

J. P E R K A L (Wrocław)

*ZASTOSOWANIA MATEMATYKI DO ROLNICTWA
W ŚRODOWISKU WROCŁAWSKIM*

Chcę tu przedstawić w skrócie dorobek wrocławskiego środowiska matematycznego w zastosowaniach rolniczych. Ta nasza działalność pod kierownictwem H. Steinhausa rozpoczęła się przed 7-8 laty. Na grupę naszą składali się wówczas J. Łukaszewicz, M. Warmus, S. Zubrzycki i ja. Prócz tej stałej kadry dorywczo pracowali w naszej grupie różni studenci i pracownicy naukowcy środowiska wrocławskiego. Z nich na stałe przyłączyli się do nas J. Battek i F. Szczotka. M. Warmus z czasem zmienił zainteresowania. Spośród innych współpracowników należy wymienić R. Bucholskiego, K. Dykierta, M. Gutmana, H. Huskowską, J. Kierłańczyka, J. Kołędę, R. Nowakowskiego, J. Reichbacha, H. Szczotkę i J. Welona.

W ciągu tych 7-8 lat napotkaliśmy 46 tematów o charakterze rolniczym. Niektóre z nich to przypadkowa rozmowa z rolnikiem, jakaś rada lub bezradne rozłożenie ramion. Inne, to tematy prac magisterskich czy doktorskich, tematy publikacji naukowych w języku polskim czy obcym. W ciągu tego okresu opublikowaliśmy drukiem 17 prac z zastosowań matematyki do rolnictwa. Trzy spośród nich zostały opublikowane przez rolników (B. Borkowskiego, J. Olbrychtową i T. Znanieckiego). W kilku innych autorzy powołują się na współpracę z naszą grupą. Obecnie przygotowujemy do druku dalsze trzy lub nawet cztery prace o tematyce rolniczej. Dwa opracowania przekazaliśmy do eksploatacji w praktyce. Dziewięć tematów zarzuciliśmy, pięć tematów kontynuujemy.

Wyliczę teraz tych 46 tematów nie w porządku chronologicznym, lecz w innej kolejności. O niektórych tematach powiem mniej, o innych więcej, w zależności od tego, jak ciekawymi mi się one wydają.

S. Bac z Katedry Melioracji WSR (Wyższej Szkoły Rolniczej) we Wrocławiu zwrócił nam uwagę na zagrożenie geometrycznego wskaźnika erozji. Do tej tematyki należy zaliczyć prace H. Steinhausa o współczynniku ukształtowania pionowego (Przegląd Geograficzny 21 (1947)) i o współczynniku pochyłości (opublikowana tamże) oraz pracę magisterską S. Zubrzyckiego o erozji (w druku w Rocznikach Nauk Rolniczych i w Zastosowaniach Matematyki).

Zagrożenie terenu erozją zależy od chemicznych i fizycznych właściwości gleby, od warunków klimatycznych i od geometrycznych właściwości terenu i innych przyczyn. Chodziło o stworzenie metody, która pozwoliłaby łatwo i szybko, nie przez specjalnie wysoko wykwalifikowanych pracowników, ocenić stopień zagrożenia erozją danego obszaru, na podstawie jego własności geometrycznych, a dokładniej, na podstawie mapy warstwicowej. Zadanie to wykonaliśmy. Podaliśmy wzór, za pomocą którego niespecjalista, umiejący tylko odczytywać wysokości z mapy warstwicowej, może ocenić zagrożenie erozją mniej więcej tak, jak to uczyniliby najpoważniejsi specjaliści w kraju. Do metody naszej bowiem wykorzystaliśmy ich doświadczenia i umiejętności. Jej zadaniem było w tym przypadku jak najlepiej imitować umysł specjalisty.

