pedagogicznego.

Po maturze w Liceum Ogólnokształcącym im. Piotra Skargi w Sędziszowie Małopolskim w 1950 r., złożył podanie o przyjęcie na Wydział Leśny Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Nie został jednak dopuszczony nawet do egzaminu wstępnego, bez oficjalnego podania przyczyn. Nieoficjalnie uzyskał informację, że w opinii ZMP z Liceum został uznany za niepewnego ideologicznie (obdarowany w dzieciństwie przez stryjecznego dziadka był współwłaścicielem z ojcem gospodarstwa rolnego).

W tej sytuacji rozpoczął naukę w szkole pomaturalnej księgowości i zarządzania w Krakowie i podjął pracę w Przedsiębiorstwie Leśnej Produkcji Niedrzewnej „Las” w Krakowie. W następnym roku, już jako pracownik państwowy, z bardzo dobrą opinią kierownika firmy, złożył podanie o przyjęcie na Wydział Rolniczy UJ (Wydział Leśny już nie prowadził rekrutacji na I rok). Po dobrze zdanym egzaminie wstępnym, któremu przewodniczył Prof. Tadeusz Lityński, został przyjęty na I rok studiów w 1951 r.

Studia ukończył w 1956 r., uzyskując tytuł zawodowy inżyniera rolnictwa (I stopień) i magistra nauk agrotechnicznych na podstawie pracy dyplomowej „Wpływ pyłów kominowych z cementowni jako nawozu potasowego na rośliny łąkowe”. Stopień doktora nauk rolniczych nadała Mu Rada Wydziału Rolniczego WSR w Krakowie (1964) na podstawie pracy „Krajowa mączka fosforytowa „Annofos” w płodozmianie norfolkskim”, opublikowanej w Acta Agr. Silv., ser. Agr. 5, 1965. Promotorem był prof. Tadeusz Lityński. Habilitował się w zakresie chemii rolnej na Wydziale Rolniczym WSR w Krakowie (1972) na podstawie dorobku naukowego i rozprawy „Badania nad efektywnością działania nawozów fosforowych stosowanych w dawkach zapasowych na łąkach i przy uprawie lucerny” opublikowanej w 2 częściach: Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 6, 1, 1966 i Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 11, 2, 1971. Tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego uzyskał w 1980 r., a profesora zwyczajnego w 1990 r.

Po przejściu na emeryturę był przez 5 lat (2002-2007) profesorem zwyczajnym Wszechnicy Mazurskiej w Olecku (Wydział Ochrony Środowiska). Od 1.10.2006 r. jest profesorem zwyczajnym Górnośląskiej Wyższej Szkoły Handlowej im. Wojciecha Korfańskiego w Katowicach (Wydział Turystyki i Promocji Zdrowia).

Po ukończeniu I stopnia studiów został zatrudniony w Katedrze Chemii Rolnej, kierowanej przez prof. T. Lityńskiego, na stanowisku asystenta (1.04.1955). W tej Katedrze pracował nieprzerwanie aż do przejścia na emeryturę (2001 r.), na kolejnych stanowiskach: starszego asystenta (1958-1964), adiunkta (1964-1973), docenta (1973-1980), profesora nadzwyczajnego (1980-1990) i profesora zwyczajnego (1990-2001).

W okresie 1981-2001 r. był kierownikiem Katedry Chemii Rolnej. Przez 2 kadencje (niepełne) był prodziekanem Wydziału Rolniczego z Oddziałem Technologii Żywności (1973-1977), a w trakcie drugiej kadencji został dziekanem tego Wydziału i pełnił tę funkcję przez następną kadencję (1977-1981). Po raz trzeci wybrany został dziekanem Wydziału Rolniczego na kadencję 1993-1996. W latach 1987-1990 był prorektorem Akademii Rolniczej ds. Kadr Naukowych i RZD. W okresie 1977-1979 był kierownikiem Studium Doktoranckiego, a w latach 1981-1982 kierownikiem Zawodowego Studium Zaocznego Akademii Rolniczej w Krakowie. Był pełnomocnikiem Rektora ds. szkolenia pedagogicznego młodych nauczycieli akademickich (1970-1978), pełnomocnikiem ds. współpracy z praktyką rolniczą (1973-1977) oraz ds. współpracy naukowej z Uniwersytetem Rolniczym w Pradze (1999-2001). W okresie 4 lat przewodniczył Radzie Wydziału ds. Młodzieży i był członkiem Rady Szkoły ds. Młodzieży. Był opiekunem studenckiego Koła Naukowego Rolników oraz sekcji chemii rolnej i sekcji agrolotnictwa tego Koła, a także kierownikiem obozów naukowych studentów tych sekcji. Przewodniczył wielu komisjom i zespołom wydziałowym, senackim i rektorskim, m.in. ds. projektu statutu i regulaminu wydziałów Uczelni; merytorycznej oceny prac badawczych; Komisji Dyscyplinarnej dla Studentów; ds. kryteriów regulacji płac; komisji egzaminacyjnych Podyplomowego Studium Doradztwa Rolniczego, Gospodarki Górskiej, Ekonomiki Produkcji; Komisji ds. Nagród i Odznaczeń; ds. Rozwoju Kadry Naukowej i Naukowo-Technicznej i in. Był członkiem wielu komisji senackich i rektorskich, m.in. ds. studenckich praktyk zagranicznych; badań i aparatury naukowej; Rolniczych i Leśnych Zakładów Doświadczalnych; opracowania zasad intensyfikacji produkcji na górskich użytkach zielonych (halach); oceny nauczycieli akademickich; nauki i współpracy z zagranicą; ds. Organizacji, Rozwoju i Inwestycji Uczelni i in.

W działalności poza Uczelnią można wymienić między innymi: członkostwo w Radzie Naukowo-Technicznej i Komisji Nawozowej (od 1961 r.) przy Ministrze Przemysłu Chemicznego (2 kadencje) i przy Ministrze Rolnictwa (2 kadencje), w Zespole Naukowo-Dydaktycznym przy Ministrze Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki (3 kadencje), w Komisji ds. oceny realizacji problemów resortowych MEN oraz Komisji Odbioru Programów Badań Podstawowych z zakresu nauk biologicznych i rolniczych. W kadencji 1986-1989 przewodniczył Podzespółowi Dydaktyczno-Naukowemu MEN ds. Wydziałów Rolniczych i Ekonomiczno-Rolniczych, był też członkiem Zespołu Ekspertów MEN. W Radzie Naukowo-Technicznej Centralnego Laboratorium Przemysłu Tytoniowego przewodniczył komisji ds. rozwoju kadry naukowej.

Był członkiem Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego, rzeczoznawcą „POLCARGO” w Krakowie oraz członkiem Rady ds. Zieleni Urzędu Miasta Krakowa. Był członkiem Rady Naukowa czasopisma „Agrochemia” wydawanego przez Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze i Przedsiębiorstwo Duslo Sala. Za współpracę naukową z Uniwersytetem Rolniczo-Leśnym w Brnie (Czechy) został wyróżniony Dyplomem tej Uczelni za zasługi w rozwoju nauki i kultury (1999). Był członkiem Rady Naukowej IMUZ w Falentach i jest członkiem Rady Redakcyjnej czasopisma „Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie” Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach. W ramach współpracy z zagranicą odbył kilkanaście krótkoterminowych wizyt naukowych (misje profesorskie), głównie do krajów sąsiednich (Bułgaria, Dania, Czechy, Jugosławia, Niemcy, Rosja, Rumunia, Słowacja, Węgry). Był recenzentem wniosków w postępowaniu o tytuł profesora oraz projektów grantowych w Czechach i Słowacji.

Problematyka jego badań naukowych na początku pracy w Katedrze dotyczyła nawozów organicznych, zarówno gospodarskich, jak i kompostów przemysłowych. Poprawę bilansu tych nawozów upatrywano, podobnie jak obecnie, w wykorzystaniu odpadów organicznych przetwarzanych na komposty. Problematyka ta reprezentowana jest także obecnie w jego badaniach i mieści się w sferze zagadnień związanych z ochroną środowiska. Publikacje z tego zakresu mają znaczny udział w Jego dorobku naukowym, zwłaszcza w ostatnich 15 latach.

Poza nawozami organicznymi wyróżnić można następujące problemy badawcze: efektywność nawożenia „na zapas” fosforem i potasem, agrotechniczna ocena wolno działających nawozów azotowych (ureaform), skutki agrotechniczne i ekologiczne długotrwałego nawożenia mineralnego na użytkach zielonych, szczególnie górskich, współdziałanie wapnowania i nawożenia potasem, efektywność azotu biologicznie wiązane przy uprawie mieszanek pastewnych, nawożenie a jakość plonów, rolnicze wykorzystanie osadów z oczyszczalni ścieków garbarskich i komunalnych, metale ciężkie w środowisku.

Badania nad terminami nawożenia fosforem wiązały się z wprowadzeniem do asortymentu nawozów krajowej mączki fosforytowej „Annofos”. Stwierdzono, że nawożenie fosforem na zapas w dawkach jednorazowych na 3 lata (użytki zielone), lub na całe zmianowanie pozwala na podwyższenie współczynnika wykorzystania tego składnika zarówno z mączki fosforytowej, jak i z innych nawozów fosforowych. W przypadku takiego nawożenia potasem efekty były negatywne, szczególnie przy uprawie roślin pastewnych (luksusowe pobieranie potasu pogarsza jakość plonów).

Produkty kondensacji mocznika z formaldehydem (ureaform) były mało efektywne przy wąskim stosunku molowym komponentów (1:1, 1,2:1). Natomiast nawozy o szerszym stosunku (1,5:1 i 2:1), zastosowane w dawce jednorazowej przedsięwzię, działały na plonowanie roślin i ich jakość podobnie jak stosowane w okresie wegetacyjnym w kilku dawkach nawozy łatwo rozpuszczalne w wodzie.

Badania nad efektywnością nawożenia mineralnego na użytkach zielonych prowadzono na terenach podgórskich i nizinnych oraz w doświadczeniu statycznym założonym w 1968 r. w Czarnym Potoku k/Krynicy (720 m n.p.m.). Mają one zarówno aspekty ekonomiczne i żywieniowe, jak i ekologiczne.

W badaniach nad efektywnością azotu biologicznie związanego i nawozowego przy uprawie mieszanek roślin motylkowych z trawami uzyskano wyniki świadczące nie tylko o niepotrzebnym nawożeniu azotem w pierwszych 2-3 latach uprawy, ale także o pogorszeniu wartości biologicznej i paszowej plonów przy takim nawożeniu. Zagadnienie wpływu nawożenia na jakość plonu było przedmiotem wielu doświadczeń, ale szczególnie prześlędzono tę zależność w odniesieniu do składu aminokwasowego białka, zarówno na użytkach zielonych, jak i w uprawach polowych.

Coraz większe ilości osadów ściekowych, zarówno z oczyszczalni przemysłowych, jak i komunalnych, stanowią problem w ich zagospodarowaniu. Możliwości przyrodniczego, w tym rolniczego ich wykorzystania były przedmiotem obszernych badań. Wykazano dużą wartość nawozową osadów zarówno w formie nieprzetworzonej, jak i w postaci kompostów i wermikompostów, zarówno na gruntach ornych jak i na użytkach zielonych.

Badania nad dynamiką metali ciężkich w środowisku glebowym i w roślinach prowadzono zwłaszcza przy stosowaniu produktów odpadowych i osadów ściekowych oraz na obszarach narażonych na emisje przemysłowe i komunikacyjne. Stwierdzono niewielkie zmiany w zawartości aktywnych form tych metali w glebie (poza 5-metrowym pasem najbliższej drogi), a w roślinach podwyższona ich zawartość występowała głównie w korzeniach przy prowokacyjnych dawkach, np. chromu.

Ogólny dorobek publikacyjny Prof. K. Mazura wynosi 340 pozycji, w tym 200 oryginalnych rozpraw naukowych. Opracowania niepublikowane i ważniejsze ekspertyzy stanowią 50 pozycji. Do najważniejszych spośród nich należy zaliczyć: „Efektywność azotu biologicznie związanego i nawozowego przy uprawie mieszanki koniczyny z trawami w różnych warunkach ekologicznych”, Zesz. Probl. PNR 434, 1996 (wspólnie z B. Filipek-Mazur); „Effect of various organic and mineral fertilizers on the yields and the quality of mountain meadow hay”, *Agrochemia* 2 (38), 1998 (wspólnie z M. Kopcem); „The use of organic fertilizers in Poland and agricultural usability of alternative (unconventional) fertilizers”, Sbornik z konference: „Racionalni použití hnojiv”, Praha, 1999 (wspólnie z B. Filipek-Mazur); „The effect of fertilization and liming on the element composition in meadow sward”, *Rostlinna Vyroba* 45, 3, 1999 (wspólnie z M. Kopcem).

W działalności dydaktycznej prowadził zajęcia we wszystkich formach – ćwiczenia, wykłady, seminaria na studiach stacjonarnych i zaocznych 3 Wydziałów AR (Rolniczy, Zootechniczny, Mechanizacji i Energetyki Rolnictwa) oraz podyplomowych i doktoranckich zarówno na macierzystej Uczelni, jak i w innych środowiskach. Współpracował z Ośrodkami Doradztwa Rolniczego, Naczelną

Organizacją Techniczną i samorządami terytorialnymi w zakresie szkolenia zawodowego służby rolnej.

Był promotorem 6 przewodów doktorskich (Jerzy Piontek, Stanisław Kowalik, Anwar Naqui, Andrzej Noworolnik), a dwóch doktorantów zostało profesorami - Leszek Woźniak w Politechnice Rzeszowskiej i Michał Kopeć w Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie. Był opiekunem 5 przewodów habilitacyjnych oraz 156 prac dyplomowych. Recenzował 284 rozprawy dyplomowe, 19 prac doktorskich, 23 przewody habilitacyjne, 23 wnioski o stanowisko i tytuł profesora oraz 3 o tytuł doktora honoris causa, a także opracował 8 superrecenzji dla CKK.

Był członkiem Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych PAN Oddział w Krakowie (od 1977), Komitetu Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN (od 1976), a w Komitecie Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN (1978-1999) pełnił funkcję zastępcy przewodniczącego w kadencji 1984-1986 oraz członka rady redakcyjnej „Problemów Zagospodarowania Ziemi Górskich” (1985-1987). Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (od 1955), Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika (od 1957), a także Polskiego Towarzystwa Nauk Agrotechnicznych (od 1985), Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej (od 1995) oraz Polskiego Towarzystwa Nawozowego (od 1995).

Za działalność naukową dydaktyczną i organizacyjną otrzymał 7 nagród Ministra, 16 nagród Rektora oraz m.in. Medal im. Franciszka Nowotnego za zasługi dla Wydziału Technologii Żywności oraz Medal z okazji 35 lecia Ośrodka Akademickiego w Zalesiu.

Otrzymał 13 odznaczeń państwowych, m.in. Krzyż Oficerski i Kawalerski OOP, Złoty Krzyż Zasługi, Medal Komisji Edukacji Narodowej, a także 9 odznaczeń regionalnych, m.in. za Zasługi dla Miasta Krakowa i Ziemi Krakowskiej oraz kilku województw Polski południowej, a także ART w Olsztynie.

3.4. Bibliografia dorobku naukowo-badawczego

A. Oryginalne prace twórcze:

1. Lityński T., Mazur K., Siekański A. 1958: Nawożenie ziemniaków pyłami cementowymi. Zesz. Nauk. WSR w Krakowie, Roln. 5, 85-95.
2. Lityński T., Mazur K. 1961: Wartość nawozowa pyłów odlotowych z cementowni na użytkach zielonych. Rocz. Glebozn. 10 (D), 661-662.
3. Mazur K., Bysiówna T., Curyło T. 1961: Skład chemiczny kompostów miejskich ze Śląska. Materiały I Konferencji Nauk.-Techn. „Postęp techniczny w oczyszczaniu miast”, Wisła, Wyd. NOT, 16-24.

4. Lityński T., Curyło T., Mazur K., Mazur T. 1963: Wartość nawozowa kilku kompostów miejskich ze Śląska na glebach lekkich. Zesz. Probl. PNR 40b, 203-213.
5. Lityński T., Mazur K. 1963: Efekty nawozowe annofosu przy uprawie ziemniaków. Roczn. Glebozn. 13 (D), 307-312.
6. Lityński T., Mazur K. 1963: Nawożenie mączką fosforytową na zapas. Post. Nauk Roln. 1, 27-32.
7. Lityński T., Mazur K. 1963: Preparaty mocznikowo-formaldehydowe jako wolno działające nawozy azotowe. Roczn. Glebozn. 13 (D), 277-280.
8. Lityński T., Mazur K. 1963: Pyły odlotowe z cementowni jako nawóz potasowy pod buraki cukrowe. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 3, 49-73.
9. Mazur K. 1964: Utylizacja śmieci i odpadków miejskich w rolnictwie. Zesz. Nauk. WSR w Krakowie. Biul. Ośr. Post. Techn. Dz. XXX, 3, 1-7.
10. Mazur K. 1965: Badania nad dynamiką pobierania fosforu przez rośliny z mączki fosforytowej i supertomasyny. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 5, 67-99.
11. Mazur K. 1965: Ocena wartości nawozowej mączki fosforytowej „annofos” w płodozmianie norfolkskim. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 5, 17-65.
12. Mazur K. 1966: Wyniki doświadczeń z nawożeniem łąk annofosem. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 6, 1, 25-59.
13. Mazur K. 1968: Fertilization in storage with phosphorite meal „Annofos”. Roczn. Gleb. 19 (D), 205-214.
14. Lityński T., Mazur K., Sikora H. 1969: Badania nad wartością nawozową preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform). Cz. I. Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim i owsem. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 9, 2, 3-31.
15. Mazur K. 1969: Wapnowanie gleb a efektywność nawożenia. Biul. Ośr. Inf. Nauk.-Techn., Katowice, 1-11.
16. Mazur K. 1970: Badania nad wartością nawozową preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform). Cz. II. Doświadczenie polowe z burakami cukrowymi. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 10, 1, 91-108.
17. Lityński T., Mazur K. 1971: Badania nad składem chemicznym obornika i gnojówki z gospodarstw chłopskich woj. krakowskiego. Inf. Rol. Reg. Kraków, 10, 1-23.
18. Mazur K. 1971: Badania nad działaniem nawozów fosforowych stosowanych na zapas w 4-letnich doświadczeniach polowych z lucerną. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 11, 2, 43-84.
19. Mazur K. 1971: Badania nad wartością nawozową preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform). Cz. III. Doświadczenie polowe nad następczym działaniem preparatów ureaform. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 11, 1, 89-109.
20. Lityński T., Mazur K. 1972: Skład chemiczny obornika i gnojówki z województwa krakowskiego. Roczn. Glebozn. 23, 1, 83-99.

21. Mazur K., Mazur T. 1972: Wpływ nawożenia mineralnego na plon, skład botaniczny i chemiczny masy roślinnej z łąki górskiej. *Acta Agr. et Silv., ser. Agr.* 12, 1, 85-112.
22. Mazur K. 1973: Efektywność corocznego i zapasowego stosowania nawozów fosforowych przy uprawie lucerny. *Prace Nauk. Inst. Techn. Nieorg. Naw. Miner. Politechniki Wrocławskiej*, 6, 151-157.
23. Mazur K. 1973: Wykorzystanie fosforu przez rośliny przy corocznym i zapasowym nawożeniu różnych użytków rolnych. *Rocz. Nauk Roln.* 99-A-1, 89-109.
24. Mazur K., Mazur T. 1973: Dynamika działania nawożenia azotowego i fosforowego na naturalnej łące górskiej. *Prace Nauk. Inst. Techn. Nieorg. Naw. Miner. Politechniki Wrocławskiej*, Nr 6, 131-139; oraz: *Materiały Zjazdu Nauk. „Perspektywy nawozów i nawożenia w Polsce”*, Wrocław, 48-50.
25. Mazur K., Mazur T. 1973: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość magnezu w masie roślinnej i niektórych frakcjach siana z łąki górskiej. *Zesz. Probl. PNR* 149, 151-160.
26. Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K. 1974: Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. I. Babka lancetowata. *Wiad. Melior. i Łąk.* 17, 5, 140-144.
27. Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K. 1974: Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. II. Krwawnik pospolity. *Wiad. Melior. i Łąk.* 17, 6, 179-181.
28. Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K. 1974: Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. III. Brodawnik zwyczajny. *Wiad. Melior. i Łąk.* 17, 8-9, 240-244.
29. Mazur K., Mazur T. 1974: Vysledky patrocnych pokusov s mineralnym hnojeniem horskej luky. IV Slov. Seminar o vyrobe a pouzivani priemyselnych hnoiv. *Zbornik referatov*, 148-154.
30. Mazur K., Mazur T. 1975: Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 6-letniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Materiały Konf. Nauk. IMUZ, Falenty*, 117-124.
31. Mazur K., Mazur T. 1975: Efektywność nawożenia ubogiej łąki górskiej saletrą amonową i mocznikiem. *Zesz. Probl. PNR* 162, 193-202.
32. Gorlach E., Mazur K., Mazur T. 1975: Porównanie skomasowanego nawożenia potasem z corocznym jego stosowaniem na plon i skład chemiczny lucerny. *Acta Agr. et Silv., ser. Agr.* 15, 1, 59-87.
33. Gorlach E., Mazur K. 1976: Diejstvije udobrenij vniesiennyh v zapas na urožaj i chimiczeski sostav lucerny. VIII International Fertilizer Congress. *Proc. Vol. II, Moskwa*, 216-222.

34. Mazur T., Filipek J., Mazur K., Skrijka P. 1976: Wpływ nawożenia łąki górskiej miedzią i kobaltem na zawartość tych mikroelementów w różnych frakcjach runi. Zesz. Probl. PNR 179, 245-253.
35. Mazur K., Mazur T., Brydak K. 1976: Następny wpływ 6-letniego nawożenia mineralnego na plonowanie oraz skład botaniczny i chemiczny runi łąkowej. Mat. Konf. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”, Cz. I, 157-164, IUNG, Puławy.
36. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1976: Zmiany właściwości gleby w okresie 6-letniego nawożenia mineralnego łąki górskiej. Materiały Konf. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”, Cz. I, 149-156, IUNG, Puławy.
37. Dąbrowska L., Mazur K. 1976: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na zmiany w składzie florystycznym łąki górskiej. Materiały Konf. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”, Cz. I, 141-148, IUNG, Puławy.
38. Mazur K., Mazur T. 1978: Wpływ nawożenia mineralnego łąki górskiej na zmiany w składzie chemicznym runi oraz na produkcję białka. Zesz. Probl. PNR 210, 29-45.
39. Mazur K., Mazur T. 1980: The influence of the interaction of potassium and calcium on the effectiveness of mineral fertilization. Pol. J. Soil Sci. 13, 1, 41-47.
40. Fotyma M., Mazur K., Mazur T. 1981: Produktywność i pojemność nawozowa niektórych kompleksów przydatności rolniczej gleb. Pam. Puł. 76, 7-25.
41. Mazur K. 1981: Wpływ nawożenia na jakość roślinności użytków zielonych. Materiały Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, 134-157, Wyd. IUNG, Puławy.
42. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1981: Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego łąki górskiej na niektóre właściwości chemiczne gleby. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 20, 189-202.
43. Mazur K. 1981. Obzór polskich issledowanij wlijanija udobrenia na kaczestwo rastjenij ługo-pastwiszcznych ugodij. Mat. Sympozjum Międzynar. „Fizjologiczne podstawy mineralnego żywienia roślin”, 1-17, Olsztyn.
44. Mazur K. 1982: Zawartość aminokwasów w ziarnie pszenicy i jęczmienia w zależności od dawki azotu, stosunku N:P:K oraz dodatku mikroelementów. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 169, Sesja Nauk. 10, 109-121.
45. Mazur K. 1983: Wpływ współdziałania nawożenia potasowego i wapnowania na produkcję białka. Zesz. Probl. PNR 238, 129-137.
46. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1983: Wpływ dawki azotu, stosunku N:P:K i dodatku mikroelementów na zawartość aminokwasów i witaminy C w ziemiakach. Roczn. Glebozn. 34, 4, 69-80.
47. Mazur K., Mazur T. 1983: Wpływ wapnowania na pobieranie i wykorzystanie potasu przez rośliny w doświadczeniach wieloletnich. Mat. Sympozjum „Wapnowanie jako czynnik wzrostu urodzajności gleb”, 171-176, IUNG, Puławy.

48. Mazur T., Mazur K. 1983: Zawartość miedzi i kobaltu w glebie łąkowej po 3 i 4 latach od ich zastosowania. Zesz. Probl. PNR 242, 301-310.
49. Mazur K., Mazur T. 1984: Wpływ nawożenia roślin motylkowych azotem przy różnym stosunku N:P:K i dodatku mikropierwiastków na zawartość aminokwasów w zielonce. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 23, 127-138.
50. Mazur K., Piontek J. 1983: Wpływ corocznego i zapasowego nawożenia łąk trwałych potasem i fosforem na produkcję białka. Zesz. Probl. PNR 238, 281-290.
51. Mazur K., Mazur T. 1984: Dynamics of mountain meadow yields during a 14-year period of a fertilization experiment. Proc. 9th World Fertilizer Congress, Vol. 3, 392-394, Budapest, 1984.
52. Mazur K., Mazur T. 1985: The effect of mineral fertilization with a varying N:P:K ratio and an addition of microelements on the content of aminoacids in the green mass of rye. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 24, 165-174.
53. Mazur K., Grzywnowicz I., Mazur T. 1986: Wpływ długotrwałego, zróżnicowanego nawożenia mineralnego łąki górskiej na zmiany właściwości gleby w poziomie darniowym i w profilu. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 204, Sesja Nauk. 15, 133-150.
54. Mazur T., Mazur K., Bansky T., Afanasjew R., Morgač P. 1986: Vlijanije udobrenija na urožaj i kaczestwo kormovych rastienij. Sbornik Naucz. Konf. „Azot – Udobrenija – Poczva – Rastienije”, 89-94, Praha.
55. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1986: Plonowanie i skład chemiczny siana z łąki górskiej w warunkach długotrwałego nawożenia. Mat. II Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, Cz. 2, 14-19.
56. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1986: Plonowanie łąki nizinnej i podgórskiej oraz zawartość związków azotu i stosunki między mikropierwiastkami w sianie w 5-letnim okresie intensywnego nawożenia mineralnego. Mat. II Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, Cz. 2, 26-31.
57. Mazur K., Olkowski M., Mazur T. 1986: Określenie wpływu nawożenia mineralnego na plon i jakość paszy z trwałych użytków zielonych. Mat. II Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, Cz. 2, 3-13.
58. Niemyska-Łukaszuk J., Mazur K. 1986: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego w zmianowaniu na skład związków próchnicznych gleby ciężkiej. Roczn. Glebozn. 37, 2-3, 295-305.
59. Mazur T., Mazur K. 1986: Zależność między długotrwałym nawożeniem mineralnym a zawartością mikropierwiastków w roślinności łąki górskiej. Mat. II Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, Cz. 2, 20-25.
60. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1986: Plonowanie łąki nizinnej i podgórskiej oraz zawartość związków azotu i stosunki między makropierwiastkami w sianie w 5-letnim okresie intensywnego nawożenia mineralnego. Mat. II Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, Cz. 2, 26-31.

61. Mazur K., Mazur T. 1987: Wlijanie wniesienija mineralnych udobrenij i ekologiczeskich faktorow na urozaj i chmiczeskij sostaw ługowego sjena. „Fizjologiczne podstawy mineralnego żywienia roślin celem otrzymania wysokich plonów i regulowania jakości produkcji roślin pastewnych”, Wyd. ART Olsztyn, 51-58.
62. Mazur T., Mazur K. 1987: Zawartość mikropierwiastków w trzech gatunkach ziół łąkowych w zależności od nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. PNR, 337, 205-219.
63. Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1987: Soderżanie mikroelementow w ługowych zjeleniach w zawisimosti ot usłowii biotopa i udobrienija. Mat. Nauczno-Koordinacjonnoego Sowieszczenia „Agrochimizeskije osnovy formirowanija wysokich urozajew kormowych kultur i regulirowanije kaczestwa produktii”, 1-6, Bucharest.
64. Dąbrowska L., Mazur K. 1987: Dynamika zmian składu florystycznego łąki górskiej w 11-letnim okresie doświadczenia nawozowego. Zesz. Probl. PNR 308, 115-123.
65. Kopeć S., Mazur K., Filipek B. 1987: The content of nitrates of meadow hay as well as in lysimetric waters from soils a grassland cover in mountain conditions of Poland. 5th International Symposium of CIEC „Protection of water quality from harmful emissions with special regard to nitrate”, Balatonfüred, Symposium documents vol. 2, 146-153.
66. Mazur K. 1987: Występowanie i skład chemiczny kłósówki miękkiej (*Holcus mollis* L.) w zależności od nawożenia mineralnego łąki górskiej. Zesz. Probl. PNR 337, 251-264.
67. Mazur K., Niemyska-Łukaszuk J. 1987: Zawartość i formy próchnicy w profilu glebowym łąki górskiej w 18 roku doświadczenia nawozowego. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 26, 155-162.
68. Dąbrowska L., Mazur K. 1988: Kształtowanie się wartości użytkowej runi łąki górskiej pod wpływem długotrwałego nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. PNR 336, 101-107.
69. Mazur K., Mazur T. 1988: Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 14 lat doświadczenia nawozowego. Zesz. Probl. PNR 336, 109-115.
70. Mazur K., Filipek B. 1988: Zavislost medzi davkou i terminou dusikatego hnojenja a obsahom aminokyselin v datelinovinotravnej miešanke. XI Slovensky seminar po racionalnom využivani priemyselnych hnoiv, Nitra'88, Zbornik referatov, 253-261.
71. Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1988: The effect of the quantities of nutrients and their ratio in the fertilizer dose as well of applying copper and cobalt on the content of these micronutrients in meadow hay. The Agricultural University in Poznań, CXC VII, 79-90.

72. Mazur K., Mazur B. 1989: Soderżanie aminokislot w motylkowo-złakowej smiesi w tieczenie I i III goda wozdzietywania w zawisimosti ot wniesienia azotnych udobrjenij. Mat. Konf. Naukowo-Programowej RWPG, 1-14, Mosonmagyarowar (Węgry).
73. Mazur K., Mazur B. 1989: Wlijanije dozy i termina azotnego udobrienia na sodierżanie aminokislot w motylkowo-złakowej smiesi. Acta Ovariensis, 31, 3, 75-89, Mosonmagyarowar (Węgry).
74. Mazur K. 1990: The effect of the ratio of components and the dose of fertilizers as well as of an addition of Cu and Co on the contents of amino acids in meadow fescue. Zbornik prednasok, 8 Congress „Agrichem’ 90”, Nitra, I, 176-179.
75. Mazur K. 1991: Skład aminokwasowy białka siana z łąki górskiej w 20 roku trwałego doświadczenia nawozowego. Roczn. Glebozn. 42/3-4, 165-173.
76. Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1991: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na zawartość mikroprzewodników w runi łąki nizinnej i podgórskiej. Mat. Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wyd. Akademia Rolnicza we Wrocławiu, 113-116.
77. Mazur K. 1991: The content of amino acids in a mixture of leguminous plants with grasses as well as in a fraction of grasses of this mixture with varying nitrogen fertilization. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Sesja Nauk. 34, Cz. I, 121-128.
78. Mazur K. 1991: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość aminokwasów w roślinach pastewnych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 263, Sesja Nauk. 34, Cz. II, 13-27.
79. Mazur K., Kasperczyk M., Mazur B. 1991: Dynamika przewodnich roślin w mieszance motylkowo-trawiastej przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Sesja Nauk. 34, Cz. I, 187-193.
80. Mazur K., Szczurowska B., Mazur B., Mazgaj M. 1991: Plonowanie oraz zawartość związków azotowych w mieszance motylkowo-trawiastej różnie nawożonej azotem. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 263, Sesja Nauk. 34, Cz. II, 367-375.
81. Mazur K., Wiśniowska-Kielian B., Rogóż A., Gambuś F. 1991: Wpływ odpadów flotacyjnych rud cynku i ołowiu na zawartość metali ciężkich w roślinach i niektóre właściwości gleby. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 262, Sesja Nauk. 34, Cz. I, 369-379.
82. Mazur B., Mazur K. 1992: Zawartość B, Mo i Co w mieszance motylkowo-trawiastej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotowego. Mat. Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wyd. AR we Wrocławiu, 373-377.
83. Mazur K. 1992: Zawartość aminokwasów w runi łąkowej z I i V roku nawożenia przy różnym stosunku składników w dawce nawozów oraz dodatku Cu i Co. Zesz. Nauk. AR w Krakowie Nr 259, Sesja Nauk. 32, Cz. I, 231-242.

84. Mazur K., Mazur B., Kopec M. 1992: Skład chemiczny i wartość nawozowa osadu organicznego o niskiej zawartości chromu z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich. Nawozy organiczne 2, AR Szczecin, 258-263.
85. Niemyska-Łukaszuk J., Mazur K., Ciarkowska K. 1992: Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego na zawartość i skład połączeń próchnicznych w glebach wytworzonych z lessu. Nawozy organiczne 1, AR Szczecin, 294-299.
86. Mazur B., Mazur K. 1993: The content of microelements in hay as an effect of 25 year differentiated mineral fertilization on permanent mountain meadow (Czarny Potok). Proc. Intern. Symp. "Long-term static fertilizer experiments" Part I, 253-265.
87. Mazur K. 1993: Możliwości i warunki rolniczego wykorzystania odpadu organicznego z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich. Cz. I. Plonowanie i zawartość makro-składników w roślinach w porównaniu z nawożeniem konwencjonalnym. Mat. Konf. Nauk. „Rola doradztwa w kształtowaniu i ochronie środowiska rolniczego w gminie”, Świnoujście-Kopenhaga, 89-96.
88. Mazur K., Kasperczyk M., Mazur B. 1993: Dynamika składu botanicznego łąki górskiej w 6 letnim okresie po wapnowaniu w statycznym doświadczeniu nawozowym. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Wyd. IMUZ Falenty, 211-217.
89. Mazur K., Kasperczyk M., Mazur B. 1993: Dynamika składu botanicznego łąki górskiej w 25 letnim okresie statycznego doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 277, Sesja Nauk. 37, Cz. I, 177-186.
90. Mazur K., Kasperczyk M., Mazur B. 1993: Dynamika składu botanicznego runi łąki górskiej w 6-letnim okresie po wapnowaniu w statycznym doświadczeniu nawozowym. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Wyd. IMUZ Falenty, 67-73.
91. Mazur K., Kopec M. 1993: Dynamika odczynu, kwasowości potencjalnej i glinu aktywnego w glebie górskiej w okresie 6 lat od wapnowania. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Wyd. IMUZ Falenty, 51-56.
92. Mazur K., Kopec M. 1993: Przybliżony bilans fosforu i potasu w wieloletnim doświadczeniu łąkowym w zależności od nawożenia mineralnego i wapnowania. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Wyd. IMUZ Falenty, 57-63.
93. Mazur K., Mazur B., Mazgaj M. 1993: Wpływ wapnowania na zawartość włókna i cukrów prostych oraz stosunek cukrowo-białkowy w sianie łąki górskiej. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”. Wyd. IMUZ Falenty, 205-210.
94. Mazur K., Mazur B., Mazgaj M., Szczurowska B. 1993: Twenty five years of permanent fertilization on mountain meadow (Czarny Potok). Effect of different fertilization and liming on the crop, botanical composition and some soil properties. Proc. Intern. Symp. „Long-term fertilizer experiments”, Part II, 5-21.

95. Mazur K., Mazur B., Szczurowska B. 1993: Wartość nawozowa surowego i kompostowanego osadu organicznego z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich. Zesz. Probl. PNR 409, 129-134.
96. Mazur K., Mazur B., Szczurowska B. 1993: Plonowanie i zawartość związków azotowych w runi łąkowej jako efekt wapnowania. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Wyd. IMUZ Falenty, 109-118.
97. Mazur K., Mazur B., Szczurowska B. 1993: Wpływ wapnowania na zawartość składników popielnych i stosunki jonowe w runi łąki górskiej w warunkach długotrwałego nawożenia mineralnego. Mat. Sem. Nauk. „Problemy wapnowania użytków zielonych”, Wyd. IMUZ Falenty, 161-168.
98. Mazur K., Wiśniowska-Kielian B., Gambuś F. 1993: Możliwości i warunki rolniczego wykorzystania wapnia po flotacji rud cynku i ołowiu. Mat. Konf. Nauk. „Rola doradztwa w kształtowaniu i ochronie środowiska rolniczego w gminie”, Świnoujście-Kopenhaga, 53-59.
99. Niemyska-Łukaszuk J., Mazur K. 1993: Contents of fractional composition of humus in montane soil in the 25th year of static fertilizer experiment. Proc. Intern. Symp. “Long-term static fertilizer experiments”, Part I, 221-233.
100. Mazur B., Mazur K. 1994: Utylizacja rolnicza osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich po separacji chromu. Mat. Międzyn. Konf. „Chrom w środowisku”, Radom, 131-137.
101. Mazur K., Wiśniowska-Kielian B. 1994: Zmiana składu chemicznego roślin pod wpływem dolomitowania gleby. Biul. Magnezol. 4, 134-138.
102. Flipek-Mazur B., Mazur K. 1995: Effectiveness of biologically fixed and fertilizing nitrogen under cultivation of clover mixture with grasses in various ecological conditions, Part I. Yielding and simplified nitrogen balance. Zesz. Probl. PNR 421b, 37-43.
103. Kopec M., Mazur K. 1995: Changes of cadmium content in the soil in the long-term static fertilizing experiment. Zesz. Probl. PNR 421b, 61-67.
104. Kopec M., Mazur K. 1995: Próba prognozowania plonów suchej masy runi łąkowej w statycznym doświadczeniu ze zróżnicowanym nawożeniem mineralnym i wapnowaniem. Mat. Międzyn. Konf. Nauk. „Ekologiczne i ekonomiczne uwarunkowania rozwoju gospodarczego Karpat Południowo-Wschodnich”, Bieszczady, 219-224.
105. Fecenko J., Ložek O., Mazur B., Mazur K. 1996: Vplyv dusikateho hnojiva s obsahom zinku na tvorbu urody zrna kukurice. Zbornik zo seminara „Vyuzitie integrovanej rastlinnej vyroby v podmienkach Slovenska”, Nitra, 154-156.
106. Flipek-Mazur B., Mazur K. 1996: Perspektywy i warunki rolniczej utylizacji osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków Krakowskich Zakładów Garbarskich. Mat. III Konf. Nauk.-Techn. „Zagospodarowanie odpadów z rejonu Krakowa”, Osieczany, 157-162.

107. Filipek-Mazur, Mazur K. 1996: Efektywność azotu biologicznie związanego i nawozowego przy uprawie mieszanki koniczyny z trawami w różnych warunkach ekologicznych, Cz. III. Zawartość i ilość mikropierwiastków w plonach. Zesz. Probl. PNR 434, 255-261.
108. Kopeć M., Mazur K. 1996: Fosfor w sianie łąki górskiej w warunkach długotrwałego statycznego doświadczenia nawozowego. Acta Agr. Silv., ser. Agr. 34, 67-77.
109. Kopeć M., Mazur K. 1996: Zawartość kationów wymiennych w glebie statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. PNR 442, 227-236.
110. Kopeć M., Mazur K., Babula J. 1996: Wpływ odpadów garbarskich na plonowanie i zmiany zawartości makropierwiastków w roślinach uprawianych w doświadczeniu wazonowym. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie 172, Roln. 62, 241-247.
111. Kopeć M., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1996: Zmiany zawartości N-NO₃ w runi łąkowej w 10-letnim okresie zróżnicowanego nawożenia i wapnowania w doświadczeniu statycznym (Czarny Potok). Zesz. Probl. PNR 440, 185-191.
112. Ložek O., Fecenko J., Mazur B., Mazur K. 1996: Ucinok foliarnej vyzivy na urodu a kvalitu zemiakov. Zbornik z medzinarodnej vedeckej konferencie „Agrochemicka faculta a vyvoj polnohospodarstva na Slovensku”, Nitra, 151-153.
113. Mazur B., Mazur K. 1996: Dynamika jakości runi łąki górskiej w statycznym doświadczeniu nawozowym w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. PNR 442, 51-60.
114. Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M. 1996: Skład chemiczny kompostów i wermikompostów z osadów i odpadów garbarskich. Zesz. Probl. PNR 437, 271-276.
115. Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M., Rościszewska M. 1996: Wstępne badania nad działaniem nawozowym kompostów i wermikompostów wytworzonych przez *Eisenia fetida* z osadów i odpadów garbarskich z dodatkiem różnych komponentów. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 310, Sesja Nauk. 47, 101-110.
116. Mazur K., Mazur B. 1996: Yielding and chemical composition of clover mixture with grasses according to the rate and time of nitrogen fertilization and ecological conditions. Zbornik z medzinarodnej vedeckej konferencie „Agrochemicka faculta a vyvoj polnohospodarstva na Slovensku”, Nitra, sekc. A, 183-187.
117. Nowosad B., Filipek-Mazur B., Mazur K., Skalska M. 1996: Zależność między zawartością metali ciężkich w glebie i runi pastwiskowej a stanem zarażenia owiec pasożytami przewodu pokarmowego. Zesz. Probl. PNR 434, 659-663.
118. Fecenko J., Ložek O., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1997: Cadmium uptake and localization in spring barley after an application of sodium humate. Zesz. Probl. PNR 448a, 83-88.
119. Fecenko J., Ložek O., Mazur B., Mazur K. 1997: Resorpcia makroživin a kadmia v zavislosti od aplikacie humatu sodneho. Rastlinna Vyroba 43, 1, 43-47.

