

Wybrane metody statystyczne usprawniające efektywność badań w rolnictwie i gospodarce żywnościowej

Wybrane zagadnienia dotyczące rolnictwa i gospodarki żywnościowej

Artykuły żywnościowe stanowiły przez cały okres powojenny ważną pozycję w polskim handlu zagranicznym, zwłaszcza w eksporcie; handel zagraniczny artykułami rolno-spożywczymi podlegał przez cały ten okres głębokim zmianom. Rozmiary tego handlu kształtowane są obecnie przez sytuację podaży-popytu na krajowym rynku żywnościowym, zmiany na rynku światowym oraz regulacje w zakresie eksportu i importu. Do rozwoju handlu zagranicznego, w tym i handlu artykułami żywnościowymi, przyczyniło się po 1989 roku zniesienie w naszym kraju monopolu na prowadzenie tego typu działalności gospodarczej. Ustawa Prawo celne z 1989 roku – wraz z późniejszymi zmianami – stanowi, że „*obrót towarowy z zagranicą dozwolony jest każdemu na równych prawach z zachowaniem warunków i ograniczeń określonych w przepisach prawa i normach międzynarodowych*”. W rezultacie tej ustawy od 1990 roku wzrasta udział sektora prywatnego w obrotach handlu zagranicznego.

Eksport artykułów rolno-spożywczych kształtował się różnie w ostatnich latach. Po dwukrotnym wzroście w latach 1986–1991 nastąpił gwałtowny spadek eksportu w latach 1992–1993, będący następstwem suszy w roku 1992, która spowodowała spadek produkcji roślinnej, a co za tym idzie i zwierzęcej. Natomiast rok 1994 odznaczał się wysoką dynamiką wzrostu eksportu żywnościowego, mimo znacznego spadku produkcji rolniczej w kraju. Do zwiększenia eksportu przyczyniło się ożywienie eksportu do państw byłego Związku Radzieckiego i w pewnym stopniu poprawa koniunktury w krajach rozwiniętych, przede wszystkim w krajach Unii Europejskiej.

Na strukturę handlu zagranicznego żywnością mają wpływ określone grupy produktów rolno-spożywczych. Ze względu na stopień przetworzenia produkty te podzielono na trzy grupy:

- surowce rolnicze, np. zboża, ziemniaki, owoce, warzywa, jak również żywe zwierzęta,
- produkty wstępnie przetworzone, np. mięso, masło, wędliny,

– wyroby wysoko przetworzone, np. wyroby cukiernicze, makarony, lody.

Największy procent w całości eksportu żywności stanowią artykuły wstępnie przetworzone. Równocześnie udział w eksporcie produktów o największym stopniu przetworzenia z roku na rok się powiększa. Produkty żywnościowe można podzielić na:

- artykuły pochodzenia roślinnego;
- artykuły pochodzenia zwierzęcego.

Jeśli chodzi o produkty pochodzenia roślinnego, to Polska występuje na rynkach światowych jako ważny ich eksporter. Duży udział w eksporcie mają owoce oraz ich przetwory, a wśród nich jabłka, owoce jagodowe, zagęszczone soki owocowe oraz mrożonki. Nieco mniejszy udział mają warzywa i ich przetwory, a wśród nich główną pozycję zajmują: cebula, ziemniaki, warzywa mrożone i konserwowe. Głównymi odbiorcami tych produktów są kraje Unii Europejskiej, a w szczególności Holandia, RFN i Wielka Brytania [4].

W ostatnich latach obserwuje się w Polsce załamanie eksportu nasion roślin oleistych, czego przyczyną było m.in. zmniejszenie się w Polsce zasobów rzepaku oraz ciągły wzrost krajowego popytu na tłuszcze roślinne.

Nieznaczny wpływ na handel zagraniczny miał eksport zbóż, gdyż susza spowodowała pod koniec 1992 roku konieczność importu zbóż z zagranicy. Ważną pozycję w eksporcie roku 1994 zajmował cukier, którego głównym odbiorcą była Rosja.