B. Świętochowski przedstawił nam zagadnienie gruzelkowatości gleby. Chodziło o wyznaczenie takiej wilgotności gleby, w której obróbka powoduje najlepszą strukturę gleby, tj. najlepszy rozkład gruzelków ze względu na ich wielkość. Przy tym zagadnieniu pojawiła się po raz pierwszy trudność, na którą później wielokrotnie trafialiśmy. Wilgotność gleby określa się jednym parametrem, a jej strukturę wielu parametrami, mianowicie frakcjami gruzelków różnych wielkości. Celem badań jest jednak znów jeden parametr, mianowicie urodzaj tej czy innej rośliny. Po cóż więc owo pośrednie badanie, po co mamy przechodzić przez wieloparametrową i trudną do scharakteryzowania strukturę gleby, jeśli prościej jest zbadać bezpośrednio wpływ wilgotności gleby przy obróbce na wysokość plonu? Rolnicy jednak nie zgodzili się z naszymi wywodami. Twierdzili oni, że struktura gleby interesuje ich samoistnie, bez względu na to, czy w jakimś konkretnym zagadnieniu można ją ominąć czy nie. Niechętnie też patrzyli na nasze rady, żeby zmniejszyć ilość frakcji, którymi charakteryzuje się strukturę gleby. Później dopiero doszliśmy do wniosku, że nasze zadania, może i słuszne w tym konkretnym przypadku, były dla rolników nie do przyjęcia ze względu na inne zagadnienia związane ze strukturą gleby. Pracę tę wykonał J. Łukaszewicz.

K. Boratyński z katedry chemii rolnej przedstawił mi zagadnienie związane z porównywaniem kilku metod określania zawartości fosforu w glebie. Przekazałem mu swoje uwagi do wykorzystania w produkcji.

Z ciekawymi problematami zwrócił się do nas T. Okniński z CIB-u (Centralny Instytut Rolniczy) w Warszawie. Chodzi o pryncypialne wyróżnienie czynników wpływających na plony. Doświadczenia mogłyby wykazać, że nienormowane dotychczas czynniki, jak np. światło, woda (w pewnych zabiegach rolniczych), rozkład temperatur itp. wywierają prawie wyłączny wpływ na plony, a współczesna technika może dać możliwości pewnego normowania tych czynników. Mamy zamiar głębiej zająć się tymi zagadnieniami.

Dla S. Gumińskiego (katedra fizjologii roślin WSR we Wrocławiu) obliczaliśmy za pomocą odpowiednio zmienionego testu Studenta pewne różnice w fizjologicznym oddychaniu roślin.

B. Świętochowskiemu w pewnym doświadczeniu z przenoszeniem wody przez roślinę poradziliśmy zastosować kryterium łączenia w pary.

Magistranci nasi zajęli się u B. Świętochowskiego zagadnieniem wy-czerpywania gleby przez topinambur.

Wysłuchaliśmy referatu R. Hohenberga z katedry zastosowań matematyki WSR we Wrocławiu o prawach wzrostu plonu.

H. Huskowska zajęła się wpływem różnych warunków przechowywania nasion na ich siłę i energię kiełkowania. Temat ten pochodzi od M. Lityńskiego z katedry warzywnictwa WSR we Wrocławiu.

Któregoś roku K. Nadwyczawski z IHAR-u zaalarmował mnie takim zagadnieniem: Plan posiewu kukurydzy był zagrożony. Wczesne i silne mrozy poprzedniej jesieni spowodowały znaczne zmniejszenie się ilości i obniżenie jakości siewnej kukurydzy. Aby obsiać zaplanowaną powierzchnię, należało zmienić sposób siewu. Dotychczas kukurydzę siano rzędami lub gniazdami, kładąc po 7 ziarn w jedno gniazdo. Należało zmniejszyć tę ilość ziarn sadzonych do jednego gniazda i przy danej sile wschodów obliczyć, jakich wschodów należy się spodziewać. Przeprowadziłem odpowiednią analizę i prócz tego zaproponowałem dwuetapowy siew kukurydzy. Polegał on na tym, że w pierwszym etapie sadziło się gniazdowo po dwa ziarna kukurydzy, a po wzejściu kukurydzy następował drugi etap sadzenia. Mianowicie do pustych gniazd należało sadzić po 7 nowych ziarn. Okazało się w rozmowach z rolnikami, że różnice w wieku kukurydzy w obliczonych proporcjach mogą korzystnie wpłynąć na plony. Wyniki obliczeń przekazałem do użytku praktycznego.