120. Fecenko J., Ložek O., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1997: Cadmium uptake and localization in spring barley after an application of sodium humate. *Zesz. Probl. PNR 448a*, 83-88.
121. Filipek-Mazur B., Nowosad B., Skalska M., Mazur K. 1997: Zawartość kadmu i niklu w nerkach, wątrobie i mięśni grzbietowym jagniąt na tle koncentracji tych metali w glebie i runi pastwiskowej. *Zesz. Probl. PNR 448a*, 95-101.
122. Jaworska M., Mazur K. 1997: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania łąki górskiej na zdrowotność traw. *Progress in Plant Protection 37*, 1, 186-193.
123. Kopeć M., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1997: Fluctuation of meadow sward yielding in the static experiment in Czarny Potok. *Zbornik referatov z medzinarodnej vedeckej konferencie. „Ekologicke a biologicke aspekty krmovinarstva”*, Nitra, 122-127.
124. Kopeć M., Mazur K. 1997: Efektywność form i dawek nawożenia azotowego w długotrwałym, statycznym doświadczeniu nawozowym na łące górskiej (Czarny Potok). *Probl. Zagosp. Ziem Górskich*, 43, Komitet Zagospodarowania Ziem Górskich PAN, 79-86.
125. Kopeć M., Mazur K., Klobusický K., Ondrašek L. 1997: Wpływ nawożenia na zmiany zawartości kadmu w runi łąkowej i glebie w długotrwałym statycznym doświadczeniu nawozowym w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. PNR 448a*, 213-219.
126. Ložek O., Fecenko J., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1997: Effect of different fertilization on the cadmium content in grain of winter wheat and spring barley. *Zesz. Probl. PNR, 448a*, 237-241.
127. Ložek O., Fecenko J., Mazur B., Mazur K. 1997: Vplyv foliarnej aplikacie humatu na urodu a kvalitu zrna pšenice. *Rostlinna Vyroba*, 43, 1, 37-41.
128. Mazur K., Filipek-Mazur B., Fecenko J., Ložek O., Soja D. 1997: The contents of cadmium, nickel and lithium in soils and clover-grass mixture fertilized with different doses of nitrogen. *Zesz. Probl. PNR 448b*, 189-195.
129. Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M., Gondek K., Rościszewska M. 1997: Cadmium and nickel in compost and vermicompost of sewage sludge from tanneries and effect of their contents in plants. *Zesz. Probl. PNR 448a*, 243-248.
130. Nadolnik M., Dłużniewska J., Gleń K., Mazur K. 1997: Choroby grzybowe traw w 29 roku doświadczenia nawozowego na łące górskiej. *Progress in Plant Protection 37*, 2, 273-275.
131. Ondrašek L., Klobusický K., Mazur K. 1997: Effect of increasing cadmium concentration on biological activity of the soils. *Zesz. Probl. PNR 448b*, 189-195.
132. Jaworska M., Ropek D., Gorczyca A., Mazur K. 1997: Occurrence of entomopathogenic microorganisms in the soil of mountain meadow of long term mineral fertilization. *Mat. Symp. „Efektywność i praktyczne zastosowanie zwalczania biologicznego w ochronie roślin”*. Skierniewice, 99-102.

133. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1998: The content of copper, zinc and lead in kidneys, liver and dorsal muscle of lambs on the background of these metals concentrations in soil and pasture sward. Proc. Book of „The International Conference of Reproduction of Farm Animals”, Liptovsky Jan, 124-128.
134. Filipek-Mazur B., Mazur K. 1998: Produkcyjne i ekologiczne efekty uprawy mieszanki koniczyny z trawami. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 330, ser. Sesja Nauk. 54, 27-35.
135. Mazur K., Filipek-Mazur B. 1998: Problems of plant nutrition and fertilizers application in Poland. Sbornik s konference „Racionalni použití prumyslových hnojiv”, Praha, 57-66.
136. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1998: Wartość nawozowa wermikompostów z osadów garbarskich w doświadczeniu wazonowym. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 334, ser. Sesje Nauk. 58, 75-84.
137. Mazur K., Kopeć M., Soja D. 1998: Rolnicza utylizacja produktu ubocznego z zakładów chemicznych o dużej zawartości fosforu. Prace Naukowe AE we Wrocławiu, 792, 189-194.
138. Mazur K., Kopeć M., Fecenko J., Lożek O. 1998: Wstępna ocena działania nawozowego surowych i kompostowanych osadów ściekowych oraz Superhumu na łące górskiej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 330, Sesja Nauk. 54, Cz. I, 15-25.
139. Mazur K., Kopeć M., Fecenko J., Lożek O. 1998: Effect of various organic and mineral fertilizers on the yields and the quality of mountain meadow hay. Agrochemia 2(38), 2, 8-11.
140. Kopeć M., Mazur K. 1998: Problems connected with fertilizer application in Poland during last three decades. Agrochemia 2(38), 3, 8-11.
141. Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999: Problems of plant nutrition and fertilizers application in Poland. Agrochemia 3(39), I, 9-12.
142. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1999: Fertilizing value of sludges from tennery sewages treatment plant. Proc. of Intern. Conf. „Plant Nutrition, Quality of Production and Processing”, Brno, 99-101.
143. Kopeć M., Mazur K. 1999. Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego na zawartość i stosunki kationów w runi łąkowej w statycznym doświadczeniu w Czarnym Potoku. Zesz. Prob. PNR 465, 597-609.
144. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1999: Akumulacja metali ciężkich przez dżdżownicę *Eisenia fetida* z kompostowanych osadów ściekowych. Fol. Univ. Agric. Stetin. 200, Agricultura 77, 99-104.
145. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1999: Skład frakcyjny próchnicy w glebie nawożonej obornikiem oraz osadem z oczyszczalni ścieków garbarskich i uzyskanymi z niego kompostami. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 349, Sesja Nauk. 64, 89-96.
146. Gambuś F., Filipek-Mazur B., Grzywnowicz I., Mazur K., Rogóż A. 1999: Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinach rejonów ekologicznego zagrożenia

- województwa tarnowskiego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 349, Sesja Nauk. 64, 97-109.
147. Kasperczyk M., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1999: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego oraz dwukrotnego wapnowania na zmiany w składzie florystycznym runi łąki górskiej. Zesz. Probl. PNR 465, 579-584.
 148. Filipek-Mazur B., Mazur K., Kasperczyk M., Gondek K. 1999: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania na skład chemiczny gatunków roślin wybranych z runi łąkowej statycznego doświadczenia w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. PNR 465, 585-595.
 149. Barabasz W., Filipek-Mazur B., Mazur K., Chmiel M.J., Grzyb J., Frączek K. 1999: Aktywność mikrobiologiczna gleby w 30-tym roku statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku koło Krynicy. Zesz. Probl. PNR 465, 647-655.
 150. Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999: The use of organic fertilisers in Poland and agricultural usability of alternative (unconventional) fertilisers. Sbornik z konference: „Racionalni použití hnojiv”, Praha, 68-72.
 151. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1999: Zawartość metali ciężkich w glebie jako efekt nawożenia osadami pochodzenia garbarskiego i ich kompostami. Zesz. Probl. PNR 467, Cz. II, 489-497.
 152. Kopeć M., Mazur K. 1999: The effect of fertilization and liming on the element composition in meadow sward. Rostlinna Vyroba 45, 3, 101-106.
 153. Jaworska M. Nadolnik M. Ropek D. Mazur K., Kopeć M. 1999: Porównanie uszkodzeń traw przez szkodniki i choroby grzybowe na łące górskiej nawożonej mineralnie oraz organicznie. Progress in Plant Protection 39, 2, 481-484.
 154. Kopeć M., Mazur K. 1999: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego na zawartość i stosunki kationów w runi łąkowej w statycznym doświadczeniu w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. PNR 465, 597-610.
 155. Nowosad B., Malczewski A., Mazur K., Filipek-Mazur B. Skalska M., Fudalewicz-Niemczyk W., Gawor I., 1999: Porównanie stanu zarażenia owiec w różnych strefach zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi. Acta Agr. Silv., ser. Zoot. 37, 19-39.
 156. Kopeć M., Mazur K., Soja D. 1999. Wpływ nawożenia fosforem na zawartość i ilość kadmu pobranego przez rośliny. Zesz. Nauk. AR Kraków 349, Sesja Nauk. 64, 203-210.
 157. Kopeć M., Mazur K. 1999: Magnesium in hay and soil of variously fertilized mountain meadow (static experiment at Czarny Potok). Sbornik referatů z konf. s mezinarodni ucasti „Plant nutrition, quality of production and processing”, MZLU Brno, 130-134.
 158. Mazur K., Kopeć M., Soja D. 1999: Utilization of waste from chemical industry as phosphorus fertilizers. Sbornik referatů z konf. s mezinarodni ucasti „Plant nutrition, quality of production and processing”, MZLU Brno, 89-91.

159. Jaworska M., Ropek D., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999: The effect of differentiated organic treatment on insecticidal activity of entomopathogenic fungi and nematodes. *Mat. Miedzyn. Konf. Nauk. „Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów”*, Lublin, 26-31.
160. Mazur K., Kopeć M. 2000: Fertilization and soil fertility in Poland. *Sbornik referatů II Konf. s mezinarodni ucasti, MZLU, Brno*, 45-50.
161. Filipek-Mazur B., Mazur K. 2000: Possibilities of reducing soil organic matter deficiency through unconventional fertilisers application in Poland. *Agrochemia* 4(40), 3, 10-12.
162. Kopeć M., Mazur K., Gondek K. 2000: Wpływ nawożenia łąki górskiej odpadami i osadami ścieków garbarskich oraz ich kompostami na zmiany zawartości węgla i azotu w glebie. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 167-173.
163. Mazur K., Filipek-Mazur B., Gondek K. 2000: Badania nad wartością nawozową wermikompostów. Cz. I. Skład chemiczny wermikompostów i ich wpływ na plon roślin. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 289-296.
164. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2000: Badania nad wartością nawozową wermikompostów. Cz. II. Wpływ nawożenia wermikompostami na skład chemiczny kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.). *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 297-302.
165. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2000: Badania nad wartością nawozową wermikompostów. Cz. III. Wpływ nawożenia wermikompostami na zmiany właściwości chemicznych gleb. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84, 303-310.
166. Mazur K., Filipek-Mazur B., Gondek K. 2000: Reakcja różnych gatunków roślin na nawożenie osadami ścieków garbarskich. *Zesz. Probl. PNR* 472, 497-506.
167. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2000: Mineral and organic fertilization in Poland. *Sbornik z konference: „Racionalni použití hnojiv”*. Praha, 90-96.
168. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2000: Wpływ nawożenia wermikompostami na plon i rozmieszczenie metali ciężkich w kukurydzy. *Zesz. Probl. PNR* 472, 225-233.
169. Kopeć M., Mazur K., Noworolnik A. 2000: Wpływ wapnowania łąki górskiej na ograniczenie aktywnych form pierwiastków śladowych w glebie (Czarny Potok). *Zesz. Probl. PNR* 472, 403-411.
170. Mazur K., Kopeć M., Fecenko J., Ložek O. 2001: Effectiveness of unconventional fertilisers applied on mountain meadow. *Agrochemia* 5(41), 3, 15-18.
171. Jaworska M., Ropek D., Mazur K., Filipek-Mazur B. 2001: The effect of differentiated organic treatment on insecticidal activity of entomopathogenic fungi and nematodes. *Acta Agrophysica* 52, 79-85.
172. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2001: Current problems of fertilisation

- in Poland. *Agrochemia* 5(41), 1, 2-18.
173. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2001: Wpływ wieloskładnikowego nawozu płynnego „DAMISHUM” na plonowanie roślin. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 223, *Agricultura* 89, 47-50.
174. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2001: Zawartość mobilnych form metali ciężkich w kompostach i wermikompostach z osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych. Cz. I. Cynk, nikiel i chrom. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 372, *Sesje Nauk.* 75, 133-138.
175. Filipek-Mazur B., Mazur K., Labudda J. 2001: Problems of sulphur in plant nutrition and sulphur containing fertilizers in Poland. *Proc. of 7th Intern. Conf. „Reasonable use of fertilizers – focused on sulphur in plant production, Praha,* 76-83.
176. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2001: Effect of various organic fertilizers on the heavy metal fractions in the soil, Part I. Lead, copper and nickel. *Acta Agrophysica* 51, 201-208.
177. Mazur K., Filipek-Mazur B. 2001: Wartość nawozowa kompostów i wermikompostów z odpadów roślinnych oraz osadów ścieków przemysłowych i komunalnych. *Mat. Konf. Nauk.-Techn. „Kompostowanie odpadów - dobry interes czy uciążliwa konieczność”, Towarzystwo na Rzecz Ziemi, Osieczany,* 1-12.
178. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2002. Zależność między pochodzeniem i terminem stosowania osadów ściekowych a plonowaniem kukurydzy i zawartością w niej metali ciężkich. *Acta Agrophysica* 70, I, 127-136.
179. Filipek-Mazur B., Mazur B. 2002: Sulphur in Polish soils and in plants and fertilisers. *Agrochemia* 4(42), 2, 11-15.
180. Mazur K., Kopeć M., Noworolnik A. 2002: Wpływ długoletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na ilość wymywanego cynku z łąki górskiej (Czarny Potok). *Zesz. Probl. PNR* 482, 365-373.
181. Kopeć M., Mazur K. 2002: Plonowanie runi łąki górskiej i bilans składników pokarmowych w długotrwałym doświadczeniu nawozowym (Czarny Potok). *Zbornik VI Medzin. Vedeckej Konfer. „Ekologia travneho porastu”, Banska Bystrica,* 158-163.
182. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2002: Effect of origin and date of application of sewage sludge on soil properties and heavy metal concentration. *Ecol. Chem. Eng.* 9, 11, 1325-1331.
183. Mazur K., Gondek K., Filipek-Mazur B. 2002: Consecutive effect of sludge from tannery sewage treatment plant on yielding on chemical composition of spring triticale. Part. II. Heavy metal concentration. *Ecol. Chem. Eng.* 9, 11, 1419-1425.
184. Mazur K., Filipek-Mazur B., Gondek K. 2002: Consecutive effect of sludge from tannery sewage treatment plant on yielding on chemical composition of spring triticale. Part. I. Yield and macroelement contents. *Ecol. Chem. Eng.* 9, 11, 1411-

- 1417.
185. Gondek K., Filipek-Mazur B., Mazur K. 2003: Mobility of selected trace elements in soil under the influence of organic and mineral treatment in pot experiment conditions. *Agrochemia* 7(43), 2, 21-25.
186. Mazur K. Kopeć M. 2003: Badania nad efektywnością nawożenia łąki górskiej w statycznym wieloletnim doświadczeniu (Czarny Potok). *Mat. Ses. Ref. „35 lat Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy Zdroju”*, 75-82.
187. Filipek-Mazur B., Mazur K. 2003: Sulphur and magnesium concentration in the soils of Poland and plant reaction to treatment with these elements. *Agrochemia* VII (43), 26-31.
188. Filipek-Mazur B., Mazur K. 2003: Effectiveness of fertilizers containing sulphur and magnesium in plant nutrition. *Agrochemia* 7(43), 32-47.
189. Filipek-Mazur B. Mazur K. 2003: Komposty z odpadów zielonych i ich wpływ na właściwości gleby. *Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN*, 17, 67-75.
190. Filipek-Mazur B., Mazur K. 2004: Magnesium in soils of Poland and fertilization of this element. *Agrochemia* 8(44), 2, 24-26.
191. Mazur K., Filipek-Mazur B., Gondek K. 2004: Bezpośredni i następczy wpływ kompostów z organicznych odpadów zielonych na plonowanie i skład chemiczny owsa. *Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN*, 26 (Suplement), 17-25.
192. Gondek K., Filipek-Mazur B., Mazur K. 2005: Plonowanie i zawartość azotu w owsie nawożonym kompostami z odpadów zielonych. *Acta Univer. Masuriensis, Monografie Wszechnicy Mazurskiej w Olecku, „Zanieczyszczenia środowiska azotem”*, 183-194.
193. Mazur K., Filipek-Mazur B., Gondek K. 2005: Dynamika plonowania i zawartości azotu w runi łąkowej. *Acta Univer. Masuriensis, Monografie Wszechnicy Mazurskiej w Olecku, „Zanieczyszczenia środowiska azotem”*, 85-98.
194. Kopeć M., Mazur K. 2006: Wpływ nawożenia na zawartość azotu azotanowego w runi łąki statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. PNR* 513, 227-233.
195. Gondek K., Filipek-Mazur B., Mazur K. 2006: Heavy metal concentrations in soil and plant from areas localized along the No. 4 road within the boundaries of the ropczycko-sędziszowski district. Part. 2. Heavy metal forms in soils. *Ecol. Chem. Eng.* 13, 9, 889-905.
196. Filipek-Mazur B. Gondek K., Mazur K. 2006: Wpływ nawożenia siarką na plonowanie oraz zawartość siarki i azotanów(V) w gorzycy białej. *Zesz. Probl. PNR* 513, 99-106.
197. Filipek-Mazur B., Gondek K., Mazur K. 2007: Oddziaływanie zanieczyszczeń komunikacyjnych wzdłuż drogi krajowej Nr 4 (Bochnia – Sędziszów Małopolski) na zawartość pierwiastków śladowych w glebie i runi łąkowej. Cz. II. Zawartość pierwiastków śladowych w runi łąkowej. *Zesz. Probl. PNR* 520, 31-37.

198. Mazur K., Gondek K., Filipek-Mazur B. 2007: Heavy metal concentrations in soil and plant from areas localized along the No. 4 road within the boundaries of the ropczycko-sędziszowski district. Part. 1. Physico-chemical properties of soils and total heavy metal content. *Ecol. Chem. Eng.* 14, 5-6, 487-496.
199. Filipek-Mazur B., Gondek K., Mazur K. 2007: Heavy metal concentrations in soil and plant from areas localized along the No. 4 road within the boundaries of the ropczycko-sędziszowski district. Part. 3. Heavy metal contents in meadow sword. *Ecol. Chem. Eng.* 14, 5-6, 445-449.
200. Mazur K., Filipek Mazur B. 2008. Wartość nawozowa saletro-siarczanu amonu jako źródła azotu i siarki dla gorczycy białej. *Wybrane Problemy Badawcze z Ochrony Środowiska I Wychowania Fizycznego, Wszechnica Mazurska, Olecko, Episteme* 78, 179-185.

B. Książki:

1. Mazur K. 1972: Nawożenie fosforem corocznie i na zapas różnych użytków rolnych. [W:] *Aktualne Problemy Nawożenia*. PWRiL, Warszawa.
2. Mazur K., Mazur T. 1987: Vlijaniye vniesienija mineralnych i ekologiczeskich faktorov na urożaj i chemiczeskij sostav ługovogo siena. [W:] *Fizjologiczeskoje obosnovanije mineralnogo pitaniya rastenij s celju połuczenija vysokich urożajev i regulirovanija kaczestva produkcji kormovych kultur*. Wyd. ART, Olsztyn, 51-58.
3. Mazur K. 1991: *Mała Encyklopedia Chemii Rolnej*. PTG, Warszawa (Praca zbiorowa – 36 haseł).
4. Mazur K. 1997: *Katedra Chemii Rolnej AR w Krakowie*. [W:] *Chemia Rolna w Polsce*, Wyd. AR w Szczecinie, 27-33.
5. Rościszowska M., Popek W., Nowosad B., Skalska M., Petryszak A., Kostecka J., Lubowiecka-Kulczycka A., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999: Hodowla dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.) Wyd. AR w Krakowie, ss. 45.
6. Mazur K. 2003: *Wydział Rolniczo-Ekonomiczny. Księga Jubileuszowa Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, 73-116.

C. Artykuły i komunikaty naukowe:

1. Mazur K. 1960: Wartość nawozowa pyłów cementowych. *Cement-Wapno-Gips* 7-8, 200-204.
2. Lityński T., Bysiówna T., Mazur K. 1961: Wstępne doświadczenia nad wpływem pyłów odlotowych z cementowni na niektóre fizyko-chemiczne właściwości gleb. *Rocz. Glebozn.* 10 (D), 660.
3. Lityński T., Mazur K. 1961: Wartość nawozowa pyłów odlotowych z cementowni na użytkach zielonych. *Rocz. Glebozn.* 10(D), 661-662.

4. Lityński T., Mazur K., Guzecka A. 1961: Nawożenie buraków cukrowych pyłami cementowymi. *Rocz. Glebozn.* 10(D), 663.
5. Lityński T., Mazur K., 1962: Pyły odlotowe z cementowni jako nawóz potasowy przy uprawie buraków cukrowych. *Sprawozd. z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN O/Kraków*, I-VI, 304.
6. Lityński T., Mazur K. 1962: Wstępne doświadczenia nad wartością nawozową niektórych kompostów miejskich ze Śląska. *Nowe Rolnictwo* 16, 11-14.
7. Lityński T., Mazur K. 1963: Preparaty mocznikowo-formaldehydowe jako wolno działające nawozy azotowe. *Rocz. Glebozn.* 13(D), 277.
8. Lityński T., Mazur K. 1964: Przydatność termofosfatów dla celów rolniczych. *Wyd. NOT „Termofosfaty dla rolnictwa”*, Kraków, 1-16.
9. Mazur K. 1964: Dynamika pobierania fosforu przez rośliny z różnych nawozów. *Sprawozdanie z Posiedzeń Komisji Naukowych PAN, O/Kraków*, VII-VIII, 257.
10. Mazur K. 1964: Krajowa mączka fosforytowa „Annofos” w płodozmianie norfolkskim. *Sprawozd. z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN O/Kraków*, VII-XII, 526.
11. Mazur K. 1964: Mączka fosforytowa „Annofos” w 3-letnich doświadczeniach łąkowych. *Sprawozd. z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN O/Kraków*, VII-XII, 534-535.
12. Mazur K. 1965: Następce działanie preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform) w zmianowaniu. *Zesz. Nauk. WSR w Krakowie, Sesja Nauk.* 16.
13. Mazur K. 1965: Porównanie preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform) jako wolno działających nawozów azotowych z wartością mocznika i saletry amonowej przy uprawie buraków cukrowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Sesja Nauk.* 15.
14. Mazur K. 1965: Warunki efektywnego działania nawozów mineralnych. *Wyd. NOT, Rzeszów*, 1-16.
15. Mazur K., Kamiński B. 1965: Wykorzystanie pyłów odlotowych z cementowni do nawożenia buraków cukrowych. *Gazeta Cukrownicza* 73, 3, 70-73.
16. Mazur K. 1966: Niektóre zagadnienia nawożenia organicznego i mineralnego. *Wyd. PWRN Kraków*, 1-13.
17. Mazur K. 1968: Coroczne i zapasowe nawożenie fosforem. *Nowe Rolnictwo* 18, 11-25.
18. Lityński T., Mazur K., Sikora H. 1969: Badania nad wartością nawozową preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform). Cz. I. Doświadczenia wazonowe z rajgrasem włoskim i owsem. *Sprawozdanie z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN, O/Kraków*, 13, 1, 385-386.
19. Mazur K. 1970: Badania nad wartością nawozową preparatów mocznikowo-formaldehydowych (ureaform). Cz. II. Doświadczenie polowe z burakami cukrowymi. *Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN, O/Kraków*, 13, 2, 675-676.

20. Mazur K. 1970: Nowe kierunki w nawożeniu – nawozy skoncentrowane i wieloskładnikowe. *Inf. Rol. Reg. Krakowskiego* 3, 1-14.
21. Mazur K. 1970: Technika i terminy nawożenia mineralnego. *Informator Rolniczy Regionu Krakowskiego*, 13, 1-21.
22. Mazur K. 1970: Badania nad wartością nawozową preparatów mocznikowo-formaldehydowych (Ureaform). Cz. III. Doświadczenia polowe w zmianowaniu. *Sprawozd. z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN O/Kraków*, 14/1, 456.
23. Mazur K., Kamiński B. 1971: Wartość nawozowa preparatów „Ureaform” w doświadczeniach polowych z burakami cukrowymi. *Gazeta Cukrownicza* 79, 3, 72-75.
24. Mazur K. 1970: Badania nad działaniem nawozów fosforowych stosowanych na zapas w 4-letnich doświadczeniach polowych z lucerną. *Sprawozd. z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN O/Kraków*, 14/2, 714-715.
25. Mazur K., Mazur T. 1971: Plonowanie łąki górskiej pod wpływem nawożenia mineralnego. *Plon* 52, 3-6.
26. Mazur K. 1971: Efektywność corocznego i zapasowego stosowania nawozów fosforowych przy uprawie lucerny. *Mater. Konf. Nauk. „Perspektywy stosowania nawozów i nawożenia w Polsce”* 52-54, Wrocław.
27. Mazur K., Mazur T. 1971: Dynamika działania nawożenia azotowego i fosforowego na naturalnej łące górskiej. *Mat. Konf. Nauk. „Perspektywy stosowania nawozów i nawożenia w Polsce”*. Wrocław, 48-50.
28. Mazur T., Mazur K. 1971: Wpływ różnych dawek i form nawozów azotowych stosowanych w warunkach górskich na zawartość makro- i mikroelementów w sianie i jego frakcjach. *Mat. Konf. Nauk. „Azot w żywieniu roślin”*, Poznań, 30-32.
29. Mazur K., Mazur T. 1971: Efektywność różnych dawek saletry amonowej stosowanych w 5-tym roku użytkowania lucerny z udziałem traw pochodzących z samosiewu. *Mat. Konf. Nauk. „Azot w żywieniu roślin”*, 23-25, Poznań.
30. Mazur K. 1971: Coroczne i zapasowe nawożenie łąk supertomasyną i mączka fosforytowa. *Biuletyn Z-du Upowszechn. Postępu WSR w Krakowie*, 158, 4-6.
31. Mazur K., Mazur T. 1971: Wpływ nawożenia mineralnego na plon, skład botaniczny i chemiczny masy roślinnej z łąki górskiej. *Sprawozd. z Posiedzeń Komisji Nauk. PAN O/Kraków*, XV/II, 548-549.
32. Mazur K., Mazur T. 1972: Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość magnezu w masie roślinnej i niektórych frakcjach siana z łąki górskiej. *Komunikaty II Sympozjum Magnezowego, Bydgoszcz*, 27-28.
33. Gorlach E., Mazur K., Mazur T. 1972: Wpływ sposobu, terminu i dawki nawożenia potasowego na zawartość magnezu w lucernie. *Komunikaty II Sympozjum Magnezowego, Bydgoszcz*, 55-56.
34. Mazur K., Mazur T. 1972: Efektywność nawożenia łąki górskiej saletrą amonową i mocznikiem. *Komun. Sympozjum „Problemy gospodarki górskiej w badaniach krajów europejskich”*, 38-39, Kraków.

35. Mazur K. 1972: Zapasowe nawożenie fosforem przy uprawie lucerny. Plon 2, 7-9.
36. Mazur K. 1973: Efektywność stosowania wyższych dawek nawozów mineralnych. Wyd. NOT, Kraków 1-12.
37. Mazur K. 1973: Nawożenie podstawowych roślin uprawnych w powiecie miechowskim. Wyd. PWRN Kraków, 1-16.
38. Mazur K. 1974: Rola azotu w życiu roślin. Wyd. „Agrochem”, Warszawa, 1-8.
39. Mazur K. 1973: Badania nad wpływem wysokości dawki oraz sposobu i terminu nawożenia potasem na plon i skład chemiczny lucerny. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 80, Sesja Nauk. 6, 42.
40. Mazur K., Mazur T. 1973: Wpływ nawożenia mineralnego, szczególnie azotowego, na wysokość i jakość plonów siana na naturalnych użytkach zielonych górskich (Czarny Potok). Informator o wynikach naukowych zakończonych w 1971 r. w AR Kraków, Cz. 1, 73.
41. Mazur T., Filipek J., Mazur K., Skrijka P. 1974: Wpływ nawożenia łąki górskiej miedzią i kobaltem na zawartość Cu i Co w różnych frakcjach siana. III Konwers. „Mikroelementy w rolnictwie”, Komunikaty, Wrocław, 31-32.
42. Mazur K. 1975: Jesienne nawożenie mączką fosforytową. Agrochemia 10, 7-10.
43. Mazur K. 1976: Racjonalizacja sposobów stosowania nawozów mineralnych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Biul. Zakładu Upowsz. Postępu 238, 16-25.
44. Mazur T., Filipek J., Mazur K., Skrijka P. 1976: Wpływ nawożenia łąki górskiej miedzią i kobaltem na zawartość tych mikroelementów w różnych frakcjach runi. Kom. III Konwersatorium „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 31-32.
45. Mazur K. 1976: Azot w życiu roślin. Agrochemia 1, 5-7.
46. Mazur K. 1977: Wpływ współdziałania nawożenia potasowego i wapnowania na produkcję białka. Mat. Konf. Nauk. „Optymalizacja produkcji białka na użytkach zielonych i w uprawach polowych”, Lublin, 112-113.
47. Mazur K., Piontek J. 1977: Wpływ corocznego i zapasowego nawożenia łąk trwałych potasem i fosforem na produkcję białka. Mat. Konf. Nauk. „Optymalizacja produkcji białka na użytkach zielonych i w uprawach polowych”, Lublin, 32-33.
48. Mazur K., Mazur T. 1978: Influence of limited on mineral fertilizer efficiency. Proc. IV Congress Agrichem'78 „Chemistry in agriculture”, Bratislava.
49. Mazur T., Mazur K. 1978: Zawartość miedzi i kobaltu w glebie łąkowej po 3 i 4 latach od ich zastosowania. Mat. IV Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 83-84.
50. Mazur T., Mazur K. 1978: Zmiany zawartości miedzi i kobaltu w glebie łąkowej po 3 i 4 latach od zastosowania tych mikroelementów. Mat. IV Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 83-84.
51. Mazur K., Mazur T. 1979: Skład chemiczny kłosówki miękkiej w warunkach długotrwałego nawożenia i następczego wpływu tego zabiegu. Mat. Konf. Nauk.

- „Stosunki ilościowe i jakościowe składników mineralnych w gatunkach i odmianach roślin pastewnych”, Kraków-Przemyśl, 33.
52. Mazur K. 1982: Nawożenie roślin w zależności od rodzaju gleb. Wyd. NOT-SITR Kraków, 67-69.
 53. Mazur K., Fajto A., Drożdż-Hara M., Niemyska-Łukaszuk J. 1982: Wpływ składników nawozów mineralnych na zmienność i właściwości profilu glebowego w warunkach intensywnego nawożenia. Przegląd wyników badań: „Zmiany zawartości mikroelementów w glebach w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego”. IUNG, Puławy, 13-14.
 54. Dąbrowska L. Mazur K. 1983: Wartość użytkowa łąki w okresie 14 lat doświadczenia nawozowego. Przegląd Hodowlany 4, 36-38.
 55. Mazur K., Mazur T. 1983: Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 14 lat doświadczenia nawozowego. Przegląd Hodowlany 4, 35.
 56. Niemyska-Łukaszuk J., Mazur K. 1984: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego w zmianowaniu na skład związków próchnicznych gleby ciężkiej. Kom. Symp. Nauk. „Substancja organiczna i próchnica glebowa” 35, Wrocław.
 57. Mazur K. 1984: Występowanie i skład chemiczny kłosówki miękkiej (*Holcus mollis* L.) w zależności od nawożenia mineralnego łąki górskiej. Mat. Konf. Nauk. „Osiągnięcia i zamierzenia gospodarki łąkowo-pastwiskowej w górach”, Jaworki.
 58. Mazur K., Mazur T. 1984: Dynamice mountain meadow Fielding during a 14-year period of a fertilization eksperyment. Abstrakt of the papers of 9th Word Fertilizer Congress of CIEC, 161, Budapeszt.
 59. Mazur K., Mazur T. 1984: The effect of mineral fertilization with a varing N:P:K ratio and an addition of mickroelements on the kontent of aminoacids In the greek mass of rye. Proced. of the 6-th Intern. Congress „Chemistry in agriculture” Agrochem` 84, 17, Bratislava.
 60. Filipek J., Mazur K., Wojtaszek T., Zabierowski K. 1986: Kierunki rozwoju nauki polskiej w zakresie problemów objętych właściwością Komitetu Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN. Postępy Nauk Roln. 213, 359-370.
 61. Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1987: Wpływ intensywności nawożenia mineralnego na dynamikę zawartości mikropierwiastków w runi łąki nizinnej i podgórskiej. VI Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie”. Streszczenia doniesień, 47, Wrocław.
 62. Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1987: Content of copper and cobalt in meadow hay as depending on fertilization. VII International Congress „Chemistry in Agriculture”, Agrichem'87, proc. 117, Bratislava.
 63. Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1987: Sodierżanie mikroelementov w ługowych zieleniach v zavisimosti od uslovij biotopa i udobrenija. Materiały Nauczno-Koordinacjonnoego sowieszczzenija po zadaniu „Chimiczeskije osnovy formirovanija vysokich urażajev kormovych kultur i regulirovanija kaczestwa produkcji. 9-18, Bucharest.

64. Kopeć S., Mazur K. 1987: The content of nitrates in meadow hay as well as in lysimetric waters from soils with a grassland cover in mountain conditions of Poland. Abstr. 5-th Intern. Symp. of CIEC, 104-105.
65. Mazur K., Mazur T. Filipek B. 1987: Wpływ intensywności nawożenia mineralnego na dynamikę zawartości mikropierwiastków w runi łąki nizinnej i podgórskiej. VI Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, Streszczenia, 47.
66. Drożdż-Hara M., Mazur K. 1988: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego w zmianowaniu na skład kationów wymiennych kompleksu sorpcyjnego i zakwaszenie gleby. Streszczenia doniesień Sympozjum „Rola nawożenia w podnoszeniu produktywności i żywności gleb”, ART, Olsztyn, 8-11.
67. Mazur K. 1989: Uprawa mieszanki motylkowo-trawiastej z wykorzystaniem azotu biologicznie związanego (Instrukcja wdrożeniowa). Biul. Inf. Zakładu Upowsz. Postępu AR w Krakowie.
68. Mazur K., Filipek B. 1989: Zależność między dawką i terminem stosowania azotu a zawartością aminokwasów w mieszance trawiasto-motylkowej. Informator o wynikach badań naukowych zakończonych w 1988 r. Ośrodek Informacji Naukowej PAN 1, 113.
69. Mazur K. 1990: Skład aminokwasowy białka w sianie z łąki górskiej w 20 roku trwałego doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 239, Sesja Nauk. 26, 82.
70. Mazur K., Gambuś F., Wiśniowska-Kielian B., Rogóż A. 1990: Aktywność w glebach i przyswajalność dla roślin niektórych metali ciężkich zawartych w odpadach flotacyjnych rud cynku i ołowiu. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 239, Sesja Nauk. 26, 81.
71. Mazur K. 1990: Skład aminokwasowy białka w sianach z łąki górskiej w 20. roku trwałego doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 239, Sesja Naukowa 26, 81.
72. Mazur K., Mazur B. 1991: Bilans podstawowych składników pokarmowych przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym mieszanki motylkowo-trawiastej. Mat. Sesji Nauk. „Badania nad bilansem substancji organicznej i składników pokarmowych w układzie gleba-roślina”. 64, Bydgoszcz.
73. Mazur B., Mazur K. 1992: Zawartość B, Mo i Co w mieszance motylkowo-trawiastej w zależności od dawki i terminu nawożenia azotowego. Mat. Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 6-7.
74. Mazur K. 1994: Nawożenie mineralne w warunkach gleb górskich. Mat. Symp. „Nawożenie wieloskładnikowe w różnych warunkach glebowych”. Police, 7-9 VI.1994, 75-87.
75. Mazur B., Mazur K. 1994: Utylizacja rolnicza osadów organicznych z biologicznej oczyszczalni ścieków garbarskich po separacji chromu. Mat. Międzyn. Konf. Nauk. „Chrom w środowisku”, Radom, 23-24.VI.1994, 34-35.

76. Mazur B., Mazur K. 1994: An agricultural utilization of organic sludges from biological tanning sewage treatment plant after chromium separation. The Intern. Conf. „Chromium in the Environment”, Radom, 84-85.
77. Mazur K., Mazur B. 1994: The effect of long-term mineral fertilization and liming on dynamics of the elements of mountain meadow sward quality and some soil properties. *Ekologia Trawnego Porostu IV. Zbornik suhrnov. Bańska Bystrzyca 28-29.IV*, 25.
78. Filipek-Mazur B., Mazur K. 1996: Efektywność azotu biologicznie wiążanego i nawozowego przy uprawie mieszanki koniczyny z trawami w różnych warunkach ekologicznych. Cz. III. Zawartość i ilość mikropierwiastków w plonie. Komun. VIII. Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 41.
79. Filipek-Mazur B., Mazur K., Nowosad B. 1996: Zależność między zawartością metali ciężkich w glebie i runi pastwiskowej a stanem zarażenia owiec. Komun. VIII. Symp. „Mikroelementy w rolnictwie”, Wrocław, 106.
80. Mazur K. 1996: Experiment „Czarny Potok”. Date began: 1968. In: *Global Change and Terrestrial Ecosystems. Report No 7. GCTE, Tasc. 3.3.1. Ed. Soil Sci. Dep., IACR-Rothamsted, Herts, UK*, p. 179.
81. Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M. 1996: Wyniki wstępnych badań nad możliwością rolniczego wykorzystania osadów i odpadów garbarskich przetworzonych przez dżdżownicę kompostową. Komun. II. Krajowej Konf. „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic”, Rzeszów, 22.
82. Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M., Rościszewska M. 1996: Skład chemiczny kompostów i wermikompostów z osadów i odpadów garbarskich, Komun. Konf. Nauk. „Odpady organiczne a ochrona i produktywność agrocenozy”, Lublin-Modliszewice, 67.
83. Jaworska M., Nadolnik M., Mazur K. 1998: Zdrowotność traw łąki górskiej w długotrwałym statycznym doświadczeniu nawozowym. Sym. Abst. „Long-term Static Fertilization Experiments” Warsaw, June 16-18. 1998, 98.
84. Barabasz W., Galus A., Filipek-Mazur B., Mazur K., Paśmionka I. 1998: Aktywność mikrobiologiczna gleby w 30 roku statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. Sym. Abst. „Long-term Static Fertilization Experiments”, Warsaw, June 16-18. 1998, 96.
85. Kasperczyk M., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1998: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego (30 lat) oraz dwukrotnego wapnowania na zmiany w składzie florystycznym runi łąki górskiej w Czarnym Potoku. Sym. Abst. „Long-term Static Fertilization Experiments”, Warsaw, June 16-18. 1998, 97.
86. Filipek-Mazur B., Mazur K., Kasperczyk M., Gondek K. 1998: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania na skład chemiczny gatunków roślin wybranych z runi łąkowej statycznego doświadczenia w Czarnym Potoku. Sym. Abst. „Long-term Static Fertilization Experiments”, Warsaw, June 16-18.1998, 103.

87. Mazur K., Filipek-Mazur B., Kopeć M., Mazgaj M. 1998: Zawartość włókna i cukrów w runi łąkowej w statycznym doświadczeniu nawozowym w Czarnym Potoku. Sym. Abst. „Long-term Static Fertilization Experiments”, Warsaw, June 16-18.1998, 105.
88. Mazur K., Filipek Mazur B., Gondek K. 1998: Wartość nawozowa wermikompostów z osadów garbarskich w doświadczeniach wazonowych. Mat. III Krajowej Konf. „Ekologiczne i gospodarcze znaczenie dżdżownic”, Rzeszów, 15.
89. Jaworska M., Nadolnik M., Mazur K. 1998: Zdrowotność traw łąki górskiej w długotrwałym statycznym doświadczeniu nawozowym. Abst. Symp. „Long-term Static Fertilization Experiments”, Warsaw, 96.
90. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1999: Wpływ różnych nawozów organicznych na frakcje metali ciężkich w glebie. Cz. I. Ołów, miedź i nikiel. Komun. Kongresu PTG, Międzyn. Konf. Nauk. „Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów”, Lublin, 107.
91. Jaworska M., Ropek D., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999: Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego na owadobójczą aktywność entomopatogenicznych grzybów i nicieni. Streszczenia komunikatów Kongresu PTG „Rola gleby w funkcjonowaniu ekosystemów”, Lublin, 175.
92. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 1999: The effect of various organic fertilizers on heavy metal fractions in soil. Cz. I. Lead, copper and nickel. Abstracts. Congress of the Polish Society of Soil Science, „Role of soil in functioning of ecosystems”, 108.
93. Jaworska M., Ropek D., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999: The effect of differentiated organic treatment on insecticidal activity of entomopathogenic fungi and nematodes. Abstracts. Congress of the Polish Society of Soil Science, „Role of soil in functioning of ecosystems”, 176.
94. Filipek-Mazur B., Mazur K., Gondek K. 2000: Wpływ nawożenia wermikompostami na plon i topografię metali ciężkich w kukurydzy. Międzyn. Konf. Nauk. „Toksyczne substancje w glebie – źródła i wpływ na rośliny”, Kraków, 19-20.09.2000, streszczenia, 35.
95. Kopeć M., Mazur K., Noworolnik A. 2000: Wpływ wapnowania łąki górskiej (Czarny Potok) na ograniczenie zawartości aktywnych form pierwiastków śladowych w glebie. Międzyn. Konf. Nauk. „Toksyczne substancje w glebie – źródła i wpływ na rośliny”, Kraków, 19-20.09.2000, streszczenia, 58.
96. Mazur K., Filipek-Mazur B. 2001: Produkcja i wartość nawozowa kompostów z terenu miasta Krakowa. Mat. Konf. Nauk. „Produkcja i wykorzystanie kompostów z terenu miasta Krakowa”. Katedra Ekologicznych Podstaw Inżynierii Środowiska AR w Krakowie, 28-32.
97. Mazur K., Kopeć M., Noworolnik A. 2001: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania na wymywanie cynku z gleby łąki górskiej (Czarny

Potok). III Konf. Nauk. „Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny i skutki zakwaszenia gleb”, Lublin, 28-29. 08. 2001, streszczenia, 98.

98. Mazur K., Filipek-Mazur B. 2001: Wartość nawozowa kompostów i wermikompostów z odpadów roślinnych oraz osadów ścieków przemysłowych i komunalnych. Mat. Konf. Nauk.-Techn. “Kompostowanie odpadów – dobry interes czy uciążliwa konieczność”. Osieczany, 19-21. 09. 2001, 1-12.
99. Kopeć M., Mazur K. 2006: Wpływ nawożenia na zawartość azotu azotanowego(V) w runi łąkowej statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. Inżynieria Ekologiczna 17, 67-68.
100. Filipek-Mazur B., Gonddek K., Mazur K. 2006: Plonowanie oraz zawartość siarki i azotanów(V) w gorczycy białej nawożonej siarczanami. Inżynieria Ekologiczna 17, 39-41.

D. Artykuły popularno-naukowe i popularne:

1. Mazur K. 1960: Amoniak – cenny nawóz azotowy. Rolnik Wzorowy 5, 11-16.
2. Mazur K. 1961: Wiosenne nawożenie pod warzywa. Hasło Ogr.-Roln. 4, 1, 6-11.
3. Mazur K. 1965: Annofos – dorównuje supertomasynie. Agrochemia 2, 9, 8-14.
4. Mazur K. 1965: Annofos w nawożeniu łąk. Agrochemia 3, 11, 1-8.
5. Mazur K., Jakubiec J. 1965: Nawożenie żyta mączką fosforytową. Agrochemia 8, 11.
6. Mazur K. 1965: Coroczne czy zapasowe nawożenie fosforem. Poradnik Agronoma, Lato, 43.
7. Mazur K. 1966: Annofos – cenny nawóz fosforowy. Agrochemia 11, 16.
8. Mazur K. 1967: Potas w glebie. Agrochemia 7, 8, 8-11.
9. Mazur K. 1968: Mączki fosforytowe. Wyd. „Agrochem”, 1-8, Warszawa.
10. Mazur K. 1969: Superfosfat. Wyd. „Agrochem”, 1-8, Warszawa.
11. Mazur K. 1969: Superfosfat potrójny. Wyd. „Agrochem”, 1-4, Warszawa.
12. Mazur K. 1970: Intensywne plonowanie łąki górskiej przy racjonalnym nawożeniu mineralnym (Instrukcja wdrożeniowa). Wyd. LZD, 1-8, Krynica.
13. Mazur K. 1970: Superfosfat pylisty i granulowany. Wyd. „Agrochem”, 1-4, Warszawa.
14. Mazur K. 1970: Technika i terminy nawożenia mineralnego. Inf. Roln. Reg. Krakowskiego 13, 1-13.
15. Mazur K. 1971: Coroczne i zapasowe nawożenie łąk supertomasyną i mączką fosforytową. (Instrukcja wdrożeniowa). Biul. Zakł. Upowsz. Postępu WSR w Krakowie 158, 4-10.
16. Mazur K. 1971: Jesienią pod zboża jare – mączki fosforytowe. Agrochemia 9, 6-8.
17. Mazur K. 1971: Skomasowane nawożenie fosforem w zmianowaniu i na łąkach. (Instrukcja wdrożeniowa). Inf. Roln. Reg. Krakowskiego, 5, 1-6.