Jeśli chodzi o artykuły pochodzenia zwierzęcego, to najważniejszą pozycję w polskim eksporcie zajęły produkty mleczarskie, zwierzęta żywe oraz mięso i przetwory mięsne. Duży udział w eksporcie tych produktów mają produkty mleczarskie, mimo że ich eksport zmniejszył się na skutek spadku eksportu mleka w proszku. Zmniejszył się również eksport masła, za to nastąpił dynamiczny (prawie siedmiokrotny) wzrost eksportu serów i twarogów.

Eksport zwierząt żywych zajmuje drugą pozycję w grupie towarów pochodzenia zwierzęcego. Ich odbiorcami są głównie Włochy i Niemcy.

W obrotach zagranicznych mięsem i podrobami jadalnymi nastąpiła przewaga importu nad eksportem. W eksporcie mięsa główny rynek stanowią Niemcy. Systematycznie zmniejsza się eksport mięsa drobiowego, a mimo to jego rozmiary są duże. Rośnie natomiast, zwłaszcza do Niemiec, eksport ryb i ich przetworów.

Polskie artykuły żywnościowe mimo dość znacznego eksportu nie są konkurencyjne na rynkach światowych. Wynika to głównie z faktu, iż Polska nie w pełni wykorzystuje zasoby, jakimi dysponuje, tj. stosunkowo dużą powierzchnię użytków rolnych i znaczną liczbę pracowników rolnych. Ponadto, zbyt mała jest mechanizacja gospodarstw rolnych. Produkcja żywności nie spełnia też często jakościowych oczekiwań zagranicznych odbiorców naszych produktów rolno-spożywczych. Przez wiele lat ziemia w Polsce była i jest nadal dosyć intensywnie uprawiana w celu wyprodukowania jak największej ilości produktów rolniczych bez względu na ich

jakość. Od wielu lat występuje też zjawisko zmniejszania się zasobów ziemi użytkowanej rolniczo przy równoczesnym wzroście powierzchni odłogów. Inną przyczyną małej produktywności ziemi jest to, iż przeważająca część obszaru użytków rolnych znajduje się w gospodarstwach chłopskich o powierzchni 3–10 ha, natomiast niewiele jest gospodarstw dużych, powyżej 15 ha. Małe gospodarstwa rolne nastawione są na samowystarczalność konsumpcyjną. Innym problemem jest fakt, iż gospodarstwa te nie są wyspecjalizowane, lecz nastawione na produkcję wielokierunkową. Na niewielką efektywność małych gospodarstw rolnych mają także wpływ następujące czynniki:

- niski stopień ich zmechanizowania,
- występująca niekiedy dwuzawodowość ich użytkowników,
- nadmierne nakłady pracy, energii, nawozów mineralnych, pasz itp.

Kolejnym problemem, który wpływa na małą konkurencyjność polskich produktów żywnościowych na światowym rynku rolno-spożywczym, jest ich jakość. Wynika to z faktu zanieczyszczeń ekologicznych powietrza, gleby, wody oraz nadeksplotacji zasobów naturalnych, tj. gleby, wody, lasów, łowisk itp., co obniża jakościowy i ilościowy skład substancji odżywczych, zwiększa zanieczyszczenie substancjami toksycznymi (metale ciężkie, azotany, azotyny itp.). Oprócz tego niska jakość produktów spożywczych wynika z mikrobiologicznych zanieczyszczeń żywności spowodowanych nieprzestrzeganiem zasad czystości podczas ich produkcji i przechowywania.

Mimo dużego zanieczyszczenia środowiska mamy jeszcze w kraju regiony o niskim stopniu degradacji ekologicznej, w których wytwarzanie „zdrowej żywności” w gospodarstwach ekologicznych w skali makro jest możliwe (głównie w województwach białostockim, suwalskim, łomżyńskim, ostrołęckim). Właśnie w gospodarstwach ekologicznych upatruje się szansę dla rozwoju produkcji zdrowej żywności, a co za tym idzie i handlu zagranicznego tymi artykułami żywnościowymi. W Polsce nad rozwojem rolnictwa ekologicznego czuwa stowarzyszenie EKOLAND, które współpracuje z IFOAM (Międzynarodowa Fundacja Rolnictwa na Rzecz Rolnictwa Ekologicznego). W 1992 roku było 97 gospodarstw (o łącznym obszarze 1000 ha) mających atest EKOLANDU i 201 gospodarstw ubiegających się o taki atest.