Pokrycie łąki roślinnością jest jednym z tematów badań łąkarskich. Nie ma jednak w praktyce łąkarskiej obiektywnej metody opisu stanu tego pokrycia. Łąkarze znają kilka obiektywnych metod szacowania frakcji tej czy innej rośliny na łące. Mogą więc obiektywnie stwierdzić np. że na danej łące kostrzewa zajmuje 37% pola. Natomiast całkiem subiektywnie ocenia się, że ten porost jest równy, kępki duże lub małe, o regularnym lub nieregularnym kształcie. Tymczasem te geometryczne wskaźniki wiążą się prawdopodobnie z fizjologicznymi i ekologicznymi możliwościami, stanami i potrzebami łąk. Badania tych spraw były wielce utrudnione właśnie z tego powodu, że nie istniały obiektywne metody określania geometrycznych wskaźników łąkowych. Postawiliśmy sobie za zadanie opracować takie geometryczne wskaźniki łąkowe oraz metodę obliczania tych wskaźników za pomocą prostych pomiarów. Zadanie to udało nam się wypełnić. Przy sposobności przeprowadziliśmy analizę sposobów pobierania próbek łąkowych lub w ogóle próbek z populacji rozło-

zonych na płaszczyźnie. Podzieliliśmy takie próbki na punktowe, liniowe i dwuwymiarowe. Badamy obecnie ich optymalne liczebności i wymiary. Doświadczenia polowe potrzebne do tych zagadnień prowadzimy wspólnie z Z. Golonką z katedry łekarstwa WSR we Wrocławiu. Jedną pracę o tym opublikowałem w *Zastosowaniach Matematyki* 2(1955). Drugą pracę wraz z F. Szczotką przygotowujemy do druku.

Prognoza plonu kartofla na podstawie długości i grubości łodyg oraz pola blaszki liścia była przez jakiś czas tematem pracy J. Kierlańczyka. Po jego wyjeździe pracę tę zarzuciliśmy. Podobnie zarzuciliśmy z powodu braku materiałów zagadnienie odporności pszenicy na wyleganie, które podsunął nam T. Ruebenbauer z IHAR-u.

S. Brej poprosił nas o pomoc przy klasyfikacji pszenic ze względu na ich własności fizyczne, notowane za pomocą specjalnego przyrządu, farynografu. Nadała się do tego opracowana przez naszą grupę metoda, którą nazwaliśmy taksonomią wrocławską. Wystarczyło kilka uzupełnień, jak dodanie do badanych odmian pszenicy jeszcze dwóch pszenic fikcyjnych: optymalnej i pesymalnej. Pierwsza z nich miała wszystkie najlepsze, a druga wszystkie najgorsze cechy, jakie spotkaliśmy wśród badanych pszenic. Dendryt pszenic ułożyliśmy nie na płaszczyźnie, lecz w przestrzeni 3-wymiarowej, po to, żeby zachować odpowiednie odległości każdej pszenicy od obu fikcyjnych pszenic. W ten sposób pokazaliśmy, jak porządkują się pszenice i jaka jest ich wartość. Wyniki okazały się zgodne z intuicją rolników. Praca F. Szczotki o tym ukazała się w *Zastosowaniach Matematyki* 2(1955).

Ale i w tym zagadnieniu pojawiły się trudności opisane wyżej. Odmianę pszenicy charakteryzuje się cechami farynograficznymi, a potem od tych cech uzależnia się smak chleba. Czyż nie prościej byłoby badać, jak smak chleba zależy od odmiany? Nam wydawało się to od początku bezsporne, ale rolnicy nie ustępują. Uważają cechy farynograficzne za potrzebne ogniwo w obiektywnych badaniach smaku i wartości chleba.

Twórczość naukowa M. Czarnowskiego, dendrologa krakowskiego, jest przesiąknięta matematyką elementarną. Wobec różnicy zdań między dendrologami co do wartości dorobku naukowego M. Czarnowskiego, postanowiono wszechstronnie zbadać ową teorię. Na wniosek Polskiego Naukowego Towarzystwa Leśnego opracowałem o niej obszerny referat, który wygłosiłem na zjeździe w Rogowie, zwołanym umyślnie w tym celu.