18. Mazur K. 1971: Skomasowane nawożenie fosforem w członach zmianowania. (Instrukcja wdrożeniowa). Biul. Zakł. Upowsz. Postępu WSR w Krakowie 158, 8-11.
19. Mazur K. 1971: Wpływ corocznego i zapasowego nawożenia fosforem na wysokość i jakość plonów lucerny. (Instrukcja wdrożeniowa). Biul. Zakł. Upowsz. Postępu WSR w Krakowie 158, 6-11.
20. Mazur K. 1972: Mączka fosforytowa. Wyd. „Agrochem”, 1-4, Warszawa.
21. Mazur K. 1972: Mączka fosforytowa odkwasza. Agrochemia 10, 5-7.
22. Mazur K. 1972: Wpływ wapnowania na uruchamianie potasu glebowego i efektywność nawożenia mineralnego. (Instrukcja wdrożeniowa). Wyd. Woj. Ośr. Post. Techn. i Ekon. 1-8, Katowice.
23. Mazur K. 1973: Nawożenie fosforem zwiększa plony i polepsza ich jakość. Agrochemia Nr 2, 5-7.
24. Mazur K. 1973: Nawożenie na zapas – sposób najlepszego wykorzystania fosforu z mączki fosforytowej. Agrochemia 11, 5-7.
25. Mazur K. 1974: Fosfor i potas na ściern. Agrochemia, 8, 5-8.
26. Mazur K. 1975: Nawożenie superfosfatem pylistym. Wyd. „Agrochem”, 1-4, Warszawa.
27. Mazur K. 1975: Poglówne nawożenie zbóż ozimych fosforem i potasem – zabieg z konieczności. Wyd. „Agrochem”, Kraków, 1-8.
28. Mazur K., Mazur T. 1978: Efektywność nawożenia mineralnego górskich użytków zielonych. (Instrukcja wdrożeniowa). Wyd. CZKR, Warszawa, 1-4.
29. Mazur K., Mazur T. 1978: Influence of limited on mineral fertilizer efficiency. Proc. IV Congress Agrichem'78 „Chemistry in Agriculture”, Bratislava, 6-7.
30. Mazur K. 1983: Zasady mineralnego nawożenia gleby - pod zboża jare na terenach podgórszych. Agrochemia 3, 5-7.
31. Rościszewska M., Popek W., Nowosad B., Skalska M., Petryszak A., Kostecka J., Lubowiedzka-Kulczycka A., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1999. Hodowla dżdżownicy *Eisenia fetida* (Sav.). Wyd. AR w Krakowie, ss. 47.

E. Nie opublikowane prace i ważniejsze ekspertyzy:

1. Lityński T., Mazur K., Byś T., Curyło T 1957: Charakterystyka chemiczno-rolnicza gleb kompleksu łąkowo-pastwiskowego Zakładu Doświadczalnego PAN w Grodźcu Śląskim (oprac. dla PAN w Krakowie).
2. Mazur K. 1960: Utylizacja pyłów cementowych w rolnictwie. (2 audycje wygłoszone w Polskim Radio, Warszawa).
3. Mazur K. 1961: Synteza wyników doświadczeń polowych z mączką fosforytową „annofos” przeprowadzonych w płodozmianach i na łąkach. (oprac. dla Komisji Nawozowej Min. Przem. Chem. w Warszawie).

4. Lityński T., Gorlach E., Mazur K. 1962: Wartość nawozowa „annofosu” w doświadczeniach wegetacyjnych (oprac. dla Biura Projektów Kopalnictwa Surowców Chemicznych w Chorzowie).
5. Mazur K. 1962: Wartość nawozowa mocznika przy uprawie buraków cukrowych i ziemniaków. (oprac. dla Zjednoczenia Przemysłu Cukrowniczego w Warszawie).
6. Lityński T., Mazur K. 1963: Wartość nawozowa preparatów mocznikowo-formaldehydowych. (oprac. dla Zakładów Azotowych w Chorzowie).
7. Lityński T., Mazur K. I in. 1967: Wytyczne dla opracowania bilansu nawozowego woj. krakowskiego. (oprac. dla Rady Nauk.-Techn. przy PWRN w Krakowie).
8. Mazur K., Curyło T. 1969: Wyniki badań nad wpływem wapnowania na uruchamianie potasu glebowego oraz na zmiany w fizyko-chemicznych właściwościach gleb. (oprac. dla PWRN w Krakowie).
9. Mazur K. 1972: Optymalny system nawożenia organiczno-mineralnego dla uzyskania założonej produkcji w gospodarstwie Szczawno (Bieszczady). (oprac. dla Biura Studiów i Projektów Bud. Wiejskiego w Krakowie).
10. Mazur K. 1973: Ocena wartości kompostów miejskich na podstawie własności fizycznych i składu chemicznego. (oprac. dla MPO w Krakowie).
11. Lityński T., Jurkowska H., Mazur K., Curyło T. 1974: Wartość nawozowa elektrownianych odpadów paleniskowych. (oprac. dla Zakładu Doświadczalnego Utylizacji Odpadów Elektrownianych w Katowicach).
12. Mazur K. 1974: Zasady i organizacja nawożenia fosforem i potasem w okresie letnim i w jesieni. (2 audycje w Polskim Radio).
13. Mazur K. 1975: Czy można naprawić błędy w nawożeniu zbóż ozimych. (audycja w Polskim Radio Kraków).
14. Mazur K. 1978: Recenzja podręcznika „Zarys gleboznawstwa i chemii rolnej”. (dla PWN Warszawa).
15. Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1980: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego w zmianowaniu na plon i skład chemiczny roślin. Synteza wyników 5-letnich badań w problemie węzłowym 09.4. ss 72.
16. Mazur K. 1980: Uwagi o sytuacji nawozowej w Polsce i wojew. krakowskim i kierunkach jej poprawy. (oprac. dla Kolegium Rektorskiego AR w Krakowie).
17. Mazur K., Mazur T. 1980: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego w zmianowaniu na plon i skład chemiczny roślin. Synteza wyników 5-letnich badań w PW 09.4., ss. 72. (oprac. dla IUNG w Puławach).
18. Mazur K. Fajto A., Drożdż-Hara M., Niemyska-Łukaszuk J. 1980: Wpływ składników nawozów mineralnych na zmienność właściwości profilu glebowego w warunkach intensywnego nawożenia. Synteza wyników 5-letnich badań w PW 09.4, ss. 54. (oprac. dla IUNG Wrocław).
19. Mazur K. 1980: Uwagi o sytuacji nawozowej w Polsce i kierunki jej poprawy. (opinia dla rektora T. Wojtaszka) ss. 9.

20. Mazur K. 1981: Obzor polskich issledowanij vlijanija udobrenija na kaczestvo rastenij ługowo-pastwicznich ugodij. Referat na Międzynarodowe Sympozjum „Fizjologiczne podstawy mineralnego żywienia roślin”, Olsztyn, ss. 27,
21. Mazur K. 1982: Sposoby rekompensowania niedostatku nawozów mineralnych. (oprac. dla komisarza wojskowego woj. miejskiego krakowskiego).
22. Mazur K., Dąbrowska L., Mazur T. 1983: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego na plonowanie, skład botaniczny i chemiczny runi łąki górskiej. ss. 22. (oprac. dla IUNG w Puławach).
23. Mazur K., Mazur T. 1983: Wpływ stosunku N:P:K w dawce nawozu na plon i cechy jakościowe runi łąkowej, ss. 33. (oprac. wyników etapu badań w PW 09.4 dla IUNG w Puławach).
24. Gorlach E., Curyło T., Mazur K. 1984: Racjonalne wykorzystanie nawozów organicznych i mineralnych w warunkach woj. tarnowskiego. Ekspertyza naukowa. (oprac. dla UW w Tarnowie), ss. 35.
25. Mazur K. 1984: Opinia w sprawie wartości nawozowej i możliwości zagospodarowania siarczanu amonu z Zakładów Azotowych w Tarnowie. (oprac. dla delegatury NIK w Krakowie), ss. 14.
26. Mazur K., Dąbrowska L., Mazur T. 1985: Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego na plonowanie, skład botaniczny i chemiczny runi łąki górskiej. Synteza badań z lat 1981-85, ss. 44. (oprac. dla IUNG w Puławach).
27. Mazur K., Dąbrowska L., Mazur T. 1985: Wpływ stosunku składników w dawce nawozów na plon i cechy jakościowe runi łąkowej. Synteza wyników badań w okresie 1981-85, ss. 61. (oprac. dla IUNG w Puławach).
28. Mazur K., Oleksynowa K., Mazur T., Rogóż A. 1985: Wstępne określenie wartości pyłów z boczniaka gazów jako nawozu potasowo-wapniowego. Ekspertyza naukowa. (oprac. dla Instytutu Przemysłu Wiążących Materiałów Budowlanych), ss. 21.
29. Curyło T., Gambuś F., Mazur K. 1986: Stan i ocena gospodarki nawozowej na obszarze Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych w woj. częstochowskim. Ekspertyza naukowa. (oprac. dla UW w Częstochowie), ss. 25.
30. Mazur K., Achremowicz J., Burgiel Z., Curyło T., Filipek B., Gambuś F. 1987: Stan i ocena gospodarki nawozowej oraz ochrony roślin w Zespole Jurajskich Parków Krajobrazowych województwa krakowskiego. Ekspertyza naukowa. (oprac. dla Dyrekcji Z.J.P.K. w Krakowie), ss. 26.
31. Mazur K., Gambuś F. 1987: Reaktywność w kontakcie z glebą związków cynku i ołowiu zawartych w odpadach flotacyjnych kopalni „Olkusz” i „Bolesław”. (oprac. wyników doświadczeń wazonowych wykonanych na zlecenie AGH w Krakowie), ss. 9.
32. Mazur K., Achremowicz J., Burgiel Z., Curyło T., Filipek B., Gambuś F. 1987: Stan i ocena gospodarki nawozowej oraz ochrony roślin w Zespole Jurajskich

- Parków Krajobrazowych województwa katowickiego. Ekspertyza naukowa. (oprac. na zlec. Dyrekcji Z.J.P.K. w Dąbrowie Górniczej), ss. 69.
33. Mazur K., Wiśniowska-Kielian B., Rogóż A., Gambuś F., Michniak A. 1989: Badania nad reaktywnością wobec gleby odpadów surowych i ostatecznych oraz nad przyswajaniem zawartych w nich metali ciężkich przez rośliny z wybranych grup uprawnych. (oprac. wyników doświadczeń wegetacyjnych wykonanych na zlecenie AGH w Krakowie), ss. 21.
 34. Mazur K., Grzywnowicz I. 1989: Formy związków potasu w glebach górskich o różnej intensywności użytkowania i ich dostępność dla roślin łąkowych. Synteza wyników 4-letnich badań. (oprac. dla Koordynatora problemu CPBR 10.20), ss. 16.
 35. Mazur K., 1989: Wpływ terminu stosowania i dawki azotu na wielkość i jakość plonu mieszanki traw i motylkowych. Synteza wyników 4-letnich badań. (oprac. dla IUNG O/Bydgoszcz), ss. 18.
 36. Mazur K. 1989: Stan materii organicznej w glebach lessowych w zmianowaniach o dominującym udziale zbóż i ograniczonym nawożeniu obornikiem. Synteza wyników 4-letnich badań. (oprac. dla WOPR w Mokošynie), ss. 14.
 37. Mazur K. (red.), Filipek-Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1992: Możliwości rolniczego wykorzystania osadu organicznego z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego w Krakowie-Bieżanowie. Sprawozdanie I z badań 1990-1991 prowadzonych na zlecenie NZPS „Podhale” w Nowym Targu, ss. 52.
 38. Mazur K. (red.), Filipek-Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1995: Możliwości rolniczego wykorzystania osadu organicznego z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego w Krakowie-Bieżanowie. Sprawozdanie II z badań 1990-1994 prowadzonych na zlecenie NZPS „Podhale” w Nowym Targu, ss. 171 i aneks.
 39. Mazur K. (red.), Filipek-Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1995: Wstępne badania nad składem chemicznym i wartością nawozową odpadów i osadów z chemicznej i biologicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego MAT w Cerekwi. Sprawozdanie I z badań zleconych przez p. Józefa Szatana, współwłaściciela garbarni MAT w Cerekwi k/ Radomia, ss. 26.
 40. Mazur K., Filipek B. 1996: Inwentaryzacja gleb zdegradowanych w wyniku emisji zanieczyszczeń przemysłowych. Badania skażenia gleb i roślin. Sprawozdanie merytoryczne z badań zleconych przez Wydział Geodezji i Gospodarki Gruntami Urzędu Wojewódzkiego w Tarnowie, ss. 37.
 41. Mazur K. (red.), Filipek-Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1996: Wstępne badania nad składem chemicznym i wartością nawozową odpadów i osadów z chemicznej i biologicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego MAT w Cerekwi. Sprawozdanie z II roku badań zleconych przez p. Józefa Szatana, ss. 34.

42. Mazur K. (red.), Filipek-Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1997: Możliwości rolniczego wykorzystania osadu organicznego z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego w Krakowie-Bieżanowie. Sprawozdanie III z badań 1995-1996 prowadzonych na zlecenie Krakowskich Zakładów Garbarskich, ss. 162 i aneks.
43. Mazur K., Filipek-Mazur B. 1997: Badania nad agrochemiczną ocean nowego nawozu otrzymanego na bazie ubocznych związków fosforu w Zakładach Chemicznych "Alwernia" S. A. Sprawozdanie z I roku badań zleconych przez Z. CH. „Alwernia”, ss. 28.
44. Mazur K. Filipek-Mazur B. 1997: Wstępne badania nad składem chemicznym i wartością nawozową odpadów i osadów z chemicznej i biologicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego MAT w Cerekwi. Sprawozdanie z III etapu badań zleconych przez p. J. Szatana, ss. 65.
45. Mazur K. Filipek-Mazur B. 1998: Badania nad agrochemiczną ocean nowego nawozu otrzymanego na bazie ubocznych związków fosforu w Zakładach Chemicznych "Alwernia" S.A. Sprawozdanie z II roku badań (1997) zleconych przez Z.CH. „Alwernia”, ss. 64.
46. Mazur K. Filipek-Mazur B., Kopeć M., Gondek K. 1998: Skład Chemiczny i wartość nawozowa kompostów i wermikompostów. Sprawozdanie z badań w ramach grantu Nr 6 P04G016 08, ss. 43.
47. Mazur K. (red.), Filipek- Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1997: Możliwości rolniczego wykorzystania osadu organicznego z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków Zakładu Garbarskiego w Krakowie-Bieżanowie. Sprawozdanie IV z badań w 1997 r. prowadzonych na zlecenie Krakowskich Zakładów Garbarskich, ss. 79 i aneks.
48. Mazur K. Filipek-Mazur B., Gondek K., Labudda J. 2001: Badania poziomu skażenia gleb i roślin terenów emisji zanieczyszczeń przemysłowych wokół Zakładów Magnezytowych "Ropczyce" S.A. i Cukrowni "Ropczyce" S. A. oraz gruntów rolnych w pasie drogi krajowej Nr 4 w granicach powiatu ropczycko-sędziszowskiego. Sprawozdanie z badań zleconych przez Starostę powiatu ropczycko-sędziszowskiego, ss. 34.
49. Mazur K. Filipek-Mazur B., Gondek K., Labudda J. 2001: Badanie poziomu skażenia gleb I roślin terenów emisji zanieczyszczeń przemysłowych wokół Wytwórni Urządzeń Chłodniczych oraz Fabryki Farb i Lakierów „Becker” S.A. w Dębicy (zad. I), a także gruntów rolnych w pasie drogi krajowej Nr 4 w granicach powiatu dębickiego (zad. II). Sprawozdanie z badań zleconych przez Starostę powiatu dębickiego, ss. 37.
50. Mazur K. (red.), Filipek-Mazur B., Kopeć M., Babula J., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 2002: Możliwości rolniczego wykorzystania osadu organicznego z biologiczno-mechanicznej oczyszczalni ścieków Krakowskich Zakładów Garbarskich S.A. Sprawozdanie V z badań zleconych przez KZG, ss. 51 i aneks.

4. Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych

Seminarium

Prof. Tadeusz Curyło

Geneza i historia statycznych doświadczeń nawozowych na Bielanych i w Chełmie

Genesis and history of static fertilizer experiments
at Bielany and Chełm experimental stations

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej,
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

I. Wstęp

Użytki zielone mają istotne, a w niektórych rejonach decydujące, znaczenie jako źródło paszy dla bydła i owiec. Jedną z możliwości zwiększenia produkcji pasz jest intensyfikacja nawożenia łąk i pastwisk. Obecnie potrzeba i skuteczność nawożenia mineralnego użytków zielonych jest powszechnie uznawana. W latach sześćdziesiątych XX wieku nawożenia tego w pełni nie doceniano. Jednym z powodów była niewystarczająca produkcja nawozów mineralnych w Polsce i wykorzystywanie ich w produkcji polowej, zwłaszcza przy uprawie roślin przemysłowych. Średnie zużycie nawozów mineralnych w latach 1961-1965 wynosiło w Polsce około $47 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$ użytków rolnych (20 kg N , 7 kg P i $20 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$). W następnych latach produkcja i stosowanie tych nawozów zdecydowanie zwiększyło się i w latach 1986-1990 wynosiło $180 \text{ kg NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$. W efekcie zaczęto stosować coraz większe dawki nawozów mineralnych, także na użytkach zielonych, zwłaszcza na łąkach nizinnych. Jednakże racjonalne gospodarowanie na tych użytkach, a szczególnie nawożenie, wymagało dokładnego rozeznania zdolności wykorzystania składników pokarmowych z nawozów przez różne zbiorowiska roślinne, a także określenie proporcji poszczególnych składników w dawce nawozowej oraz wpływu różnych poziomów nawożenia na wielkość plonu i trwałość runi, a także właściwości gleby.

Nawożenie mineralne użytków zielonych było przedmiotem zainteresowania nauki od wielu lat [Gorlach i in. 1973]. Wpływ tego nawożenia określano zwykle w krótkotrwałych (1-3-letnich) doświadczeniach. Były to badania, w których stosowano „umiarkowane” dawki azotu (do $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) i innych składników pokarmowych. Doświadczenia takie nie pozwalały określić wszystkich skutków stosowania nawożenia mineralnego na roślinę i glebę. Jedynie w wieloletnim doświadczeniu w Rothamsted w Wielkiej Brytanii, prowadzonym od 1856 roku,

badano skutki nawożenia mineralnego, przede wszystkim na wielkość plonu runi [Long-term Experiments 1994]. Wyniki tego doświadczenia były mało znane w innych krajach (przeciwnie niż wyniki badań prowadzonych w warunkach polowych), a uzyskane rezultaty nie mogły być bezkrytycznie wykorzystywane w krajach Europy Środkowej, w tym w Polsce, z uwagi na specyficzny klimat, w którym je prowadzono. Poza tym niskie dawki nawozów stosowane w doświadczeniu w Rothamsted nie pozwalały na ocenę skutków intensywnego użytkowania łąk. Uzasadnione było więc podjęcie wieloletnich badań nad oddziaływaniem intensywnego nawożenia użytków zielonych w Polsce, zwłaszcza zlokalizowanych na niżu. Założono, że specyficzne warunki występujące na użytkach zielonych - brak uprawy mechanicznej, duże zdolności produkcyjne runi łąkowej, a także „zbuforowanie” siedliska łąkowego, wywołane między innymi wysoką zawartością materii organicznej i składem granulometrycznym gleby oraz zwykle duża wilgotność podłoża - pozwolą na określenie nakładających się skutków stosowania wysokich dawek nawozów mineralnych na plonowanie runi łąkowej, jej skład botaniczny, jakość i skład chemiczny, a także właściwości gleby.

Stąd z inicjatywy Profesora Eugeniusza Gorlacha rozpoczęto w 1969 roku badania oparte na wieloletnich doświadczeniach na użytkach zielonych, zlokalizowanych w okolicy Krakowa. Celem ich było określenie oddziaływania różnego zestawu dawki nawozowej na skład botaniczny i plonowanie runi łąkowej dwóch zbiorowisk roślinnych. Zamierzano także prześledzić wpływ tego nawożenia na trwałość plonowania roślin, skład chemiczny i wartość paszową plonu, a także właściwości gleby [Gorlach, Curyło 1973, Gorlach i in. 1973].

II. Warunki prowadzenia doświadczeń i metodyka

Doświadczenia prowadzono w latach 1969-1989, czyli przez 21 lat, na terenie byłych gospodarstw doświadczalnych (Bielany, Chełm) Akademii Rolniczej w Krakowie (obecnie Uniwersytet Rolniczy). W publikacjach wykorzystywano zwykle wyniki uzyskane w 20-letnim okresie badań (1969-1988).

Warunki klimatyczne obu doświadczeń były podobne, natomiast różnice dotyczyły właściwości gleby i składu florystycznego runi. Doświadczenie I (Bielany) założono na „młodej” łące, położonej na glebie brunatnej wylugowanej, wytworzonej z utworów fluwioglacjalnych o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego, podścielonym na głębokości 45 cm piaskiem słabo gliniastym, zalegającym na głębokości 65 cm na glinie piaszczystej pylastej. W runi dominowała kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*). Warstwa gleby 0-10 cm zawierała $13 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ materii organicznej oraz wykazywała kwaśny odczyn ($\text{pH}_{(\text{KCl})}=5,2$). Pod względem wilgotności stanowisko to należy zaliczyć do suchych. Doświadczenie to będziemy umownie określać jako prowadzone na glebie lekkiej [Gorlach i in. 1973, Curyło 1982, Gorlach, Curyło 1990].

Doświadczenie II (Chełm) zlokalizowano na wieloletniej łące typu wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*) i perzu właściwego (*Agropyron repens*), położonej na madzie brunatnej oglejonej, o składzie mechanicznym wierzchniej warstwy pyłu ilastego, zalegającym na ile, podścielonym na głębokości poniżej 120 cm piaskiem luźnym. Warstwa gleby 0-10 cm zawierała $74 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ materii organicznej i wykazywała odczyn zbliżony do obojętnego ($\text{pH}_{(\text{KCl})}=6,3$). Było to stanowisko okresowo wilgotne. Doświadczenie to będzie się określać jako prowadzone na glebie ciężkiej.

Niektóre właściwości gleb przed założeniem doświadczeń podano w tabeli 1.

Tabela 1. Niektóre właściwości gleby przed założeniem doświadczeń (1969 rok)

Table 1. Some soil properties before establishment of experiments (1969 year)

Właściwości gleby Soil properties	Doświadczenie I Experiment I		Doświadczenie II Experiment II	
	0-10 cm	11-20 cm	0-10 cm	11-20 cm
Skład granulometryczny (% frakcji): Grain composition (% fraction):				
0 - 0,1 mm	64	64	16	24
0,1 - 0,02 mm	24	22	45	39
<0,02 mm	12	14	39	37
Materia organiczna ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Organic matter ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	13	11	74	43
pH – 1 mol $\cdot \text{dm}^{-3}$ KCl	5,2	5,6	6,3	6,4
Kwasowość hydrolityczna ($\text{mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$) Hydrolitic acidity ($\text{mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$)	17	14	19	13
Suma zasad wymiennych ($\text{mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$) Sum of alkaline cations ($\text{mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$)	52	36	360	322
Pojemność sorpcyjna ($\text{mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$) Cation exchange capacity ($\text{mmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$)	69	50	379	335
Stopień nasycenia zasadami (%) Base saturation (%)	75	72	95	96
N ogólny ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) Total N ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	0,8	0,7	4,1	3,1
Przyswajalne formy P/Available P forms ($\text{mg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{kg}^{-1}$)	69	63	99	30
Przyswajalne formy K/Available K forms ($\text{mg K}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1}$)	156	94	104	54
Przyswajalne formy Mg/Available Mg forms ($\text{mg Mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	13	8	193	178

Doświadczenia założono metodą losowanych bloków i obejmowały 8 obiektów w 4 powtórzeniach, według schematu podanego w tabeli 2. Wielkość poletek wynosiła 50 m². Stosowano 3 poziomy azotu (N₁, N₂, N₃), fosforu (P₁, P₂, P₃) i potasu (K₁, K₂, K₃) przy różnych proporcjach N do P i K oraz obiekt kontrolny (bez nawożenia).

Dawki nawożenia fosforem w całym okresie badań były stałe i wynosiły 17,5 kg (P₁), 35,0 kg (P₂) i 52,5 kg · ha⁻¹ (P₃), (co odpowiadało 40, 80 i 120 kg P₂O₅ · ha⁻¹).

Dawki azotu i potasu zmieniano w okresie badań, w stopniu różnym w obu doświadczeniach, w zależności od wielkości uzyskiwanych plonów suchej masy (azot) oraz składu chemicznego roślin (potas).

Tabela 2. Schemat doświadczeń i dawki nawozów
Table 2. Scheme of experiments and fertilizers doses

Obiekt	Roczne dawki składników nawozowych (kg · ha ⁻¹) w latach badań Yearly doses of fertilizer nutrients (kg · ha ⁻¹) in the years of investigation									
	Doświadczenie I i II Experiment I and II						Doświadczenie I Experiment I		Doświadczenie II Experiment II	
	N			P	K		N	K	N	K
	69-70	71-72	73-79	69-89	69-75	76-79	80-89		80-89	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₁	60	90	135	0	0	0	90	0	135	0
N ₁ P ₁ K ₁	60	90	135	17,5	58	87	90	58	135	87
N ₂ P ₁ K ₁	120	180	270	17,5	58	87	180	58	270	87
N ₃ P ₁ K ₁	180	270	405	17,5	58	87	270	58	405	87
N ₂ P ₂ K ₂	120	180	270	35,0	116	174	180	116	270	174
N ₃ P ₂ K ₂	180	270	405	35,0	116	174	270	116	405	174
N ₃ P ₃ K ₃	180	270	405	52,2	174	261	270	174	405	261

W pierwszych 2 latach prowadzenia doświadczeń dawki azotu w obu siedliskach wynosiły: 60 kg (N₁), 120 kg (N₂) i 180 kg · ha⁻¹ (N₃). W następnych latach zwiększano je 2-krotnie; najpierw o 50% w stosunku do lat 1968-70 (do 90, 180 i 270 kg N · ha⁻¹) i ponownie o 50% w stosunku do lat 1971-72 (do 135, 270 i 405 kg N · ha⁻¹). W doświadczeniu na glebie ciężkiej (II) te dawki azotu utrzymano do końca prowadzonych badań, a w doświadczeniu na glebie lekkiej (I) od 1980 roku zmniejszono dawkę azotu do poziomu z lat 1971-1972.

Nawożenie potasem, początkowo takie samo w obydwu doświadczeniach, wynosiło w latach 1969-1975 - 58 (K₁), 116 (K₂) i 174 (K₃) kg · ha⁻¹. W latach 1976-1979 dawki potasu zwiększono o 50% (odpowiednio do 87, 174 i 261 kg K · ha⁻¹) i w doświadczeniu na glebie ciężkiej (II) dawki te stosowano do końca prowadzenia

badania. W doświadczeniu na glebie lekkiej (I) od 1980 roku dawkę potasu obniżono do poziomu z pierwszych lat badań.

Azot w całym okresie prowadzenia doświadczeń stosowano w formie saletry amonowej, w latach 1968-1975 w dwóch terminach: 2/3 dawki na wiosnę i 1/3 dawki po zbiorze I pokosu, a w latach 1976-1989 w trzech terminach: 40% dawki na wiosnę i po 30% po I i II pokosie. Nawożenie fosforowe stosowano w całości na wiosnę w formie superfosfatu pojedynczego pylistego w latach 1969-88 i potrójnego (granulowanego) w pozostałym okresie badań. Nawożenie potasowe stosowano w formie 40% (K_2O) soli potasowej w latach 1969-1972, 60% - 1973-1976 i 57% - 1977-1989. Sól potasową wysiewano w latach 1969-1976 jednorazowo na wiosnę, w latach 1976-1978 w 2 terminach: 2/3 dawki na wiosnę i 1/3 dawki po I pokosie, a w latach 1979-1989 w 3 terminach: 40% dawki na wiosnę i po 30% po zbiorze I i II pokosu [Gorlach i in. 1973, Gorlach i in. 1978, Curyło 1982, Gorlach, Curyło 1983].

Oprócz nawożenia podstawowego (NPK) zastosowano w latach 1982 oraz 1985-1987 na wszystkie poletka nawożenie magnezem w łącznej dawce $90 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie $MgSO_4 \cdot H_2O$. Potrzeba zastosowania magnezu była spowodowana obniżeniem zawartości tego składnika w runi łąkowej oraz w glebie [Gorlach i in. 1985, Curyło, Gorlach 1986].

W miarę upływu czasu stosowania nawozów wzrastało zakwaszenie gleby, szczególnie wierzchniej warstwy, przy czym efekt ten zależał od siedliska łąkowego i poziomu nawożenia, głównie azotem.

Po dziesięciu latach prowadzenia intensywnego nawożenia wartość pH gleby lekkiej (doświadczenie I) w warstwie 0-10 cm w obiekcie z najwyższym poziomem nawożenia ($N_3P_3K_3$) obniżyła się z 5,2 do 3,7, a gleby ciężkiej (doświadczenie II) z 6,3 do 4,5. W tym czasie oznaczono też wartość kwasowości hydrolitycznej gleby (warstwy 0-10 cm i 11-20 cm) i na tej podstawie obliczono dawkę wapna z uwzględnieniem rzeczywistej masy gleby. Wapnowanie przeprowadzono jesienią 1978 roku na połowie powierzchni każdego poletka. W doświadczeniu na glebie lekkiej (I) dawkę wapna obliczono według 0,5, a w doświadczeniu na glebie ciężkiej (II) według 1,0 wartości kwasowości hydrolitycznej gleby. Do wapnowania użyto wapna węglanowego (wapniak rolniczy mielony), zawierającego 91% $CaCO_3$. Dawki wapna w doświadczeniu I mieściły się w zakresie $1,9 \text{ t}$ (kontrola) – $3,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (obiekt z $N_3P_3K_3$), a w doświadczeniu II – od $2,1 \text{ t}$ (kontrola) do $4,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ($N_3P_1K_1$) [Curyło 1983, Gorlach, Curyło 1987b].

W każdym roku zbierano 3 pokosy runi. Przed zbiorem określano skład botaniczny runi każdego obiektu metodą szacunkową, a skład frakcyjny siana za pomocą analizy botaniczno-wagowej.

Przed założeniem doświadczeń, a następnie w 2-3-letnich okresach oraz po zakończeniu badań pobierano próbki gleby z warstwy 0-10 cm i 11-20 cm.

III. Podsumowanie wyników i wnioski

Na podstawie otrzymanych wyników z dwóch 20-letnich statycznych doświadczeń nawozowych określono oddziaływanie zróżnicowanych dawek NPK i różnych proporcji azotu do fosforu i potasu na:

- skład botaniczny runi łąkowej [Gorlach i in. 1973, Curyło 1983, Gorlach i in. 1985],
- wielkość plonu i trwałość plonowania runi łąkowej [Gorlach i in. 1973, Gorlach, Curyło 1974, Gorlach, Curyło 1976a, Gorlach, Curyło 1978, Gorlach i in. 1978, Gorlach, Curyło 1983],
- skutki jednostronnego nawożenia azotem na plonowanie runi łąkowej [Curyło 1991a],
- zawartość związków azotu (białko surowe, białko właściwe, N-NO₃) w runi łąkowej [Gorlach i in. 1973, Gorlach i in. 1978, Gorlach, Curyło 1983],
- skład mineralny runi łąkowej (zawartość P, K, Ca, Mg, Na) [Gorlach, Curyło 1973, Gorlach, Curyło 1978, Gorlach i in. 1984, Gorlach, Curyło 1985, Gorlach i in. 1985, Curyło 1991d],
- pobieranie kobaltu przez roślinność łąkową [Curyło 1982, Curyło 1993],
- zawartość mikroelementów w runi łąkowej (B, Cu, Mn, Mo, Zn) [Gorlach i in. 1975, Gorlach, Curyło 1976a, Gorlach, Curyło 1977, Gorlach, Curyło 1986c],
- bilans azotu, fosforu, potasu, magnezu i sodu (w układzie roślina – nawóz) [Gorlach, Curyło 1975, Curyło 1986, Gorlach, Curyło 1988, Curyło 1991d, Gorlach, Curyło 1993],
- właściwości fizyczno-chemiczne gleby (pH, kwasowość hydrolityczna i wymienna, suma zasad wymiennych, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami, zawartość glinu wymiennego) [Gorlach, Curyło 1976b, Gorlach, Curyło 1986a, Gorlach, Curyło 1987a],
- zawartość C-organicznej i niektórych związków próchnicznych w glebie [Gorlach, Curyło 1976b, Curyło 1999a],
- zawartość składników pokarmowych w glebie (azot, fosfor, potas, magnez) [Gorlach, Curyło 1983, Gorlach i in. 1984, Gorlach, Curyło 1986a, Gorlach, Curyło 1993, Curyło 1995],
- zawartość niektórych metali ciężkich w runi łąkowej i glebie [Curyło 1997, Curyło 1999a],
- uproszczony bilans metali ciężkich (Cd, Ni, Pb) [Curyło 2001].

Określono również działanie wapnowania gleb łąkowych, zakwaszonych w wyniku stosowania przez 10 lat różnych poziomów nawożenia NPK, na:

- plonowanie runi łąkowej i jej skład florystyczny [Curyło 1983, Gorlach, Curyło 1986b, Gorlach, Curyło 1987b, Gorlach, Curyło 1990],
- skład mineralny runi łąkowej [Curyło, Gorlach 1986, Gorlach, Curyło 1987b, Curyło 1991c],

- pobieranie magnezu przez rośliny oraz występowanie różnych form magnezu w glebie [Curyło 1991c],
- pobieranie mikroelementów przez run łąkową [Gorlach, Curyło 1986c, Gorlach, Curyło 1987c, Curyło 1991b, Curyło 1993],
- wartość parametrów glebowych, od których zależy efektywność wapnowania łąk [Gorlach, Curyło 1990].

Najważniejsze wyniki uzyskane na podstawie przeprowadzonych doświadczeń przedstawiono poniżej w formie wniosków.

1. Reakcja runi łąkowej na nawożenie, mierzona przyrostem plonu suchej masy, nie zmieniała się w większym stopniu z czasem trwania doświadczeń. Optymalną dawką nawozową (dla produkcji suchej masy) na łące o małej naturalnej troficzności (gleba lekka) była dawka wynosząca 270 kg N, 35 kg P i 174 kg K · ha⁻¹, a na łące o wysokiej troficzności siedliska (gleba ciężka) – dawka wynosząca 405 kg N, 52,5 kg P i 261 kg K · ha⁻¹, w obu przypadkach przy stosunku N:P:K = 1:0,13:0,64 (N:P₂O₅:K₂O jak 1:0,3:0,8). Przy tych poziomach nawożenia produktywność 1 kg NPK wynosiła odpowiednio: 14,4 i 12,7 kg suchej masy runi, 2,7 i 2,6 kg białka surowego oraz 2,0 i 1,6 kg białka właściwego.
2. Zawartość białka surowego w runi zwiększała się ze wzrostem dawki azotu, w wyższym stopniu w doświadczeniu na glebie lekkiej. W marę podwyższania dawki azotu w obu doświadczeniach obserwowano niewielkie obniżenie udziału białka właściwego w białku surowym, natomiast nawożenie fosforowo-potasowe nie wywierało zdecydowanego wpływu na wielkość tego wskaźnika. Zawartość azotu azotanowego(V) w masie roślinnej kształtowała się na stosunkowo niskim poziomie (średnio 0,5-0,6 g · kg⁻¹ suchej masy) i nie zależała w większym stopniu od dawki azotu (i tym bardziej dawek fosforu i potasu).
3. W miarę wzrostu poziomu nawożenia mineralnego do 405 kg N, 52,5 kg P i 261 kg K · ha⁻¹ oraz z czasem badań następowały zmiany w składzie mineralnym runi oraz we wzajemnych proporcjach składników (Ca:P, K:Na, K:(Ca+Mg) i K:Mg) w masie roślinnej. Kierunek i zakres tych zmian, z punktu widzenia wartości pokarmowej paszy, był niekorzystny, szczególnie w siedlisku o małej naturalnej troficzności. Zawartość w runi Ca obniżyła się w ostatnich trzech latach pierwszego 10-letniego okresu badań do 0,3%, Mg do 0,09%, natomiast wartość stosunku Ca:P zmniejszyła się do 0,8, stosunku K:Na zwiększyła się do 36,6, K:Mg do 8,6 i K:(Ca+Mg) do 2,9. W runi obiektu z niskim poziomem nawożenia (135 kg N, 17,5 kg P i 87 kg K · ha⁻¹) wartości wskaźników tych wynosiły odpowiednio: 0,34, 0,15, 1,1, 14,6, 3,2 i 1,4.
4. Wraz ze wzrostem poziomu stosowanego nawożenia, zwłaszcza azotem i z czasem badań zmniejszała się zawartość w masie roślinnej składników nieuwzględnionych początkowo w dawce nawozowej (magnezu, wapnia i sodu). Obniżyła się również zawartość tych pierwiastków w glebie. W przypadku magnezu zmiany dotyczyły

nie tylko formy wymiennej i przyswajalnej, ale także zapasowej. Stąd zachodzi konieczność okresowego nawożenia użytków zielonych związkami magnezu i sodu (oraz wapniowania), szczególnie położonych na glebach lekkich w warunkach intensywnego nawożenia azotowego. Pominięcie tego zabiegu może doprowadzić do pogorszenia jakości plonu (oraz silnego zakwaszenia gleby).

5. Zastosowane nawożenie wywołało duże zmiany w zawartości niektórych mikroskładników w runi. Kierunek i tempo tych zmian zależały od pierwiastka, siedliska łąkowego, czasu trwania badań i poziomu stosowanego nawożenia. W miarę wzrostu poziomu nawożenia zwiększała się w największym stopniu zawartość manganu, a zmniejszała zawartość boru i molibdenu. Różnice w ilości miedzi i cynku w runi były niewielkie i częściowo zależały od siedliska łąkowego. Stwierdzone zmiany w zawartości mikroskładników w runi pod wpływem nawożenia były spowodowane zarówno rozcieńczeniem w jednostce masy plonu, zmianami w składzie botanicznym runi, jak również oddziaływaniem nawozów na przyswajalność i pobieranie mikroskładników przez rośliny.
6. Zwiększające się dawki nawozów, szczególnie saletry amonowej, powodowały systematyczne podwyższanie wskaźników zakwaszenia gleby (pH, kwasowość hydrolityczna, kwasowość wymienna, glin wymienny, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami). Po 10 latach stosowania zróżnicowanego nawożenia (obiekt $N_3P_3K_3$) wartość pH_{KCl} gleby lekkiej obniżyła się z 5,2 (przed założeniem doświadczeń) do 3,7 w warstwie 0-10 cm i z 5,6 do 3,9 w warstwie 11-20 cm; w glebie ciężkiej wartość pH_{KCl} obniżyła się głównie w wierzchniej warstwie z 6,3 do 4,5. W glebie lekkiej tego obiektu glin wymienny stanowił aż 90% wartości kwasowości wymiennej. Otrzymane wyniki wskazują, że w warunkach intensywnego stosowania szczególnie nawozów azotowych fizjologicznie kwaśnych konieczne jest okresowe wapnowanie gleby, aby zapobiec jej degradacji.
7. Przeprowadzone po 10 latach stosowania zróżnicowanego nawożenia mineralnego wapnowanie wpłynęło korzystnie na plonowanie runi na glebie lekkiej i jej skład chemiczny oraz na właściwości gleby obu doświadczeń. Efekt działania wapnowania na plonowanie runi łąkowej zależał od stopnia zakwaszenia gleby i zestawu dawki NPK. Dodatnia reakcja na wapnowanie wystąpiła we wszystkich obiektach, w których wartość pH w KCl w warstwie wierzchniej gleby była mniejsza od 4,0, zawartość Al-wymiennej większa od $3,3 \text{ mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ i stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami wynosił poniżej 50%. Wpływ wapnowania na plonowanie runi i właściwości fizyczno-chemiczne gleby był widoczny jeszcze po 8-9 latach od zastosowania wapna. Świadczy to o długotrwałości działania wapnowania wykonanego na łąkach.
8. Zawartość niektórych metali ciężkich w runi łąkowej (Cd, Ni, Pb) zmieniała się w szerokim zakresie w zależności od siedliska łąkowego oraz poziomu stosowanego nawożenia i czasu prowadzenia doświadczeń. Pod wpływem

wzrastających dawek nawozów, szczególnie azotowych, zwiększało się w początkowym okresie pobieranie kadmu i niklu, zwłaszcza na glebie lekkiej. W późniejszym okresie zmniejszał się poziom tych metali w runi, na ogół proporcjonalnie do stosowanych dawek nawozów. Zawartość ołowiu w runi obu doświadczeń zmniejszała się systematycznie w kolejnych latach prowadzenia badań, niezależnie od poziomu nawożenia. Uproszczony bilans Cd, Ni i Pb (w układzie roślina – nawóz) przyjmował wartość ujemną lub był wyrównany. Wyniki te dowodzą, że zawarte w nawozach fosforowych ilości metali ciężkich, zwłaszcza kadmu, nie stanowią zagrożenia dla żyzności gleb łąkowych nawet przy długotrwałym (20 lat) stosowaniu wysokich dawek fosforu ($52,5 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Na podstawie wyników uzyskanych w omawianych doświadczeniach nawozowych przygotowano ponad 40 opracowań naukowych, opublikowanych w czasopismach krajowych i zagranicznych. Wyniki te były również referowane na wielu krajowych i zagranicznych konferencjach i sympozjach naukowych. Były także podstawą przygotowania jednej rozprawy habilitacyjnej, dwóch prac doktorskich oraz kilkudziesięciu prac dyplomowych na stopień magistra i inżyniera.

Literatura

- Curyło T. 1982. Wpływ niektórych właściwości gleby i poziomu nawożenia NPK na pobieranie kobaltu przez rośliny. Cz. II. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość kobaltu w runi łąkowej. *Acta Agr. et Silv. ser. Agr.* 21, 3-30.
- Curyło T. 1983. Działanie wapna na plonowanie i skład botaniczny runi łąkowej. Materiały sympozjum „Wapnowanie jako czynnik wzrostu urodzajności gleb”. Puławy, 127-130.
- Curyło T. 1986. Bilans fosforu i potasu na podstawie 16-letnich doświadczeń łąkowych. *Mat. Krajow. Symp. „Równowaga jonowa w glebach i roślinach w warunkach intensywnego nawożenia”*, Wrocław. Cz. II, Puławy, 70-75.
- Curyło T. 1991a. Oddziaływanie wieloletniego jednostronnego nawożenia azotowego na plonowanie i skład mineralny runi łąkowej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie nr 262, Sesja Nauk.* 34, 157-164.
- Curyło T. 1991b. Wpływ wapnowania na pobieranie kobaltu przez runi łąkową. *Mikroelementy w rolnictwie*, Wrocław, 207-211.
- Curyło T. 1991c. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na zawartość magnezu w glebach łąkowych. *Rocz. Glebozn.* 42, 3-4, 61-69.
- Curyło T. 1991d. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość sodu w runi łąkowej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie nr 262, Sesja Nauk.* 34, 177-185.