Wzrost liczby gospodarstw ekologicznych może wpłynąć nie tylko na strukturę eksportu artykułów żywnościowych, ale ma daleko idące konsekwencje w ochronie środowiska oraz gleby przed degradacją, co umożliwi korzystanie w przyszłych latach z tych użytków rolnych równie efektywnie.

Tak więc, mimo aktualnie zbyt małej konkurencyjności naszych artykułów żywnościowych, mamy szansę przy zmianie polityki rolnej na większe wejście na światowy rynek rolno-spożywczy. Drogą do tego będzie integracja małych, nieekonomicznych gospodarstw indywidualnych, postęp techniczno-rolniczy, przygotowanie zawodowe rolników oraz zwiększenie zasięgu rolnictwa ekologicznego, szczególnie na terenach o niewielkim skażeniu środowiska.

Wykorzystanie metod matematycznych i statystycznych w badaniach eksperymentalnych

W kontekście powyższych rozważań warto wskazać na właściwe planowanie i realizację badań, zwłaszcza w dziedzinach wykorzystujących technikę eksperymentalną jako główne narzędzie poznawcze, co spowodowało dynamiczny rozwój badań naukowych, które mogą być i są wykorzystane m.in. dla potrzeb rolnictwa i gospodarki żywnościowej.

Rozwój statystyki matematycznej i teorii eksperymentu umożliwia obiektywne wnioskowanie oraz sformułowanie pewnych optymalnych reguł, precyzujących w jaki sposób zaplanować eksperyment, aby przy ograniczonych nakładach otrzymać możliwie wiarygodne wyniki i wyciągnąć właściwe wnioski. W ciągu ostatnich dwudziestu pięciu lat powstało wiele opracowań dotyczących zagadnień metodologii badań, często ukierunkowanych na potrzeby określonych dyscyplin naukowych, których autorami są wybitni statystycy, matematycy, informatycy, ekonomiści itp.

Już w czasach starożytnych istniały dwa przeciwstawne kierunki filozoficznej teorii poznania świata: racjonalizm i empiryzm.

Racjonalizm uznawał za główne źródło poznania rozum, negując znaczenie doświadczenia.

Empiryzm zaś docenia poznanie na bazie doświadczenia, a rozum służy do klasyfikacji wiedzy zdobytej na drodze doświadczenia. Współczesna nauka jest systemem teoretycznym obejmującym *empiryczną podstawę*, uwzględniającą fakty dotyczące zjawisk zachodzących w obiektywnej rzeczywistości i związki istniejące między nimi, oraz *teoretyczną obudowę*, zawierającą zbiór ogólnych prawidłości rządzących wspomnianą rzeczywistością. Wśród wielu dyscyplin naukowych są takie, które preferują racjonalizm, np. matematyka, oraz takie, które bazują głównie na eksperymentach i tutaj należy wymienić m.in. zastosowania w rolnictwie i technologii żywności. Badania empiryczne nie mogą jednak stanowić celu samego w sobie, muszą one służyć wnioskowaniu, uogólnieniu i budowie nowych systemów teoretycznych.

W metodologii badań wyróżnia się dwa sposoby badań:

- 1) obserwację,
- 2) eksperyment (doświadczenie).

W metodzie obserwacyjnej badacz przyjmuje dane zjawisko w takiej postaci w jakiej ono się pojawiło, uwzględniając jego przebieg i warunki, w jakich miało miejsce, stosując także technikę wywiadu lub ankietowania. Z tej metody korzysta się w badaniach prowadzonych na dużą skalę. Metoda ta wymaga stosowania skomplikowanych metod statystycznych i matematycznych, bez których wnioskowanie o badanym zjawisku byłoby niemożliwe.