H. Steinhaus opracował pojęcie odległości ekologicznej między dwoma obszarami roślinnymi.

W oddzielnym artykule przedstawiam wyniki naszych dociekań na temat doświadczalnych badań populacji ruchomych.

Opracowana przez naszą grupę metoda taksonomiczna, tzw. wrocławska, pozwoliła na dualne potraktowanie lasów i wątrobowców wystę-

pujących w tych lasach. Objasnienia i ilustracje zjawisk opisanych, lecz nie przeanalizowanych naszą metodą przez J. Reiment-Grochowską umieściliśmy w pracy *Taksonomia wrocławska I* (Przegląd Antropologiczny 17(1951)).

Opublikowałem cykl prac dendrometrycznych (Coll. Math., Roczniki PTM, Sprawozdania Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego), w których podałem metody o różnej trudności, a więc jednoparametrowe, tj. oparte na pomiarze jednego parametru na pniu drzewa, dwuparametrowe i wieloparametrowe, dające optymalne oszacowanie pola przekroju poprzecznego pnia drzewnego i objętości pnia. Zaprojektowałem przyrządy do rysowania poprzecznych przekrojów rosnącego pnia drzewnego (bez przecinania) oraz całkujące przyrządy do mierzenia pola przekroju poprzecznego i objętości pnia, również bez przecinania.

Leśnicy charakteryzują wielkość drzew rosnących dwiema wielkościami: średnicą mierzoną na wysokości piersi mierzącego i wysokością drzewa. Te dwie wielkości są oczywiście dość silnie skorelowane. Postawiliśmy sobie za zadanie znaleźć dwie kombinacje liniowe tych wielkości, które nie byłyby już skorelowane. Udało się to zrobić. Jedną z tych kombinacji nazwaliśmy *bonitacją drzewa*. Zgodnie z przewidywaniami jest ona silnie skorelowana z objętością. Druga z tych kombinacji, nazwana przez nas *wskaźnikiem wysmukłości*, charakteryzuje kształt pnia drzewnego i odróżnia drzewa grube i niskie od cienkich i wysokich. Okazuje się, że tak określona bonitacja drzew i drzewostanów jest obiektywna i lepiej charakteryzuje własności drzewostanu, które leśnicy określają tym samym mianem w sposób konwencjonalny, często subiektywnie, czasem wręcz na oko. Druga kombinacja — wskaźnik wysmukłości — może mieć duże znaczenie w hodowli lasu. Wskaźnik ten zmienia się w trakcie rozwoju drzewostanu i przekraczanie przez ten wskaźnik pewnych ekstremalnych linii powinno wskazywać potrzebę zabiegów hodowlanych, jak np. trzebieży lasów zbyt wysmukłych. Podaliśmy prosty nomogram do odczytywania bonitacji i wysmukłości drzewostanu na podstawie średniej pierśnicy i średniej wysokości. Jedną pracę na ten temat wydrukowaliśmy (wraz z J. Battkiem) w Sylwaniu 99(1955). Przygotowujemy do druku następną pracę.

J. Radomski ze Stacji Doświadczalnej Jedwabnictwa w Otmuchowie zainteresował się naszymi metodami taksonomicznymi i chciał uporządkować z pomocą dendrytów różne odmiany drzew morwowych spotykanych w kraju. Włożyliśmy w to dużo pracy. Niestety, J. Radomski przestał się tą sprawą interesować i wobec braku materiałów musieliśmy pracę zarzucić.

Metodami taksonomicznymi zainteresowali się również zootechnicy. W. Romaniszyn próbował bez większego powodzenia porządkować różne

typy dna jezior. B. Borkowski porządkował kozy wałbrzyskie, wyniki ogłosił w swej tezie doktorskiej, T. Janowski systematyzował paratyfusy i typy mikroklimatów w pomieszczeniach dla bydła.