- Curyło T. 1993. The effect of long-term differential mineral fertilization and liming on cobalt uptake by meadow sward. Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”. Part II, 69-81.
- Curyło T. 1995. Nawozowe działanie potasu na glebie znacznie wyczerpanej z tego składnika. Zesz. Probl. PNR 421a, 29-37.
- Curyło T. 1997. Wpływ 20-letniego nawożenia mineralnego na zawartość kadmu i niklu w glebach łąkowych. Zesz. Probl. PNR 448a, 53-60.
- Curyło T. 1999a. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość związków próchnicznych w glebach łąkowych. Zesz. Probl. PNR 467, 649-657.
- Curyło T. 1999b. Zawartość niektórych metali ciężkich w runi statycznego doświadczenia łąkowego. Zesz. Probl. PNR 465, 611-625.
- Curyło T. 2001. Balance of heavy metals (Cd, Ni, Pb) in static fertiliser experiments on grasslands. Acta Agrophysica 51, 189-199.
- Curyło T., Górlach E. 1986. Wpływ wapnowania i nawożenia NPK na skład mineralny runi łąkowej. Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, z. 2, 167-172.
- Górlach E., Curyło T. 1973. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na plonowanie i skład chemiczny roślinności łąkowej. Cz. II. Zawartość i zbiór składników mineralnych z plonem. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 15, 1, 51-68.
- Górlach E., Curyło T. 1974. Efektivnost hnojenja travnych porastov dusikom v zavislosti od davok fosforu i drasluka. IV. Slovensky Seminar o vyrobe a pouzivani priemyselnych hnojiv, 59-64.
- Górlach E., Curyło T. 1975. Bilans fosforu i potasu w warunkach zróżnicowanego nawożenia runi łąkowej. Konf. Nauk. Łąkarstwo, IMUZ Falenty, 97-105.
- Górlach E., Curyło T. 1976a. Einfluss lang-jähriger N-P-K-Düngung auf Heuertrag und Gehalt an Mikroelementen in Wiesenpflanzen. Wiss. Zeit. Humboldt-Universität Berlin, Math.-Nat. XXV H, 4, 515-520.
- Górlach E., Curyło T. 1976b. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na właściwości chemiczne gleb łąkowych. Symp. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”, IUNG R(110), 133-140.
- Górlach E., Curyło T. 1977. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość mikroelementów w runi łąkowej i glebie. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 17, 2, 67-86.
- Górlach E., Curyło T. 1978. Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na plonowanie i skład mineralny runi łąkowej w świetle 6-letnich doświadczeń. Zesz. Probl. PNR 210, 15-27.
- Górlach E., Curyło T. 1983. Działanie wieloletniego nawożenia na plonowanie runi łąkowej oraz zawartość azotu w roślinach i glebie zależnie od zestawu dawki NPK i warunków siedliskowych. Roczn. Glebozn. 34, 4, 13-28.

- Gorlach E., Curyło T. 1985. The potassium uptake of meadow plants under the conditions of differentiated NPK fertilization and soil pH. Proc. 9th World Fertilizer Congress, 11-16.VI.1984 Budapest, vol. 2, 459-462.
- Gorlach E., Curyło T. 1986a. Einfluss langjähriger Düngung mit NPK auf die Azidität von Wiesenboden und deren Gehalt an einigen Magnesiumsformen. XIII Congress of International Society of Soil Science, Hamburg, 754-755.
- Gorlach E., Curyło T. 1986b. Wpływ wapnowania na plonowanie runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia NPK. Materiały Krajowego Sympozjum „Równowaga jonowa w glebach i roślinach w warunkach intensywnego nawożenia”, Wrocław, Cz. I, 134-159, Puławy.
- Gorlach E., Curyło T. 1986c. Zmiany zawartości Cu, Mn i Zn w roślinach łąkowych pod wpływem nawożenia NPK i wapnowania. Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, z. 2, 173-178.
- Gorlach E., Curyło T. 1987a. The effect of NPK-fertilizers used for many years on physico-chemical properties of meadow soils. Pol. J. Soil Sci. 20, 2, 53-59.
- Gorlach E., Curyło T. 1987b. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny runi łąkowej w zależności od pH gleby. Cz. I. Plon i zawartość makroelementów. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 26, 109-120.
- Gorlach E., Curyło T. 1987c. Wpływ wapnowania na plonowanie i skład chemiczny runi łąkowej w zależności od pH gleby. Cz. II. Zawartość mikroelementów. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 26, 121-133.
- Gorlach E., Curyło T. 1988. The effect of long-term differentiated NPK fertilization on the balance of nitrogen, phosphorus and potassium and their content in meadow soil. Pol. J. Soil Sci. 21, 1, 69-75.
- Gorlach E., Curyło T. 1990. Reakcja runi łąkowej na wapnowanie w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. Roczn. Glebozn. 41, 1-2, 161-177.
- Gorlach E., Curyło T. 1993. Effect of NPK fertilizers in long-term experiments on meadow production and nitrogen, phosphorus and potassium balance. Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”, Part II, 23-38.
- Gorlach E., Curyło T., Firek E. 1973. Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK na plon i skład chemiczny roślinności łąkowej. Cz. I. Plonowanie runi łąkowej i zawartość w masie roślinnej niektórych form azotu. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 13, 1, 33-50.
- Gorlach E., Curyło T., Firek E. 1978. Wpływ wieloletnich doświadczeń nad działaniem zróżnicowanego nawożenia NPK na plonowanie runi łąkowej i zawartość azotu w roślinach i glebie. Acta Agr. et Silv. ser. Agr. 18, 1, 33-49.
- Gorlach E., Curyło T., Grzywnowicz I. 1984. Wpływ długoletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na zawartość potasu w runi łąkowej i glebie. Roczn. Glebozn. 35, 3-4, 21-39.

- Gorlach E., Curyło T., Grzywnowicz I. 1985. Zmiany składu mineralnego runi łąkowej w warunkach wieloletniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Rocz. Glebozn.* 36, 2, 85-99.
- Gorlach E., Curyło T., Stępień S. 1975. Wpływ różnych poziomów nawożenia NPK na zawartość mikroskładników w roślinności łąkowej. *Acta Agr. et Silv. ser. Agr.* 15, 1, 45-57.
- Long-term Experiments: 1994. [W:] *Agricultural and Ecological Science*. R.A. Leigh and A.E. Johnston (Eds.), CAB International, Wallingford.

Genesis and history of static fertilizer experiments at Bielany and Chelm experimental stations

Tadeusz Curyło

Summary

Research activities based on long-term fertilizer experiments on grasslands localized in Krakow neighbourhood commenced in 1969. They aimed at determining the effect of various combinations of fertilizer dose on botanical composition, yielding, chemical composition and fodder value of meadow sward from two plant communities, but also on the properties of the soil. The experiments were set up using randomized block method and comprised 8 treatments. Three levels of nitrogen (N_1, N_2, N_3), phosphorus (P_1, P_2, P_3) and potassium (K_1, K_2, K_3) were applied at different N to P and K proportions and the control treatment (unfertilized).

The meadow sward response to fertilization measured by dry mass yield increment did not change to any greater degree over the time of the experiments. The optimal fertilizer dose (for production of dry mass) on a meadow with natural trophicity (light soil) was a dose of 270 kg N, 35 kg P and 174 kg K · ha⁻¹, whereas on a meadow with high trophicity of the habitat (heavy soil), a dose of 405 kg N, 52.5 kg P and 261 kg K · ha⁻¹. Crude protein content in the sward was increasing with growing nitrogen dose. A slight decline in total protein share in crude protein was observed with increasing nitrogen dose, whereas phosphorus-potassium fertilization did not have any definite effect on this index value. Nitrate nitrogen(V) content in the plant mass remained on a relatively low level. With growing level of mineral fertilization to 405 kg N, 52.5 kg P and 261 kg K · ha⁻¹, and with the time of the experiment, changes in the sward mineral composition were observed and in mutual proportions of the components (Ca:P, K:Na, K:(Ca+Mg) and K:Mg) in the plant mass. The tendency of these changes was disadvantageous regarding the nutritional value of fodder. Considering the microelements, manganese concentrations were increasing to the greatest extent, whereas boron and molybdenum contents in plants were

decreasing in plants. Growing fertilizer doses, particularly ammonium nitrate led to systematic increasing of soil acidification indices.

Liming conducted after 10 years of diversified fertilization application favourably influenced the sward yielding on light soil and its chemical composition, as well as the properties of soils from both experiments. Simplified balance of Cd, Ni and Pb (in the plant-fertilizer arrangement) assumed a negative value or was equalized.

Prof. Kazimierz Mazur

Geneza i historia statycznego doświadczenia łąkowego w Czarnym Potoku

Genesis and history of static grassland experiment in Czarny Potok

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej,
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Geneza i metodyka prowadzenia doświadczenia

Dyskusje na temat doświadczeń nawozowych na użytkach zielonych zapamiętałem od początku moich kontaktów z Katedrą Chemii Rolnej, od II roku studiów (1952-1953), tzn. gdy w ramach Sekcji Chemii Rolnej Koła Naukowego Rolników uczestniczyłem w cotygodniowych seminariach (i spotkaniach), które odbywały się w gabinecie Kierownika Katedry, Pana Profesora Tadeusza Lityńskiego. Omawiano na nich zarówno bieżące sprawy organizacyjne i dydaktyczne, jak i problematykę realizowanych badań oraz propozycje i plany doświadczeń wazonowych i polowych.

Połowę praktyki zawodowej w VI semestrze studiów (3 miesiące) odbyłem w górskim gospodarstwie hodowli owiec w Tyliczu, należącym do Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy, a drugą połowę w Technikum Rolniczym w Pszczynie. Tam miałem okazję zapoznać się z gospodarowaniem na trwałych użytkach zielonych.

Gdy po pierwszym stopniu studiów (inżynierskich) skorzystałem z propozycji Profesora i zostałem asystentem w Katedrze (1.IV.1955 r.) otrzymałem jako zadanie opiekę nad praktyczną realizacją doświadczeń łąkowych prowadzonych jako podstawa prac magisterskich studentów eksternistycznych, nauczycieli Techników Rolniczych w Pszczynie, Nakle Śląskim i Ropczycach. Prowadziłem także własne doświadczenia na użytkach zielonych w Sędziszowie Młp. (40-letnia stacja doświadczalna Katedry w gospodarstwie rodzinnym), Mokoszynie k/Sandomierza, Machowie i Jeziórku (biologiczna rekultywacja obszarów po kopalni siarki), Okocimiu, Chełmie k/Krakowa, Mydlnikach i innych.

Przygotowana przeze mnie praca magisterska była oparta na wynikach doświadczeń łąkowych, w których badano efektywność nawozową pyłów kominowych z cementowni na plonowanie i skład chemiczny roślin. W pracy habilitacyjnej wykorzystałem wyniki doświadczeń łąkowych i z uprawą lucerny, w których określono efektywność corocznego i stosowanego jednorazowo na trzy lata (na zapas) nawożenia fosforowego.

Jako opiekun Sekcji Chemii Rolnej Koła Naukowego Rolników, zorganizowałem w 1966 r. obóz naukowy studentów, w czasie którego zostały pobrane próbki roślin i gleby z zadarnionych, nieużytkowanych gruntów rolnych w Czarnym Potoku. W oparciu o opinię Komisji, powołanej przez rektora AR prof. Tadeusza Ruebenbauera, obszary te miały być przeznaczone do produkcji pasz dla zwiększanej hodowli owiec i bydła. Wyniki analizy roślin i gleby były prezentowane na sesji naukowej Koła Naukowego Studentów. Przedstawiłem je również na seminarium Katedry z propozycją założenia ścisłego doświadczenia nawozowego, w którym będzie badany efekt jednostronnego nawożenia azotem (taka była ówczesna praktyka nawożenia) lub fosforem (gleba była uboga w przyswajalny fosfor), a na tle jesiennego nawożenia P K będzie stosowane na wiosnę nawożenie azotem w dwóch dawkach, 90 i 180 kg N · ha⁻¹ oraz w dwóch formach - saletry amonowej i mocznika, wysiewanych na wiosnę (2/3 dawki) i po zbiorze I pokosu (1/3 dawki). Wprowadzenie do proponowanego programu doświadczenia mocznika wynikało ze zwiększającego się udziału tego nawozu w asortymencie nawozów azotowych, a także z potrzeby sprawdzenia, czy po pogłównym nawożeniu nie będzie następowało pogorszenie jego efektywności w wyniku enzymatycznego rozkładu (ureaza) i ulatniania się amoniaku. Argumentem były również mniejsze koszty transportu i wysiewu nawozu o największej zawartości azotu, zwłaszcza w terenach górskich.

W programie perspektywicznym zakładano prowadzenie statycznego doświadczenia wieloletniego na wzór takich doświadczeń nawozowych na gruntach ornych, w różnych zmianowaniach i rotacjach uprawianych roślin. Wyniki kilku i kilkunastoletnich doświadczeń na trwałych użytkach zielonych prowadzonych w Polsce [Doboszyński L. 1996] i innych krajach [Krajčovič V. i in. 1993], a szczególnie najstarszego doświadczenia łąkowego (od 1856 r.) w Rothamsted - Hertfordshire [Arnold P.W. i in. 1976], wskazują, że wieloletnie nawożenie powoduje nie tylko zmiany składu florystycznego runi, ale także właściwości gleby inne niż w gruntach ornych.

W 1967 r. pobrano próbki gleby z 3 odkrywek profilowych na terenie projektowanego doświadczenia. Obszar ten, należący do Czarnego Potoku k/Krynicy, jest położony na wysokości 720 m n.p.m. u podnóża Jaworzyny Krynickiej w południowo-wschodnim masywie Beskidu Sądeckiego, na stoku o nachyleniu 7° i ekspozycji NNE. Ruń łąkową zaliczono do typu bliźniczki psiej trawki (*Nardus stricta* L.) i kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) ze znacznym udziałem roślin dwuliściennych.

W oparciu o opis profilu i analizę gleby zaliczono ją do gleb brunatnych kwaśnych, wytworzonych z piaskowca magurskiego, o składzie granulometrycznym gliny lekkiej. Wyróżniono 3 charakterystyczne poziomy genetyczne: darniowy – AhA (0-20 cm), brunatnienia – ABbr (21-46 cm) i rumoszu skały macierzystej BbrC (47-75 cm). Wyniki analizy gleby z warstwy 0-10 i 10-20 cm przed założeniem doświadczenia podano w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane właściwości gleby przed założeniem doświadczenia w Czarnym Potoku

Table 1. Selected properties of soil before foundation of experiment in Czarny Potoku

Warstwa Layer	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	H _h	H _w	P ₂ O ₅	K ₂ O	Jony wymienne Exchangeable cations			
							Ca	Mg	Na	K
							[mmol(+) · kg ⁻¹]			[mg · kg ⁻¹]
0-10 cm	5,20	4,38	44,2	4,6	11,0	135,0	680	38,0	20,0	69,0
10-20 cm	5,58	4,48	40,4	6,5	6,0	28,0	540	28,0	18,0	61,0

W jesieni 1967 r. założono doświadczenie metodą losowanych bloków w 5 powtórzeniach. Doświadczenie obejmowało 8 obiektów nawozowych (tab. 2).

Tabela 2. Schemat nawożenia w statycznym doświadczeniu w Czarnym Potoku

Table 2. Scheme of fertilisation in static experiment in Czarny Potok

Obiekty nawozowe Fertiliser objects	Roczna dawka składnika w serii 0Ca i +Ca Annual element dose in series 0Ca and +Ca			Forma azotu Nitrogen form
	P	K	N	
PK	39,24	124,5	-	
PK+N _{1sa}	39,24	124,5	90	saletra amonowa
PK+N _{2sa}	39,24	124,5	180	ammonium nitrate
PK+N _{1m}	39,24	124,5	90	mocznik
PK+N _{2m}	39,24	124,5	180	urea
N _{1sa}	-	-	90	saletra amonowa
P	39,24	-	-	ammonium nitrate
„0” *	-	-	-	

* - kontrola, bez nawożenia; control, without fertilisation

Powierzchnia poletek wynosiła 42 m² (6 x 7 m). Jesienne nawożenie fosforem i potasem stosowano w latach 1967-80, a w następnym okresie nawozy te wysiewano na wiosnę, razem z nawożeniem azotem w fazie ruszania wegetacji roślin, przy czym dawkę potasu dzielono na wiosenną (2/3 dawki) i stosowaną po zbiorze I pokosu (1/3 dawki). W pierwszym 6-leciu do nawożenia fosforem wykorzystywano supertomasynę, a od 1976 r. (po I przerwie w nawożeniu) – superfosfat potrójny. W 43-letnim okresie doświadczenia statycznego wprowadzono dwie 2-letnie przerwy w nawożeniu (1974-1975 z użytkowaniem kośnym i 1993-1994 z wypasem owiec) dla

określenia następczego działania nawozów i zmian w składzie florystycznym runi w poszczególnych obiektach nawozowych.

W 4 roku doświadczenia zastosowano nawożenie Cu i Co na wszystkich obiektach.

Po 18 latach (1985) poletka doświadczenia podzielono na połowę, $\frac{1}{2}$ powierzchni (21 m^2) nawożono tak jak dotychczas (0 Ca), a na drugiej połowie zastosowano wapno posodowe w dawce odpowiadającej $\frac{1}{2}$ wartości kwasowości hydrolitycznej w poszczególnych obiektach nawozowych (+ Ca) i nawożono zgodnie ze schematem doświadczenia. Powtórne wapnowanie w serii +Ca wykonano po 28 latach doświadczenia (1995), po II przerwie w nawożeniu, stosując wapno węglanowe, w dawkach odpowiadających pełnej wartości kwasowości hydrolitycznej gleby w poszczególnych obiektach nawozowych. Po raz trzeci przeprowadzono wapnowanie na tych obiektach doświadczenia po 38 latach (2005) dawką równoważną $\frac{1}{2}$ wartości kwasowości hydrolitycznej, stosując wapno węglanowe.

W 27 roku doświadczenia (1994) zastosowano jednorazowo we wszystkich obiektach nawozowych 10 kg Cu i $8 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ jako nawożenie regeneracyjne przed powtórny wapnowaniem. Z uwagi na nieistotne zróżnicowanie w działaniu obu nawozów azotowych na plony i ich jakość od 2005 r., na których stosowano dotychczas mocznik, nawożono saletrą amonową uzupełnianą okresowo różnymi mikroelementami (B, Cu, Mn, Co). W każdym roku przed zbiorem I pokosu określano skład florystyczny runi metodą szacunkową Klappa, a w próbkach z poletek – wagowy udział suchej masy frakcji traw, roślin motylkowych i innych dwuliściennych. Po zbiorze II pokosu pobierano z każdego poletka obu serii nawozowych (0 Ca i +Ca) próbki gleby do analiz chemicznych z warstwy 0-10 i 10-20 cm.

W zależności od zainteresowań tematycznych określano wagowo udział niektórych ziół i gatunków traw oraz ich skład chemiczny z uwzględnieniem mikropierwiastków.

Prezentacja wyników badań w publikacjach naukowych

Pierwsza publikacja naukowa, prezentująca wyniki doświadczenia, ukazała się w 1972 r. [Mazur K., Mazur T. 1972], w której przedstawiono plony oraz skład florystyczny i chemiczny z pierwszego 3-letniego okresu tego doświadczenia. W 1973 r. wyniki doświadczenia były prezentowane na konferencji naukowej „Perspektywy nawozów i nawożenia w Polsce” [Mazur K., Mazur T. 1973a] oraz w publikacji dotyczącej zawartości magnezu w sianie i jego frakcjach [Mazur K., Mazur T. 1973b]. We współpracy z Katedrą Łąkarstwa AR, określono wpływ nawożenia na udział w runi łąkowej i skład chemiczny 3 ziół łąkowych - babki lancetowatej [Filipek J. i in. 1974a], krwawnika pospolitego [Filipek J. i in. 1974b] i brodawnika zwyczajnego [Filipek J. i in. 1974c], a także efektywność nawożenia Cu i Co [Mazur T. i in. 1976].

Wyniki 5-letnich badań były przedstawione na konferencji naukowej w Nitrze (Słowacja) w 1974 r. [Mazur K., Mazur T. 1974], a w publikacji z 1975 r. porównano efektywność nawożenia saletrą amonową i mocznikiem [Mazur K., Mazur T. 1975]. Podczas konferencji naukowej „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”, zorganizowanej przez IUNG w Puławach w 1976 r., przedstawiono 3 referaty z wynikami 6-letnich badań [Mazur K. i in. 1976a, Mazur K. i in. 1976b, Dąbrowska L., Mazur K. 1976]. Kolejne publikacje dotyczyły wpływu nawożenia na produkcję białka [Mazur K., Mazur T. 1978] oraz na niektóre właściwości chemiczne gleby [Mazur K. i in. 1981] i na zawartość w glebie Cu i Co po 3 i 4 latach od ich zastosowania [Mazur T., Mazur K. 1983]. Dynamikę plonowania łąki górskiej w 14-letnim okresie doświadczenia przedstawiono na XIV Światowym Kongresie Nawozowym w Budapeszcie w 1984 r. [Mazur K., Mazur T. 1984], a na II Sympozjum „Wpływ nawożenia na jakość plonów” w Olsztynie w 1986 r. zaprezentowano dwa referaty oparte na wynikach badań doświadczenia statycznego w Czarnym Potoku [Mazur K. i in. 1986], dotyczących m.in. zawartości mikropierwiastków w sianie [Mazur T., Mazur K. 1986].

W kolejnych publikacjach przedstawiono wpływ nawożenia na zawartość mikropierwiastków w 3 gatunkach ziół [Mazur T., Mazur K. 1987] oraz dynamikę zmian składu florystycznego runi w 11-letnim okresie doświadczenia [Dąbrowska L., Mazur K. 1987].

Na 5 Sympozjum Międzynarodowym CIEC w Balatonfüred [Kopeć S. i in. 1987] zaprezentowano wyniki badań nad zawartością azotanów w runi łąkowej i w wodach lizymetrycznych doświadczeń w Czarnym Potoku i Jaworkach (IMUZ).

W runi doświadczenia jednym z dominujących gatunków traw była kłosówka miękka (*Holcus mollis* L.). Jej udział w runi i skład chemiczny przedstawiono w osobnej publikacji [Mazur K. 1987]. Określono dynamikę plonowania runi łąkowej w okresie 14 lat doświadczenia [Mazur K., Mazur T. 1988] i jej wartość użytkową w zależności od nawożenia [Dąbrowska L., Mazur K. 1988]. Wpływ nawożenia miedzią i kobaltem na ich zawartość w sianie zaprezentowano na konferencji międzynarodowej w Poznaniu [Mazur K. i in. 1988], a wpływ takiego nawożenia na zawartość aminokwasów w jednym z dominujących gatunków traw – kostrzewie czerwonej (*Festuca rubra* L.) przedstawiono na 8 Kongresie „Agrichem” w Nitrze [Mazur K. 1990]. W plonach z 20 roku doświadczenia oznaczono skład aminokwasowy białka [Mazur K. 1991]. We współpracy z Katedrą Gleboznawstwa naszej Uczelni oznaczono zawartość i formy próchnicy w profilu glebowym w 18 roku doświadczenia [Mazur K., Niemyska-Łukaszuk J. 1987]. Na kolejnym Sympozjum Międzynarodowym „Long-term static fertilizer experiments”, zorganizowanym przez Katedry Chemii Rolnej w Krakowie i Chemii Rolniczej w Warszawie (1993 r.) przedstawiono trzy referaty zawierające wyniki badań w 25 roku doświadczenia [Mazur B., Mazur K. 1993, Mazur K. i in. 1993d, Niemyska-Łukaszuk J., Mazur K. 1993]. W innych publikacjach zilustrowano dynamikę składu florystycznego runi

w 25-letnim okresie doświadczenia [Mazur K. i in. 1993b, Kopeć M., Mazur K. 1999c] oraz zawartość kadmu w glebie [Kopeć M., Mazur K. 1995].

Na Konferencji Naukowej IMUZ w Falentach w 1993 r. zaprezentowano 6 referatów, które dotyczyły efektów wapnowania doświadczenia w okresie 6 lat od tego zabiegu [Mazur K., Kopeć M. 1993a, Mazur K., Kopeć M. 1993b, Mazur K. i in. 1993a, Mazur K. i in. 1993c, Mazur K. i in. 1993e, Mazur K. i in. 1993f].

W kolejnych publikacjach przedstawiono zmiany w zawartości fosforu w sianie [Kopeć M., Mazur K. 1996a] oraz zawartość kationów wymiennych w glebie [Kopeć M., Mazur K. 1996b]. W 10-letnim okresie po I wapnowaniu oznaczono zawartość azotanów w runi [Kopeć M. i in. 1996] oraz dynamikę zmian jej jakości [Mazur B., Mazur K. 1996].

We współpracy z Katedrą Ochrony Środowiska Rolniczego naszej Uczelni określono wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania na choroby grzybowe [Nadolnik M. i in. 1997] i zdrowotność traw w 29 roku doświadczenia [Jaworska M., Mazur K. 1997, Jaworska M. i in. 1999], a także na występowanie entomopatogenicznych mikroorganizmów w glebie [Jaworska M. i in. 1997]. Na kolejnej międzynarodowej konferencji w Nitrze w 1997 r. przedstawiono zmiany plonowania runi łąki w długotrwałym doświadczeniu [Kopeć M. i in. 1997a]. Opublikowano wyniki dotyczące porównania efektywności dawek saletry amonowej i mocznika w doświadczeniu [Kopeć M., Mazur K. 1997] oraz wpływu stosowanego nawożenia na zmiany zawartości kadmu w runi łąkowej i w glebie [Kopeć M. i in. 1997b] i oddziaływanie tego metalu na aktywność mikrobiologiczną gleby [Ondrašek L. i in. 1997].

Na konferencji naukowej w Nitrze przedstawiono wpływ nawożenia mineralnego i dwukrotnego wapnowania na elementy składu florystycznego runi łąkowej po 30 latach doświadczenia [Kopeć M., Mazur K. 1999c], na zawartość i skład frakcyjny próchnicy w glebie [Niemyska-Lukaszuk J. i in. 1999], a także na stosunki kationów w runi łąkowej [Kopeć M., Mazur K. 1999c]. W publikacjach krajowych poza składem florystycznym [Kasperczyk M. i in. 1999] określono udział w suchej masie i skład chemiczny kilku gatunków roślin wybranych z runi [Filipek-Mazur B. i in. 1999]. Na tym etapie badań, we współpracy z Katedrą Mikrobiologii, określono także aktywność mikrobiologiczną gleby w poszczególnych obiektach nawozowych [Barabasz W. i in. 1999].

Na międzynarodowej konferencji naukowej w Brnie (Czechy) przedstawiono wpływ nawożenia w statycznym doświadczeniu w Czarnym Potoku na zawartość magnezu w sianie [Kopeć M., Mazur K. 1999a]. W kolejnych publikacjach opisano wpływ dwukrotnego wapnowania na ograniczenie aktywnych form pierwiastków śladowych w glebie z doświadczenia [Kopeć M. i in. 2000] i na wymywanie cynku z gleby łąkowej [Mazur K. i in. 2002]. Na międzynarodowej konferencji naukowej w Bańskiej Bystrzycy (Słowacja) przedstawiono dynamikę plonowania i bilans składników pokarmowych w statycznym doświadczeniu w Czarnym Potoku [Kopeć

M., Mazur K. 2002], a w materiałach konferencji naukowej z okazji 35-lecia Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy zaprezentowano wyniki 33-letnich badań tego doświadczenia nawozowego [Mazur K., Kopec M. 2003]. Po 38 latach doświadczenia przedstawiono kolejną publikację, prezentującą zawartość azotu azotanowego w runi z poszczególnych obiektów nawozowych [Kopec M., Mazur K. 2006].

Przedstawiona w tym opracowaniu historia statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku jest oparta na publikacjach naukowych, których byłem autorem lub współautorem. Uzupełnieniem będzie referat prof. dr hab. Michała Kopcia, który od 1985 r. uczestniczy w tych badaniach, a obecnie jest kierownikiem tego doświadczenia.

Duży wkład w badania na doświadczeniu w Czarnym Potoku miała moja pierwsza żona dr inż. Teresa Mazur (zmarła w 1986 r.) oraz obecna – prof. Barbara Filipek-Mazur, a także prof. Michał Kopec i dr hab. Krzysztof Gonddek.

Dziękuję wszystkim uczestnikom badań prowadzonych na tym obiekcie doświadczalnym, zarówno Pracownikom naszej Katedry, jak i zaprzyjaźnionych Katedr Gleboznawstwa, Łąkarstwa, Mikrobiologii oraz Ochrony Środowiska Rolniczego, którzy mieli aktywny udział zarówno w pracach terenowych i laboratoryjnych, jak i w opracowaniu wyników badań do publikacji.

Wyniki badań w doświadczeniu statycznym w Czarnym Potoku były prezentowane na licznych konferencjach naukowych organizowanych przez naszą Katedrę i SGGW, a także przez zaprzyjaźnione katedry na Słowacji i w Czechach, z którymi aktywnie współpracowaliśmy.

Pragnę również podziękować Władzom Wydziału i Uczelni za wspieranie naszych inicjatyw związanych z tymi badaniami.

Literatura

- Arnold P.W., Hunter F., Gonzalez Fernandez P. 1976. Long-term grassland experiments at Cockle Park (Great Britain). *Annales Agronom.* 27(5-6), 1027-1042.
- Barabasz W., Filipek-Mazur B., Mazur K., Chmiel M.J., Grzyb J., Frączek K. 1999. Aktywność mikrobiologiczna gleby w 30-tym roku statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku koło Krynicy. *Zesz. Probl. PNR* 465, 647-655.
- Dąbrowska L., Mazur K. 1976. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na zmiany w składzie florystycznym łąki górskiej. *Mat. Konf. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”*, IUNG, Puławy, Cz. I, 141-148.
- Dąbrowska L., Mazur K. 1987. Dynamika zmian składu florystycznego łąki górskiej w 11-letnim okresie doświadczenia nawozowego. *Zesz. Probl. PNR* 308, 115-123.
- Dąbrowska L., Mazur K. 1988. Kształtowanie się wartości użytkowej runi łąki górskiej pod wpływem długotrwałego nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. PNR* 336, 101-107.

- Doboszyński L. 1996. Wapnowanie. [W:] Nawożenie użytków zielonych w świetle prac polskich – lata 1945-1990. Bibl. Wiad. IMUZ, Wyd. IMUZ Falenty, 88, 69-71.
- Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K. 1974a. Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. I. Babka lancetowata. Wiad. Melior. i Łąk. 17(5), 140-144.
- Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K. 1974b. Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. II. Krwawnik pospolity. Wiad. Melior. i Łąk. 17(6), 179-181.
- Filipek J., Dąbrowska L., Mazur K. 1974c. Wpływ nawożenia na występowanie i skład chemiczny ziół łąkowych. Cz. III. Brodawnik zwyczajny. Wiad. Melior. i Łąk. 17(8-9), 240-244.
- Filipek-Mazur B., Mazur K., Kasperczyk M., Gondek. K. 1999. Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania na skład chemiczny gatunków roślin wybranych z runi łąkowej statycznego doświadczenia w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. PNR 465, 585-595.
- Jaworska M., Mazur K. 1997. Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego i wapnowania łąki górskiej na zdrowotność traw. Progress in Plant Protection (Postępy w Ochronie Roślin) 37(1), 186-193.
- Jaworska M., Nadolnik M., Mazur K. 1999. Zdrowotność traw łąki górskiej w długotrwałym statycznym doświadczeniu nawozowym. Zesz. Probl. PNR 465, 637-645.
- Jaworska M., Ropek D., Gorczyca A., Mazur K. 1997. Occurrence of entomopathogenic microorganisms in the soil of mountain meadow of long term mineral fertilization. Mat. Symp. „Efektywność i praktyczne zastosowanie zwalczania biologicznego w ochronie roślin”. Skierniewice 18-19.03.1997, 99-102.
- Kasperczyk M., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1999. Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego oraz dwukrotnego wapnowania na zmiany w składzie florystycznym runi łąki górskiej. Zesz. Probl. PNR 465, 579-584.
- Kopeć M., Filipek-Mazur B., Mazur K. 1997a. Fluctuation of meadow sward yielding in the static experiment in Czarny Potok. Zbornik referatov z medzinarodnej vedeckej konferencie „Ekologicke a biologicke aspekty krmovinarstva”, Nitra, 122-127.
- Kopeć M., Mazur K. 1995. Changes of cadmium content in the soil in the long-term static fertilizing experiment. Zesz. Probl. PNR 421b, 61-67.
- Kopeć M., Mazur K. 1996a. Fosfor w sianie łąki górskiej w warunkach długotrwałego statycznego doświadczenia nawozowego. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 34, 67-77.
- Kopeć M., Mazur K. 1996b. Zawartość kationów wymiennych w glebie statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. Zesz. Probl. PNR 442, 227-236.
- Kopeć M., Mazur K. 1997. Efektywność form i dawek nawożenia azotowego w długotrwałym, statycznym doświadczeniu nawozowym na łące górskiej (Czarny

- Potok). Probl. Zagospodarowania Ziemi Górskich, 43, Komitet Zagospodarowania Ziemi Górskich PAN, 79-86.
- Kopeć M., Mazur K. 1999a. Magnesium in hay and soil of variously fertilized mountain meadow (static experiment at Czarny Potok). Sbornik referatu z konferencji międzynarodowej „Plant nutrition, quality of production and processing”, MZLU Brno, 29-30.06.1999, 130-134.
- Kopeć M., Mazur K. 1999b. The effect of fertilization and liming on the element composition in meadow sward. *Rostlinna Vyroba* 45(3), 101-106.
- Kopeć M., Mazur K. 1999c. Wpływ długotrwałego nawożenia mineralnego na zawartość i stosunki kationów w runi łąkowej w statycznym doświadczeniu w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. PNR* 465, 597-609.
- Kopeć M., Mazur K. 2002. Plonowanie runi łąki górskiej i bilans składników pokarmowych w długotrwałym doświadczeniu nawozowym (Czarny Potok). Zbornik VI Mezdn. Vedeckej Konfer. „Ekologia travneho porastu”, Banská Bystrica, 158-163.
- Kopeć M., Mazur K. 2006. Wpływ nawożenia na zawartość azotu azotanowego w runi łąki statycznego doświadczenia nawozowego w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. PNR* 513, 227-233.
- Kopeć M., Mazur K., Filipek-Mazur B. 1996. Zmiany zawartości N-NO₃ w runi łąkowej w 10-letnim okresie zróżnicowanego nawożenia i wapnowania w doświadczeniu statycznym (Czarny Potok). *Zesz. Probl. PNR*, 440, 185-191.
- Kopeć M., Mazur K., Klobusický K., Ondrašek L. 1997b. Wpływ nawożenia na zmiany zawartości kadmu w runi łąkowej i glebie w długotrwałym statycznym doświadczeniu nawozowym w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. PNR* 448a, 213-219.
- Kopeć M., Mazur K., Noworolnik A. 2000. Wpływ wapnowania łąki górskiej na ograniczenie aktywnych form pierwiastków śladowych w glebie (Czarny Potok). *Zesz. Probl. PNR* 472, 403-411.
- Kopeć S., Mazur K., Filipek B. 1987. The content of nitrates of meadow hay as well as in lysimetric waters from soils a grassland cover in mountain conditions of Poland. 5th International Symposium of CIEC „Protection of water quality from harmful emissions with special regard to nitrate”, Balatonfüred, Symposium documents, Vol. 2, 146-153.
- Krajčovič V., Fiala J., Ondrašek L. 1993. Long-term trials on semi-natural grasslands. Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”, Warszawa-Kraków, Part I, 187-211.
- Mazur B., Mazur K. 1993. The content of microelements in hay as an effect of 25 year differentiated mineral fertilization on permanent mountain meadow (Czarny Potok). Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”, Warszawa-Kraków, Part I, 253-265.
- Mazur B., Mazur K. 1996. Dynamika jakości runi łąki górskiej w statycznym doświadczeniu nawozowym w Czarnym Potoku. *Zesz. Probl. PNR* 442, 51-60.

- Mazur K. 1987. Występowanie i skład chemiczny kłosówki miękkiej (*Holcus mollis* L.) w zależności od nawożenia mineralnego łąki górskiej. Zesz. Probl. PNR 337, 251-264.
- Mazur K. 1990. The effect of the ratio of components and the dose of fertilizers as well as of an addition of Cu and Co on the contents of amino acids in meadow fescue. 8 Congress „Agrichem'90”, Nitra, Zbornik prednasok, I, 176-179.
- Mazur K. 1991. Skład aminokwasowy białka siana z łąki górskiej w 20 roku trwałego doświadczenia nawozowego. Roczn. Glebozn. 42(3-4), 165-173.
- Mazur K., Kasperczyk M., Mazur B. 1993a. Dynamika składu botanicznego łąki runi górskiej w 6 letnim okresie po wapnowaniu w statycznym doświadczeniu nawozowym. [W:] Problemy wapnowania użytków zielonych, Wyd. IMUZ Falenty, 67-73.
- Mazur K., Kasperczyk M., Mazur B. 1993b. Dynamika składu botanicznego łąki runi górskiej w 25 letnim okresie statycznego doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie Nr 277, Sesja Nauk. 37, Cz. I, 177-186.
- Mazur K., Kopeć M. 1993a. Dynamika odczynu, kwasowości potencjalnej i glinu aktywnego w glebie górskiej w okresie 6 lat od wapnowania. [W:] Problemy wapnowania użytków zielonych, Wyd. IMUZ Falenty, 51-56.
- Mazur K., Kopeć M. 1993b. Przybliżony bilans fosforu i potasu w wieloletnim doświadczeniu łąkowym w zależności od nawożenia mineralnego i wapnowania. [W:] Problemy wapnowania użytków zielonych, Wyd. IMUZ Falenty, 57-63.
- Mazur K., Kopeć M. 2003. Badania nad efektywnością nawożenia łąki górskiej w statycznym wieloletnim doświadczeniu (Czarny Potok). Mater. Ses. Ref. „35 lat Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy Zdroju”, 75-82.
- Mazur K., Kopeć M., Noworolnik A. 2002. Wpływ długoletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na ilość wymywanego cynku z łąki górskiej (Czarny Potok). Zesz. Probl. PNR 482, 365-373.
- Mazur K., Mazur B., Mazgaj M. 1993c. Wpływ wapnowania na zawartość włókna i cukrów prostych oraz stosunek cukrowo-białkowy w sianie łąki górskiej. [W:] Problemy wapnowania użytków zielonych, Wyd. IMUZ Falenty, 205-210.
- Mazur K., Mazur B., Mazgaj M., Szczurowska B. 1993d. Twenty five years of permanent fertilization on mountain meadow (Czarny Potok). Effect of different fertilization and liming on the crop, botanical composition and some soil properties. Proc. Intern. Symp. „Long-term fertilizer experiments”, Part II, 5-21.
- Mazur K., Mazur B., Szczurowska B. 1993e. Plonowanie i zawartość związków azotowych w runi łąkowej jako efekt wapnowania. [W:] Problemy wapnowania użytków zielonych, Wyd. IMUZ Falenty, 109-118.
- Mazur K., Mazur B., Szczurowska B. 1993f. Wpływ wapnowania na zawartość składników popielnych i stosunki jonowe w runi łąki górskiej w warunkach długotrwałego nawożenia mineralnego. [W:] Problemy wapnowania użytków zielonych, Wyd. IMUZ Falenty, 161-168.

- Mazur K., Mazur T. 1972. Wpływ nawożenia mineralnego na plon, skład botaniczny i chemiczny masy roślinnej z łąki górskiej. *Acta Agr. et Silv., Agr.* 12(1), 85-112.
- Mazur K., Mazur T. 1973a. Dynamika działania nawożenia azotowego i fosforowego na naturalnej łące górskiej. *Prace Nauk. Inst. Techn. Nieorg. Naw. Miner. Politechniki Wrocławskiej*, Nr 6, 131-139; oraz: *Materiały Zjazdu Nauk. „Perspektywy nawozów i nawożenia w Polsce”*, Wrocław, 48-50.
- Mazur K., Mazur T. 1973b. Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość magnezu w masie roślinnej i niektórych frakcjach siana z łąki górskiej. *Zesz. Probl. PNR* 149, 151-160.
- Mazur K., Mazur T. 1974. Vysledky patrocnych pokusov s mineralnym hnojeniem horskej luky. IV Slov. Seminar o vyrobe a pouzivani priemyselnych hnoiv. *Zbornik referatov*, 148-154.
- Mazur K., Mazur T. 1975. Efektywność nawożenia ubogiej łąki górskiej saletrą amonową i mocznikiem. *Zesz. Probl. PNR* 162, 193-202.
- Mazur K., Mazur T. 1978. Wpływ nawożenia mineralnego łąki górskiej na zmiany w składzie chemicznym runi oraz na produkcję białka. *Zesz. Probl. PNR* 210, 29-45.
- Mazur K., Mazur T. 1984. Dynamics of mountain meadow yields during a 14-year period of a fertilization experiment. *Proc. 9th World Fertilizer Congress, Budapest 1984*, Vol. 3, 392-394.
- Mazur K., Mazur T. 1988. Dynamika plonowania łąki górskiej w okresie 14 lat doświadczenia nawozowego. *Zesz. Probl. PNR* 336, 109-115.
- Mazur K., Mazur T., Brydak K. 1976a. Następczy wpływ 6-letniego nawożenia mineralnego na plonowanie oraz skład botaniczny i chemiczny runi łąkowej. *Mat. Konf. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”*, IUNG, Puławy, Cz. I, 157-164.
- Mazur K., Mazur T., Filipek B. 1988. The effect of the quantities of nutrients and their ratio in the fertilizer dose as well of applying copper and cobalt on the content of these micronutrients in meadow hay. *The Agricultural University in Poznań, CXC VII*, 79-90.
- Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1981. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego łąki górskiej na niektóre właściwości chemiczne gleby. *Acta Agr. et Silv., ser. Agr.* 20, 189-202.
- Mazur K., Mazur T., Mazgaj M. 1986. Plonowanie i skład chemiczny siana z łąki górskiej w warunkach długotrwałego nawożenia. *Mat. II Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”*, Olsztyn, z. 2, 14-19.
- Mazur K., Mazur T., Mazgaj M., Stręk-Szczurowska B. 1976. Zmiany właściwości gleby w okresie 6-letniego nawożenia mineralnego łąki górskiej. *Mat. Konf. Nauk. „Skutki wieloletniego stosowania nawozów”*, IUNG, Puławy, Cz. I, 149-156.
- Mazur K., Niemyska-Łukaszuk J. 1987. Zawartość i formy próchnicy w profilu glebowym łąki górskiej w 18 roku doświadczenia nawozowego. *Acta Agr. et Silv.*,

- ser. Agr. 26, 155-162.
- Mazur T., Filipek J., Mazur K., Skrijka P. 1976. Wpływ nawożenia łąki górskiej miedzią i kobaltem na zawartość tych mikroelementów w różnych frakcjach runi. Zesz. Probl. PNR 179, 245-253.
- Mazur T., Mazur K. 1983. Zawartość miedzi i kobaltu w glebie łąkowej po 3 i 4 latach od ich zastosowania. Zesz. Probl. PNR 242, 301-310.
- Mazur T., Mazur K. 1986. Zależność między długotrwałym nawożeniem mineralnym a zawartością mikroelementów w roślinności łąki górskiej. Mat. II Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”, Olsztyn, z. 2, 20-25.
- Mazur T., Mazur K. 1987. Zawartość mikroelementów w trzech gatunkach ziół łąkowych w zależności od nawożenia mineralnego. Zesz. Probl. PNR 337, 205-219.
- Nadolnik M., Dłużniewska J., Gleń K., Mazur K. 1997. Choroby grzybowe traw w 29 roku doświadczenia nawozowego na łące górskiej. Progress in Plant Protection (Postępy w ochronie roślin) 37(2), 273-275.
- Niemyska-Łukaszuk J., Filipek-Mazur B., Mazur K., Nicia P. 1999. Zawartość i skład frakcyjny próchnicy w glebie łąki górskiej w 30 roku statycznego doświadczenia nawozowego. Zesz. Probl. PNR 465, 569-578.
- Niemyska-Łukaszuk J., Mazur K. 1993. Contents of fractional composition of humus in montane soil in the 25th year of static fertilizer experiment. Proc. Intern. Symp. „Long-term static fertilizer experiments”, Warszawa-Kraków, Part I, 221-233.
- Ondrašek L., Klobusický K., Mazur K. 1997. Effect of increasing cadmium concentration on biological activity of the soils. Zesz. Probl. PNR, 448b, 189-195.