Eksperyment (*doświadczenie*) to metoda badania naukowego, która celowo wywołuje zjawisko w określonych warunkach dla zbadania jego przebiegu. Ekspe-

rymenty można podzielić na ilościowe i jakościowe. Celem eksperymentu ilościowego jest zebranie materiału liczbowego, pozwalającego porównać wpływ badanych czynników na dane zjawisko oraz ustalenie współzależności w ich działaniu. Z punktu widzenia statystyki matematycznej otrzymane wyniki pomiarów tworzące próbę z określonej populacji pozwalają wnioskować o ilościowych parametrach tych populacji.

Możemy mówić o eksperymencie: *pozytywnym* oraz *negatywnym*.

Eksperyment pozytywny polega na weryfikacji hipotezy o istnieniu określonej zależności i pozwala uznać daną zależność za prawdziwą w sensie określonego z góry prawdopodobieństwa (nigdy zaś nie udowodni on określonej hipotezą zależności z pewnością równą 100%).

Eksperyment negatywny ma podważyć ogólnie przyjmowaną zasadę. Rozstrzyga on problem w sposób ostateczny, obalając postawioną hipotezę lub zasadę ogólną. Eksperyment negatywny ma mniejsze znaczenie dla postępu i rozwoju nauki, eliminuje bowiem fałszywe, ale nie powoduje powstawania nowych zasad i praw.

Metody matematyczne i statystyczne służące wnioskowaniu na podstawie doświadczeń objęte są tzw. teorią eksperymentu, która zawiera trzy grupy tematyczne:

- 1) modelowanie matematyczne,
- 2) planowanie eksperymentu,
- 3) analizę wyników zrealizowanego eksperymentu.

Charakter badań w rolnictwie i gospodarce żywnościowej bywa różnorodny, stąd można uwzględnić różnego typu eksperymenty służące tej gospodarce.

Doświadczeniem metodycznym będzie takie, którego celem są metody pomiarowe i badawcze. Będzie ono służyć opracowaniu nowych technik analitycznych, przystosowaniu metody do nowych warunków, wyborowi metody bardziej przydatnej dla danego zagadnienia itp.

Doświadczenie optymalizacyjne będzie miało na celu odpowiedni wybór procesu technologicznego, umożliwiającego uzyskanieżądanego efektu, np. minimalizację kosztów, maksymalizację zysków itp. Przykładem takiego doświadczenia może być eksperyment, w którym uwzględniano różne temperatury i czas przy przygotowywaniu półproduktów, np. kotletów, które zapewniały uzyskanie największej masy gotowego wyrobu.

Doświadczenie czynnikowe ma ustalić zmiany zachodzące w badanych jednostkach eksperymentalnych przy uwzględnieniu wpływu oddziaływania jednego lub większej liczby czynników, stąd będzie tutaj mowa o doświadczeniach jednoczynnikowych lub wieloczynnikowych.

Doświadczenie regresyjne ma na celu określenie współzależności zjawisk, cech. Przedmiotem takiego doświadczenia jest ilościowe scharakteryzowanie badanej współzależności poprzez wyznaczenie odpowiedniej funkcji matematycznej opisującej te zależności.

W rezultacie różnego charakteru doświadczeń powstaje konieczność stosowania różnych metod statystycznych do interpretacji otrzymanych wyników. I tak, w doświadczeniach optymalizacyjnych stosowane są metody programowania matematycznego, w doświadczeniach czynnikowych statystyczne testy istotności, a w doświadczeniach regresyjnych metody analizy korelacji i regresji.

Skala badań eksperymentalnych może być różna, stąd prowadzone doświadczenia mogą mieć charakter laboratoryjny (w laboratoriach badawczych w ściśle określonych warunkach), mogą być doświadczeniami półtechnicznymi (wykonywane w specjalnych jednostkach badawczych) oraz doświadczeniami realizowanymi na skalę przemysłową (wykonywane w warunkach normalnych, produkcyjnych).