Nie udało się nam rozwiązać zagadnienia dziedziczenia mleczości przez krowy. Zagadnienie to podsunęli nam T. Olbrycht i jego żona (z katedry szczegółowej hodowli zwierząt WSR we Wrocławiu). Chodziło o stwierdzenie, czy buhaj lub krowa, mające podnosić jakość bydła, rzeczywiście wpływają na zwiększenie się mleczości potomstwa. Zagadnienie było trudne, gdyż dane były skąpe, dotyczyły krów z różnych matek i różnych buhajów, mleczości były notowane w różnych okresach laktacyjnych i w różnych latach kalendarzowych. Należało w rachunkach uwzględnić i wpływ buhaja, i matki, i roku kalendarzowego, i okresu laktacyjnego. Zagadnienie sprowadziliśmy do rozwiązania olbrzymiego układu równań liniowych. Przybliżone metody dawały nam wyniki sprzeczne. Wreszcie doszliśmy do wniosku, że dostarczone nam dane nie doprowadzą do żadanego rezultatu. Zagadnienie musieliśmy pozostawić nierozwiązane.

Dużo czasu zajęły nam zagadnienia metod doświadczeń zootechnicznych, które nam przedstawił T. Znaniecki. Chodziło o stwierdzenie, jak wpływa na tucz świń zastąpienie w karmie pewnej ilości białek pochodzenia zwierzęcego białkami pochodzenia roślinnego. W trakcie doświadczeń niektóre sztuki padły i okazało się, że standardowe metody nie dają najlepszego wykorzystania danych doświadczalnych. Trzeba było stosować różne specjalne metody.

T. Konopiński i M. Detkens z katedry ogólnej hodowli zwierząt WSR we Wrocławiu zwrócili się do nas z zadaniem bardzo ciekawym dydaktycznie. Należało znaleźć korelację między rocznym udojem mleka a zawartością tłuszczu w mleku różnych krów. Dotychczasowe kierunki hodowli krów o wysokiej mleczości i hodowli krów o wysokiej zawartości tłuszczu w mleku, zawisły poniekąd w próżni, gdy okazało się, że korelacja między tymi dwiema cechami krów nie jest ujemna, lecz jest nieistotna. Kto wie, czy nie należy połączyć obu kierunków hodowli i hodować krowy o wysokiej mleczości i wysokiej frakcji tłuszczu w mleku.

J. Olbrychtowa poprosiła nas o pomoc w zagadnieniu korelacji między długością ciąży a wagą miotu owiec. Wyniki przekazaliśmy jej do umieszczenia w własnej pracy.

Plan skupu mleka z rozbiciem terytorialnym i czasowym musi się opierać na danych o skupie w latach poprzednich, ale powinien również zawierać elementy, które wywrą nacisk na producenta w kierunku większej i równomiernej produkcji. Jeden z naszych magistrantów, M. Gutman, opracował metodę układania planów skupu mleka i rozbijania tych planów na poszczególne powiaty i miesiące.

Koszt wyprodukowania tucznika można traktować jako funkcję wieku lub wagi tego tucznika. Wykresem tej funkcji będzie pewna krzywa na płaszczyźnie o osi poziomej wieku (lub wagi) tucznika i o osi pionowej, na której oznaczać można koszt produkcji tego tucznika w złotych. Wartość użytkowa tego samego tucznika jest również funkcją tego samego argumentu, tj. wieku lub wagi. Przez *wartość użytkową* czyli *rzeźną* będziemy tu rozumieli wartość mięsa, tłuszczu i innych składników otrzymanych przy tuczeniu świni. Wartość tucznika można również wykreślić na opisanej poprzednio płaszczyźnie. Wzajemny układ tych dwóch krzywych, wykresu kosztu i wartości pozwoli na ustalenie okresów, w których bicie tuczników jest najbardziej opłacalne i pozwoli na poprawne ustalenie pragmatycznej ceny, jaką należy płacić za tuczną trzodę chlewną. Niestety nie zdołaliśmy, mimo pomocy B. Borkowskiego, uzyskać materiałów niezbędnych do ustalenia wartości tucznika jako funkcji wieku lub wagi. Badania te prowadził J. Reichbach.