Genesis and history of static grassland experiment in Czarny Potok

Kazimierz Mazur

Summary

The aim of the long-term static experiment in Czarny Potok was estimate the changes in floristic composition, yield and chemical composition of sward as an effect of one-sided spring fertilisation with nitrogen (ammonium nitrate and urea) or phosphorus (superthomasin and triple superphosphate) on the background of autumn PK fertilisation in relation to non fertilised control. Moreover, the changes of soil properties were studied. The experiment primary comprised 8 treatments. Fertilisation caused the soil acidification thus experimental plots were divided in two objects (0Ca and +Ca) for comparison the effect of liming (after 18, 28 and 38 years) on studied sward and soil parameters. During the experiment microelement application (Zn, Mn, B, Cu, Mo) for improving the fodder values of the meadows sward were also studied.

Prof. Michał Kopeć

Znaczenie naukowe badań prowadzonych w oparciu o statyczne doświadczenie nawozowe w Czarnym Potoku 1968-2010

Scientific importance of research conducted
on the basis of static fertilizer experiment in Czarny Potok in 1968-2010

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej,
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wyniki uzyskane w nawozowych doświadczeniach wieloletnich pozwalają dokładniej określić efektywność nawożenia, ponieważ uwzględniają nie tylko nawożenie w konkretnym roku, ale również składniki niewykorzystane w poprzednich latach.

Stacyjne, nawozowe doświadczenie w Czarnym Potoku, którego dotyczy ten komunikat jest jednym z nielicznych wieloletnich doświadczeń na użytkach zielonych. Spośród wielu doświadczeń nawozowych założonych na użytkach zielonych, tylko nieliczne prowadzono w okresie 10-15 lat lub dłużej. Charakterystyczne jest też to, że w początkowym okresie prowadzenia tych doświadczeń, również doświadczenia w Czarnym Potoku, następowało zwiększenie plonów pod wpływem nawożenia i zmiana składu florystycznego. Duże zdolności roślinności łąkowej buforujące zmiany wywołane nawożeniem maleją wraz z czasem jego stosowania. Wyczerpywanie składników pokarmowych, zmiany zawartości próchnicy, ograniczenie uprawek pielęgnacyjnych tylko do koszenia roślin, są elementami powodującymi stopniową degradację gleby. Zmiany właściwości gleb na użytkach zielonych mają większy wpływ na efektywność nawożenia mineralnego niż na gruntach ornych, ponieważ skutki - pozytywne lub negatywne są bardziej trwałe.

W okresie ponad 40 lat trwania doświadczenia wyznaczano różne cele i hipotezy badawcze. Dla celu prezentacji wyników, cały okres (42 lat) badań podzielono na kilkuletnie etapy (tab. 4) odpowiadające zabiegom pratotechnicznym. Etapy obejmują kolejne lata i uwzględniają rok wprowadzenia zabiegu, jego wpływ bezpośredni lub następczy.

Pierwszy okres, który przypadł na lata 1968-1975, dotyczył badań nad wpływem różnych poziomów nawożenia na plonowanie i jakość runi trwałego użytku zielonego powstałego w wyniku naturalnego zadarnienia na opuszczonych gruntach ornych. Był to okres rozbudowy przemysłu nawozowego w Polsce. W badaniach zastosowano porównawczo formy azotu w postaci saletry amonowej i mocznika.

Ustalone wówczas dawki składników pokarmowych, jak na warunki polskiego rolnictwa, były duże, ale uwzględniały wymagania pokarmowe potencjalnych plonów. Rozwój rolnictwa w warunkach górskich w tym czasie przebiegał powoli i brak było intensyfikacji produkcji, dlatego zaniechano nawożenia (1974-1975) zakładając następczy wpływ zastosowanych składników. Po dwóch latach przywrócono nawożenie, stosując je na tym samym poziomie w tych samych obiektach, badając reakcję runi na wznowienie nawożenia. Zróżnicowanie składu botanicznego i właściwości gleby wskazywały na potrzebę uwzględnienia wapnowania. Po siedemnastu latach zastosowano wapnowanie wapnem posodowym, zakładając poprawę odczynu i uzupełnienie zawartości sodu w runi. Od 1985 roku, zachowując 10-letnie cykle, doświadczenie prowadzono w dwóch seriach: bez wapnowania i z wapnowaniem. Transformacja gospodarcza w Polsce w latach 90. XX wieku była przyczyną ponownego zaniechania nawożenia na okres dwóch lat. Uwarunkowania doprowadziły do zmiany użytkowania i jednorazowego wprowadzenia wypasu owiec na doświadczeniu. Poszukując możliwości odbudowania potencjału plonotwórczego w kolejnych latach zwrócono uwagę na niedobory magnezu i mikroelementów. Wprowadzono jednorazowo, doglebowo magnez i miedź, potem stosowano przez pięć lat dolistnie zestaw mikroelementów, następnie doglebowo bor, a później zestaw podstawowych mikroelementów w dawkach, które powinny zwiększyć ich dostępność ograniczoną systematycznym odprowadzaniem tych składników z plonem. Oprócz utrzymania potencjału produkcyjnego użytku zielonego w doświadczeniu badano jakość pozyskiwanej runi oraz właściwości gleby. Uwzględniano uwarunkowania rolnicze, a w ostatnich kilkunastu latach również środowiskowe. Doświadczenie posłużyło między innymi do badań nad wymywaniem składników w warunkach lizymetrów, zmianami zawartości próchnicy, aktywności mikrobiologicznej, entomofauny, czy określenia obiegu metali ciężkich w agrocenozie np. kadmu, rtęci itp.

W oparciu o doświadczenie w Czarnym Potoku powstały 133 rozprawy naukowe, których autorami było 31 naukowców z różnych (8) jednostek Uniwersytetu Rolniczego, głównie Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej. Współpracowano również z jednostkami spoza uczelni. Czarny Potok jako wieloletnie doświadczenie zostało zarejestrowane przez ośrodki w Stanach Zjednoczonych Ameryki (Duke University/Karolina Północna) oraz w Wielkiej Brytanii (Rothamsted) w ramach programów monitorujących globalne zmiany ekosystemów.

Rozprawy naukowe były publikowane w wielu czasopismach m.in. Polish Journal of Natural Sciences, Journal Elementology, Ecological Chemistry and Engineering, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Annales UMCS, Bibliotheca Fragmenta Agronomica, Polish Journal of Soil Science, Grassland Science in Europe, Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich, Fragmenta Agronomica, Plant, Soil, Environment, Inżynieria Ekologiczna, Acta Agrophysica, Prace Naukowe AE we Wrocławiu, Nawozy i Nawożenie, Acta Agraria et Silvestria, Bundesanstalt für

alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Rostlinna Vyroba, Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Wydawnictwach IMUZ Falenty, Wydawnictwach AR we Wrocławiu, Roczniki Gleboznawcze, Przegląd Hodowlany, Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, Prace Naukowe Inżynierii Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej oraz w licznych materiałach konferencyjnych.

W każdym roku w ramach problematyki doświadczenia przygotowywał pracę dyplomową co najmniej jeden magistrant, a po roku 1990 powstały, związane z badaniami w Czarnym Potoku, 4 rozprawy doktorskie i 1 habilitacyjna.

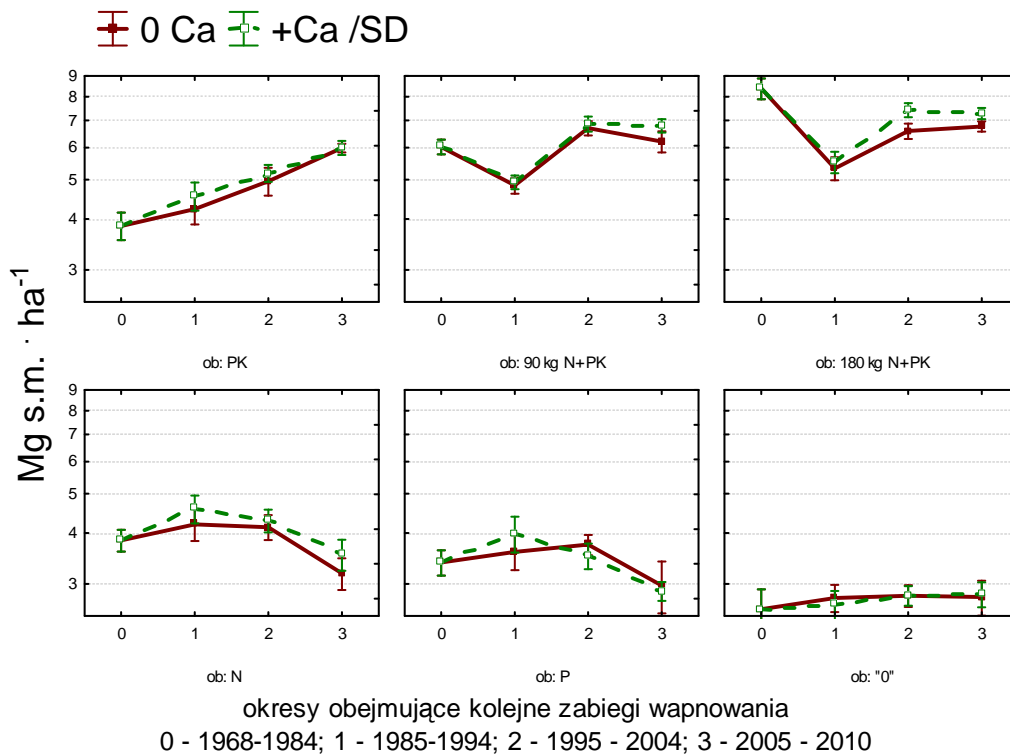
Problematyka badań dotyczyła:

- a) wielkość, zmienność plonów, zależność plonu od czynników doświadczenia i warunków klimatycznych, od składu chemicznego runi i właściwości gleby;
- b) składu florystycznego, udział gatunków, Lwu, frakcji botanicznych;
- c) agrofagów występujących na runi, a przede wszystkim,
- d) składu chemicznego:
 - runi i poszczególnych gatunków, z uwzględnieniem N, P, K, Mg, Ca, Na, S, B, Co, Mo, Zn, Cu, Mn, Fe, Ni, Pb, Cd, Al, Hg, białka właściwego, składu aminokwasów, włókna,
 - gleby z warstw 0-10; 10-20; 20-46; 46-70 cm, z uwzględnieniem: pH, Hh, Hw, Alw, P i K przyswajalnego, kationów wymiennych, składu fosforanów glebowych, ogólnych formy metali oraz ich frakcji (HCl, DTPA, CaCl₂), form próchnicy,
 - wód lizymetrycznych,
- e) aktywności biologicznej gleby z uwzględnieniem: grzybów, promieniowców, formy bakterii czynnych, formy bakterii spoczynkowych, amonifikatorów, bakterii proteolitycznych, asymilatorów wolnego azotu, nitryfikatorów i denitryfikatory oraz bakterii amyloolitycznych.

Prowadzenie doświadczenia w Czarnym Potoku, jako eksperymentu polowego, pozwoliło na zweryfikowanie szeregu zagadnień badawczych w zakresie pratotechniki. Analiza danych pozyskanych na użytkach zielonych ze względu na znaczne wahania szeregu określanych parametrów wynikające ze zmian sezonowych wskazuje na specyfikę górskich zbiorowisk trawiastych. Ruń jest zbiorowiskiem roślin wieloletnich o różnym stadium rozwoju, które współdziałają i konkurują w wykorzystaniu środowiska, gatunki różnią się znacznie cechami biologicznymi. Jednak, podobnie jak w wieloletnich klasycznych doświadczeniach nawozowych, wyniki doświadczenia w Czarnym Potoku umożliwiają:

1. dokonanie oceny zachowawczości określonego systemu nawożenia, w tym wapnowania (ryc. 1),
2. przekazywanie informacji praktycznych rolnikom dotyczących sposobów ulepszania systemu gospodarowania,

3. tworzenie zasobu próbek glebowych i roślinnych do dalszych badań związanych z żyznością gleby i produktywnością roślin (np. badania obiegu rtęci z 2010 r.),
4. tworzenie zasobu danych do opracowywania i sprawdzania modeli symulacyjnych pozwalających na ocenę wpływu czynników agrotechnicznych i zmian klimatu na glebę i roślinę,
5. gromadzenie danych o wpływie systemów gospodarowania stosowanych w długim okresie czasu na stan środowiska rolniczego.



Ryc. 1. Roczne plony suchej masy runi łąkowej w poszczególnych obiektach w kolejnych okresach po wykonaniu zabiegu wapnowania w 1985, 1995 i 2005 roku
 Fig. 1. Annual yield of meadow sward dry mass in individual objects in successive periods after lime application in 1985, 1995 and 2005

W wynikach badań można doszukiwać się również elementów typowo ekologicznych, w tym: poznania natury procesów, zjawisk ekologicznych, prawidłowości rządzących w czasie oraz przestrzeni układami ekologicznymi np. sukcesji i recesji gatunków, opracowania naukowych podstaw ochrony układów

ekologicznych i utrzymania w nich pożądaných procesów, opracowania naukowych podstaw trwałego gospodarowania zasobami przyrody, śledzenia zmian w środowisku na użytek monitoringu regionalnego i krajowego.

W okresie trwania doświadczenia pozyskano bardzo dużą bazę danych. Niektóre pierwiastki oznaczane są co roku, więc w okresie 42 lat, dwóch seriach oraz dwóch pokosach np. w przypadku azotu w bazie jest 1072 wartości dotyczących tego pierwiastka. Liczba ta pozwala na modelowanie zmiennych i opisywanie z dużym prawdopodobieństwem zjawisk zachodzących na użytkach zielonych dla warunków górskich Karpat. Przykładowo na ryc. 1 przedstawiono plony suchej masy w czterech okresach związanych z wapnowaniem.

Scientific importance of research conducted on the basis of static fertilizer experiment in Czarny Potok in 1968-2010

Michał Kopec

Summary

Various aims and research hypotheses concerning diversified fertilization against the background of cultivation measures were put forward during an over 40-year period of the experiment in Czarny Potok. On the basis of the experiment, 133 research theses were completed by 31 authors, researchers from eight different units of the University of Agriculture, mainly Department of Agricultural and Environmental Chemistry. The investigations allowed among others for the assessment of preservative character of mountain grassland fertilization, verification of the efficiency of improved farming system, modeling of nutrient cycling and its effect on the condition of the natural environment over a long period of time.

Prof. Mirosław Kasperczyk

Produkcyjność górskich użytków zielonych w doświadczeniach prowadzonych w Czarnym Potoku

Productivity of mountain grasslands
in the experiments carried out in the Czarny Potok

Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Wprowadzenie

Z chwilą utworzenia uczelnianego gospodarstwa w 1968 r. na terenie Czarnego Potoku w Krynicy, teren ten stał się ważnym miejscem rolniczych badań naukowych. Początkowo prowadziło tam badania 6 katedr: Chemii Rolnej, Uprawy Łąk i Pastwisk (obecnie Łąkarstwa), Hodowli Owiec, Melioracji, Ochrony Roślin i Żywienia Zwierząt. Obecnie nieprzerwanie kontynuują tam badania Katedra Chemii Rolnej i Łąkarstwa. Atrakcyjność Czarnego Potoku do prowadzenia badań wynikała i wynika z następujących faktów. Obszar ten jest zlewnią potoku Czarny Potok, który zaopatruje w wodę miasto Krynica, a cechuje się urozmaiconymi warunkami fizjograficznymi i różnym rodzajem gleb, ich miąższością oraz przydatnością do użytkowania. Zasadniczym celem prowadzonych badań było poznanie potencjału produkcyjnego łąk i pastwisk w zakresie produkcji pasz.

Badania prowadzone na użytkach zielonych przez Katedrę Łąkarstwa, których byłem uczestnikiem od 1971 roku obejmowały 25 doświadczeń i dotyczyły głównie następujących zagadnień: nawożenia mineralnego, częstotliwości użytkowania kośnego, wapnowania, regeneracji metodą podsiewu i koszarzenia. Efekty oceny tych zabiegów pratotechnicznych przedstawiono na wybranych przykładowo danych zamieszczonych w tabelach 1-8.

Wyniki badań

Nawożenie mineralne (tab. 1): Potencjał produkcyjny łąk nienawożonych (obiekty kontrolne) położonych w różniących się siedliskach kształtował się na zbliżonym poziomie około 4 t suchej masy i 0,5 t białka ogólnego z 1 ha [Filipek, Kasperczyk 1975; Kasperczyk i in. 2007]. Samo nawożenie fosforowo-potasowe zwiększyło produkcyjność wyrażoną w suchej masie o około 34-56%, a w białku ogólnym o 220-230%. Dawki azotu zastosowane na tle nawożenia fosforowo-potasowego w ilościach 50-60 kg N · ha⁻¹ oraz 100-120 kg N zapewniały

proporcjonalne przyrosty plonów wynoszące około 1 t suchej masy i 0,10-0,15 t białka ogólnego. Z kolei każde następne zwiększanie dawki azotu o 50-60 kg N · ha⁻¹ (powyżej 100-120 kg) dawało przyrosty plonu suchej masy już o połowę mniejsze i przyrosty te były statystycznie nieistotne. Natomiast przyrosty plonu białka ogólnego uzyskiwane na następne 50-60 kg N · ha⁻¹ zastosowane powyżej dawek 100-120 kg N były wyraźnie większe w porównaniu do uzyskiwanych przy dawkach niższych (50-60 i 100-120 kg).

Tabela 1. Wpływ dawki azotu na plonowanie łąk (t · ha⁻¹)
Table 1. The impact of nitrogen fertilization on the field of meadows (t · ha⁻¹)

Nawożenie Fertilization	Doświadczenie - Experiment			
	I		II	
	Sucha masa Dry matter	Białko ogólne Crude protein	Sucha masa Dry matter	Białko ogólne Crude protein
0	4,27	0,54	3,83	0,47
P ₂₅ K ₈₃	6,65	0,90	5,13	0,75
P ₂₅ K ₈₃ N ₆₀ (50)*	7,63	0,97	6,93	0,89
P ₂₅ K ₈₃ N ₁₂₀ (100)	8,52	1,10	8,17	1,06
P ₂₅ K ₈₃ N ₁₈₀ (150)	9,01	1,30	8,75	1,22
P ₂₅ K ₈₃ N ₂₄₀	8,47	1,34	-	-
NIR LSD p<0,05	0,63	-	0,77	-

*- dawki azotu w doświadczeniu II; nitrogen rate in the experiment II

Częstotliwość koszenia (tab. 2 - 3): Ocenę tego czynnika przedstawiono na tle 3 zbiorowisk łąkowych [Filipek, Kasperczyk 1980]. Dominującymi trawami na początku badań były: kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*) i mietlica pospolita (*Agrostis capillaris*) w doświadczeniu I, kostrzewa łąkowa (*Festuca pratensis*) i życica trwała (*Lolium perenne*) w II oraz kostrzewa czerwona i bliźniczka psia trawka (*Nardus stricta*) w III. Naturalne możliwości produkcyjne siedlisk istotnie się różniły. Najwyższą produktywnością cechowało się siedlisko doświadczenia II, a najniższą doświadczenia III. Różnica pomiędzy nimi była nawet ponad dwukrotna. Natomiast po zastosowaniu nawożenia różnice te zmniejszyły się do około 30%. Najwyższe plony suchej masy zebrano przy 2-krotnym koszeniu łąk i następującym poziomie nawożenia: P₂₅K₂₆N₈₃. Zwiększenie liczby użytkowania z dwóch do trzech wraz z poziomem nawożenia fosforem i potasem na tle 180 kg N · ha⁻¹, podobnie z trzech do czterech zbiorów przy dawce 270 kg N zmniejszało plonowanie łąk. Obniżce plonu suchej masy jaka nastąpiła przy przejściu z 2 do 3 użytkowań na tle 180 kg N przeciwdziałało dopiero zwiększenie dawki azotu do 270 kg N · ha⁻¹. Natomiast plony białka ogólnego systematycznie zwiększały się wraz ze wzrostem

dawki azotu jak i częstotliwości koszenia. Chociaż zwiększenie się liczby koszenia z 3 do 4 przy dawce 270 kg N · ha⁻¹ dało już bardzo małe przyrosty plonu tego składnika. Na uwagę zasługuje fakt, że w siedliskach typowo łąkowych doświadczenia II i III przy częstym użytkowaniu 4-krotnym gatunkami dominującymi stały się kostrzewa łąkowa i wiechlina łąkowa (tab. 3). Z kolei w siedlisku zbliżonym do gruntu ornego (suchym) obok wiechliny łąkowej wystąpiła kupkówka pospolita.

Tabela 2. Wpływ częstotliwości użytkowania na plonowanie (t · ha⁻¹) łąk górskich
Table 2. The impact of cutting frequency on the yield (t · ha⁻¹) of mountain meadows

Nawożenie Fertilization	Liczba pokosów Number of cuts	Doświadczenie - Experiment					
		I (600 m n.p.m.) (600 m a.s.l.)		II (640 m n.p.m.) (600 m a.s.l.)		III (700 m n.p.m.) (600 m a.s.l.)	
		Sucha masa Dry mass	Białko ogólne Crude protein	Sucha masa Dry mass	Białko ogólne Crude protein	Sucha masa Dry mass	Białko ogólne Crude protein
0	2	3,08	0,33	5,20	0,67	2,52	0,29
P ₂₆ K ₈₃ N ₉₀	2	6,93	0,77	7,73	0,95	5,36	0,64
P ₂₆ K ₈₃ N ₁₈₀	2	8,90	1,17	8,74	1,35	7,35	0,99
P ₄₀ K ₁₀₀ N ₁₈₀	3	7,58	1,24	8,13	1,42	6,30	1,00
P ₄₀ K ₁₀₀ N ₂₇₀	3	8,42	1,56	8,61	1,65	7,40	1,27
P ₄₀ K ₁₀₀ N ₂₇₀	4	7,25	1,59	8,48	1,85	6,54	1,29
NIR p<0,05		0,81	-	0,66	-	0,75	-
LSD p<0,05							

Tabela 3. Wpływ częstotliwości użytkowania i nawożenia na skład botaniczny runi
Table 3. The impact of cutting frequency and fertilization on the botanical composition of sward

Wyszczególnienie Item	Rodzaj zbiorowiska - Type of community		
	Doświadczenie - Experiment		
	I	II	III
Stan wyjściowy Initial state	<i>Festuca rubra</i> <i>Agrostis capillaris</i>	<i>Festuca pratensis</i> <i>Lolium perenne</i>	<i>Festuca rubra</i> <i>Nardus stricta</i>
Liczba pokosów Number of cuts			
2	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Phleum pratense</i>	<i>Festuca pratensis</i> <i>Agropyron repens</i>	<i>Festuca pratensis</i> <i>Festuca rubra</i>
4	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Festuca pratensis</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Festuca pratensis</i> <i>Poa pratensis</i>

Wapnowanie (tab. 4-5): W ocenie zabiegu wapnowania uwzględniono jego wpływ na plonowanie łąk oraz długotrwałość działania na odczyn gleby [Filipek i in. 1978; Kasperczyk i Szewczyk 2006].

Tabela 4. Skuteczność wapnowania łąk górskich
Table 4. Liming efficiency of mountain meadows

Nawożenie Fertilization	Typ łąki - Meadows type							
	Kostrzewa łąkowa				Bliźniczyisko			
	pH		Plon - Yield (t · ha ⁻¹)		pH		Plon - Yield (t · ha ⁻¹)	
	H ₂ O	KCl	Sucha masa Dry mass	Białko ogólne Crude protein	H ₂ O	KCl	Sucha masa Dry mass	Białko ogólne Crude protein
0	5,1	4,1	3,66	0,43	5,4	4,3	2,96	0,29
0 + Ca	5,6	4,7	3,83	0,44	5,7	4,8	2,78	0,31
P ₂₂ K ₈₃	5,2	4,2	4,70	0,58	5,2	4,2	3,83	0,47
P ₂₂ K ₈₃ N ₁₀₀	5,3	4,3	6,89	0,84	5,2	4,2	6,21	0,79
P ₂₂ K ₈₃ N ₁₀₀ + Ca	5,7	4,8	80,2	0,99	5,5	4,6	6,22	0,78
NIR p<0,05 LSD p<0,05			0,55				0,83	

dawka wapna: 1,75 t CaO w formie CaCO₃; dose of lime: 1.75 t CaO as CaCO₃

Wyniki zawarte w tabeli 4, w przypadku plonów suchej masy i białka ogólnego są średnimi za 3 lata, a dotyczące odczynu pochodzą z 3. roku po wapnowaniu. Dodatni wpływ wapnowania na produktywność łąk uwidocznił się tylko na łące typu kostrzewy łąkowej na tle pełnego nawożenia PKN (tab. 4). Zabieg ten jednak podniósł pH gleby. Na łące z kostrzewą łąkową pH oznaczone zarówno w H₂O, jak i w KCl zwiększyło się o 0,5-0,7 jednostki. Z kolei na bliźniczyisku wzrost ten był mniejszy i wyniósł 0,1-0,3 jednostki w H₂O i 0,3-0,5 w KCl.

Długotrwałość działania wapnowania oceniano na dwóch łąkach: trwałej zagospodarowanej metodą podsiewu (tab. 5). Po 3 latach od wapnowania łąk pH gleby łąki trwałej było większe w odniesieniu do kontroli o 0,4 jednostki w H₂O i 0,7 w KCl, zaś na łące zagospodarowanej różnica ta była prawie dwukrotnie większa. Ocena odczynu gleby wykonana po 6 latach od wapnowania wykazała, że na łące trwałej pH gleby na ogół utrzymywało się na poziomie zbliżonym do stanu sprzed 3 lat. Natomiast na łące zagospodarowanej nastąpiło obniżenie pH gleby o 0,2-0,3 jednostki. Analiza gleby przeprowadzona po 11 latach po wapnowaniu wykazała, że w obiekcie tylko wapnowanym (nie otrzymującym innego nawożenia) pH gleby w odniesieniu do stanu stwierdzonego po 3 latach od tego zabiegu obniżyło się nieznacznie – o 0,12 jednostki w KCl. Natomiast w obiektach pozostałych obniżka pH

gleby była już znacząca i jej wartość wyrażona w KCl była wyższa zaledwie o 0,18-0,28 jednostki od wartości w obiekcie kontrolnym – niewapnowanym.

Tabela 5. Wartość pH gleby po 3., 6. i 11. roku od wapnowania
Table 5. Soil pH 3rd, 6th and 11th year after liming

Wariant Variant		Lata - Years					
		2001		2004		2010	
		pH					
		H ₂ O	KCl	H ₂ O	KCl	H ₂ O	KCl
<u>Łąka trwała</u> Permanent meadow							
0		5,20	4,28	5,20	4,25	5,30	4,30
+Ca	0	5,60	4,90	5,80	4,85	5,86	4,78
	P ₁₈ K ₆₆	5,60	5,00	5,60	4,96	5,50	4,58
	P ₁₈ K ₆₆ N ₁₂₀	5,56	4,60	5,66	4,61	5,61	4,50
	<u>Łąka zagospodarowana</u> Renovated meadow						
	P ₁₈ K ₆₆ N ₆₀	6,00	5,50	5,80	5,23	5,50	4,48

dawka wapna: 2,5 t CaO · ha⁻¹ (2 t w formie CaCO₃ + 0,5 t w formie CaO);

dose of lime: 2,5 t CaO · ha⁻¹ (2 t as CaCO₃ + 0,5 t as CaO)

Podsiew (tab. 6): Ocenę tego zabiegu prezentują dane dwóch doświadczeń [Filipek, Kasperczyk 1993; Kasperczyk, Szewczyk 1998].

Do podsiewu łąk zdegradowanych użyto po dwa gatunki traw i roślin motylkowatych w ilości po 15% ich normy wysiewu. Trawy miały najmniejszy udział w plonie runi w roku podsiewu. W kolejnych latach ich udział w plonie systematycznie się zwiększał. W doświadczeniu I, w czwartym roku po wysiewie, rajgras wyniosły stał się gatunkiem dominującym w runi eliminując z niej kłosówkę miękką. Z kolei w doświadczeniu II po 4 latach wysiane trawy miały prawie dwukrotnie większy udział w plonie od ich normy wysiewu nasion. Rośliny motylkowate największy udział w runi zajmowały w drugim roku od ich wysiewu, a w roku czwartym występowały już w ilościach śladowych. Wprowadzenie drogą podsiewu nowych gatunków roślin dodatkowo wpłynęło na plonowanie łąk. Średnio za 4 lata plony suchej masy zwiększyły się w doświadczeniu I o 40%, a w II o 10%.

Koszarzenie (tab. 7-8). Nawożenie łąki za pomocą koszarzenia przy udziale owiec przeprowadzono wczesną wiosną 2005 roku i jego efekt plonotwórczy oraz wpływ na środowisko wodne oceniano przez trzy okresy wegetacji i dwa okresy zimowe [Kasperczyk 2010; Kasperczyk i in. 2010].

Tabela 6. Ocena podsiewu łąki górskiej
Table 6. Evaluation of mountain meadow oversowing

Wariant Variant	Norma wysiewu nasion Seeding rate (%)	Udział gatunków Share of species (%)				Plon suchej masy Dry matter yield (t · ha ⁻¹)			
		Lata - Years							
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Doświadczenie I - Experiment I									
<u>Ruń pierwotna</u> <u>Natural sward</u> <i>Holcus mollis</i>		80	63	65	80	7,59	6,19	6,52	5,00
<u>Ruń podsiana</u> <u>Oversowed sward</u> <i>Arrhenatherum elatius</i> + <i>Trifolium pratense</i>	15 15	6 12	30 10	52 4	88 1	8,02	8,98	9,60	8,63
Doświadczenie II - Experiment II									
<u>Ruń pierwotna</u> <u>Natural sward</u> <i>Festuca rubra</i> + <i>Holcus mollis</i>		35 17	33 20	30 20	28 17	5,45	6,00	6,21	5,15
<u>Ruń podsiana</u> <u>Oversowed sward</u> <i>Phleum pratense</i> + <i>Trifolium pratense</i>	15 15	11 7	25 13	36 10	25 1	4,80	6,96	7,29	5,45
<i>Phleum pratense</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	15 15	10 10	25 13	33 8	23 1	5,08	6,98	6,63	5,83
<i>Arrhenatherum elatius</i> + <i>Trifolium pratense</i>	15 15	6 6	15 10	21 6	30 1	5,60	6,01	7,51	5,24
<i>Arrhenatherum elatius</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	15 15	6 11	15 12	25 10	30 1	5,36	5,86	6,70	5,70

W pierwszym roku badań we wszystkich obiektach nawożonych za pomocą koszarzenia lub mineralnie otrzymano zbliżone plony suchej masy (tab. 7). W roku drugim obiekty wyłącznie koszarzone wyraźnie ustępowały pod tym względem obiektowi nawożonemu mineralnie corocznie, a w roku trzecim plonowały na poziomie obiektu kontrolnego.

Tabela 7. Plony suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$)
Table 7. Dry matter yields ($t \cdot ha^{-1}$)

Nawożenie Fertilization	Lata - Years			
	2005	2006	2007	2008
0 – kontrola - control	4,55	4,06	3,71	4,11
P ₂₅ K ₅₀ N ₁₂₀	7,01	7,56	5,68	6,75
<u>Koszar - Folding</u>				
luźny P ₁₄ K ₁₄₇ N ₉₂	6,40	4,94	3,40	4,91
loose P ₁₄ K ₁₄₇ N ₉₂				
luźny+P ₁₀ N ₅₀	7,15	6,60	4,97	6,24
loose+P ₁₀ N ₅₀				
ciasny P ₂₈ K ₂₉₄ N ₁₈₄	6,97	5,94	3,51	5,47
tight P ₂₈ K ₂₉₄ N ₁₈₄				
NIR p<0,05	0,82	0,68	0,49	0,66
LSD p<0.05				

Działanie koszarzenia na zawartość azotu w wodzie przesiąkowej oraz wielkość jego ładunku wyniesionego (tab. 7) oceniano przy użyciu lizymetrów zagłębionych w głąb na 40 cm z racji takiej miąższości gleby.

Tabela 8. Ładunek ($kg \cdot ha^{-1}$) wyniesionego azotu (N-NH₄+N-NO₃) z wodą przesiąkową

Table 8. Nitrogen leached from soil with percolation water ($kg \cdot ha^{-1}$)

Nawożenie Fertilization	Okres - Period					Razem Total
	Wegetacyjny Vegetation			Pozawegetacyjny Non-vegetation		
	2005	2006	2007	2005/6	2006/7	
0 – kontrola - control	3,47	1,20	2,05	1,11	1,40	9,23
P ₂₅ K ₅₀ N ₁₂₀	8,60	3,28	2,30	8,30	3,30	25,8
<u>Koszar - Folding</u>						
luźny P ₁₄ K ₁₄₇ N ₉₂	6,27	2,05	2,13	6,18	2,08	18,7
loose P ₁₄ K ₁₄₇ N ₉₂						
luźny+P ₁₀ N ₅₀	11,7	4,38	1,61	17,6	2,25	37,5
loose+P ₁₀ N ₅₀						
ciasny P ₂₈ K ₂₉₄ N ₁₈₄	13,9	3,25	2,13	19,3	2,88	41,5
tight P ₂₈ K ₂₉₄ N ₁₈₄						

W roku pierwszym ładunek wyniesionych dwóch form azotu ($N-NH_4+N-NO_3$) z wodą przemieszczająca się przez profil gleby był szczególnie wysoki w obiektach koszar ciasnego i koszar luźnego z uzupełniającym nawożeniem fosforem i azotem (tab. 8). Wynosił on odpowiednio $33,2 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $29,3 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, przy czym ilość wymytego azotu w okresie zimowym była średnio o 1/3 większa niż w okresie wegetacji. W następnych latach ilości wymytego azotu w obiektach koszarzonych były 4-6-krotnie mniejsze. Średni roczny ładunek wynieszonego azotu za 3 lata wahał się od około $3,5 \text{ kg}$ w kontroli do $10,8 \text{ kg}$ w obiekcie nawożonym mineralnie i do $17,5 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w koszarze ciasnym.

Wnioski

1. Łąki górskie wysoce dodatnio reagują plonowaniem na nawożenie azotem w ilości około $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ zastosowane w proporcji 60% pod pierwszy odrost i 40% pod drugi na tle $P = 25 \text{ kg}$, $K = 83 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Powyżej tej dawki produktywność azotu wyraźnie się obniża. Przy dawkach $150 - 180 \text{ kg}$ przyrost plonu suchej masy przypadającej na 1 kg N jest mniejszy o 20-25% w odniesieniu do uzyskiwanego przy $100 - 120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobne działanie ma wzrost liczby koszenia z 2 do 3 razy.
2. Niezależnie od wyjściowego składu gatunkowego roślinności łąkowej po zastosowaniu pełnego nawożenia (PKN) gatunkami dominującymi w zbiorowisku stają się kostrzewa łąkowa, wiechlina łąkowa i kupkówka pospolita. Wiechlina łąkowa szczególnie silnie rozprzestrzenia się przy częstszym niż 2-krotnym użytkowaniu.
3. Działanie wapnowania na plonowanie łąk jest mało znaczące. Natomiast jego efekt jest widoczny w poprawie odczynu gleby. W pierwszych latach po wapnowaniu jego działanie na pH gleby jest wyraźnie większe na łąkach zagospodarowanych (gdzie zniszczono darń) niż na łąkach trwałych.
4. Skuteczność dawki wapnia w ilości około $2,5 \text{ t Ca} \cdot \text{ha}^{-1}$ na odczyn gleby na łąkach nawożonych jest widoczna do 11-12 lat, zaś na łąkach nienawożonych znacznie dłużej.
5. Zastosowane do podsiewu łąki trwałe: rajgras wyniosły i tymotka łąkowa dobrze się przyjęły i w kolejnych latach ich udział w plonie runi znacząco (2-5-krotnie) przewyższał normę wysiewu nasion. Natomiast użyte do podsiewu łąk rośliny motylkowate: koniczyna łąkowa i komonica zwyczajna słabo się adoptują, utrzymują się tylko 3 lata, a ich udział w plonie jest znacznie niższy od użytej normy wysiewu nasion.
6. Plonotwórcze działanie koszar luźnego było widoczne tylko w roku jego stosowania, zaś koszar ciasnego przez okres 2 lat.
7. W nawożeniu łąk górskich cechujących się glebami płytkimi stosowanie koszar ciasnego powoduje wiele zagrożeń dla środowiska przyrodniczego – zwłaszcza

wodnego. W roku pierwszym po jego zastosowaniu ładunek azotu wyniesiony z gleby z wodą przesiąkową stanowił około 20% jego ilości pozostawionej w odchodach owiec wobec 4% w obiekcie nawożonym azotem mineralnym.

Literatura

- Filipek J., Kasperczyk M. 1975. Wpływ dawki azotu na tempo przyrostu masy roślinnej i pobieranie składników pokarmowych przez ruń łąkową. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 25, 2, 21-33.
- Filipek J., Kasperczyk M. 1980. Effects of mowing frequency and fertilization level on the productivity of grassland communities in a mountain region. *Europ. Grassl. Fed. Gen. Meet.*, Zagreb, 45-53.
- Filipek J., Kasperczyk M. 1993. Przydatność rajgrasu wyniosłego i koniczyny łąkowej do podsiewu łąk górskich. *Probl. Zagosp. Ziem. Gór.* 36, 55-64.
- Filipek J., Kasperczyk M., Skrijka P. 1978. Działanie wapnowania na łąkach górskich w zależności od poziomu nawożenia NPK. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agr. 18, 1, 17-31.
- Kasperczyk M., Szewczyk W. 1998. Skuteczność podsiewu łąk górskich w zależności od sposobu przygotowania gleby. *Łąkarstwo w Polsce* 1, 147-152.
- Kasperczyk M., Szewczyk W. 2006. Skuteczność wapnowania łąki górskiej. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 16, 153-159.
- Kasperczyk M., Szewczyk W., Kacorzyk P. 2007. Produktynność azotu na łące górskiej. *Łąkarstwo w Polsce* 10, 111-118.
- Kasperczyk M., Szewczyk W., Kacorzyk P. 2010. Aspekt produkcyjny i środowiskowy nawożenia łąk górskich za pomocą koszarzenia. *Łąkarstwo w Polsce* 13, 85-93.
- Kasperczyk M., Szewczyk W., Kacorzyk P. 2010. Wpływ koszarzu owczego na pobranie azotu i jego zawartość w wodzie przesiąkowej. *Mat. Konf. Oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze w warunkach zmian klimatu*, Puławy, 25-28.

Productivity of mountain grasslands in the experiments carried out in the Czarny Potok

Mirosław Kasperczyk

Summary

Period of 40 years of research in Czarny Potok covered the following topics: fertilization (especially nitrogen), the frequency of meadows utilization, liming, improving

the quality of grasslands by sowing and folding. Aim of this study was to investigate the potential of grasslands production and their fodder value.

With optimal fertilization of mountain meadows were a set of: N - 120 kg, P - 25 kg, K - 80 kg · ha⁻¹. The impact of liming on the yield of grassland was negligible. However, the effect of change in soil pH was significant and dose-effect of lime in an amount of about 2.5 t · ha⁻¹, CaO was visible for about 10 years. Regeneration of degraded grasslands by sowing with the participation of grass gives a significant effect. However, this procedure used for the legumes to adopt a little and have a little stability. The fertilization of meadows with folding by sheep is recommended at low intensity (2-3 m² per sheep). Increasing density of folding (1 m² per sheep) does not influence on the yield increase, but contributes to serious pollution of the water environment by nitrogen compounds.

Prof. Stanisław Twardy

Efekty wieloletniego mineralno-organicznego nawożenia pastwisk górskich użytkowanych owcami

Results of long-term mineral-organic fertilization
of mountain pastures used for sheep

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach,
Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie, ul. Ułanów 21B, 31-450 Kraków

Wstęp

W warunkach ograniczonego popytu na surowce i produkty pochodzące od owiec (mięso skóry, wełna), racjonalne zaopatrywania runi pastwiskowej w mineralne składniki pokarmowe jest przez hodowców tych zwierząt często pomijane ze względów ekonomicznych. Konsekwencją tego jest stopniowe pogarszanie się zasobów ilościowych i jakościowych biomasy trawiastej, która obecnie i tak nie jest w pełni wykorzystana, z uwagi na zredukowane od kilkunastu lat pogłowie zwierząt gospodarskich. Dobitym przykładem w tym względzie mogą być obszary karpackie, gdzie pomimo znacznego wzrostu trwałych użytków zielonych w strukturze ziemi i użytków rolnych, rejestruje się niską obsadę w przeliczeniu na jednostkę powierzchni [Twardy, Hamnett 2000, Głębocki 2006, Twardy 2009].

Równocześnie stan taki sprzyjał implementacji przyjaznych środowisku praktycznych działań, poprawiających uwarunkowania ekologiczno-gospodarcze w obszarach urzeźbionych. Wykorzystano w tym celu wyniki wielu prac badawczych tworząc na ich podstawie m. in. zasady zwykłych dobrych praktyk rolniczych, działań cross complians, czy też programy rolno-środowiskowe [Hopffer 1993, Liro 2002, Okruszko 1993]. Później przekształciły się one kolejno w plany i programy oznaczone, jako PROW 2004-2006 oraz PROW 2007-2013. Ich realizacja w obszarach górskich trwa, i stopniowo przybliża do celu, jakim jest osiągnięcie zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju tych terenów. Nie oznacza to jednak, że wszystkie przydatne rozwiązania i wnioski poznawcze wynikające z wcześniejszych prac doświadczalnych zostały już wykorzystane, zapewne wiele z nich pominięto.

