

Kazimierz Kęsik, Mariusz Zarychta

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa –Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

ZALECENIA I PRAKTYKA W NAWOŻENIU*

Słowa kluczowe: zboża, badania ankietowe, stosowane NPK, zalecane NPK

Wstęp

Oferowane przez IUNG-PIB i Krajową Stację Chemiczno-Rolniczą programy komputerowe oraz zalecenia tabelaryczne (1, 13, 19) składają się na aktualnie przyjęty w Polsce system zaleceń nawozowych. System ten wpływa bezpośrednio lub pośrednio (w formie pochodnych zaleceń nawozowych prezentowanych w różnych mediach rolniczych) na plany nawozowe wielu gospodarstw rolnych w Polsce, w związku, z czym jest w dużym stopniu odpowiedzialny za gospodarkę nawozową naszego kraju. Stopień bezpośredniego wykorzystania przez rolników tych zaleceń jest trudny do oszacowania, bowiem nie prowadzi się szczegółowych badań w tym zakresie. Należy jednak pamiętać, iż oddziaływanie na praktykę rolniczą systemu doradztwa nawozowego ma już stosunkowo długą historię. Niektóre założenia teoretyczne do aktualnego systemu zaleceń zostały sformułowane jeszcze w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia (4, 5, 6) w postaci „Programowanego Doradztwa Nawozowego” (PDN). Opracowane wtedy zalecenia nawozowe funkcjonowały do połowy lat osiemdziesiątych. Obliczenia dawek NPK były wykonywane w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa na podstawie przesyłanych przez rolników kart pól. W ramach tego doradztwa w 1986 roku wprowadzono podział gleb na kategorie agronomiczne oraz uwzględniono nowe liczby graniczne dla zawartości tzw. „przyswajalnych” form składników pokarmowych (fosforu, potasu i magnezu) uwzględniających pięć klas zasobności gleby (2). Pod koniec lat osiemdziesiątych opracowano pierwszą wersję programu na komputer osobisty NAW-1, a kolejne wersje programów NAW-2 i NAW-3 były opracowywane i nowelizowane w latach dziewięćdziesiątych oraz na początku dwudziestego pierwszego wieku (10,

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.1 w programie wieloletnim IUNG-PIB

12). Równoległe do programów komputerowych opracowywane były w IUNG-PIB tabelaryczne zalecenia nawozowe, przeznaczone do rozpowszechniania przez Stacje Chemiczno-Rolnicze wśród rolników zlecających badanie gleby. Należy przypuszczać, że w tym czasie zalecenia tabelaryczne wykorzystywano w praktyce rolniczej zdecydowanie częściej niż programy komputerowe, z uwagi na mniejszą dostępność do komputerów. W pierwszej dekadzie dwudziestego pierwszego wieku opracowano główny moduł oficjalnych zaleceń nawozowych IUNG-PIB – w formie programu NawSald (11, 12). Aplikacja ta pozwala na wyliczenie dawek nawozów mineralnych, ale jednocześnie umożliwia sporządzenie bilansu składników pokarmowych w skali pola. Poprawność funkcjonowania systemu zaleceń nawozowych może być rozpatrywana w odniesieniu do wartości przeciętnych, ponieważ w programach tych wykorzystano równania regresji uzyskane z dużych zbiorów danych doświadczalnych (11). W specyficznych warunkach pojedynczego pola, jego indywidualnych warunków klimatyczno-glebowych, te zalecenia nawozowe mogą czasami być nieprecyzyjne. Dodatkowym elementem stanowiącym znaczące źródło błędów jest aprioryczny charakter programu NawSald, wymaga on bowiem oszacowania wielkości przyszłego plonu rośliny uprawnej przed wyznaczeniem dawek nawozów. Szczególnie duże błędy mogą popełniać rolnicy, którzy nie rozpoznali należycie potencjału plonowania swoich pól. Niezależnie od powyższych zastrzeżeń, program NawSald został uznany, za co najmniej równorzędny wśród poddanych analizie oficjalnych systemów zaleceń nawozowych stosowanych w jedenastu krajach regionu Europy Środkowo-Wschodniej (3).