Wiadomo, jakie usługi praktyczne oddaje metoda korelacji między dwiema cechami. Ciekawsze i głębsze wyniki otrzymuje się metodą tzw. *korelacji wielorakich*, które badają wpływ wielu cech badanego osobnika na wybraną jedną cechę. W rolnictwie i w innych naukach praktycznych odczuwa się potrzebę jeszcze innej metody. Chodzi tam o powiązanie nie jednej cechy z inną, ani jednej cechy z zespołem innych cech, lecz o powiązanie dwóch zespołów cech. Wyjaśnię to na przykładzie zootechnicznym. Tucznik ma pewne właściwości morfologiczne dostępne naszym obserwacjom i pomiarom na żywo. Są to np. wymiary tułowia, nóg, głowy. Ten zespół nazwiemy *zespołem cech morfologicznych*. Zootechnikowi idzie jednak o inne cechy. Obchodzą go właściwie takie cechy tucznika, jak ilości mięsa, tłuszczu, kości i tym podobne niedostępne pomiarom na żywo. Nazwiemy je *zespołem cech użytkowych*. Znaństwo zootechniczne polega m. in. na przewidywaniu cech użytkowych na podstawie cech morfologicznych. Wiadomo np. że znawca oceni wartości użytkowe przyszłego tucznika na podstawie wyglądu, czyli cech morfologicznych prosięcia. Powstaje więc nowe zadanie naukowego ujęcia związków między dwoma zespołami cech, czyli badania korelacji między dwoma zespołami cech.

Można to zagadnienie postawić skromniej lub ogólniej. Zaczęliśmy od skromniejszego. Jeden zespół cech, mianowicie zespół cech użytkowych zastąpiliśmy jedną sumaryczną cechą, a mianowicie wartością użytkową tucznika wyrażoną w złotych, według oficjalnych cen na poszczególne składniki tucznika. Można to również robić za pomocą funkcji dyskryminacyjnej Fishera. Następnie znanymi metodami korelacji wielorakich ustaliliśmy, jak ta wartość użytkowa tucznika zależy od poszczególnych cech morfologicznych. W ten sposób otrzymaliśmy wagi cech morfologicznych.

gieznych, mówiące jak bardzo ważna jest dana cecha morfologiczna w ocenie wartości użytkowej tuczniaka. Konkretnie wyniki, jakie osiągnęliśmy, nie były dla zootechnika rewelacją. Okazało się mniej więcej, że jeśli tucznik jest duży, to należy oczekiwać dużo mięsa i dużo słoniny. Takie skromne wyniki osiągnęliśmy dlatego, że materiał wyjściowy mieliśmy niezbyt odpowiedni (mocno zróżnicowany) i nie mogliśmy sobie poradzić z normowaniem, tj. sprowadzeniem tuczniaka do stałej wielkości.

Była jednak i głębsza wada w naszej metodzie: zastąpienie zespołu cech użytkowych jedną sumaryczną cechą, a mianowicie wartością użytkową. Tkwi w tym błąd konwencji cen lub nawet subiektywizmu. Wartość użytkowa jest zależna od stosunków ekonomicznych w danym kraju i w danym okresie. Inaczej się będzie ona kształtowała, jeśli np. skórę potraktujemy jako odpad bezwartościowy, a inaczej, jeśli ją poczytamy za cenny surowiec przemysłowy. Podobne wady ma funkeja dyskryminacyjna. Obiektywna wartość użytkowa da się określić tylko zespołem liczb, a nie jedną liczbą, jak to zresztą wielokrotnie podkreślaliśmy w naszych badaniach dotyczących taksonomii wrocławskiej. Należyty obraz podobieństw i niepodobieństw wśród tuczniaków da tablica Czekanowskiego podobieństw tych tuczniaków, a nie wielkość sumarycznej cechy. Dwa zupełnie niepodobne tuczniaki, jeden o wielkiej przewodzie mięsa i drugi o wielkiej przewodzie tłuszczu, mogą się okazać bardzo bliskie pod względem owej sumarycznej cechy, wartości w złotych.