Przyczynkiem do praktycznego wyznaczenia kierunku zrównoważonych działań rolniczych w górach, mogą być również wyniki wieloletnich badań nad produktywnością pastwiska górskiego wykorzystywanego dużymi stadami zwierząt, głównie owiec. Poniżej, ze zrozumiałych względów, zostaną one przedstawione w sposób wysoce zsyntetyzowany.

Jednym z celów pracy było rozpoznanie w jakim zakresie ograniczenie lub nawet całkowita eliminacja nawożenia mineralnego na pastwisku górskim, oddziałuje na ilościowo-jakościowe zmiany wytwarzanej biomasy roślinnej oraz produkcję zwierzęcą, a w konsekwencji na produktywność i aspekty ekonomiczne sezonowych wypasów realizowanych w górach. Przy wielkostadnym wypasie owiec, ważne było też określenie wpływu samej organizacji wypasu na tonowanie skutków braku podstawowego czynnika plonotwórczego, jakim są nawozy mineralne.

Badania prowadzono w warunkach doświadczalnych, choć równocześnie ze względu na wielkość pastwiska, w pełni produkcyjnych. Pomimo, że rozpoczęto je w latach 70. ubiegłego wieku, zgromadzone wyniki nie straciły na aktualności, gdyż w swoich założeniach realizacyjno-metodycznych były zbliżone do wymogów stawianych dzisiaj gospodarce rolno-środowiskowej, a częściowo nawet rolnictwu ekologicznemu. Gospodarka ta związana jest zarówno z oszczędnym stosowaniem nawozów mineralnych, jak też starannym wykorzystaniem plonotwórczych właściwości odchodów zwierzęcych pozostawianych na pastwisku [Skrijka 1978, Twardy 1991a].

Lokalizacja i warunki badań

Badania i obserwacje prowadzono w latach 1972–2002 w Stacji Badawczej IT-P (dawny IMUZ) w Jaworkach (gmina Szczawnica) na pastwisku doświadczalnym o powierzchni 49,5 ha. Pastwisko położone jest w Małych Pieninach na stoku o wystawie północno-wschodniej w przedziale hipsometrycznym 680-920 m n.p.m. Występują tu gleby brunatne kwaśne o składzie glin lekkich i średnich [Komornicki 1958]. Ich odczyn w 1 mol · dm⁻³ KCl utrzymuje się w granicach pH 4,0-5,5. Gleby te są ubogie we wszystkie przyswajalne składniki pokarmowe, za wyjątkiem potasu [Twardy 1984]. Okrywą roślinną gleby tworzy zespół *Lolio-Cynosuretum*. W obrębie tego zespołu występuje wyraźne zróżnicowanie składu florystycznego, które spowodowane jest zarówno znaczną deniwelacją i reliefem pastwiska, jak również jego zmienną ekspozycją oraz zróżnicowaną intensywnością użytkowania poszczególnych części. Pastwisko podzielono na 10 kwater dobrze zaopatrzonych w wodę. Rozprowadzano ją grawitacyjnie, a pochodziła z ujętych źródeł [Twardy 1991b]. Od 1980 roku w centrum pastwiska funkcjonowała wielostanowiskowa dojarnia firmy Alfa-Laval. W obrębie niektórych kwater urządzono też dodatkowe obiekty doświadczalne z przeznaczeniem dla wyodrębnionych grup zwierząt, co wynikało z programów badawczych realizowanych w kolejnych latach.

Występujący tu klimat górski cechuje specyficzna dla tego rejonu łagodność. Przejawia się ona umiarkowaną temperaturą powietrza w okresie całorocznym i wegetacyjnym oraz korzystnym rozkładem opadów atmosferycznych. Charakteryzuje się także dużym nasłonecznieniem i długimi okresami bezwietrznymi [Twardy, Kuźniar 2002]. Średnia z wielolecia suma opadów wynosi niewiele poniżej

900 mm, a średnia roczna temperatura powietrza około 6,0 °C. Na półroczu letnie (IV-X) przypada przeciętnie 67-70% opadu całorocznego, to jest około 600 mm. W tabeli nr 1 podano średnie sumy opadów atmosferycznych za sezon wypasowy (V-IX), okres wegetacyjny (IV-X), a także roczne (I-XII) w układzie zmiennych pod względem czasu trwania tzw. rotacji koszarowych.

Tabela 1. Średnie miesięczne, sezonowe i roczne sumy opadów atmosferycznych w rotacjach za lata 1973-2002 (mm)

Table 1. Monthly, seasonal and annual average of total precipitation in the rotation for the years 1973-2002 (mm)

Rotacja Rotation	Sumy opadów (mm) - Sums of rainfall (mm)							
	miesięczne - monthly					sezonowe seasonal		roczne annual
	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX	IV-X	I-XII
I	90,7	133,0	114,7	96,0	79,8	514,1	635,5	843,5
II	42,7	114,5	158,1	104,1	64,9	484,3	598,8	786,9
III	104,1	148,3	120,2	163,3	95,1	631,1	739,1	935,9
IV	120,5	96,3	107,6	121,8	76,6	522,7	584,4	848,6
V	155,3	111,7	89,0	131,1	100,1	587,2	742,7	933,5
VI	93,4	123,4	79,7	109,7	98,3	504,4	629,9	821,2
VII	91,1	118,7	210,6	88,0	76,2	584,6	750,9	969,9

Sezon wypasowy trwa zazwyczaj 150-155 dni, tj. od przełomu kwietnia i maja do końca września. W tym okresie rejestruje się przeciętnie 550 mm opadów atmosferycznych i średnią temperaturę powietrza około 13,5 °C. Podane warunki klimatyczne są sprzyjające zarówno dla produkcji roślinnej wytwarzanej na trwałych użytkach zielonych, jak i produkcji zwierzęcej, opartej o preferowany tu bezoborowy, całosezonowy system wypasu owiec i młodego bydła.

Materiał, zmienność czynników i metody badań

Materiałem badawczym były owce górskie (p.o.g.), użytkowane mlecznie. Ich liczba była istotnie zmienna; na początku badań (tj. w 1972 roku) stado liczyło 372 szt. zwierząt, co zapewniało obsadę zaledwie 7,5 szt. · ha⁻¹. Później liczba zwierząt, a tym samym obsada pastwiskowa w przeliczeniu na dorosłe owce, stopniowo wzrastała osiągając w połowie lat osiemdziesiątych 18,8 szt. · ha⁻¹ (tab. 2). W dalszych latach, aż do 1991 roku, obsada pastwiskowa była również wysoka i kształtowała się w granicach 17,6–17,9 szt. · ha⁻¹, aby następnie - za przyczyną transformacji gospodarczej - ulec drastycznej redukcji i powrócić niemal stanu wyjściowego z początku lat 70. [Twardy 1995]. Mała obsada pastwiskowa utrzymała się też przez

całą pierwszą dekadę obecnego stulecia, jako wyraźne następstwo wcześniej poniesionych strat w pogłowie owiec [Drożdż, Twardy 2004].

Tabela 2. Użytkowanie pastwiska w latach 1972-2002
(średnio w rotacjach koszarowych)
Table 2. Pasture utilization in 1972-2002 (average in rotation)

Lata badań Study period	Okres rotacji (lata) Rotation period (years)	Liczba zwierząt Number of animals	Obsada wyjściowa (szt · ha ⁻¹) Initial shocking rate* (animal · ha ⁻¹)	Czas wypasu (dni) Grazing period (days)	Powierzchna skoszczona (ha · rok ⁻¹) Area under pen (ha · a ⁻¹)	Plonowanie Yield (t · ha ⁻¹)	
						z.m g.w.	s.m DM
1972	Stan wyjściowy	372	7,5	137	4,8	22,7	3,9
1973-1978	I (6)	549	11,1	144	8,2	27,2	5,0
1979-1982	II (4)	758	15,3	148	12,4	31,5	6,2
1983-1985	III (3)	932	18,8	147+25**	16,5	35,7	6,6
1986-1988	IV (3)	885	17,9	148+27**	16,6	33,5	5,4
1989-1991	V (3)	870	17,6	153+12**	18,3	38,4	6,3
1992-1996	VI (5)	604	12,2	151	8,9	30,1	5,2
1997-2002	VII (6)	433	8,7	155	8,3	25,6	4,4

* w przeliczeniu na owce dorosłe - converted to the adult sheep;

** przedłużony wypas - stawką 30-40% stada - extended grazing - 30-40% of flock

W podanym ciągu badawczym struktura wypasanego stada owiec była zmienna. Zawsze jednak dominowały w nim owce-matki użytkowane mlecznie, które zajmowały od 65 do 78% struktury stada. Pozostałe owce (jagnięta, jarki, tryki) oraz niewielka ilość młodego bydła rasy p.c. uzupełniały ją w 22-35%. Strukturę stada ustalono przeliczając liczebność poszczególnych gatunków i rodzajów zwierząt przez odpowiednie współczynniki [Skrajka 1978]. Z tego względu wszystkie dane dotyczące pogłowia stada i obsady zwierząt gospodarskich odnoszą się do owiec dorosłych.

Na początku badań stosowano nawożenie mineralne w granicach 80-120 kg N · ha⁻¹, 50-70 kg P₂O₅ i 40-60 kg K₂O · ha⁻¹. Równocześnie jednak starano się lepiej wykorzystać właściwości nawozowe świeżych odchodów owczych pozostawianych przez zwierzęta na pastwisku [Twardy 1991a,b]. Pozwoliło to na stopniowe ograniczanie nawozów mineralnych, aż do ich całkowitego wyeliminowania. Najwcześniej zrezygnowano z nawożenia powierzchni przewidzianych w danym roku do koszarzenia. W zamian pieczołowicie wykorzystywano plonotwórcze właściwości odchodów owczych, aplikując je na poszczególne części pastwiska w zróżnicowanych dawkach; wyższe stosowano na ruń o słabszym składzie florystycznym, a niższe na

lepsze partie pastwiska. Zróżnicowanie to polegało na stosowaniu zmiennego zagęszczenia owiec w tzw. koszarze nocnym, które wynosiło na ogół 1,0; 1,5 lub 2,0 m² na sztukę. Owce w takim zagęszczeniu przebywały zazwyczaj około 9-10 godzin, a tylko jesienią dłużej. Podobnie postępowano też z koszarą dzienną, w którym owce oczekiwały na dój. W tym przypadku nie manewrowano jego powierzchnią, lecz czasem przebywania owiec w zagrodzie, równoważąc go z czasem przebywania owiec w koszarze nocnym.

Przyrosty masy ciała określano na podstawie kontrolnego ważenia całego stada na początku i końcu wypasu. Wybrane i oznaczone grupy zwierząt ważono także w trakcie sezonu pastwiskowego, zwykle, co 15-20 dni. W tym celu zwierzęta były wieczorem oddzielane od podstawowego stada, a rano (do czasu zważenia) nie poiono ich nie dopuszczano do paszy. Każdorazowo były też przepędzane wyznaczoną stałą trasą. Owce ważono indywidualnie z dokładnością do 0,10 kg. Wyniki uśredniano i odnoszono do jednostki powierzchni pastwiska, pobranej zielonki pastwiskowej, warunków pogodowych, a także czasu realizacji wypasu.

Przyrosty wełny oceniano jednorazowo z chwilą zakończenia wypasu na podstawie wyników jesiennej strzyży. Wykonywano ją bezpośrednio na pastwisku tuż przed zakończeniem wypasy lub już w gospodarstwach macierzystych. Przy czym, średnią masę surowej wełny pozyskanej od jednej sztuki odejmowano od średnich przyrostów masy ciała owiec, unikając w ten sposób zawyżania ich przyrostów masy ciała.

Pomiary mleka przeprowadzano po każdym doju, który na pastwisku wykonywano dwu lub trzykrotnie w ciągu doby. Trzykrotne dojenie stosowano zazwyczaj od początku wypasu do przełomu sierpnia i września, poczym przechodzono na dój dwukrotny, aby pod koniec września przejść nawet na dój jednorazowy. Przez kilkanaście lat porównywano też skuteczność dojenia ręcznego i mechanicznego przy podanych częstotliwościach doju. Pozyskane mleko przetwarzano bezpośrednio na pastwisku na tzw. bundz, czyli miękki ser podpuszczkowy oraz wędzone sery twarde zwane oszczypkami.

Wydajność runi pastwiskowej wyceniano na wyizolowanych, przenośnych poletkach (klatkach) kontrolnych w czterech powtórzeniach na każdej kwaterze i w zróżnicowanych, co 50 m n.p.m. strefach wysokości. Wyceną obejmowano partie nienawożone oraz nawożone organicznie i mineralnie. Skoszoną zieloną masę ważono, następnie pobierano z niej próbki w celu określenia współczynników podsuszenia i przeliczenia na suchą masę, a także próbki do analiz chemicznych oraz botaniczno-wagowych. Wszystkie wyniki uśredniano w obrębie rotacji pastwiskowych i koszarowych, stref wysokości i sposobu nawożenia. Ich sumy stanowiły plon roczny. Zmiany plonowania runi oceniano też w układzie rotacji koszarowych. Za rotację koszarową przyjęto uważać sumę kolejnych okresów wypasowych potrzebnych do jednorazowego pokrycia całej powierzchni pastwiska świeżymi odchodami zwierzęcymi. W omawianych badaniach poszczególne rotacje wynosiły od 6 do 3 lat

i były uzależnione zarówno od zmiennej liczebności stada, czasu (dni) trwania samego wypasu, jak i zastosowanej gęstości zwierząt w zagrodzie koszarowej.

Koszarzenie stosowano systematycznie, rozpoczynając od najbardziej zdegradowanych części pastwiska. Na mapę pastwiska systematycznie наносono też powierzchnie pokryte odchodami [Twardy 1991b]. Przyjęto, że powierzchnie skoszarzone w danym roku nie będą nawożone mineralnie. Pozostawiane przez owce odchody rejestrowano ilościowo na specjalnej platformie pokrytej folią [Twardy, Kopeć 1989]. Wyniki uśredniano. Pobierane próbki kału i moczu zwierząt analizowano zarówno w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Krakowie, jak i laboratorium Małopolskiego Ośrodka Badawczego I T-P.

Wyniki badań

Zmiany gospodarcze zachodzące na pastwisku w latach 1972-2002 przedstawiono w tabelach nr 2-5 w układzie tzw. pełnych rotacji koszarowych. Z zamieszczonych danych wynika, że w poszczególnych rotacjach koszarowych liczba owiec stopniowo wzrastała (tab. 2). W konsekwencji wzrastała też obsada: od 11,1 szt. · ha⁻¹ w I rotacji (1973-1978) do 18,8 szt. · ha⁻¹ w III (obejmującej lata 1983-1985). Najwyższą obsadę zarejestrowano w 1985 roku (20,3 szt. · ha⁻¹). Wraz z liczbą zwierząt zwiększała się powierzchnia nawożona organicznie. Początkowo, tj. w I rotacji, koszarzeniem obejmowano w każdym roku przeciętnie 8,2 ha powierzchni pastwiska (tj. 16,6%), aby w V rotacji tj. na przełomie lat 80. i 90. osiągnąć średnio roczną wartość 18,3 ha, co stanowi 37% całej jego powierzchni (tab. 2). Lata kolejne przyniosły niestety znaczną redukcją pogłowia zwierząt gospodarskich. Liczba owiec wyprowadzanych na pastwisko zaczęła się wyraźnie obniżać, co przejawiało się dalszą redukcją obsady; 12,2 szt. · ha⁻¹ w VI rotacji (1992 -1996) oraz 8,7 szt. · ha⁻¹ w VII trwającej już 6 lat (1997-2002). W następnych, nie analizowanych tu latach (2003-2005), obsada wynosiła zaledwie 4,5-6,0 szt. · ha⁻¹, a biomasa trawiasta wytwarzana na tym pastwisku znacznie przewyższała potrzeby pokarmowe nielicznych już zwierząt gospodarskich.

W poszczególnych latach i okresach badawczych stosowano zmienne nawożenie mineralno-organiczne zarówno, co do wysokości, jak też proporcji aplikowanych składników pokarmowych. Średni poziom nawożenia mineralnego w I rotacji wynosił 168 kg · ha⁻¹ NPK, a łącznie z organicznym osiągnął około 240 kg · ha⁻¹. W II rotacji nawożenie mineralno-organiczne wyniosło 223 kg, w III prawie 190 kg, a w IV niewiele poniżej 140 kg · ha⁻¹ NPK, przy czym K₂O pominięto, a N i P₂O₅ zastosowano w dawkach 12,7 i 12,0 kg · ha⁻¹. W dalszych rotacjach z nawożenia mineralnego całkowicie zrezygnowano, wykorzystując jedynie siłę składników pokarmowych zawartych w odchodach zwierzęcych. Jednak ich globalna masa zmniejszała się z powodu redukcji ilości wypasanych owiec, dlatego w ostatniej (VII)

rotacji koszarowej przeciętny poziom nawożenia wynosił zaledwie $63,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3).

Proporcjonalnie do obsady pastwiskowej zmieniało się plonowanie runi. Nie uwzględniając plonu wyjściowego, który w 1972 roku wynosił $3,9 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$, w poszczególnych latach badań plonowanie runi było zróżnicowane od 4,7 do $7,3 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ sm., a w poszczególnych rotacjach koszarowych od 4,4 do $6,6 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ sm. Najniższe plony ($4,4\text{-}5,0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) rejestrowano na początku i końcu okresu badawczego, gdy dysponowano stosunkowo ograniczoną liczbą zwierząt, najwyższe natomiast ($6,3\text{-}6,6 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) w latach, gdy stado wypasanych zwierząt było liczne i zbliżone do maksymalnej pojemności pastwiska (tab. 2). Oprócz nawożenia, zróżnicowany poziom plonowania był też następstwem zmiennych uwarunkowań atmosferycznych, w tym zwłaszcza ilości i rozkładu opadów atmosferycznych oraz termiki powietrza (tab. 1). Od tych czynników w pewnym stopniu zależała również produkcja zwierzęca, szczególnie mleczność owiec wypasanych systemem „non stop”, tj. spędzających noce pod gołym niebem.

Tabela 3. Poziom nawożenia mineralnego i organicznego ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) pastwiska IT-P w latach 1972-2002

Table 3. Rates of mineral and organic fertilization (in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) in the experimental pasture of IT-P in 1972-2002

Okres badań Study period	Poziom nawożenia Rates of fertilization						Łącznie nawożenie mineralne i organiczne Total mineral and organic fertilization		
	mineralnego mineral			organicznego organic			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
1972	brak danych - lack of data			22,5	5,8	19,8			
1973-1978	80,0	48,0	40,0	33,5	8,8	28,8	113,5	56,8	68,8
1979-1982	56,8	37,5	30,5	46,2	12,0	39,9	103,0	49,5	70,4
1983-1985	20,3	30,0	20,0	56,3	14,7	48,6	76,6	44,7	68,6
1986-1988	12,7	12,0	-	53,8	14,0	46,4	66,5	26,0	46,4
1989-1991	-	-	-	54,8	14,3	47,2	54,8	14,3	47,3
1992-1996	-	-	-	37,3	9,7	32,1	37,3	9,7	32,1
1997-2002	-	-	-	29,7	7,8	25,5	29,7	7,8	25,5

Skład florystyczny runi pastwiska za lata 1975-2002 zamieszczono w tabeli 4. Zmiany zaprezentowano w obrębie tworzących ją głównych grup roślin, tj. wiechlinowatych (traw), bobowatych (motylkowatych) oraz roślin dwuliściennych, z rozgraniczeniem tych ostatnich na zioła i chwasty. Rozpatrywano je przy uwzględnieniu dwóch strefy przestrzenno-produkcyjnych pastwiska, a to: poniżej i powyżej linii hipsometrycznej wyznaczającej granicę 800 m n.p.m.

Tabela 4. Skład florystyczny runi (% grup roślin)
 Table 4. The floristic composition of the sward (percent of plants groups)

Grupy roślin Groups of plants	Rok						
	1975	1979	1983	1986	1991	1996	2002
Strefa < 800 m n.p.m. Zone < 800 m a.s.l.							
TRAWY - GRASSES	77,0	77,6	79,5	80,8	79,4	81,5	76,3
wartościowe - valuable	29,2	35,7	44,8	47,3	48,5	44,3	34,5
średniowartościowe - average value	33,4	31,4	27,1	28,3	24,3	30,8	29,6
małowartościowe - little value	14,4	10,5	7,6	5,2	6,6	6,4	12,2
MOTYLKOWATE - LEGUMES	5,8	4,8	6,5	7,7	6,9	5,8	3,0
koniczyny - clovers	3,2	3,5	5,2	4,9	4,5	3,9	1,9
pozostałe - remaining	2,6	1,3	1,3	2,8	2,4	1,9	1,1
DWULIŚCIENNE DICOTYLEDONOUS	17,2	17,6	14,0	11,5	13,7	12,7	20,7
ziola - herbs	7,9	7,2	6,3	4,4	5,8	4,2	7,5
chwasty - weeds	9,3	10,4	7,7	7,1	7,9	8,5	13,2
Strefa > 800 m n.p.m. Zone > 800 m a.s.l.							
TRAWY - GRASSES	68,2	67,4	71,1	72,9	71,6	68,6	65,8
wartościowe - valuable	11,3	9,7	10,8	11,9	13,4	12,0	14,8
średniowartościowe - average value	22,4	18,9	23,3	27,7	31,5	29,4	31,4
małowartościowe - little value	34,5	38,8	37,0	32,3	26,7	27,2	19,6
MOTYLKOWATE - LEGUMES	5,2	4,6	5,9	5,6	7,7	5,3	7,5
koniczyny - clovers	3,6	2,5	2,3	3,2	4,1	3,9	3,6
pozostałe - remaining	1,6	2,1	3,6	2,4	3,6	1,4	3,9
DWULIŚCIENNE DICOTYLEDONOUS	26,6	28,0	23,0	21,5	20,7	26,1	26,7
ziola - herbs	8,1	7,2	6,8	8,6	7,2	7,8	8,5
chwasty - weeds	18,5	20,8	16,2	12,9	13,5	18,3	18,2

Z przedstawionych danych liczbowych wynika, że w runi dominują trawy. W niższych strefach wysokości udział ich stanowił 76-82%, a wyższych 66-73% całkowitego plonu (tab. 4). W strefie do 800 m n.p.m. wartościowe trawy pastewne zwiększyły swój udział od 29,2% na początku badań do 48,5% w ich pełni, aby w okresie końcowym osiągnąć 34,5% udziału w składzie runi. Trawy

średniwartościowe wykazywały nieco większą stabilność utrzymując swój udział w przedziale 24,3-33,4%, podobnie jak małowartościowe zajmujące 5,2-14,4% plonu. W tej strefie motylkowate wykazały zróżnicowanie udziału w poszczególnych latach w przedziale 3,0-7,7%, a rośliny dwuliścienne 11,5-20,7%.

W strefie powyżej 800 m n.p.m. odnotowano stosunkowo niewielkie zmiany w obrębie traw wartościowych; od 9,7-14,8%, a większe w grupie trawy średniwartościowych, które zwiększyły swój udział z 18,9% do 31,4%, co odbyło się kosztem traw małowartościowych, które uległy w tym czasie redukcji z 38,8% do 19,6% udziału. Rośliny motylkowate utrzymywały się w runi w granicach 4,6-7,7%, a dwuliścienne 20,7-28,0% (tab. 4).

Nieomawiane tu szerzej szczegółowe analizy botaniczne wykazały, że największe zmiany ilościowe wystąpiły w obrębie traw średniwartościowych (np. *Festuca rubra* L. zwiększyła swój udział prawie 2,5 krotnie z 7,6 do 18,2%) i niskowartościowych, wśród których *Nardus stricta* L. została zredukowana o połowę; z 32,2% do 16,2% udziału. Z roślin dwuliściennych natomiast dużą stabilnością wykazywały się takie chwasty jak *Cirsium arvense* L., *Rumex acetosa* L. i *crispus* L. czy *Urtica dioica* L., które wypełniały tę grupę w największym udziale, i to bez względu na położenie pastwiska n.p.m.

Tabela 5. Produkcja zwierzęca (kg · ha⁻¹)
Table 5. Animal production (kg · ha⁻¹)

Lata badań Study period	Przyrosty masy ciała - Weight gain (kg · ha ⁻¹)				Wełna potna Wool (kg · ha ⁻¹)	Mleko owcze Sheep milk	
	owce dorośle mature sheep	owce młode young sheep	bydło cattle	razem total		(dm ³ · ha ⁻¹)	w kg sera in kg of cheese
1973-1978	58,5	27,0	7,8	93,3	19,7	396	107
1979-1982	76,9	38,7	7,0	122,6	27,1	556	148
1983-1985	96,7	33,2	15,2	145,1	32,8	690	184
1986-1988	76,2	31,5	45,7	153,4	26,7	541	144
1989-1991	59,8	40,4	51,6	151,8	25,4	435	116
1992-1996	62,8	24,8	26,9	114,5	18,8	432	117
1997-2002	50,5	20,2	21,4	92,1	14,7	348	94

Średnie przyrosty masy ciała owiec górskich były stabilne i stosunkowo niskie. Za okres wypasowy u dorosłych owiec (matek oraz tryków) utrzymywały się w granicach 6,0-8,0 kg, a u młodych owiec (jarek i jagniąt) 8,0-10,0 kg · szt.⁻¹. Produkcja wełny potnej od tych zwierząt oscylowała wokół 0,8 kg (jagnięta), 1,6 kg

(jarki), 1,9 kg (owce-matki) oraz 3,6 kg · szt.⁻¹ (tryki), które zawsze wypasano osobno.

Wyniki dotyczące produkcji zwierzęcej z całego wieloletniego okresu badawczego, uśredniono i podano w tabeli 5 w odniesieniu do rotacji oraz 1 ha pastwiska. Z zamieszczonych danych wynika, przyrosty masy ciała zwierząt były zróżnicowane od około 92-93 kg na początku i końcu okresu badawczego do 152-153 kg · ha⁻¹ w warunkach najwyższej obsady. Na podaną produkcję mięsa pewien wpływ miała również struktura wypasanych zwierząt zwłaszcza, gdy w miejsce brakujących owiec dojnych uzupełniająco wprowadzano niewielkie ilości jałówek rasy p.c., również wypasane systemem bezoborowym. Podobne zmienności produkcji odnotowano w przypadku wełny potnej (14,7-26,7 kg · ha⁻¹) oraz produkcji mleka (348-690 dm³ · ha⁻¹).

Średnio za cały okres realizacji badań uzyskano sezonowo z 1 ha pastwiska około 125 kg żywca, 24 kg wełny potnej oraz 485 dm³ mleka owczego. Mleko to przetwarzano bezpośrednio na pastwisku na sery, których masa w poszczególnych rotacjach była zróżnicowana od 94-184 kg · ha⁻¹ (tab. 5). Średnio w sezonie wypasowym uzyskiwano z 1 ha około 130 kg sera, który po uformowaniu w bochny sprzedawano jako bundz lub ugniatano na kształt osełki i wędzono, a następnie rozprowadzano pod tradycyjną nazwą oscypek.

Zakończenie i wnioski

Podjmując z początkiem lat 70. prace nad optymalizacją niskonakładowej gospodarki pasterskiej przewidywano, że w przyszłości na pastwiskach karpackich nawożenie mineralne będzie ograniczone lub całkowicie wyeliminowane ze względów ekonomicznych i środowiskowych. Słuszność tej hipotezy potwierdza obecnie praktyka pasterska, na którą niestety nałożyły się jeszcze bardzo niekorzystne uwarunkowania ekonomiczno-produkcyjne. Badania wykazały, że na pastwiskach górskich możliwa jest niemal całkowita rezygnacja z nawożenia mineralnego (tab. 2 i 3). Dotyczy to zwłaszcza pastwisk półintensywnych o obsadzie co najmniej 15 szt. · ha⁻¹ owiec i plonujących na poziomie około 30,0 Mg zielonej masy, to jest 5,0-5,5 Mg · ha⁻¹ s.m. [Twardy 1984, 1991a,b]. Warunkiem jest jednak troskliwe wykorzystaniem siły nawozowej świeżych odchodów owczych na drodze systematycznego przedstawiania zagród koszarowych, a także racjonalnego dobierania w nich zagęszczenia owiec w stosunku do składu florystycznego runi pastwiskowej. Stopniowa redukcja nawozów mineralnych nie spowodowała też wyraźnego pogorszenia jej składu botanicznego. Potwierdzają to dane wynikowe zamieszczone w tab. 3 i 4.

W niniejszej pracy skupiono się głównie na przeobrażeniach gospodarczych obejmujących produkcję roślinną i zwierzęcą (tab. 4 i 5) Z zebranego materiału liczbowego można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Warunki pogodowe, a szczególnie ilość i rozkład opadów atmosferycznym występujących w sezonie wypasowym sprzyjają produkcji roślinnej, równocześnie nie oddziałując negatywnie na kondycję i przyrosty masy ciała wypasanych zwierząt.
2. Odchody owcze są najtańszym czynnikiem plonotwórczym. Ich ilość na pastwisku jest uzależniona od obsady i długości trwania wypasu.
3. Racjonalna gospodarka zagrodą koszarową obok wzrostu poziomu plonowania poprawia też jego jakość, zwłaszcza w obrębie wartościowych i średniowartościowych traw. Redukuje też trawy zaliczane do małowartościowych.
4. Przy obsadzie ponad 15 szt. · ha⁻¹ oraz sezonie wypasowym trwającym przynajmniej 155 dni, właściwie aplikowane na pastwisku świeże odchody owiec, zapewniają utrzymanie produkcji roślinnej na poziomie, co najmniej 6,0 Mg · ha⁻¹ s.m.
5. Prezentowany sposób przejścia od nawożenia mineralno-organicznego do wyłącznie organicznego powinien być poddany ocenie ekonomicznej uwzględniającej aktualny poziom kosztów, a zebrane wyniki wykorzystane przy bilansowaniu obiegu składników chemicznych wnoszonych i wynoszonych z obszaru pastwiska.

Literatura

- Drożdż A., Twardy S. 2004. Gospodarcze i ekologiczne uwarunkowania wypasu dużych stad owiec w Karpatach Polskich. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 4, 2a (11), 265-276.
- Głębocki B. 2006. Zasoby trwałych użytków zielonych a natężenie chowu bydła i owiec na obszarach górskich Polski w latach 1988-2002. Prob. Zagosp. Ziem Górskich PAN, KZZG 53, 91-108.
- Hopfer A., 1993. Ład przestrzenny ekorozwoju obszarów wiejskich. Post. Nauk Roln. 3, 25-32.
- Komornicki T. 1958. Gleby „cerkla wzorcowego” w Jaworkach koło Szczawnicy. Roczn. Nauk Rol. Ser. F 72, 3, 993-1013.
- Liro A. 2002. Programy rolnośrodowiskowe – instrument ekologizacji gospodarki rolnej. IUCN – The World Conservation Union i Fundacja IUCN Poland (IUCN Office for Central Europe) WWF Światowy Fundusz Na Rzecz Przyrody Min. Rol. i Roz.. Wsi., 2004. Zwykła dobra praktyka rolnicza. Warszawa, wyd. II PPR, ss. 56.
- Skrijka P. 1978. Ilość składników pokarmowych pozostawianych na pastwisku w odchodach owiec. Acta Agr. et Silv., ser. Agr. 18, 1, 117-124.
- Twardy S. 1984. Ocena produktywności pastwiska górskiego na przykładzie pastwiska doświadczalnego IMUZ w Jaworkach. Przegl. Hodowl. 2, 30-33.

- Twardy S., Kopeć S. 1989. Resultats de la recherche sur la renovation du gazon. XVI International Grassland Congress, Nice, 4-11 October 1989, 1255-1256.
- Twardy S. 1991a. Przeobrażenia gospodarcze pastwiska górskiego w warunkach ograniczonego nawożenia mineralnego. Mat. Konf. Nauk.-Techn. AR nr 297, Kraków AR, 43-51.
- Twardy S. 1991b. Organizacja wielkostadnej gospodarki pasterskiej w górach przy uwzględnieniu mechanicznego dojenia owiec. Kraków – Falenty IMUZ, Rozpr. Habilit., ss. 84.
- Twardy S. 1993. Warunki przyrodnicze a użytkowanie ziemi w Karpatach. Zesz. Probl. PNR 243, 3, 51-60.
- Twardy S., 1995. Wpływ zmiennego nawożenia mineralno-organicznego na produktywność pastwiska górskiego. Wiad. IMUZ. Falenty, XVIII, 3, 99-111.
- Twardy S., Hamnett R.G. 2000. Niskonakładowe metody wypasu owiec w Polskich Karpatach. Wyd. IMUZ, Falenty, ss. 32.
- Twardy S., Kuźniar A. 2002. Charakterystyka warunków klimatycznych na obszarze Pienin w okresie wegetacyjnym. Woda Środ. Obsz. Wiej. 2, 2 (5), 59-72.
- Twardy S. 2009. Tendencje zmian użytkowania przestrzeni rolniczej obszarów karpackich. Studia i Raporty IUNG-PIB 17, 49-58.

Results of long-term mineral-organic fertilization of mountain pastures used for sheep

Stanisław Twardy

Summary

In 1972-2002 the productivity assessment was conducted in 49.5 ha experimental mountain pasture located at Jaworki (The Carpathians, Małe Pieniny Mts) in the hypsometric range of 680-920 m a.s.l. The milking sheep were grazed there. The vegetation cover forms *Lolio-Cynosuretum* association, within which occurs floristic diversity caused by natural and anthropogenic factors.

Chemical and organic fertilizers were supplied the pasture. The latter originated from the fresh animal excrement left in so called "shifted night penning". During 31 years of studies the chemical fertilization was gradually reduce until the total elimination in the half of research period. Simultaneously sheep excrement was carefully utilised, adopting their rates to the quality of sward.

An initial level of the chemical-organic fertilization amounted 240 kg, and final – only manuring – about 60 kg NPK · ha⁻¹. The plant and animal production was registered. The results were averaged within so-called rotational pen, or time (expressed in the pasture seasons) necessary for covering the area of whole pasture.

The gathered numerical data showed that in the good mountain pasture the reduction of chemical fertilizer application, or even its temporary abandonment, did not influence, in significant way, on its productivity. Therefore, in the Carpathians pastoral husbandry is becoming similar to the original form.

Prof. Andrzej Sapek, Prof. Barbara Sapek

Wieloletnie doświadczenia nad wpływem odczynu, mineralizacji materii organicznej oraz zróżnicowanego nawożenia na glebę i roślinność łąki trwałej

Long-term experiments on the effect of pH, organic matter mineralization and diversified fertilization on the soil and vegetation of a permanent meadow

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn

Wstęp

W Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach prowadzono od 1981 do 2007 r. trzy wieloletnie doświadczenia łąkowe. Dwa związanych z następczym wpływem wapnowania na tle dwóch poziomów nawożenia azotem stosowania dwóch rodzajów saletry oraz jedno nad zachowaniem się azotu na tle trzech poziomów nawożenia mineralnym azotem i dwoma poziomami nawożenia gnojówką. Doświadczenia nie ograniczały się tylko do oceny plonów suchej masy i zawartości składników nawozowych w roślinności. Dużo uwagi poświęcono doświadczeniom, które prócz rutynowych badań zmian w glebie obejmowały oznaczanie azotanów, amonu i fosforanów w glebie przed ruszeniem wegetacji i po każdym pokosie. W takim samym cyklu oznaczano dynamikę mineralizacji organicznie związanego azotu i fosforu w warstwie darniowej pod roślinnością. Oznaczano także stężenie składników mineralnych w roztworze glebowym. Doświadczenia umiejscowiono na gruntach Zakładu Doświadczalnego ówczesnego Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach.

Doświadczenia w Jankach i Laszczkach

Opis doświadczeń i stosowane nawożenie

Dwa doświadczenia założono w latach 1981/82, w miejscowościach Janki (doświadczenie J) i Laszczki (doświadczenie L) w województwie mazowieckim. Usytuowano je i prowadzono w Zakładzie Doświadczalnym ówczesnego Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach na kwaśnej glebie mineralnej - czarnej ziemi zdegradowanej. Gleby doświadczeń różniły się zawartością węgla organicznego (J - 19,0, L - 38,0 g · kg⁻¹), części < 0,02 mm (J - 8,4, L - 2,4%) oraz uwilgotnieniem (J - 2,1, L - 6,7% obj.). Doświadczenia założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Wydzielono 6 obiektów nawozowych nawożonych stałą

dawką fosforu ($34,9 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$) i potasu ($125 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$): $\text{Ca}_0 \text{ N}_1$, $\text{Ca}_1 \text{ N}_1$, $\text{Ca}_2 \text{ N}_1$; $\text{Ca}_0 \text{ N}_2$, $\text{Ca}_1 \text{ N}_2$, $\text{Ca}_2 \text{ N}_2$,

gdzie:

Ca_0 - obiekty niewapnowane,

Ca_1 , Ca_2 - obiekty wapnowane jednorazowo, na początku doświadczeń węglanową formą wapna, pojedynczą i podwójną dawką obliczoną według kryterium kwasowości hydrolitycznej 1Hh i 2Hh,

N_1 , N_2 – obiekty nawożone azotem w ilości 120 i 240 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, w trzech dawkach pod każdy pokos, w formie saletry amonowej (AN) i od 1992 r. równolegle na połowie poletka o powierzchni 50 m^2 nawożone saletrą wapniową (CN).

Jesienią, 1990 r. na obu doświadczeniach zastosowano jednorazowo nawożenie mikroelementami: manganem, cynkiem i miedzią - doświadczenie J, manganem i miedzią - doświadczenie L. Począwszy od 1991r. zwiększono dawkę potasu do 150 $\text{kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$, a pod kolejne pokosy zróżnicowano dawkę stosowanego azotu: 50, 40 i 30 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (N_1) i 100, 80 i 60 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (N_2). Od 2000 r. obydwie doświadczenia zaprzestano nawozić fosforem. Doświadczenia prowadzone według opisanego powyżej schematu zakończono: w Jankach w 2007 r., a w Laszczkach, z uwagi na zmianę jego programu, w 2003 r. Szczegółowy opis doświadczeń zawiera opracowanie Sapek [2006].

Problematyka i cele doświadczeń w wieloleciu

Celem założonych doświadczeń były badanie oddziaływania wapna węglanowego, zastosowanego jednorazowo na powierzchnię trwałego użytku zielonego na dynamikę przemieszczania się składników mineralnych oraz zmiany kwasowości gleby i właściwości kompleksu sorpcyjnego. Ponadto badano następczy wpływ wapnowania na plon i skład chemiczny roślinności łąkowej. Wyniki tego etapu badań zawarto i podsumowano, między innymi, w rozprawie habilitacyjnej Sapek [1993]. Obserwowany częściowy niedobór niektórych mikroelementów w roślinności uzupełniony jednorazowym nawożeniem tymi składnikami skłonił do podjęcia badań nad zachowaniem się manganu, miedzi i cynku w warunkach prowadzonych doświadczeń w wieloleciu. Ocenę zmian zawartości i pobrania tych mikroelementów przez roślinność, przed i po nawożeniu mikronawozami, na tle następczego wpływu wapnowania i nawożenia azotem przedstawiono w pracach Sapek [2010a, 2010b].

Od roku 1992 podjęto na doświadczeniach badania nad mineralizacją związków azotu, a od roku 1996, nad uwalnianiem związków fosforu. Na doświadczeniu w Laszczkach badano w latach 2004 - 2007 wpływ pozostawienia skoszonej runi na powierzchnię łąki na mineralizację związków węgla, azotu i fosforu w glebie. W tym celu wzbogacono metodykę badań o metodę inkubacji „*in situ*”, która umożliwia badanie procesu mineralizacji w warunkach zbliżonych do naturalnych [Sapek 1999, Sapek i in. 2002]. Wyniki podsumowano i opisano w zbiorze artykułów

opublikowanych w Zeszytach specjalnym nr 17 Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie [2006], a także w pracy Sapek [2010c].

Również w 1992 roku rozszerzono zakres badań o porównanie wpływu nawożenia saletrą amonową (AN) i saletrą wapniową (CN), mając na uwadze z jednej strony przeciwdziałanie zakwaszeniu gleby oraz zachowanie odczynu gleby uzyskanego w wyniku wapnowania, z drugiej badanie w tych warunkach zasobności gleby oraz dynamiki makro i mikroelementów w układzie gleba – roślinność łąkowa oraz plonowania łąki. Publikowane wyniki badań z tego zakresu zagadnień zawiera, między innymi, monografia p.t.: *Badania chemiczne w służbie rolnictwa i ochrony środowiska* [2009]. Wyniki tych badań zostały również wykorzystane w rozprawie doktorskiej Burzyńskiej [2006]. Efektywność działania dwóch nawozów azotowych (AN i CN) w plonowaniu łąki użytkowanej kośnie w warunkach doświadczeń w wieloletnim rozważono i w świetle w świetle ochrony gleby oraz kosztów nawożenia dyskutowano i oceniono w pracy Sapek [2011].

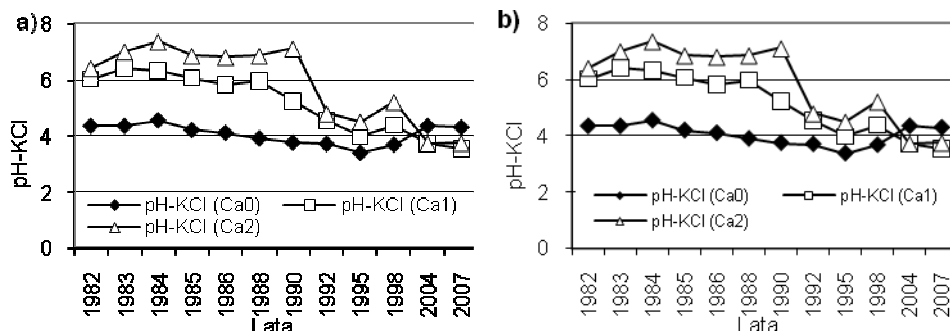
Obserwowane już dawniej brak reakcji plonów na nawożenie fosforem oraz wykazywane wymywanie jego związków z gleb nadmiernie w niego wzbogaconych, które stwarza zagrożenie zanieczyszczenia tym pierwiastkiem ekosystemów lądowych i wodnych skłoniło do poszerzenia badań w warunkach doświadczeń, począwszy od 2000 r., o wpływ zaniechania nawożenia fosforem na glebę i roślinność oraz na plonowanie łąki. Stosowanie w nawożeniu dwóch rodzajów nawozów azotowych - zakwaszającej glebę saletry amonowej i stabilizującej odczyn gleby saletry wapniowej - było dobrym polem badań nad poszukiwaniem nawozów spełniających oczekiwane efekty plonotwórcze i jednocześnie gwarantujące dobrą jakość paszy łąkowej oraz ograniczające ujemne skutki środowiskowe. Wyniki badań i próbę oceny działania obydwóch nawozów azotowych w warunkach zaniechania nawożenia fosforem na wieloletnich doświadczeniach przedstawiono, między innymi, w pracach Sapek i Sapek [2006] oraz Sapek [2011].