Warto podkreślić, że w wielu sytuacjach przeprowadzenie doświadczeń na skalę przemysłową jest konieczne, może bowiem się zdarzyć, iż nowe metody, opracowane na podstawie badań laboratoryjnych lub półtechnicznych, po wprowadzeniu do praktyki produkcyjnej okażą się „błędem w sztuce”, nie dając spodziewanych efektów ekonomicznych bądź nawet przynosząc straty. Eksperyment wymaga starannego opracowania planu działania, który obejmuje:

- sprecyzowanie hipotezy merytorycznej,
- ustalenie modelu doświadczenia,
- dobór odpowiednich metod statystycznych.

Hipoteza merytoryczna jest to twierdzenie dotyczące określonego zagadnienia, sformułowane na podstawie wiedzy z danego zakresu oraz wyników dotychczasowych badań, wymagające eksperymentalnego sprawdzenia, czyli tzw. weryfikacji. Eksperymentator powinien ustalić liczbę i rodzaj badanych cech dla jednostek eksperymentalnych, a także warunki zewnętrzne, w jakich ma być przeprowadzone doświadczenie, określić model i technikę prowadzenia doświadczenia.

Wybór charakteru doświadczenia pociąga za sobą dobór określonych metod statystycznych umożliwiających prawidłowe wnioskowanie. Aby wyniki doświadczenia mogły być zastosowane w analizie statystycznej, muszą być reprezentatywne w stosunku do populacji, tzn. musi być zapewniona odpowiednia liczba obserwacji, losowy ich dobór, odpowiednia liczba obiektów reprezentujących badany czynnik itp. Analityczne metody pomiarowe powinny spełniać kilka kryteriów: mieć odpowiedni próg czułości, właściwą precyzję oraz zapewniać dokładność metody.

W doświadczeniach z zakresu nauki o żywności i żywieniu w obiektach gospodarki żywnościowej stosowane są m.in. następujące typy modeli:

- 1) jedna badana cecha – jeden czynnik doświadczalny,
- 2) kilka badanych cech – jeden czynnik doświadczalny,
- 3) jedna badana cecha – kilka czynników doświadczalnych,
- 4) kilka badanych cech – kilka czynników doświadczalnych [1, 2].

W każdym z podanych typów modeli obiekty odpowiadające poziomom lub wartościom badanego czynnika i jednostkom doświadczalnym mogą być różnie

przyporządkowane, tworząc różne układy doświadczalne. Najczęściej są tu stosowane następujące układy doświadczalne:

- 1) układ klasyfikacji pojedynczej,
- 2) układ blokowy,
- 3) układ kolumnowo-wierszowy.

Tego typu doświadczenia pozwalają ustalić istotne różnice między badanymi obiektami.

W celu oceny współzależności cech, zjawisk i opisanie jej za pomocą odpowiednich funkcji matematycznych konieczne jest przeprowadzenie doświadczeń inaczej zaplanowanych. W takim doświadczeniu występuje jedna cecha wyróżniona jako zmienna niezależna „ X ” i druga cecha badana, wyróżniona jako zmienna zależna „ Y ”. W przypadku badania kilku cech mówimy o modelu regresji wielorakiej. Dla uzyskania dobrego oszacowania współzależności liczebność pomiarów badanych cech powinna być odpowiednio duża, zaleca się, aby wynosiła co najmniej kilkadziesiąt obserwacji [3].

Interpretacja wyników doświadczeń badających współzależność pomiędzy zmienną zależną i jedną lub kilkoma zmiennymi niezależnymi wiąże się z zagadnieniami korelacji i regresji. Regresja przedstawia współzależność badanych zmiennych analitycznie w postaci równania, określającego zmienną zależną „ Y ” jako funkcję zmiennej niezależnej „ X ” lub kilku zmiennych niezależnych „ X_i ”. Eksperymenty ustalające współzależność zmiennych ilościowych mają zastosowanie w badaniach metodycznych dla opracowania nowych metod badawczych bądź w zagadnieniach optymalizacyjnych [5].

W przypadku badania współzależności dwóch cech jakościowych obie zmienne traktuje się jednakowo, nie wyróżniając zmiennej zależnej i niezależnej. Dla każdej zmiennej przyjmuje się kilka określonych kategorii, a wyniki doświadczenia zestawia się w tabeli wielodzzielczej. Wyniki tych eksperymentów ocenia się za pomocą tzw. testów nieparametrycznych, jak np. test chi-kwadrat czy test Kołmogorowa itp.