Aby głębiej wniknąć w stosunki między dwoma zespołami cech, musielibyśmy porównać dwie tablice Czekanowskiego. Pierwsza z tych tablic została obliczona z użytkowych cech tuczniaków, a druga z morfologicznych cech tych samych tuczniaków. Oczywiście nie należało się spodziewać podobieństwa tych dwóch tablic. Tuczniaki bliskie pod względem użytkowym bywały bardzo dalekie pod względem cech morfologicznych. Przypisaliśmy następnie różne wagi poszczególnym cechom morfologicznym. Wskutek tego zmieniła się tablica Czekanowskiego obliczona na podstawie tak ważonych cech morfologicznych. Staraliśmy się tak dobrać wagi cech morfologicznych, żeby tablica Czekanowskiego oparta na tak ważonych cechach morfologicznych okazała się jak najpodobniejsza do tablicy Czekanowskiego zbudowanej na podstawie cech użytkowych. W praktyce te optymalne wagi cech morfologicznych dobraliśmy metodą najmniejszych kwadratów.

W ten sposób rozwiązaliśmy teoretycznie zadanie, któreśmy sobie postawili. W zespole cech morfologicznych ustaliliśmy wagi. Potrafimy obliczyć, jaka ważna jest dana cecha morfologiczna dla oceny zespołu cech użytkowych. Może się np. okazać, że w zespole cech morfologicznych grubość skóry prosięcia jest cechą ważną ze względu na zespół cech użytkowych, natomiast kształt ryja jest cechą nieważną. Oczywiście może

się okazać, że jest przeciwnie. W każdym razie ta metoda pozwala atakować istotne, jak mi się wydaje, zagadnienia znawstwa zootechnicznego. Brak odpowiednich materiałów i czasu uniemożliwił nam osiągnięcie praktycznych rezultatów w postaci np. wag cech morfologicznych trzody chlewnej. Pewne wyniki dla drobiu (gęsi i indyków) nie okazały się specjalnie ciekawe chyba właśnie z tego powodu, że materiały nie były odpowiednie do naszych potrzeb. Pomysły dotyczące korelacji między dwoma zespołami cech pochodzą ode mnie. Poszczególne zagadnienia były tematami prac magisterskich J. Kołedy, H. Szczotki i J. Welona.

Prócz prac, o których tu wspomniałem, wielokrotnie pracownicy naszego ośrodka świadczyli rolnikom drobniejsze usługi koncepcyjne lub rachunkowe. Trudno byłoby policzyć wszystkie konsultacje matematyczne dla rolników. Kończyły się one na przemian raz fiaskiem, raz powodzeniem. Jak widać z powyższego referatu, działalność nasza nie była triumfalnym marszem Aleksandra Macedońskiego poprzez nietknięte stopą matematyka krainy myśli rolniczej. Ale też nie była to wojenna droga Szwejka. Dorobek i doświadczenie, jakie zebraliśmy w ciągu tych kilku lat, cenimy sobie wysoko. Uważamy, że uprawniły one nas do przedsięwzięcia wielkiego trudu: skonstruowania podręcznika matematyki dla rolników. Ma to być podręcznik nowy, dostosowany do możliwości i potrzeb rolnika nie tylko doborem materiału, lecz metodą wykładu, naśladownictwem indukcji przyrodniczej, uczeniem na konkretnych przykładach przyrodniczych i rolniczych.

Ośrodek nasz współpracuje, jak wiadomo, z wielu różnymi kierunkami przyrodniczymi. Współpracujemy z antropologią, z medycyną, z biologią i innymi gałęziami wiedzy. We współpracy z rolnictwem cieszy nas szczególnie to, że praca nasza ma bezpośredni związek z praktyką o wielkim gospodarczym znaczeniu, że spotykamy się na ogół z życzliwością i że uczeni, którzy w rolnictwie stosowali przed nami metody matematyczne, chętnie przekazują nam swoje rady i doświadczenia.