Główne wnioski z wyników doświadczeń w Jankach i Laszczkach

Wykazane długotrwałe zobojętnienie gleby po jednorazowo zastosowanym wapnem węglanowym, wg kryterium 1 Hh (Ca₁), a zwłaszcza w dawce 2 Hh (Ca₂) jest naczelnym wnioskiem wynikającym z wieloletnich wyników prezentowanych doświadczeń. Dynamika odczynu wykazała, że pożądane dla użytku zielonego pH 0-10 cm warstwy gleby, można utrzymać w ciągu 6-10 lat na słabo zbuforowanej i ubogiej w Corg. glebie, a w ciągu około 12 lat na glebie o dużej zdolności buforowej, zasobnej w wapń i Corg. (ryc. 1a,b).

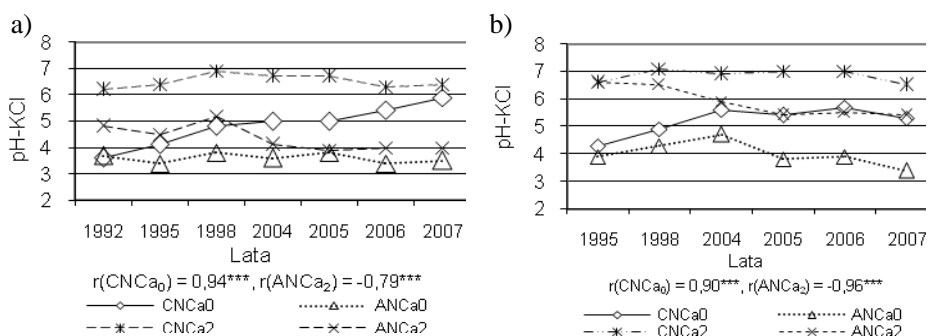
Zakwaszenie gleby uległo znacznemu zobojętnieniu w pierwszych latach, po czym nastąpił dynamiczny proces powtórnego zakwaszania – reacydyfikacji [Sapek 1993, Sapek 2009]. Nawożenie gleb doświadczeń J i L saletrą amonową (AN) i saletrą wapniową (CN) wykazało, że stosowanie tej ostatniej na glebę uprzednio

niewapnowaną umożliwia uzyskanie, a dalej zachowania optymalnego dla użytków zielonych odczynu (pH 5,5-6,5) (ryc. 2 ab).



Ryc. 1. Zmiany pH-KCl w wierzchniej 0-10 cm warstwie gleby niewapnowanej (Ca_0) oraz po jednorazowym wapnowaniu (Ca_1 , Ca_2), nawożonej azotem w ilości $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; doświadczenie w Jankach (a) i w Laszczkach (b)

Fig. 1. Changes of pH-KCl in the 0-10 cm top layer of non-limed soil (Ca_0), after a single liming (Ca_1 , Ca_2) and fertilized with nitrogen dosed $240 \text{ ha} \cdot \text{ha}^{-1}$; a) experiment in Janki, b) experiment in Laszczki

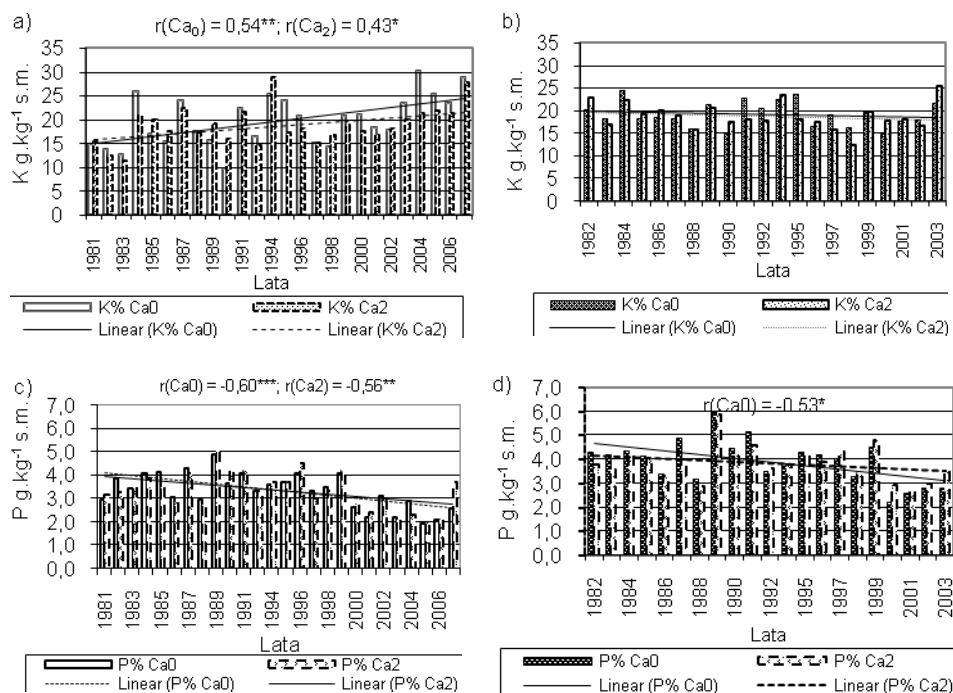


Ryc. 2. Zmiany pH-KCl w wierzchniej 0-10 cm warstwie gleby niewapnowanej, nawożonej saletrą amonową ($ANCa_0$) i saletrą wapniową ($CNCa_0$) oraz po jednorazowym wapnowaniu dawką wapna wg 2Hh ($ANCa_2$, $CNCa_2$); doświadczenie w Jankach (a) i Laszczkach (b)

Fig. 2. Changes of pH-KCl in the 0-10 cm top layer of non-limed soil (Ca_0), fertilized with ammonium nitrate ($ANCa_0$) and calcium nitrate ($CNCa_0$) and after a single liming with a lime dose acc. to 2Hh ($ANCa_2$, $CNCa_2$); a) experiment in Janki, b) experiment in Laszczki

Zmiany zawartości makro i mikro elementów w roślinności łąkowej oraz dynamika procesu mineralizacji organicznych związków azotu i fosforu oraz zmiany

i zróżnicowanie plonowania łąk z doświadczeń były efektem zmian odczynu gleby w wieloletniu w wyniku następczego wpływu jednorazowego zbiegu wapnowania, jak i stosowania w nawożeniu saletry wapniowej. Na tę zmienność nałożył się ponadto wpływ zaniechania nawożenia fosforem. Zmiany te wpływały najmniej na dynamikę zawartość ogólnego azotu w roślinności (Nog.). Średnie zawartości Nog. w warunkach gleby niewapnowanej i nawożonej saletrą amonową w ilości $240 \text{ kg} \cdot \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Ca_0N_2) wyniosły odpowiednio dla doświadczeń J i L 29,9 i $31,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (współczynniki zmienności w okresie 1982-2003 W% - 13,2 i 15,1), a w roślinności z gleby wapnowanej dawką wg 2 Hh (Ca_2N_2) 29,7 i $30,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (współczynniki zmienności W% - 16,2 i 14,1) [Sapek 1997, Sapek i in. 2002].



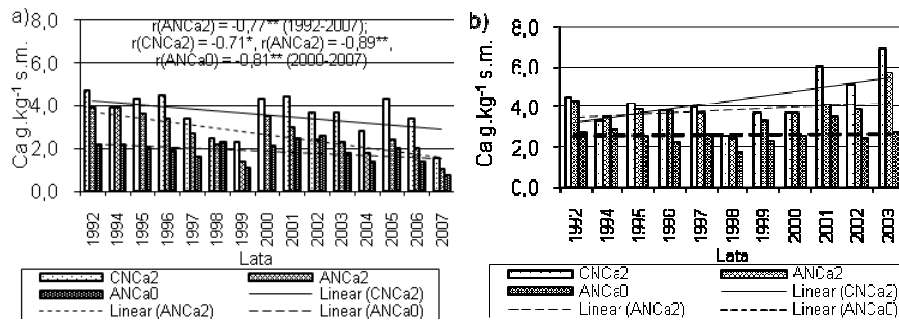
Ryc. 3. Zmiany zawartości potasu i fosforu w suchej masie roślinności: z doświadczenia: w Jankach – a), c) i Laszczkach – b), d); r - istotne współczynniki korelacji liniowej Pearsona

Fig. 3. Changes of potassium and phosphorus content in dry mass of vegetation from the experiment: in Janki – a), c) and in Laszczki – b), d); r - significant Pearson's linear correlation coefficients

Fosfor i potas wykazały najsilniejszą dynamikę zmian zawartości w roślinności, zwłaszcza warunkach gleby mało zasobnej w Corg. i o niekorzystnym uwilgotnieniu doświadczenia J (rys. 3abcd). Wraz z upływem lat, zawartość potasu istotnie

zwiększała się, a fosforu zmniejszała zarówno w warunkach gleby niewapnowanej (Ca_0), jak i wapnowanej (Ca_2), na co nałożył się, począwszy od 2000r., wpływ zaniechani nawożenia fosforem (ryc. 3a,d) [Sapek, Sapek 2006, Sapek i in. 2002, Sapek 2008a].

Następczy wpływ wapnowania oraz nawożenie saletrą wapniową pozytywnie oddziaływało na zawartość wapnia w roślinności, lecz efekt tych zabiegów różnił się na doświadczeniach (ryc. 4 a,b). W miarę upływu lat i postępującego zakwaszenia gleby zawartość ta zmniejszała się w glebie o słabej buforowości doświadczenia J. Brak nawożenia fosforem częściowo przeciwdziałał zmniejszaniu się zawartości wapnia w roślinności, a stosowanie saletry wapniowej zwiększoną zawartość utrzymywało, mimo zubożenia roślinności w ten składnik wraz z upływem lat (ryc. 4a). W warunkach gleby zasobnej w C_{org} i o dobrej wilgotności, zwiększona zawartość wapnia w roślinności utrzymywała się w wieloleciu. Zaniechanie nawożenia fosforem sprzyjało wzbogaceniu roślinności w wapń (ryc. 4b). Skutkiem tego była również rosnąca wartość ilorazu Ca : P, największa po nawożeniu saletrą wapniową. W warunkach gleby słabo zbuforowanej, następczy wpływ wapnowania oraz nawożenie saletrą wapniową sprzyjało większym wartościom ilorazu Ca : P w roślinności, zwłaszcza przy braku nawożenia gleby fosforem, co było skutkiem większej dostępności dla roślin wapnia [Sapek 1997, 2008b].

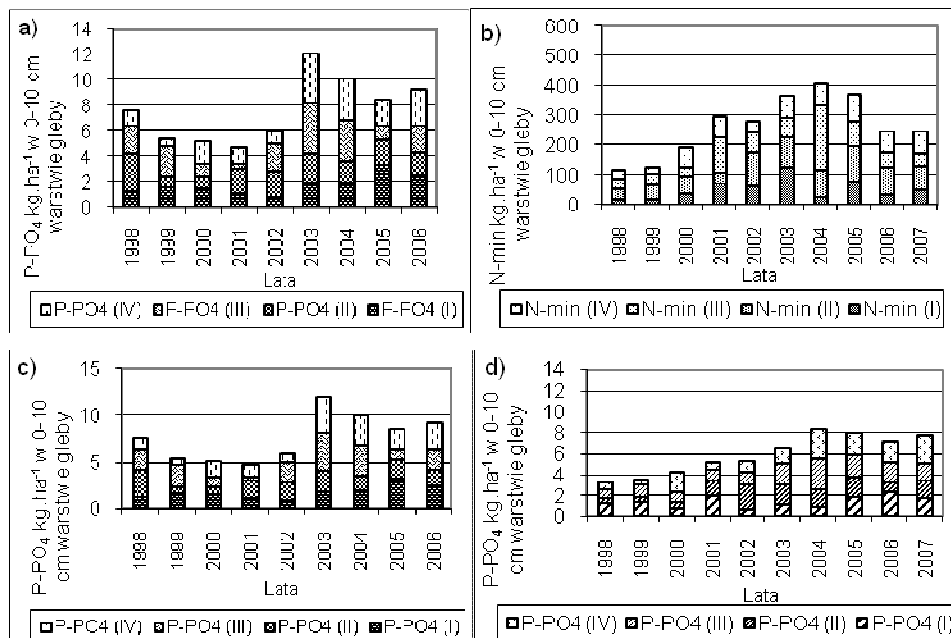


Ryc. 4. Zawartość wapnia w suchej masie roślinności łąkowej z doświadczenia w Jankach - a) i w Laszczkach - b); r - istotne współczynniki korelacji liniowej Pearsona

Fig. 4. Content of calcium in dry mass of meadow vegetation: a) experiment in Janki, b) experiment in Laszczki; r - significant Person's linear correlation coefficients

Działanie jednorazowo zastosowanych na gleby doświadczeń mikroelementów zależało, poza innymi właściwościami, od jej odczynu. Najsilniej ujawnił się następczy wpływ wapnowania na zawartość w roślinności manganu, pierwiastka najbardziej „czułego” na zmiany warunków redukcyjno-oksydacyjnych, ściśle związanych z odczynem gleby. Silne zakwaszenie słabo zbuforowanej, niewapnowanej gleby doświadczenia J sprzyjało dużej zawartości manganu

w roślinności, która w miarę upływu lat zwiększała się w wyniku reacydyfikacji gleby wapnowanej. Pozytywny wpływ nawiezienia manganem gleby zasobnej w Corg. na jego zawartość w roślinności był znaczny, lecz krótkotrwały [Sapek 1993, 2010a, 2010b].

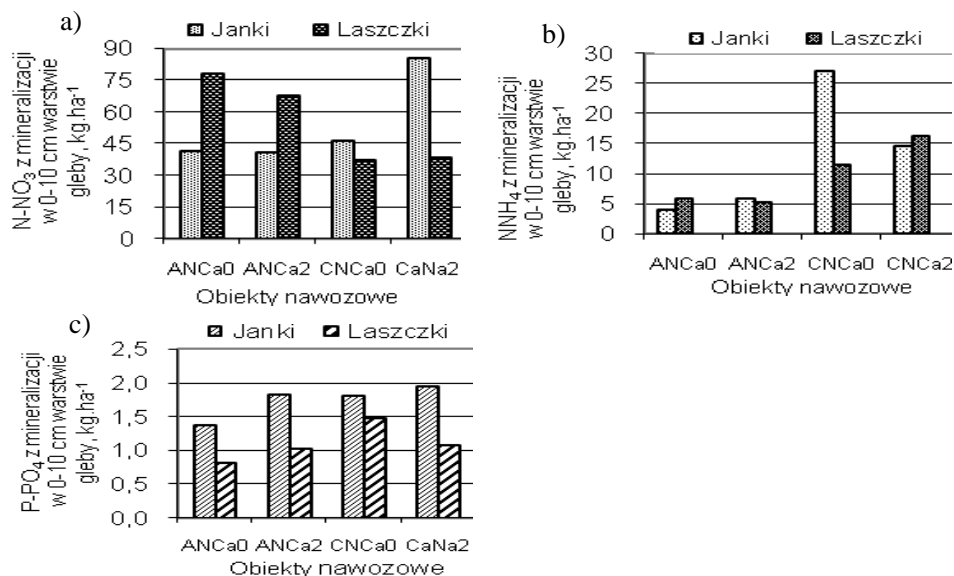


Ryc. 5. Zmiany średniej z obiektów nawozowych zawartości azotu mineralnego (Nmin = N-NH₄+N-NO₃) i fosforu (P-PO₄) uwolnionego w warunkach inkubacji 0-10 cm warstwy gleby „in situ” w kolejnych terminach w ciągu roku (I-IV) doświadczenia w Jankach – a), c) i Laszczkach – b), d)

Fig. 5. Changes of average for fertilizer treatments content of mineral nitrogen (Nmin = N-NH₄+N-NO₃) and phosphorus (P-PO₄) released under incubation conditions from 0-10 cm soil layer “in situ” on subsequent dates during the year (I-IV): a), c) experiment in Janki, b), d) experiment in Laszczki

Badania mineralizacji organicznych związków azotu i fosforu z zastosowaniem metody inkubacji gleby „in situ” wykazały najintensywniejszy przebieg tego procesu w okresie pierwszego (termin II) i drugiego (termin III) odrostu runi łąkowej w warunkach obu doświadczeń. W okresie od późnej jesieni do wczesnej wiosny (termin I) wydajność mineralizacji była najmniejsza, na który to wynik może wpływać w tym okresie znaczne wymycie rozpuszczalnych form badanych składników. Na podkreślenie zasługuje obserwowane zwiększenie intensywności mineralizacji w raz z upływem lat (ryc. 5a,b,c,d) [Sapek 1999, Sapek i in. 2002]. Badania wydajności mineralizacji organicznych związków azotu i fosforu w warunkach inkubacji „in situ”

oraz, równolegle, zawartości tych składników w glebie spod łąki, gdy ta zawartość jest zmniejszona o ilość azotu i fosforu pobraną przez roślinność w okresie wegetacji i o ilość wymytą z gleby w wyniku działania opadu, pozwoliły oszacować nadwyżkę (mineralizację różnicową) azotu azotanowego ($N-NO_3$), amonowego ($N-NH_4$) i fosforu ($P-PO_4$) uwolnionego w 0-10 cm warstwie gleby w wyniku tego procesu.



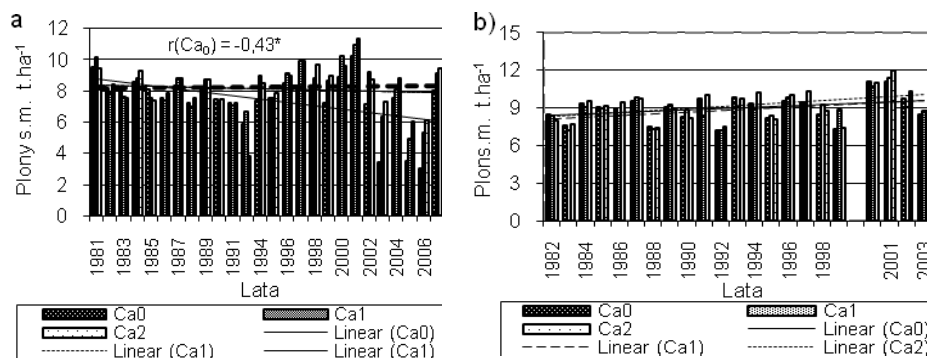
Ryc. 6. Zmiany średniej rocznej ilości nadwyżki (mineralizacji różnicowej): a) azotu azotanowego ($N-NO_3$), b) azotu amonowego ($N-NH_4$) i c) fosforu ($P-PO_4$) uwolnionych w 0-10 cm warstwie gleby w procesie mineralizacji, z uwzględnieniem pobrania tych składników przez roślinność oraz ich wymycia w głąb profilu gleby – dane z doświadczeń w Jankach w latach 1989-2004

Fig. 6. Changes of average annual surplus (differential mineralization) of: a) nitrate nitrogen ($N-NO_3$), b) ammonium nitrogen ($N-NH_4$) and c) phosphorus ($P-PO_4$) released in the 0-10 cm soil layer during mineralization process considering these elements uptake by vegetation and their leaching into the soil profile – data from the experiments in Janki in 1989-2004

Wydajność mineralizacji różnicowej wykazała swoistą dla gleb, zależność od odczynu tj. następczego wpływu wapnowania i nawożenia saletrą amonową i wapniową, czemu odpowiada pH gleby z obiektów nawozowych (ryc. 2ab, rys. 6a,b,c). Wydajność mineralizacji różnicowej $N-NO_3$ była mniejsza, a $P-PO_4$ znacznie większa w glebie ubogiej w Corg. i niedostatecznie uwilgotnionej w porównaniu z gleba zasobną w materię organiczną i o korzystnym uwilgotnieniu. W przypadku tej ostatniej, nawożenie saletrą wapniową sprzyjało zwiększeniu mineralizacji różnicowej

fosforu oraz amonowej formy azotu, a zmniejszało wydajność nityfikacji (ryc. 6a,b,c) [Sapek 2006, 2010c].

Plonowanie łąk z dwóch doświadczeń w wieloleciu wskazało na zróżnicowany wpływ odczynu gleby, zależny od następczego wpływu wapnowania, a także od nawożenia saletrą amonową i wapniową (ryc. 7a,b).



Ryc. 7. Zmiany średnich rocznych plonów suchej masy roślinności na glebie niewapnowanej (Ca₀) i wapnowanej (Ca₁, Ca₂), nawożonej saletrą amonową w ilości 240 kg N · ha⁻¹ w doświadczeniu w Jankach – a) i Laszczkach – b)

Fig. 7. Changes of average annual vegetation dry mass yields on non-limed (Ca₀) and limed (Ca₁, Ca₂), soil, fertilized with ammonium nitrate dosed 240 kg N · ha⁻¹: a) experiment in Janki, b) experiment in Laszczki

Silnie kwaśny odczyn gleby nawożonej azotem w ilości 240 kg · ha⁻¹ w wieloleciu (Ca₀) powodował zmniejszanie plonów suchej masy (ryc. 7a). Usunięcie nadmiaru kwasowości gleby, zwłaszcza silnie zakwaszonej, stabilizowało plony, a w warunkach gleby dobrze zbuforowanej, zasobnej w Corg. sprzyjało tendencji do większego plonowania. Brak nawożenia fosforem gleby przez około 3 - 4 lata nie wywierał ujemnego wpływu na plonowanie łąk z doświadczeń (ryc. 7a,b). Większy koszt tej samej dawki azotu z saletry wapniowej w porównaniu z saletrą amonową można zmniejszyć obniżeniem stosowanej dawki tego nawozu. Skutkuje to pewnym zmniejszeniem plonu, lecz jest rekompensowane zwiększeniem plonotwórczej efektywności azotu w tym nawozie oraz działaniem stabilizującym odczyn gleby [Sapek 2011].

Doświadczenie w Falentach

Celem tego doświadczenia było śledzenie zachowania się azotu na łące trwałej. Badaniami objęto pełen obieg azotu na łące, zaczynając od pomiaru ładunku azotu wnoszonego z opadem atmosferycznym i wodą do nawodnień, poprzez oznaczanie

azotanów i amonu w profilu gleby i w roztworze glebowym oraz odcieku z gleby. Do badania mineralizacji azotu organicznego w glebie zastosowano metodę „*in situ*”. Mierzono plon suchej masy i zawartość składników nawozowych w zbieranej roślinności [Sapek 1997]. Do badania zakresu przemieszczania i wymywania azotanów zastosowano trasowanie chlorkami i bromkami oraz modelowanie wymywania azotanów za pomocą modelu [Sapek, Sapek 1992, 1993].

Doświadczenie założono w Falentach w 1987 r. na polu, wieloletnim nieużytku porośniętym roślinnością trawiastą, na glebie – czarnej ziemi zdegradowanej, o składzie granulometrycznym gliny średniej do głębokości 80 cm, a poniżej piasku luźnego lub słabo gliniastego. Nieużytek, w celu prowadzenia badań nad wymywaniem składników nawozowych drenowano na głębokości 180 cm, aby zapobiegać dopływowi składników nawozowych z podsiąkającą wodą. W celu zapewnienia optymalnej wilgotności gleby stosowano nawodnienie deszczowniane w granicach od 120 do 240 mm rocznie.

Tabela 1. Stosowane dawki nawozów w doświadczeniu w Falentach

Table 1. Fertilizer doses applied in experiment in Falenty

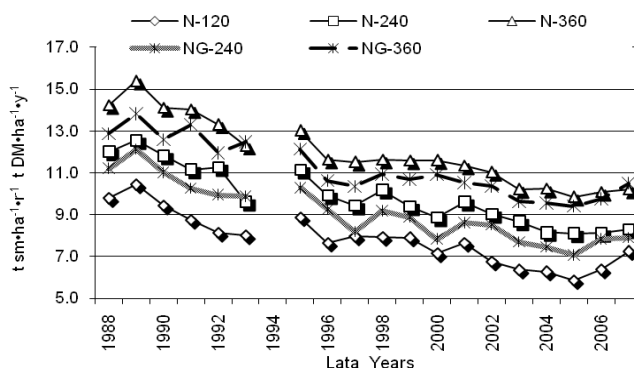
Obiekt Object	N	P	K 1988-1990	K od/since1991
			(kg · ha ⁻¹)	
N-120	120	35	83	100
N-240	240	52,5	125	150
N-360	360	70	200	200
G-240	240	52	125	150
G-360	360	70	200	200

Wiosną 1987 pole pod doświadczenie zaorano, a po niezbędnych zabiegach uprawowych obsiano mieszanką traw. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 60 m². Wydzielono pięć obiektów nawozowych, na trzech stosowano wyłącznie nawożenie mineralne, a na dwóch dodatkowo stosowano gnojówkę bydlęcą w ilości odpowiadającej dawce potasu. Stosowano trzy poziomy nawożenia azotem i odpowiednie poziomy fosforu i potasu według wówczas zalecanych dawek (tab. 1). Objętości stosowanej gnojówki odpowiadały dawkom potasu na obiekcie, a zapotrzebowanie na azot i fosfor uzupełniano nawozami mineralnymi. W latach 1987-1990 zbierano trzy pokosy, a w latach 1991-2007 cztery. Od 1992 r. zwiększono dawki potasu stosowane z nawozami i gnojówką. Od 1991 r. wprowadzono zbiór czterech pokosów w celu stabilizacji runi, co jednak nie zapobiegło inwazji chwastów i potrzebna była renowacja łąki, którą przeprowadzono w 1994 r. Próbki roślinności pobierane z każdego poletka obiektu analizowano osobno i obliczano średnie

zawartości składników, umożliwiało to uzyskiwanie większą wierność wyników. Doświadczenie w tej postaci prowadzono od stycznia 1988 do 31 grudnia 2007 r.

Przed każdym odrostem pobierano z każdego poletka próbki gleby z warstw: 0-10, 10-30, 30-60 i 60-100 cm. Wydajność mineralizacji badano metodą inkubacji *in situ* polegającej na oznaczaniu stężenia N_{min} w próbkach gleby z rurek plastikowych umieszczanych przed pokosem w trzech powtórzeniach na każdym poletku obiektu nawozowego [Sapek 2000, Sapek i inn. 2002].

Zawartość mineralnego azotu (N_{min}) w glebie w warstwie 0-10 cm była zawsze większa niż w głębszych warstwach, najmniejsze zawartości stwierdzano w warstwie 60-100 cm, co świadczy o nie wielkim wymywaniu azotanów w głąb profilu mineralnych gleb łąkowych. Powyższe może być wzmocnione faktem, że największe zawartości N_{min} występowały w glebie po II i III odroście, kiedy prawdopodobieństwo wymycia azotanów jest najmniejsze [Sapek 2006a, Sapek, Sapek 2006]. Podobne zależności stwierdzano w wynikach wydajności mineralizacji azotu w glebie oznaczanej za pomocą inkubacji „*in situ*” gleby. Mineralizacja ta była proporcjonalna do dawek nawozów azotowych [Sapek, Sapek 2007]. Stosowanie gnojówki nie miało nie wpływało na dynamikę N_{min} w glebie i nie stymulowała mineralizacji [Sapek i in. 2002, Sapek 1997, 2000]. W glebie użytkowanej od 1987 r. jako łąka trwała obserwowano istotne zwiększenie zawartości N_{min} począwszy od 2000 roku. Nie wyjaśniono przyczyn tego zjawiska. W świetle otrzymanych wyników prawdopodobieństwo wymycia znaczących ilości azotanów z łąk użytkowanych kośnie jest niewielkie.

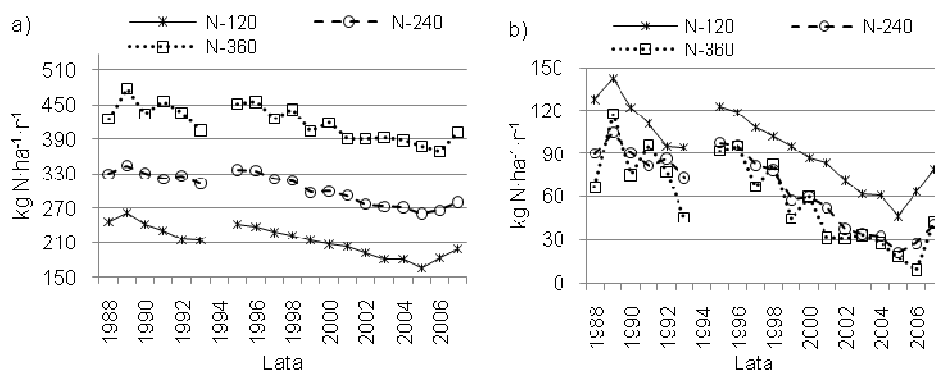


Ryc. 8. Plon suchej masy - doświadczenie w Falentach
Fig. 8. Dry mass yield – experiment in Falenty

W tej części opracowania ograniczono się do omówienia wpływ utrzymania optymalnego uwilgotnienia i napowietżenia gleby na pobierania azotu, fosforu i potasu przez roślinność łąkową w dwudziestoleciu, tle trzech dawek nawozów

mineralnych. Utrzymywanie zawartości wody w glebie na optymalnym poziomie oraz rozpoczęcie systematycznego nawożenia świeżo zagospodarowanego nieużytku oraz skutkowało w sumie dużymi plonami roślinności w czasie 3 pierwszych lat doświadczenia, gdy stosowano trzy pokosy runi oraz przez następne 7 lat, w których stosowano 4 pokosy.

Plony roczne ulegały jednak systematycznemu zmniejszaniu w kolejnych latach trwania doświadczenia (ryc. 8). Plony z obiektów, na których stosowano częściowo nawóz naturalny – gnojówkę, były we wszystkich latach mniejsze niż z obiektów, na które stosowano tylko nawozy mineralne.



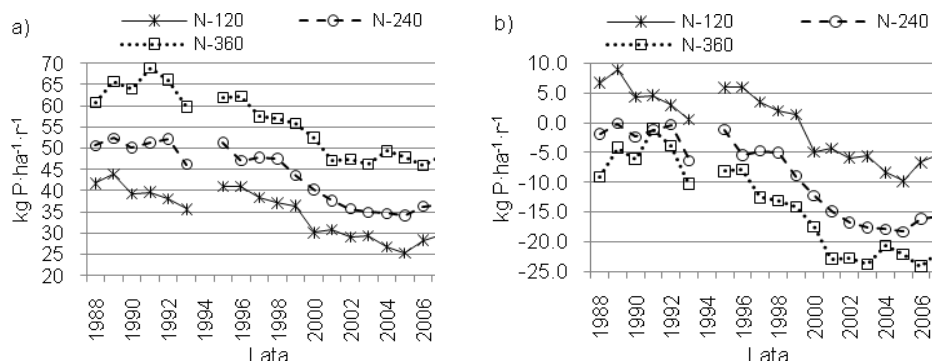
Ryc. 9. Pobranie azotu z plonem (a) i różnica między pobraniem azotu a ilością azotu w zastosowanych nawozach (b)

Fig. 9. Nitrogen uptake with yield (a) and difference between nitrogen uptake and nitrogen content in applied fertilizers (b)

Zawartość azotu w roślinności utrzymywała się na wyrównanym poziomie przez wszystkie lata doświadczenia. Roczne pobranie azotu przez rośliny ulegało systematycznemu zmniejszaniu się w kolejnych latach, proporcjonalnie do zmniejszania się plonów, lecz było przez wszystkie lata większe niż jego ilości zastosowane z nawozami mineralnymi i to niezależnie od ich dawek. Na obiekcie nawożonym $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ ilości pobierane z plonem przekraczały $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ we wszystkich latach, a na dwóch pozostałych obiektach były większe od $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$, z wyjątkiem lat 2005 i 2006 (ryc. 9b) [Sapek 2010]. Obserwowane różnice wskazują na dodatkowe źródła azotu w glebie, jakimi mogą być wiązanie azotu przez przystosowane bakterie glebowe, a zwłaszcza związki azotu z opadu atmosferycznego.

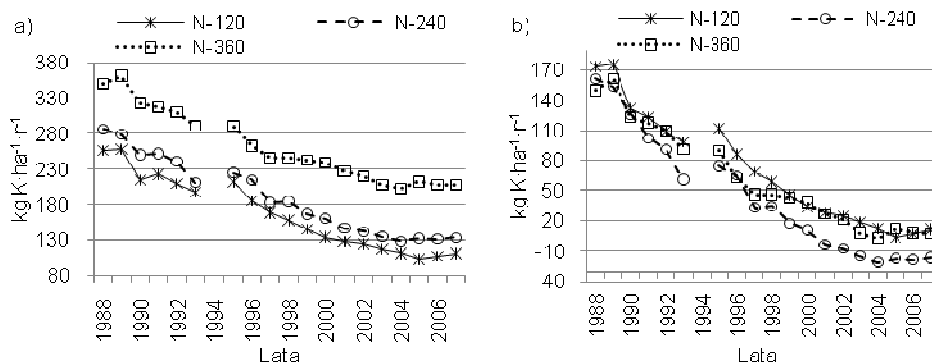
Również zawartość fosforu w roślinności utrzymywała się na podobnym poziomie, a pobranie fosforu przez rośliny było proporcjonalne do dawek tego składnika. Było ono największe w pierwszych latach, a następnie mało do 2000 r., by w następnych ulec stabilizacji (ryc. 10a). W czasie pierwszych dziewięciu lat

doświadczenia pobrane ilości fosforu były podobne do zastosowanych z nawozem, a na obiekcie N-120 nawet o ok. 5 kg większe. W następnych latach ta różnica zwiększała się, nieznacznie w obiekcie N-120, a w pozostałych obiektach ok. 20 kg $P \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$ wzbogacało glebę, co jest niepożądane z punktu widzenia ochrony środowiska (ryc. 10b) [Sapek 2011]. To niepożądane wzbogacanie gleby w fosfor można ograniczyć przez zmniejszenie jego dawek nawożenia, a nawet przez kilka lat zaniechanie nawożenia tym składnikiem.



Ryc. 10. Pobranie fosforu z plonem (a) i różnica między pobraniem fosforu a ilością fosforu w zastosowanych nawozach (b)

Fig. 10. Phosphorus uptake with yield (a) and difference between phosphorus uptake and phosphorus content in applied fertilizers (b)



Ryc. 11. Pobranie potasu z plonem (a) i różnica między pobraniem potasu a ilością potasu w zastosowanych nawozach (b)

Fig. 11. Potassium uptake with yield (a) and difference between potassium uptake and potassium content in applied fertilizers (b)

Do sprawdzenia skutków zaniechania nawożenia fosforem wykorzystano obiekt N-240, który od początku doświadczenia był prowadzony w dwóch powtórzeniach, na każdy stosowano $51,5 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$. Nie zmieniono nawożenia obiektu $\text{N}_{240}\text{P}_{52}$, a na obiekcie N_{240}P_0 zaniechano nawożenia fosforem [Sapek, Sapek 2006]. Dopiero w 8, 11 i 12 roku po zaniechaniu nawożenia stwierdzono istotnie mniejszy plon suchej masy na obiekcie N_{240}P_0 . Wcześniej jednak, już po dwóch latach, obserwowano mniejsze pobranie fosforu (ryc. 11).

Otrzymane wyniki potwierdziły przypuszczenia, że można nie tylko zmniejszyć nawożenie tym składnikiem, lecz także zaniechać na kilka lat lub nie nawozić każdego roku, co może przyczynić się do oszczędności energii i czasu pracy. Zmniejszenie zawartości fosforu w roślinach jest obecnie mniej krytyczne, gdyż większość gospodarstw ukierunkowanych na produkcję mleka stosuje dodatki mineralne zawierające fosfor i/lub pasze treściwe weń wzbogacane.

Największą zawartość potasu stwierdzano w roślinności z obiektu N-360, na który stosowano największą jego dawkę. Zawartość omawianego składnika w roślinności z pierwszych sześciu lat doświadczenia była stosunkowo duża, średnio $>18 \text{ g K} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ W następnych latach, po renowacji łąki, obserwowano istotny trend zmniejszania się tej zawartości w próbkach ze wszystkich obiektów i odrostów. Ostatecznie zawartość tego składnika zmniejszyła się prawie dwukrotnie w czasie dwudziestu lat doświadczenia (tab. 2).

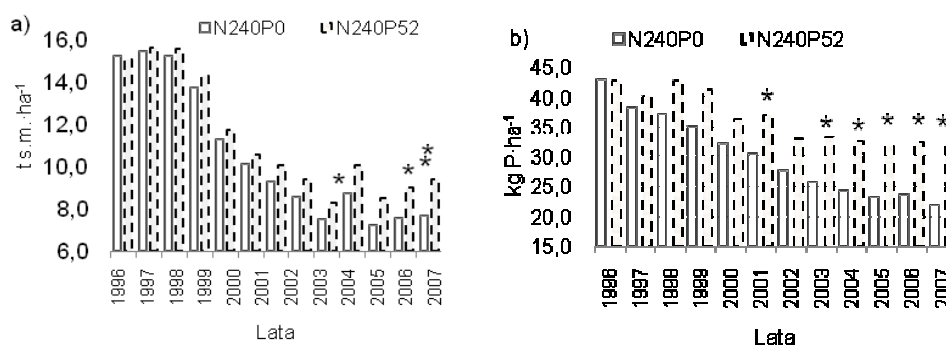
Tabela 2 Zawartość potasu w roślinności zbieranej na doświadczeniu w Falentach w latach 1989 i 2007, g K · kg s.m.

Table 2. Potassium concentrations in plants harvested during the experiment in Falenty in the years 1989 and 2007, g K · kg d.m.

Obiekt Object	Odrost/Regrowth							
	I		II		III		IV	
	1989	2007	1989	2007	1989	2007	1989	2007
N-120	23,3	14,5	24,8	15,0	24,2	14,3	25,7	15,4
N-240	22,6	14,0	22,6	14,3	23,7	19,8	24,5	13,8
N-360	23,5	16,5	23,7	17,7	20,9	15,2	23,4	16,4

Pobranie potasu z plonem było największe w pierwszych latach doświadczenia, aby w następnych latach zmniejszać się proporcjonalnie do zmian zawartości tego składnika w roślinności i plonów suchej masy (ryc. 11a). Trend tych zmian był wysoce. W dwudziestoleciu pobranie to zmniejszyło się na wszystkich obiektach dwukrotnie. W czasie 20 lat trwania doświadczenia pobranie potasu na wszystkich obiektach było zawsze większe niż ilości tego składnika zastosowane z nawozami, aczkolwiek ta różnica zmniejszyła się od ponad 100 kg w latach 1988-1993 do mniej niż $30 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{r}^{-1}$ w ostatnich czterech latach doświadczenia.

Plony suchej masy zmniejszały się systematycznie w kolejnych latach doświadczenia. Przyczyny dużej obniżki plonów nie można się dopatrywać w niedostatku wody, lecz raczej w degradacji runi lub niedostatku składników nawozowych. Nie może to być niedobór fosforu (ryc. 12), gdyż nawożono jego nadmiarem, a zaniechanie nawożenia tym składnikiem powodowało istotne obniżenie plonów dopiero po ośmiu latach. Mało prawdopodobny jest niedobór azotu, jako że na wszystkich obiektach rośliny pobierały więcej tego składnika niż stosowano z nawozami. Ponadto zawartości obydwóch składników w roślinności nie ulegała zmniejszaniu. Zmniejszeniu takiemu ulegała jedynie zawartość potasu i to prawie dwukrotnie. W planie doświadczenia przyjęto dawki nawozów podówczas zalecane. Dawki potasu okazały się niewystarczające, co rzutuje na potrzebę weryfikacji obecnej koncepcji nawożenia użytków zielonych. W doświadczeniu przyjęto średni stosunek składników N : P : K wynosił 1,5 : 0,35 : 1,0, i był wyraźnie niekorzystny dla nawozów potasowych, najtańszych w stosowaniu. W zbieranej na doświadczeniu roślinności stosunek składników N : P : K wynosił 1,9 : 0,20 : 1,0, również niekorzystny dla potasu.



Ryc. 12. Doświadczenie w Falentach: (a) plon suchej masy przy pełnym nawożeniu fosforem ($N_{240}P_{52}$) i po zaniechaniu nawożenia fosforem ($N_{240}P_0$) (b) pobranie fosforu z plonem przy pełnym nawożeniu fosforem ($N_{240}P_{52}$) i po zaniechaniu nawożenia fosforem ($N_{240}P_0$); * - istotna różnica

Fig. 12. Experiment in Falenty: (a) dry mass yield at full phosphorus fertilization ($N_{240}P_{52}$) and after abandoning phosphorus fertilization ($N_{240}P_0$) (b) phosphorus uptake with yield at full phosphorus fertilization ($N_{240}P_{52}$) and after abandoning phosphorus fertilization ($N_{240}P_0$); * - significant difference

Podsumowanie

Wspólną cechą trzech wieloletnich doświadczeń było prowadzenie badań w tych samych warunkach meteorologicznych, lecz różniących się gospodarką wodą. Opisane doświadczenia miały charakter bardziej dynamiczny niż statyczny,

wprowadzano bowiem różne zmiany w ich schemacie oraz nowe podejścia metodyczne, zwłaszcza w zakresie dodatkowych badań. Upowszechnianie i modyfikacja bowiem metod, nieczęsto stosowanych w Polsce, należało do równoległych celów prowadzenia doświadczeń. Najwięcej nowości dotyczyło badania gleby. Próbki gleby do badania dynamiki azotu i fosforanów pobierano po kolejnych odrostach z każdego poletka z wyróżnionych poziomów całego profilu lub w 5 cm odstępach z powierzchniowej warstwy 0-25 cm. Próbki gleby odmierzano do analizy objętościowo, osobno z każdego plotka, a wyniki zawartości w glebie $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ odpowiadały $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 10 cm warstwie gleby łąki. Składniki mineralne oznaczano w próbkach roztworu glebowego pobieranych za pomocą kubków porowatych. Analizowano również wodę gruntową spod całego doświadczenia oraz wodę ciekłą do nich przyległą. Podobnie próbki roślinności pobierano i analizowano osobno z każdego poletka obiektu, co znacznie eliminowało przypadkowość wyników. Do badań mineralizacji azotu i fosforu w warunkach polowych zastosowano metodę inkubacji gleby „in situ”, niestosowaną dotychczas w Polsce.

Doświadczenie w Falentach miało nie tylko inny schemat niż doświadczenia w Jankach i Laszczkach, lecz również oparte na innej gospodarce wodą. Dlatego tylko niektóre w nich otrzymane wyniki można porównywać. Nie obserwowano takich samych zależności w plonach suchej masy. W Falentach plon ten systematycznie zmniejszał się, z trendem do stabilizacji w ostatnich pięciu latach, a na pozostałych dwóch doświadczeniach utrzymywał się przez cały czas ich trwania, z wyjątkiem obiektów niewapnowanych i nienawożonych saletrą wapniową na doświadczeniu w Jankach. Największą zgodność stwierdzono w badaniach nad zaniechaniem nawożenia fosforem. Na wszystkich doświadczeniach okazało się, że brak nawożenia fosforem powoduje zmniejszenie plonów dopiero po kilku latach, lecz wcześniej następuje zmniejszenie zawartości tego składnika w roślinności.