Podjęte badania własne posłużyły do oceny w praktyce rolniczej stopnia zrównoważenia potrzeb nawozowych zbóż w stosunku do azotu, fosforu i potasu (w oparciu o zbiór danych obejmujący wielkości stosowanych dawek NPK oraz innych informacji zebranych w badaniach ankietowych dla 11304 pól zbóż w gospodarstwach współpracujących z Ośrodkami Doradztwa Rolniczego). Ocena polegała na porównaniu dawek stosowanych przez rolników z dawkami NPK wyliczonymi wg programu NawSald.

Program NawSald, badania ankietowe i obliczanie dawek NPK

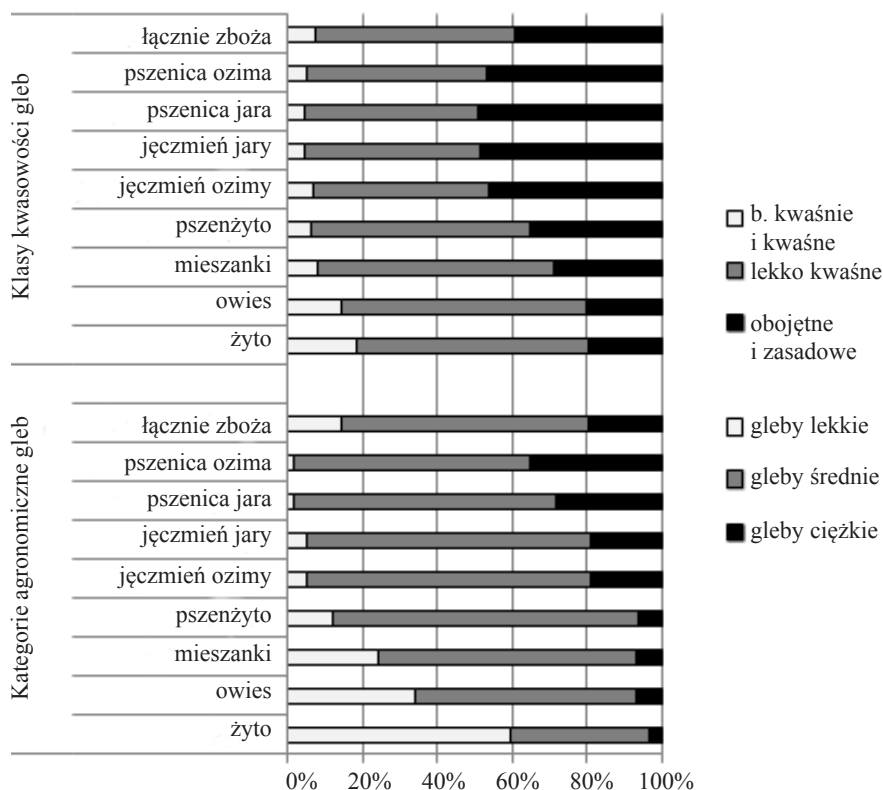
Algorytm stosowany w programie NawSald (11, 12) wyznacza dawki składników pokarmowych na podstawie przewidywanego plonu i przeciętnego jednostkowego pobrania NPK Mg. Tak ustalone potrzeby pokarmowe są następnie korygowane zależnie od klas zasobności i kategorii agronomicznej gleby. W tym celu uzyskaną wartość potrzeb pokarmowych rośliny mnoży się przez odpowiedni współczynnik bilansowy. Potrzeby nawożenia azotem wyznacza się na podstawie prognozowanego pobrania składnika z plonem z uwzględnieniem innych źródeł dopływu tj. opadu atmosferycznego, wiązania biologicznego (rośliny bobowate) i mineralizacji substancji organicznej gleby. W ostatnim kroku programu zalecane

dawki nawozów (NPKMg) są pomniejszane o ilości składników pokarmowych pochodzące z nawozów naturalnych zastosowanych bezpośrednio pod roślinę uprawną lub pod przedplon oraz z przyoranego plonu ubocznego. Uwzględnia się przy tym równoważniki nawozowe, dzięki czemu w nawozach naturalnych zawartości składników pokarmowych wyraża się w tzw. składnikach działających.