Wyniki obserwacji i dokonywanych pomiarów notuje się zwykle w specjalnym notatniku laboratoryjnym; aktualnie może to być plik bazy danych lub plik wyprodukowany przy użyciu arkusza kalkulacyjnego. Burzliwy rozwój elektronicznej techniki obliczeniowej w postaci dostępności mikrokomputerów i programów komputerowych typu bazy danych, arkuszy kalkulacyjnych i wreszcie pakietów statystycznych umożliwia przyspieszenie analizy danych, jednocześnie jednak zwiększając odpowiedzialność eksperymentatora przy wyborze odpowiednich metod analizy.

Dla przedstawienia wyników badań doświadczalnych konieczne jest stosowanie graficznych metod prezentacji danych i wyników analiz. W tym zakresie ciekawe możliwości dają pakiety statystyczne, a także programy graficzne. Najczęściej stosowanymi formami graficznej ilustracji wyników doświadczeń są: wykresy, diagramy, schematy i rysunki oraz fotografie i fotogramy.

Najważniejszym zadaniem badań empirycznych dotyczących nieznanego zjawiska jest wnioskowanie o nim na podstawie obserwacji lub przeprowadzonego doświadczenia. Z punktu widzenia statystyki matematycznej wnioskowanie takie może opierać się na dedukcji lub indukcji. W badaniach z zakresu rolnictwa lub z zakresu gospodarki żywnościowej najczęściej stosowanym sposobem jest indukcja, polegająca na sformułowaniu wniosku ogólnego na podstawie określonej liczby przesłanek szczegółowych [6].

Analiza wyników doświadczeń jest ostatnim etapem badania eksperymentalnego, prowadzi ona do sformułowania wniosków, dotyczących zasad ogólnych czy teorii naukowych. Wszelkie błędy popełnione we wnioskowaniu na podstawie eksperymentów przyczyniają się niekiedy do powstawania fałszywych teorii i praw. Dlatego, aby interpretacja wyników była właściwa, należy usunąć wszelkie wyniki obciążone tzw. błędem grubym. Bardzo ważny jest właściwy dobór metody statystycznej. Często przyczyną powstawania fałszywych wniosków są błędy logiczne popełnione w czasie samego wnioskowania.

Problematyka metod statystycznych usprawniających efektywność uzyskiwania rezultatów w zakresie rolnictwa lub w zakresie gospodarki żywnościowej jest bardzo szeroka i złożona, dlatego w niniejszym artykule autorka ograniczyła się do skrótowego jej przedstawienia, sygnalizując tylko różnorodność stosowanych metod statystycznych, zwracając uwagę na technikę prowadzenia doświadczeń, pamiętając o niepożądanych czynnikach w doświadczeniu i konieczności ich eliminacji.

Należy podkreślić, że czasem niewłaściwy dobór metody statystycznej może być bardziej szkodliwy niż jego pominięcie [7].

Literatura

- BOŻYK Z., RUDZKI W. 1967: Metody statystyczne w badaniu jakości produktów żywnościowych i chemicznych.
- HART F.L., FISHER S. 1971: Modern Food Analysis.
- KRZYŚKO M. 1994: Statystyka matematyczna, Wydawnictwo UAM Poznań.
- Materiały z Ogólnokrajowego Seminarium MRiGŻ, FAPA nt.: „Organizacja rynku rolnościowego w Polsce w procesie integracji z Unią Europejską”; 23–24 maja 1995 r.
- MARZAŁKOWICZ T. 1972: Metody statystyczne w badaniach ekonomiczno-rolniczych, PWN Warszawa.
- LEHMANN E.L. 1986: Testing statistical hypothesis (second edition), Wiley New York.
- SILVEY S.D. 1978: Wnioskowanie statystyczne, PWN Warszawa.

Selected statistical methods increasing the efficiency of scientific research in agriculture and food economy

The paper presents current problems concerning Polish agriculture, namely export and ecological, environmental problems and others. Thus a review of known statistical methods and some new subjects are presented here.