Zamiarem przygotowania niniejszego opracowania była krótka synteza całokształtu problematyki oraz najważniejszych wyników wieloletnich doświadczeń łąkowych, realizowanych przez autorów wraz z zespołem w Falentach w latach 1981-2007. Uzyskane wyniki oraz wnioski wraz z ich dyskusją, na tle badań prowadzonych w innych zespołach badawczych – krajowych i zagranicznych, przedstawiono w licznych publikacjach. Wśród nich, zagadnienie dynamiki azotu fosforu, także potasu oraz plonowania łąki w świetle badań mineralizacji organicznych połączeń tych składników w glebie mineralnej omawiają, między innymi, prace zawarte w zeszycie specjalnym nr 17 czasopisma Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie [2006]. Zagadnienia metodyczne z zakresu chemii rolnej, także zachowanie się składników nawozowych w układzie gleba-roślinność łąkowa-woda oraz ich bilanse, których polem badawczym były wymienione wieloletnie doświadczenia przedstawiono wraz z obszernym spisem publikacji z tego zakresu w przeglądowej pracy Sapek [2009].

Literatura

- Burzyńska I. 2006. Zastosowanie testu 0,01 M chlorku wapnia w ocenie zasobności gleby łąkowej i jakości wód gruntowych. rozprawa doktorska, maszynopis, IMUZ Falenty, ss. 76.
- Sapek A. 1997. Nitrogen balances in permanent grassland. W: Gaseous nitrogen emissions from grasslands, Wyd. Jarvis, S.C. i Pain, B.F. CAB International, 391-396.
- Sapek A. 2000. Sezonowe zmiany zawartości azotu azotanowego w glebie łąki trwałej deszczowanej w latach 1987-1998. Wiadomości IMUZ 21, 1, 9-19.
- Sapek A. 2006a. Nasilenie mineralizacji azotu w glebie łąki trwałej deszczowanej. Woda Środowisko Obszary Wiejskie 6 (17 z. spec.), 39-49.
- Sapek A. 2009. Wybrane zagadnienia edukacyjne i metodyczne z chemii rolnej, gleboznawstwa i ochrony środowiska. Zeszyty Edukacyjne 12, 9-53.
- Sapek A., Sapek B. 1992. The impact of potassium chloride and potassium bromide fertilization on Cl and Br content in meadow plants. Zeszyty Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie 263, 34, 337-342.
- Sapek A., Sapek B. 2006. Mineralizacja związków azotu w glebie łąki nawożonej różnymi dawkami azotu i nawadnianej deszczownicą. Zesz. Probl. PNR 513, 355-364.
- Sapek A., Sapek B. 2007. Zmiany zawartości azotu mineralnego w glebie łąkowej na tle zróżnicowanego nawożenia. Roczn. Glebozn. 58 (1), 99-108.
- Sapek A., Sapek B., Barszczewski J. 2002. Mineralizacja azotu w glebie łąki trwałej deszczowanej. Nawozy i Nawożenie (Fertilizer and Fertilization) 4(13), 238-246.
- Sapek B. 1993. Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej. Roz. Habil., IMUZ, Falenty, ss. 93.
- Sapek B. 1997. Stosowanie nawozów wapniowych na użytki zielone w świetle zrównoważonego rolnictwa. Mat. Sem IMUZ, 38, 245-256.
- Sapek B. 1999. Ocena dynamiki mineralizacji związków azotu metodą inkubacji in situ i jego bilans w mineralnej glebie łąkowej. Wiadomości IMUZ 20, 1, 39-57.
- Sapek B. 2006. Przedmowa. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 6 (17 z. spec.), 5-6.
- Sapek B. 2008. Nawożenie saletrą wapniową gleby łąkowej w świetle działań proekologicznych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 8, 1 (22), 305-322.
- Sapek B. 2008. Relacja zawartości potasu do magnezu w roślinności łąkowej i w glebie jako wskaźnik środowiskowych przemian na użytkach zielonych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie 8, 2b (24), 139-152.
- Sapek B. 2009. Zmiany odczynu mineralnej gleby łąki trwałej w wieloletnim doświadczeniu z wapnowaniem zastosowanym jednorazowo. [W:] Badania chemiczne w służbie rolnictwa i ochrony środowiska. Zesz. Edukacyjne IMUZ 12, 103-116.
- Sapek B. 2010a. Mikroelementy w roślinności łąkowej nawożonej azotem w wieloletnim doświadczeniu przed i po jednorazowym zastosowaniu mikronawozów na tle

- następczego wpływu wapnowania. Cz. I. Zmiany zawartości manganu, cynku i miedzi oraz ich wpływ na plony. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 10, 4 (32), (w druku).
- Sapek B. 2010b. Mikroelementy w roślinności łąkowej nawożonej azotem w wieloleciu przed i po jednorazowym zastosowaniu mikronawozów na tle następczego wpływu wapnowania. Cz. II. Zmiany pobrania manganu, cynku i miedzi z plonem. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 10, 4 (32), (w druku).
- Sapek B. 2010c. Uwalnianie azotu i fosforu z materii organicznej gleby. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 10, 3 (31), 229-256.
- Sapek B. 2011. Efektywność nawożenia saletrą amonową i wapniową w plonowaniu użytku zielonego na glebie mineralnej - wyniki wieloletnich doświadczeń. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* (w druku).
- Sapek B., Sapek A. 1993. The application of CREAMS model to forecasting the nitrate and chloride leaching from grassland. *Water Sci. Technol.* 28 (3-5), 649-658.
- Sapek B., Burzyńska I: 2009: Współzależność rozpuszczalnych form węgla i składników mineralnych w glebie użytku zielonego w aspekcie ich rozproszenia w środowisku. *Rocz. Glebozn.* 60, 2, 79-88.
- Sapek B., Kalińska D., Barszczewski J. 2002. Wpływ węglanu wapnia i saletry wapniowej na dynamikę wnoszenia składników mineralnych z plonem roślinności łąkowej. *Zesz. Prob. PNR* 484, 2, 549-561.
- Sapek B., Sapek A. 2006. Uwalnianie mineralnych form fosforu w glebie i zasobność runi łąkowej w fosfor w warunkach przewagi opadowej gospodarki wodą. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 6, (17 z. spec.), 65-82.

Long-term experiments on the effect of pH, organic matter mineralization and diversified fertilization on the soil and vegetation of a permanent meadow

Andrzej Sapek, Barbara Sapek

Summary

Three long-term fertilizer experiments were conducted on the lands of the former Experimental Station of the Land Reclamation and Grasslands Institute in Falenty. Two of them, located in Janki and Laszczki localities focused on the residual effect of liming against the background of two levels of nitrogen fertilization applied with two kinds of ammonium nitrate. The one in Falenty on the soil drained to the depth of 180 and water sprinkled tested nitrogen behaviour in soil against the background of three levels of fertilization with mineral nitrogen and two levels of liquid manure treatment. Soil testing from the treatments of the three experiments comprised the dynamics of changes of mineral nitrogen and phosphates, as well as mineralization of nitrogen and phosphorus using "in situ" soil incubation method. The paper containing a short synthesis of the overall problems of three experiments discussed also the most important research results and compiled more important publications in which the results were discussed.

Prof. Stanisław Kalembasa

Długotrwałe doświadczenia nawozowe na użytkach zielonych w Europie

Long-term fertilizer experiments on grasslands in Europe

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej,
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

Rozwój nauk przyrodniczych i rolniczych spowodowany był zapotrzebowaniem na większe plony roślin uprawnych. Badania z zakresu fizjologii roślin, mikrobiologii, gleboznawstwa i chemii rolnej oraz postęp w zakresie chemii analitycznej stały się podstawą do opracowania zależności wielkości plonu od ilości i form niezbędnych dla roślin składników pokarmowych w glebie. Zapoczątkowano prace nad gospodarką nawozową, która pierwotnie była opracowywana w ramach doświadczeń ściśtych. Duża różnorodność gleb i warunków produkcji spowodowała, że w pierwszej kolejności, na całym świecie, prowadzono eksperymenty nawozowe na gruntach ornych (17 doświadczeń). Najwcześniej, bo w 1843 roku, założono je w Anglii, a najpóźniej na Limburgerhof (Niemcy) w 1938 roku. Wraz z rozwojem produkcji zwierzęcej zaczęto zakładać doświadczenia na użytkach zielonych.

The Park Grass Experiment (PGE) w Rothamsted (Anglia)

Lawes i Gilbert w 1856 roku założyli pierwsze na świecie doświadczenie nawozowe na łące trwałej, w stacji doświadczalnej Rothamsted - Hertfordshire w Anglii. Wyniki tego eksperymentu stały się podstawą do rozwiązywania problemów postawionych w następnych doświadczeniach: Cockle Park in Northumberland UK [Arnold i in. 1976], Wageningen Holandia [Elberse i in. 1983] i Nash's Field Silwood Park UK [Edwards i in. 2000].

Nasuwa się pytanie dlaczego jest tak mało trwałych doświadczeń nawozowych na użytkach zielonych?

Wyjaśnienie można przypisywać obserwacjom dokonany już w 1880 roku, opublikowanym przez Lawes i Gilbert [1859/1893] na podstawie wyników uzyskanych z doświadczenia przez nich założonego. Cytuję „The Park Grass Experiment został początkowo założony dla oceny efektu różnych ilości i kombinacji nawozów mineralnych i organicznych na produktywność trwałych użytków zielonych. Jednak stwierdzono dramatyczny wpływ badanych czynników na skład botaniczny

roślin i ich różnorodność, co spowodowało, że badania te stały się bardziej ważne dla botaników, fizjologów warzyw i chemików niż farmerów”.

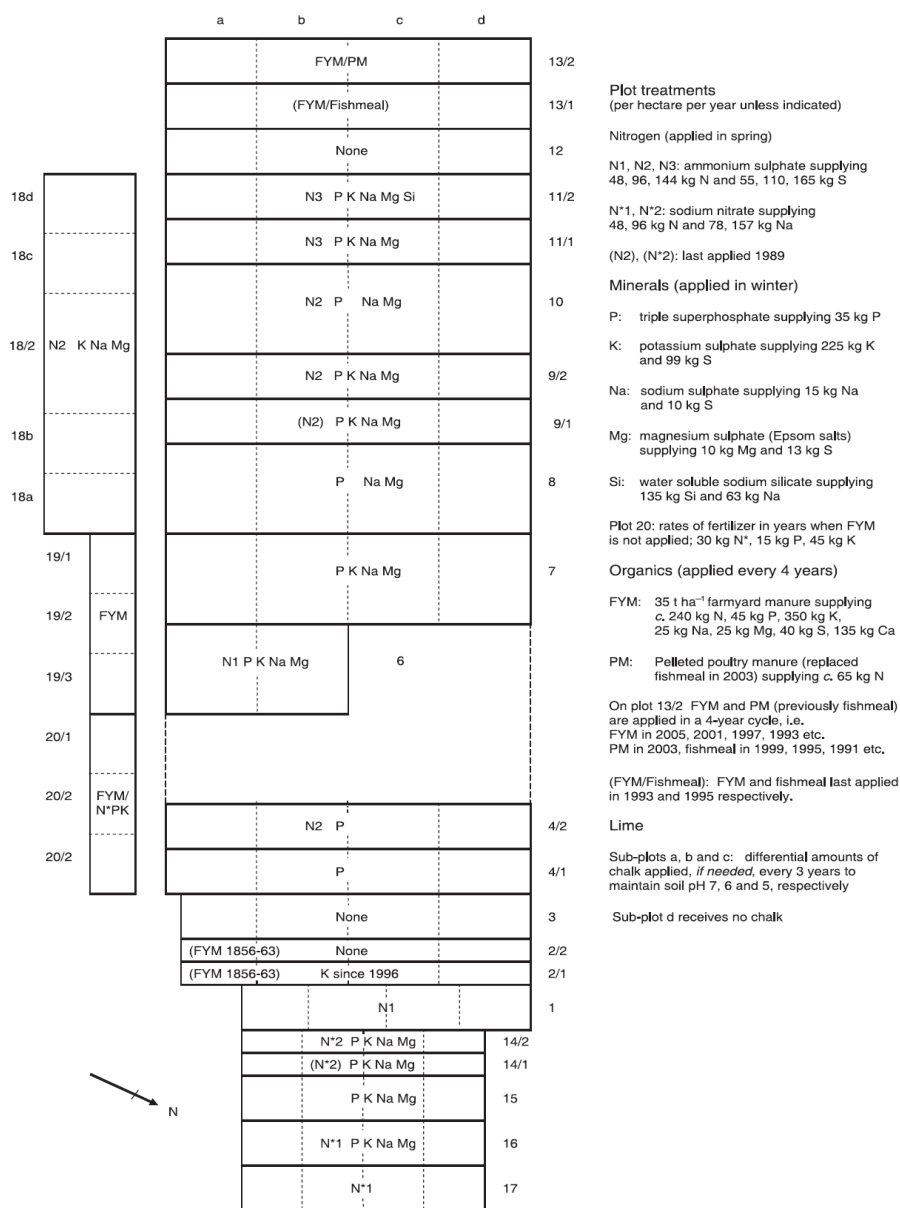
Doświadczenie założono w 1856 roku na trwałym użytku zielonym (na łące), przez ponad 100 lat użytkowanej jako łąka kośna. Jest to najdłużej prowadzone doświadczenie nawozowe w świecie, a wyniki uzyskane w oparciu o ten eksperyment zostały opublikowane w ponad 170 publikacjach. Wczesne wyniki szybko wyjaśniły zagadnienia i problemy, które motywowały Lawes'a i Gilberta [1859/1893] do założenia doświadczenia, którego celem było uzyskanie odpowiedzi na pytanie – jak zróżnicowane nawożenie może poprawić plon siana. Wyniki z ostatnich lat pozwalają śledzić zmiany w środowisku naturalnym zachodzące w wyniku długotrwałego nawożenia [Silvertown i In. 2006]. Warstwę wierzchnią gleby (0-23 cm), na której prowadzone jest doświadczenie, stanowi glina pylasto-ilasta położona na *clay with flints* (glina z dodatkiem krzemieni). Początkowo wartość pH gleby wynosiła 5,4-5,6, a zasobność w składniki pokarmowe była na poziomie niskim. Na początku doświadczenia skład roślinności był wyrównany i w odniesieniu do nowoczesnej klasyfikacji (National Vegetation Classification) [Rodwell 1992] roślinność zaliczona została do mesotrophic grassland typu MG5 [Dodd i in. 1994].

Schemat (plan) doświadczenia, ilości i formy stosowanych nawozów podano na rycinie 1, a widok pola doświadczalnego na pierwszej stronie okładki. Doświadczenie (rozpoczęte w 1856 roku) obejmowało 13 obiektów (poletek o powierzchni 0,2 ha); poletka nr 14-17 zostały dodane w 1858 roku, a trzy następne – nr 18 w 1865 roku, a nr 19 i 20 w 1872 roku. Schemat doświadczenia w następnych latach był modyfikowany poprzez podział poletek i uzupełnianie obiektów nawozowych innymi czynnikami, m.in. wapnowaniem [Warren, Johnson 1964], które spowodowało wyraźne zmiany wartości pH gleby w warstwie 0-23 cm i 23-46 cm, form i ilości składników pokarmowych roślin, a w największym stopniu w składzie botanicznym roślin.

W doświadczeniu nawozowym w Rothamsted badany jest głównie wpływ stosowanych czynników na plon i jego jakość (I pokos zbierany jest pod koniec czerwca). W początkowych 15 latach trwania eksperymentu II odrost roślinności był wypasany przez owce, a od 1875 roku drugi pokos jest ścinany i wnoszony poza poletka, co wyeliminowało wpływ wypasania na skład botaniczny. Od początku trwania doświadczenia ściśle określa się wielkość plonu i skład botaniczny roślin. Stwierdzono, że cechy te ulegały silnym wahaniom. Szczegółowe dane podawane są on-line Electronic Rothamsted Archive (ERA, www.era.iacr.ac.uk/parkgrass_1.html).

Na użytkach zielonych szczególnego znaczenia nabiera proces gromadzenia węgla organicznego oraz ilości przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie pod wpływem stosowanego nawożenia. Proces gromadzenia węgla w związkach organicznych został potwierdzony i opracowany na podstawie oznaczania węgla ^{12}C i ^{14}C , wg modelu Roth C [Jenkinson 1990, Jenkinson i in. 1992]. Model ten został

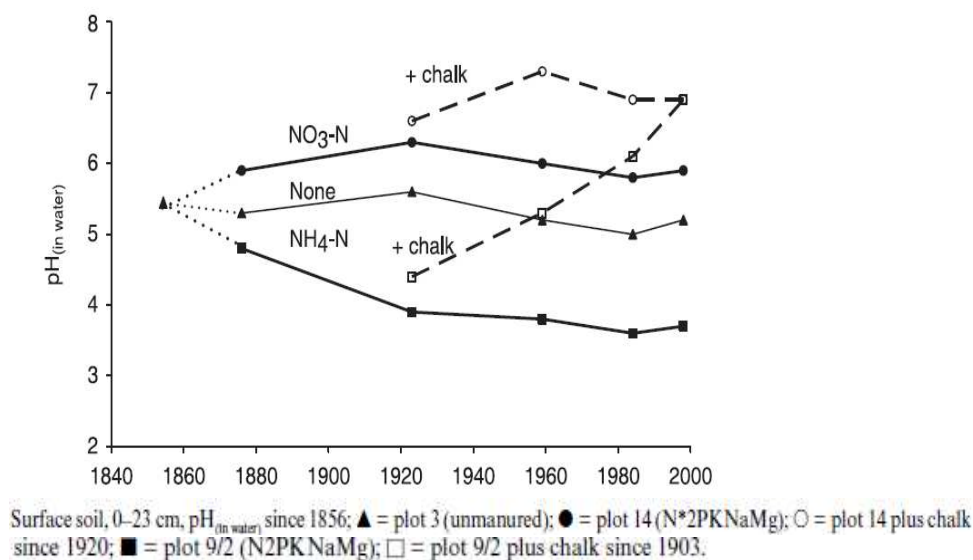
wykorzystany do opracowania wpływu globalnego ocieplenia na zasoby organicznego węgla w glebach [Jones i in. 2005].



Ryc. 1. Układ poletek i obiektów w Park Grass Experiment w Rothamsted
Fig. 1. Plot layout and current treatments of the Park Grass Experiment in Rothamsted

Zmiany wywołane zróżnicowanym nawożeniem na skład botaniczny runi, bioróżnorodność i jej stabilność, genetyczne tendencje zmian oraz faunę, zawierają opracowania Tilmana i in. [1994] Tilmana i Downinga [1994], Silvertowna [1980], Silvertowna i in. [2005].

W czasie prowadzenia doświadczenia wystąpiły znaczące zmiany fizykochemicznych właściwości gleby. Dla przykładu, na rycinie 2, podano wartości pH mierzone w wyciągu wodnym.



Rys. 2. Wartości pH gleby

Fig. 2. Soil pH values

Podsumowując wyniki uzyskane w tym doświadczeniu można stwierdzić, że:

- skład botaniczny runi jest w dynamicznej równowadze, przy czym struktura i stan wegetacji na poszczególnych poletkach zależą od ilości przyswajalnych składników, głównie azotu, a następnie fosforu i potasu oraz wapnowania; na ostateczny plon znaczący wpływ mają warunki termiczno-opadowe,
- bioróżnorodność roślin w znaczącym stopniu limitowana jest nawożeniem azotowym oraz wapnowaniem i jest w odwrotnej zależności z plonem biomasy,
- stosowanie nawozów w sposób istotny wpływa na aktywność mikrobiologiczną gleby, co decyduje o ilości i jakości organicznych związków węgla.

The Palace Leas (PL) Meadow Hay Plots (Anglia)

Doświadczenie w Cockle Park Experimental Farm w miejscowości Northumberland, w północno-wschodniej Anglii, zostało założone w 1897 roku. Efekty stosowanego nawożenia na plon i skład botaniczny porostu są podane w pracy The Annual Reports of Cockle Park Experimental Station [1897-1954]. Pierwotny układ doświadczenia, obejmujący obiekty nawozowe, jest z niewielkimi zmianami kontynuowany. W literaturze doświadczenie to znane jest jako PL od The Palace Leas (PL) Meadow Hay Plots wg niżej podanego schematu (tab. 1), prowadzonego bez powtórzeń, obejmującego 14 obiektów zlokalizowanych na poletkach o powierzchni 0,18 ha (wymiary poletka 120x75 m), którego celem było „zademonstrowanie efektu zróżnicowanych nawozów i obornika na plon siana z łąki długotrwale użytkowanej”.

Tabela 1. Ilość składników pokarmowych roślin stosowanych w formie nawozów na każde poletko, jak również poletko 3 i 5, na których materiały są stosowane rotacyjnie

Table 1. Fertiliser and manure applied to each of the plots and, for plots 3 to 5, the materials applied rotationally

Plot Poletko	Year of cycle Rok cyklu	FYM Obornik t ha ⁻¹	Mineral fertilization - Nawożenie mineralne kg · ha ⁻¹		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1		20	17	30	34
2		20			
3	1 2	20	17	30	34
4	1 2	20			
5	1 2 3 4	40	17 17 17	30 30 30	34 34 34
6					
7			35		
8				60	
9					67
10			35	60	
11			35		67
12				60	67
13			35	60	67
14			100	66	100

Doświadczenie to jest drugim, najstarszym doświadczeniem na użytkach zielonych po (PG) The Park Grass Experiment at Rothamsted (Anglia). Wielka szkoda, że doświadczenie to (PL) posiada mniej udokumentowanych danych, w porównaniu z doświadczeniem (PG) w Rothamsted, odnoszących się głównie do ilości pobieranych próbek i danych archiwalnych. Trawa w doświadczeniu PL jest koszona każdego roku i wnoszona poza obręb doświadczenia, a odrost (potraw) jest wyjadany przez owce lub bydło aż do jesieni. Ten system wykorzystywania użytków zielonych był powszechnie stosowany w XIX i XX wieku w tym regionie Anglii. Poletka nie są oddzielone płotem i dlatego następuje przenoszenie pewnej ilości składników pokarmowych pomiędzy poszczególnymi obiektami, w formie odchodów zwierzęcych, w czasie wypasania potrawu trawy. Doświadczenie prowadzone jest na glebie gliniastej (Halls worth series) o odczynie lekko kwaśnym, nie zawiera węglanów i nie stosowano wapnowania.

W schematach obydwu doświadczeń prowadzonych w Anglii PL i PG uwzględnione zostały podobne obiekty nawozowe, co pozwala na porównanie czynników termiczno-opadowych na plony siana, jego skład botaniczny i wybrane właściwości gleby, co przedstawiają dane w tabeli 2.

Tabela 2. Obiekty nawozowe, właściwości gleby i plony siana dla wybranych poletek z Palace Leas (PL) i Park Grass (PG)

Table 2. Details of fertilizer treatments, soil properties and hay yields for selected plots on the Palace Leas and Park Grass experiments

Experiment, plot and treatment code	Manure or fertilizer treatment*	Total element additions (kg ha ⁻¹ year ⁻¹)					Soil pH (water)‡	Hay yield (t dry matter ha ⁻¹)§
		C	N	P	K	S†		
Palace Leas								
6 (control)	Control (no additions)	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	5.0	2.1
4 (FYM)	Farmyard manure every second year alternating with inorganic fertilizers	400	59	21	55	11	5.6	4.2
7 (N)	(NH ₄) ₂ SO ₄	Nil	36	Nil	Nil	41	4.2	2.5
8 (P)	Basic slag 1897–1976 then triple superphosphate 1977–date every year*	Nil	Nil	26	Nil	Nil	5.8	2.9
11 (N plus K)	(NH ₄) ₂ SO ₄ and KCl	Nil	36	Nil	59	41	4.0	2.4
12 (P plus K)	Basic slag 1897–1976 then triple superphosphate 1977–date and KCl throughout*	Nil	Nil	26	59	Nil	5.8	3.2
Park Grass								
3d (control)	Control (no additions)	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	5.3	2.9
13d (FYM)¶	(NH ₄) ₂ SO ₄ , superphosphate and K ₂ SO ₄ 1856–1905 then farmyard manure every fourth year since 1905 plus guano/fishmeal every fourth year since 1907	350	60	11	88	10	5.1	7.7
1d (N)	(NH ₄) ₂ SO ₄	Nil	48	Nil	Nil	55	4.0	1.3
4/1d (P)	Superphosphate	Nil	Nil	35	Nil	Nil	5.3	3.6
18d (N plus K)	(NH ₄) ₂ SO ₄ and K ₂ SO ₄ since 1865 (with superphosphate 1865–1904)	Nil	96	Nil	225	219	3.9	2.0
7d (P plus K)	Superphosphate and K ₂ SO ₄	Nil	Nil	35	225	99	4.9	4.4

Objaśnienia do obiektów nawozowych doświadczenia z Palace Leas i Park Grass:

Data compiled from Shiel & Rimmer (1984a), Shiel (1986), Arnold *et al.* (1976), Coleman *et al.* (1987), Silvertown *et al.* (2006) and Rothamsted Research (2006).

*Manure and fertilizer and annual applications since 1897 or 1856 for the Palace Leas or Park Grass plots, respectively, unless otherwise stated.

†The nil S additions to the Palace Leas plots 8 and 12 refer to the period since basic slag application was stopped.

‡pH values are for the 0–15 cm depth in the Palace Leas plots and the 0–23 cm depth in the Park Grass experiment.

§Hay yields are the means for 1897–1975 for Palace Leas and 2000–2004 for Park Grass.

*Nutrient addition values for Park Grass plot 13d refer to the farm yard manure additions since 1905.

‡Plots 18d and 7d also receive basal Mg and Na.

Trwałe doświadczenie nawozowe w Rengen (Niemcy)

Doświadczenie to zostało założone w 1941 roku w stacji należącej do Uniwersytetu w Bonn, w schemacie całkowicie losowanych bloków przedstawionych na fotografii 2 (strona 4 okładki) [Hejzman i in. 2010a, Hejzman i in. 2010b], a szczegółowo opisanych w tabeli 3.

Tabela 3. Średnia zawartość składników dostarczanych rocznie do gleby w obiektach nawozowych w Rengen Grass Experiment (RGE)
Table 3. Average content of nutrients yearly applied into soil in fertilizer treatment in Rengen Grass Experiment (RGE)

Element	Treatment					
	A Control	B Ca	C CaN	D CaNP	E CaNPKCl	F CaNPK ₂ SO ₄
N (kg ha ⁻¹)	–	–	100	100	100	100
P (kg ha ⁻¹)	–	–	–	35	35	35
K (kg ha ⁻¹)	–	–	–	–	133	133
Ca (kg ha ⁻¹)	–	715	752	936	936	936
Mg (kg ha ⁻¹)	–	67	67	75	90	75
As (g ha ⁻¹)	–	1.2	1.4	4	4	4
Cd (g ha ⁻¹)	–	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4
Cr (g ha ⁻¹)	–	0.3	1	319	321	319
Cu (g ha ⁻¹)	–	9	11	34	36	37
Fe (g ha ⁻¹)	–	4	149	2,591	2,652	2,594
Mn (g ha ⁻¹)	–	0.2	34	744	745	745
Ni (g ha ⁻¹)	–	2	2	4	5	4
Pb (g ha ⁻¹)	–	1	12	15	15	15
Zn (g ha ⁻¹)	–	0.1	10	12	14	14

Właściwości chemiczne gleby poszczególnych obiektów nawozowych w Rengen Grass Experiment (RGE) zaprezentowano w tabeli 4. Plon biomasy uzyskany w tym doświadczeniu w 2005 roku przedstawiono na rycinie 3.

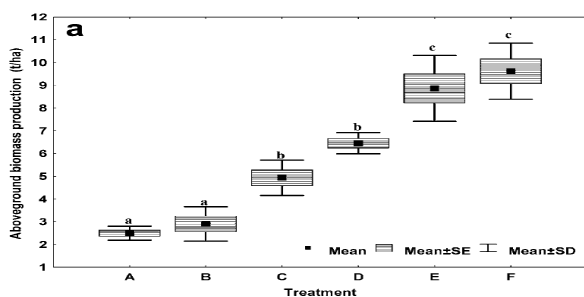
Tabela 4. Właściwości chemiczne gleby (warstwa 0-10 cm)
Table 4. Chemical soil properties (layer 0-10 cm)

Element	Treatment					
	A Control	B Ca	C CaN	D CaNP	E CaNPKCl	F CaNPK ₂ SO ₄
P (mg kg ⁻¹) ^a	15	6	4	311	226	222
K (mg kg ⁻¹) ^a	43	25	23	32	94	105
pH	4.9	6.5	6.5	6.6	6.5	6.6
N (%) ^b	0.373	0.35	0.364	0.363	0.363	0.367
C (%) ^b	4.9	4.2	4.4	4.3	4.4	4.5
C:N	13.1	12	12	11.8	12	12.3
Mg (mg kg ⁻¹) ^c	132	199	195	199	207	207
As (mg kg ⁻¹) ^c	0	0	0	0.004	0.009	0.014
Cd (mg kg ⁻¹) ^c	0.044	0.020	0.011	0.011	0.010	0.013
Cr (mg kg ⁻¹) ^c	0.029	0.033	0.025	0.031	0.043	0.026
Cu (mg kg ⁻¹) ^c	0.4	0.4	0.7	0.6	0.3	0.7
Fe (mg kg ⁻¹) ^c	5.2	2.2	1.7	1.8	1.3	2.6
Mn (mg kg ⁻¹) ^c	4.6	2.1	2.2	0.9	3.0	1.7
Ni (mg kg ⁻¹) ^c	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
Pb (mg kg ⁻¹) ^c	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2
Zn (mg kg ⁻¹) ^c	0.19	0.04	0.04	0.03	0.07	0.05

^a Plant available portion extracted with a calcium acetate-lactate solution

^b Total contents determined by elemental analyses (Carlo Erba, Italy)

^c Plant available portion extracted with 0.01 mol l⁻¹ of a calcium chloride solution



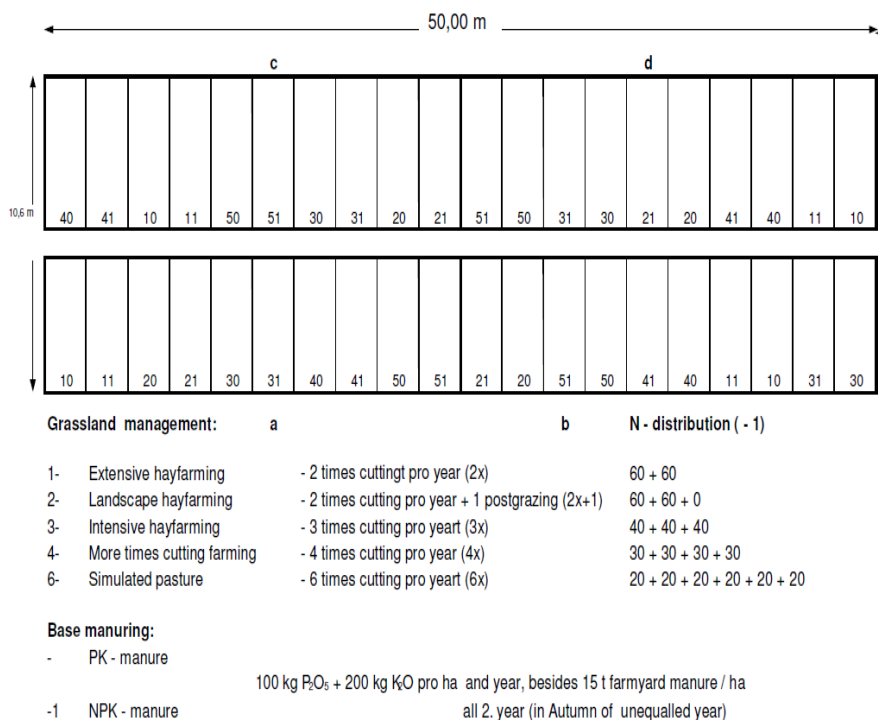
Ryc. 3. Plon biomasy uzyskany w 2005 roku, jako efekt nawożenia; objekty nawozowe oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie

Fig. 3. Biomass yield in 2005 year, as an effect of fertilization; fertilizer objects marked with the same letter do not differ significantly

Trwałe doświadczenie nawozowe w Gumpenstein (Austria)

Założono je w roku 1961 wg schematu podanego na rycinie 4 i w tabeli 5.

Year of establishment: Spring 1960

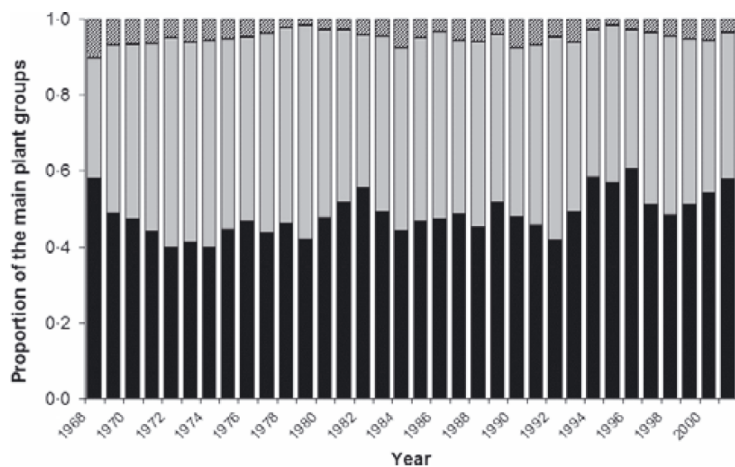


Ryc. 4. Schemat doświadczenia w Gumpenstein
Fig 4. Scheme of the experiment in Gumpenstein

Tabela 5. Obiekty w długoterminowym doświadczeniu nawozowym w Gumpenstein
Table 5. Objects of the long-term fertiliser experiment in Gumpenstein

Location	Cutting frequency	N applied per cut (kg ha ⁻¹)	Period of the experiment	Annual DM production (t ha ⁻¹)	Annual DM production (t ha ⁻¹)	
					Minimum	Maximum
Gumpenstein	Three cuts	40	1961–2002	9.44 (0.97)	7.40	12.31
		60*	1961–2002	10.01 (1.06)	7.56	12.60
	Four cuts	30	1961–2002	8.12 (0.88)	6.59	11.49
	Six cuts	20	1961–2002	6.84 (1.12)	4.83	10.82

Skład botaniczny runi łąkowej jednego obiektu nawozowego w okresie 24 lat przedstawiono na rycinie 5.



Ryc. 5. Skład botaniczny runi w obiekcie nawożonym $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w latach 1968-2001 w stacji doświadczalnej w Gumpenstein

Fig. 5. Botanical composition of meadow sward in the object with $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ in the years 1968-2001 in Gumpenstein experimental station

Trwałe doświadczenie nawozowe w Senożatach (Czechy)

W rejonie tym założono 2 doświadczenia nawozowe. Jedno z nich założone zostało na użytku zielonym od 1964 roku i prowadzone było w latach 1976-2000. Zlokalizowane było na wysokości 485 m n.p.m. W rejonie tym suma opadów wynosi 402 mm, a średnia temperatura w czasie sezonu wegetacyjnego - 7°C . W badaniach uwzględniono 4 obiekty nawozowe w czterech powtórzeniach: 1) kontrola, 2) 40 kg P i 100 kg K, 3) 100 kg N + 40 kg P i 100 kg K, 4) 200 kg N + 40 kg P i 100 kg K (na 1 ha).

Doświadczenie drugie założono w 1965 roku w Karkonoszach pomiędzy Czechami i Polską. Zlokalizowane jest na wysokości 1430 m n.p.m. W rejonie tym suma opadów wynosi 1380 mm, a średnia temperatura w czasie sezonu wegetacyjnego - 2°C . Schemat eksperymentu przedstawiono w tabeli 6. Doświadczenie obejmuje trzy poziomy nawożenia P1, P2, P3, N1, N2, N3, Ca1, Ca2, Ca3 i jeden blok kontrolny bez nawożenia [Hejzman i in. 2007, Mrkvicka i Vesela 2002].

Tabela 6. Obiekty nawozowe w doświadczeniu w Senożatach
Table 6. Fertilizer objects in Senożaty experiment

Description of the investigated treatments					
Treatment abbreviation ^a	Nutrient amount applied (kg ha ⁻¹)				Fertilizer used
	Ca	N	P	S	
P1	60		24	30	CaSO ₄ + Ca[H ₂ PO ₄] ₂ (20% Ca; 8% P; 10% S)
P2	300		120	150	CaSO ₄ + Ca[H ₂ PO ₄] ₂ (20% Ca; 8% P; 10% S)
P3	600		240	300	CaSO ₄ + Ca[H ₂ PO ₄] ₂ (20% Ca; 8% P; 10% S)
N1	20	50			NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (25% N; 10% Ca)
N2	100	250			NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (25% N; 10% Ca)
N3	200	500			NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃ (25% N; 10% Ca)
Ca1	213				CaO (71% Ca)
Ca2	1065				CaO (71% Ca)
Ca3	2130				CaO (71% Ca)

The total amounts of nutrients applied in years 1965–1967 were five times higher. Doses shown in the table correspond to one application only.

^a With respect to control.

Trwałe doświadczenie nawozowe w Wageningen (Holandia)

Doświadczenie w Wageningen założono w 1958 roku na glebie ciężkiej. Do roku 1964 schemat obejmował 6 obiektów nawozowych: 0, P, K, PK, NPK i Ca (dawki w kg · ha⁻¹: 400 K₂O, 120 P₂O₅, 100 N i 1000 kg CaO). Całą dawkę azotu stosowano na wiosnę. Od 1965 roku dawkę azotu zwiększono do 160 kg (100 kg N stosowano nadal na wiosnę a 60 kg po I pokosie). Stosowano następujące nawozy: superfosfat, siarczan potasu, azotan amonu i margiel. Nawozów nie stosowano w I roku doświadczenia w celu dokładnego określenia stanu wyjściowego. Pierwsze próbki gleby do badań pobrano w 1959 roku [Elberse i in. 1983]

Literatura

- Arnold P.W., Hunter F., Gonzalez-Fernandez P. 1976. Long-term grassland experiments at Cockle-Park. *Annales Agronomiques* 27, 1027–1042.
- Dodd M.E., Silvertown J., McConway K., Potts J., Crawley M. 1994. Application of the British National Vegetation Classification to the communities of the Park Grass Experiment through time. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 29, 321–334.
- Edwards G.R., Bourdot G.W., Crawley M.J. 2000. Influence of herbivory, competition and soil fertility on the abundance of *Cirsium arvense* in acid grassland. *J. Appl. Ecol.* 37, 321–334.

- Elberse W.T., van den Bergh J.P., Dirven J.G.P. 1983. Effects of use of mineral supply on the botanical composition and yield of old grassland on heavy-clay soil. *Neth. J. Agric. Sci.* 31, 63–88.
- Elberse W.Th., van den Bergh J.P., Dirven J.G.P. 1983. Effects of use and mineral supply on the botanical composition and yield of old grassland on heavy-clay soil. *Neth. J. Agric. Sci.* 31, 63-88.
- Hejzman M., Češková M., Schellberg J., Pätzold S. 2010a. The Rengen Grassland Experiment: Effect of Soil Chemical Properties on Biomass Production, Plant Species Composition and Species Richness. *Folia Geobot.* 45,125–142.
- Hejzman M., Klauisová M., Štursa J., Pavlů V., Schellberg J., Hejzmanová P., Hák J., Rauch O., Vacek S. 2007. Revisiting a 37 years abandoned fertilizer experiment on *Nardus* grassland in the Czech Republic. *Agr. Ecosyst. Environ.* 118, 231-236.
- Hejzman M., Szaková J., Schellberg J., Tlustoš P. 2010b. The Rengen Grassland Experiment: relationship between soil and biomass chemical properties, amount of elements applied, and their uptake. *Plant Soil* 333, 163–179.
- Jenkinson D.S. 1990. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 329, 361–368.
- Jenkinson D.S., Harkness D.D., Vance E.D., Adams D.E., Harrison A.F. 1992. Calculating net primary production and annual input of organic-matter to soil from the amount and radiocarbon content of soil organic-matter. *Soil Biol. Biochem.* 24, 295–308.
- Jones C., McConnel C., Coleman K., Cox P., Falloon P., Jenkinson D., Powlson D. 2005. Global climate change and soil carbon stocks; predictions from two contrasting models for the turnover of organic carbon in soil. *Glob. Change Biol.* 11, 154–166.
- Lawes J.B., Gilbert J.H. 1859/1893. Report of experiments with different manures on permanent meadow land. *Journal of the Royal Agricultural Society of England* XIX, Part II and XX, Parts I & II, 1–111.
- Mrkvička J., Veselá M. 2002. The influence of long-term fertilization on species diversity and yield potential of permanent meadow stand. *Rost. Vyroba* 48(2), 69-75.
- Rodwell J.S. 1992. *British Plant Communities, Vol. 3. Grasslands and Montane Communities.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Silvertown J. 1980. The dynamics of a Grassland Ecosystem – Botanical equilibrium in the Park Grass Experiment. *J. Appl. Ecol.* 17, 491–504.
- Silvertown J., Poulton P., Johnston E., Grant E., Heard M., Biss P.M. 2006. The Park Grass Experiment 1856–2006: its contribution to ecology. *J. Ecol.* 94, 801-814.
- Silvertown J., Servaes C., Biss P., Macleod, D. 2005. Reinforcement of reproductive isolation between adjacent populations in the Park Grass Experiment. *Heredity* 95, 198–205.

- Tilman D., Dodd M.E., Silvertown J., Poulton P.R., Johnston A.E., Crawley M.J. 1994. The Park Grass Experiment: insights from the most long-term ecological study. Long-term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences. R.A. Leigh & A.E. Johnston (Eds.), pp. 287–303.
- Tilman D., Downing J.A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367, 363–365.
- Warren R.G., Johnston, A.E. 1964. The Park Grass Experiment. Rothamsted Experimental Station Report for 1963, 240–262.

Long-term fertilizer experiments on grasslands in Europe

Stanisław Kalembasa

Summary

History of static fertilizer experiments dates back to 1843 when the first field experiment was set up on arable lands in England. In the following years, with developing livestock production, the experiments were started on grasslands. Lawes and Gilbert set up the world first fertilizer experiment on a permanent meadow in 1856 at Rothamsted, Hertfordshire in England. It has been the longest conducted fertilizer experiment in the world. On the basis of results obtained from this experiment it may be stated that botanical composition of sward is in dynamic equilibrium, however the structure of vegetation on individual fertilizer treatments depends on the amount of bioavailable components, mainly nitrogen but also phosphorus and potassium, as well as liming. However, the final yield is significantly affected by thermal and precipitation conditions. Plant biodiversity is to a great extent limited by nitrogen fertilization and liming. Fertilizer application markedly influences soil microbiological activity, which determines the number and quality of organic carbon compounds.

Other, greatly important from the scientific perspective, fertilizer experiments conducted on grasslands comprise also the experiments set up: in 1941 in Rengen (Germany), in 1958 in Wageningen (The Netherlands), in 1961 in Gumpenstein (Austria) and in 1964 in Senozaty (Czechy).