Praca jest próbą oceny poprawności nawożenia mineralnego w gospodarstwach współpracujących z ośrodkami doradztwa rolniczego i stanowi syntezę badań ankietowych opublikowanych w 2011 i 2012 r. w dwu pracach obejmujących oddzielnie zboża jare i ozime (14, 15). W badaniach wykorzystano dane podawane w ankietach przez rolników w całej Polsce w latach 2002, 2003 i 2004. Łącznie, po weryfikacji, w opracowaniu wykorzystano 11304 ankiety (przy czym ponad 2000 ankiet zdyskwalifikowano ze względu na niekompletne lub nieprawdopodobne dane). W programie NawSald podczas ustalania rekomendowanych dawek NPK uwzględniono następujące informacje wejściowe: kategoria agronomiczna gleby, odczyn oraz zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu, rodzaj przedplonu, sposób zagospodarowania słomy, dawka i odległość w latach od zastosowanego obornika oraz rzeczywisty, uzyskany na polu plon zboża. Dawki NPK wyliczone z zastosowaniem programu NawSald były zatem ustalone dla rzeczywiście uzyskanych plonów, a nie dla plonów przewidywanych. Wyliczone w powyższy sposób rekomendowane dawki NPK porównano z faktycznie zastosowanymi dawkami, podanymi przez rolników w ankiecie, uwzględniając zarówno średnie ogólne dla całego materiału, a także szczegółowe zmienne modyfikujące (wykorzystywane w programie NawSald podczas ustalania dawek NPK). Rozpatrzono także zróżnicowanie odchyleń od zaleceń nawozowych w ujęciu regionalnym, wyznaczając dla poszczególnych województw wartości przeciętnych nadwyżek oraz wskaźniki nawozochłonności rozumiane jako ilości składników pokarmowych w zastosowanych nawozach, przypadające na jednostkę uzyskanego plonu ziarna. Pozwala to przynajmniej na prowizoryczną ocenę gospodarki nawozowej.

Charakterystyka pól objętych ankietyzacją i ogólna ocena odstępstw od zaleceń nawozowych w praktyce rolniczej

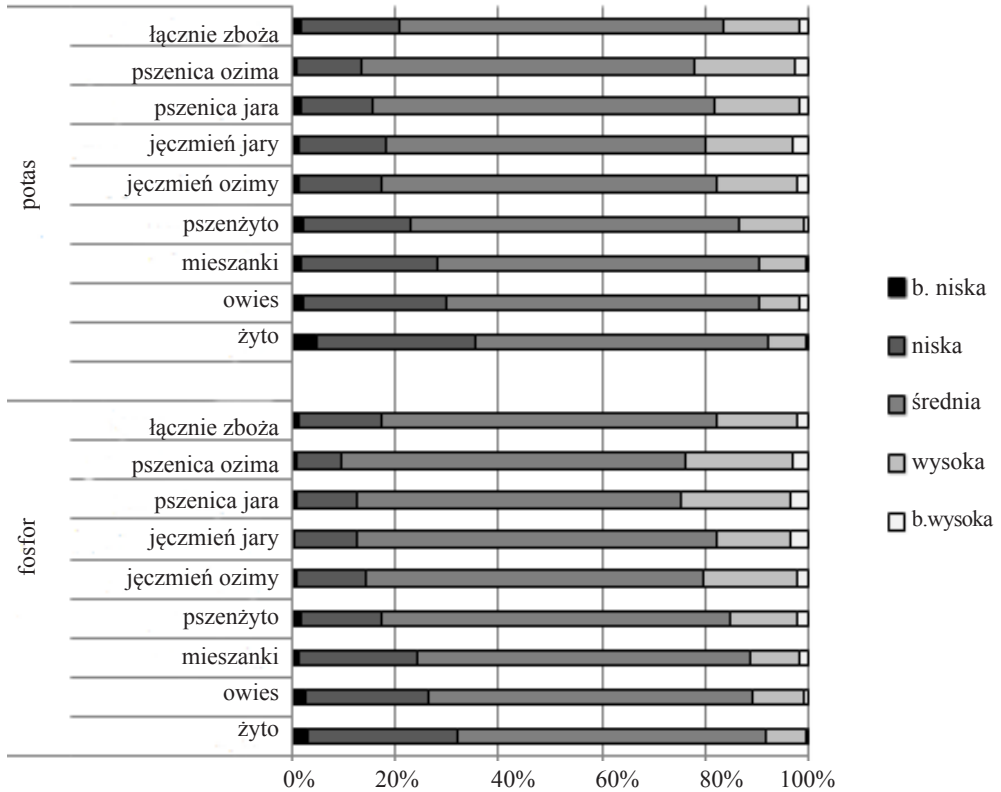
Zestawienie sumaryczne ocen pól dokonanych przez rolników wykazało, że w ankietowanych gospodarstwach warunki glebowe były lepsze od przeciętnych panujących w Polsce. Odnosi się to zarówno do udziału poszczególnych kategorii agronomicznych gleb, klas odczynu (rys. 1), jak i zasobności gleb w przyswajalne formy fosforu i potasu (rys. 2).