Wdzięczni jesteśmy prof. Z. Ruszczycowi, doc. S. Brejowi, prof. T. Ruebenbauerowi, prof. S. Barbackiemu i jego uczennicy kand. R. Elandtównie, prof. S. Schmidtowi i prof. Nawrockiemu za wiele ciekawych rozmów, w czasie których wiele się dowiedzieliśmy i wiele nauczyliśmy, mimo że może nie to było bezpośrednim celem rozmowy. Rzeczowe pod względem matematycznym i rolniczym podejście do zagadnień, właściwa i umiejętne metoda tych uczonych pozwoliły nam niejednokrotnie zobaczyć to, czego przedtem nie widzieliśmy, nie rozumieliśmy: zawiłej sprawy zastosowań matematyki do rolnictwa.

Wdzięczni jesteśmy tym wszystkim uczonym rolnikom, którzy zwracali się do nas ze swoimi zagadnieniami i byli dosyć cierpliwi, żeby uczyć nas całych dziedzin rolnictwa, żeby wykonywać dla nas doświadczenia labo-

ratoryjne, zakładać doświadczenia polowe, przeprowadzać analizy, rozważać, planować. Z dotychczasowej naszej praktyki wnosimy, że należy w dalszym ciągu rozszerzać i pogłębiać współpracę matematyków z rolnikami.

Współpraca taka często daje pozytywne wyniki. Korzyść jest obustronna. Często metody matematyczne pozwalają rolnikowi obejrzeć zagadnienie z nowego punktu widzenia, pozwalają na zastosowanie obiektywnej metody, na lepszą i głębszą charakterystykę przedmiotu badań. Z drugiej strony zagadnienia rolnicze zwracają uwagę matematyków na nowe problemy matematyczne, jak zagadnienie porządkowania przedmiotów, zagadnienia korelacji dwóch układów cech, metodyka doświadczeń z populacjami ruchomymi.

Z praktyki naszej wynieść jeszcze trzeba i ten wniosek, że zagadnienia rolnicze nie są łatwe. Z pomocą metod matematycznych osiągamy pewne wyniki kosztem mniej lub więcej usprawiedliwionych założeń. Ale założenia te najczęściej nie są w praktyce spełnione. Dlatego wyniki matematyczne należy w takich wypadkach traktować nie jako absolutną prawdę, do której ułomna natura nie potrafi się dostatecznie przybliżyć, lecz jako ułomne przybliżenie skomplikowanych praw przyrody. Jeśli to możliwe, należy coraz dokładniej poznawać zagadnienie i uwzględniać coraz to więcej faktów przyrodniczych naruszających założenia matematyczne.

Chciałbym wreszcie na zakończenie wspomnieć o jeszcze jednym smutnym wniosku. Chcę się poskarżyć na niektórych rolników. Rozumieją oni doskonale, że zbadanie jakiegoś zagadnienia rolniczego wymaga wielu lat żmudnej pracy, wielu dociekań, prac laboratoryjnych, doświadczeń polowych. A gdy zwracają się do nas, uważają, że matematyk ma wykonać kilka działań i odpowiedzieć zgodnie z intuicją rolnika na postawione pytanie. Jeśli badania matematyczne się przeciągają, jeśli wyniki nie są po myśli rolnika, jeśli matematyk żąda dodatkowych danych, analiz, doświadczeń — bywa, że zniecierpliwiony rolnik odpowiada „no to nie trzeba” i publikuje pracę bez analizy matematycznej.

Ta bolączka to przeżytek z czasów biometriki, kiedy przyrodnik oddawał swą pracę do przepuszczenia przez formalny młynek statystyczny, podobnie jak do przetłumaczenia na język obcy. Nasza współpraca z rolnikami polega na czymś innym. Od początku rozważamy zagadnienie z punktu widzenia rolnika i matematyka, wspólnie planujemy badania i metodyczne, i doświadczalne, wspólnie ustalamy i wymiary poletek, i rodzaj agrotechnicznego zabiegu. Wspólnie analizujemy wyniki. Wydaje mi się, że to jest właściwa droga.

INSTYTUT MATEMATYCZNY POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Praca wpłynęła 2. 1. 1956