Rysunek 1. Procentowy udział kategorii agronomicznych i klas kwasowości gleb w uprawach zbóż
Źródło: opracowanie własne.

Analiza ankiet dotyczących wszystkich zbóż wykazała, że udział gleb lekkich, bardzo kwaśnych i kwaśnych oraz gleb o bardzo niskiej i niskiej zasobności w fosfor i potas był wyraźnie korzystniejszy niż przeciętnie w Polsce (16, 17, 18). Natomiast na polach, na których uprawiano owies, mieszanki zbóż, a szczególnie żyto warunki glebowe były zdecydowanie gorsze. W ankietowanych gospodarstwach wyraźnie lepsze od przeciętnych w Polsce były takie wskaźniki jak wielkość gospodarstwa oraz wielkość pola, na którym uprawiano zboże (7).

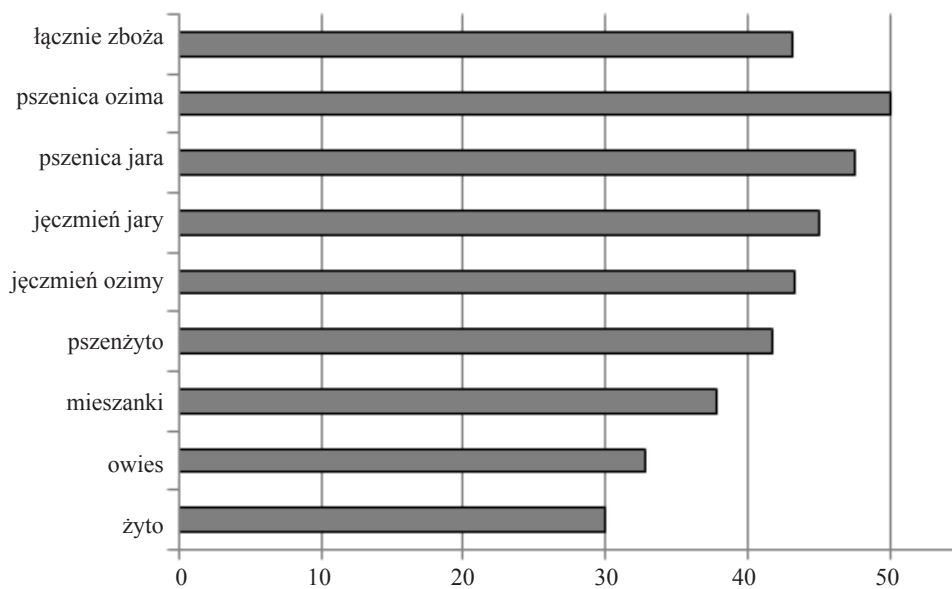
Plony podawane w ankietach przez rolników, rozpatrywane łącznie dla wszystkich gatunków zbóż, kształtowały się na poziomie przekraczającym 4,3 t z jednego hektara, czyli były o ponad 40% wyższe od podawanych w opracowaniach GUS (8) jako przeciętne plony zbóż dla Polski w tym okresie. Średnie plony gatunków zbóż mieściły się w zakresie od 3 do 5 t·ha⁻¹ i układały się w szereg rosnący: żyto, owies, mieszanki, jęczmień jary, pszenica jara, pszenżyto, jęczmień ozimy, pszenica ozima. Przedstawione dotychczas dane, jak i przytoczone w dalszej części opracowania, wskazują, że zebrany materiał pochodził w przeważającej części z gospodarstw towarowych nastawionych na produkcję zbóż lub potencjalnie zmierzających w tym kierunku. Wniosek ten nie jest wprawdzie poparty analizą ekonomiczną badanych



Rysunek 2. Procentowy udział klas zasobności gleb w fosfor i potas przyswajalny na polach zbóż
 Źródło: opracowanie własne.

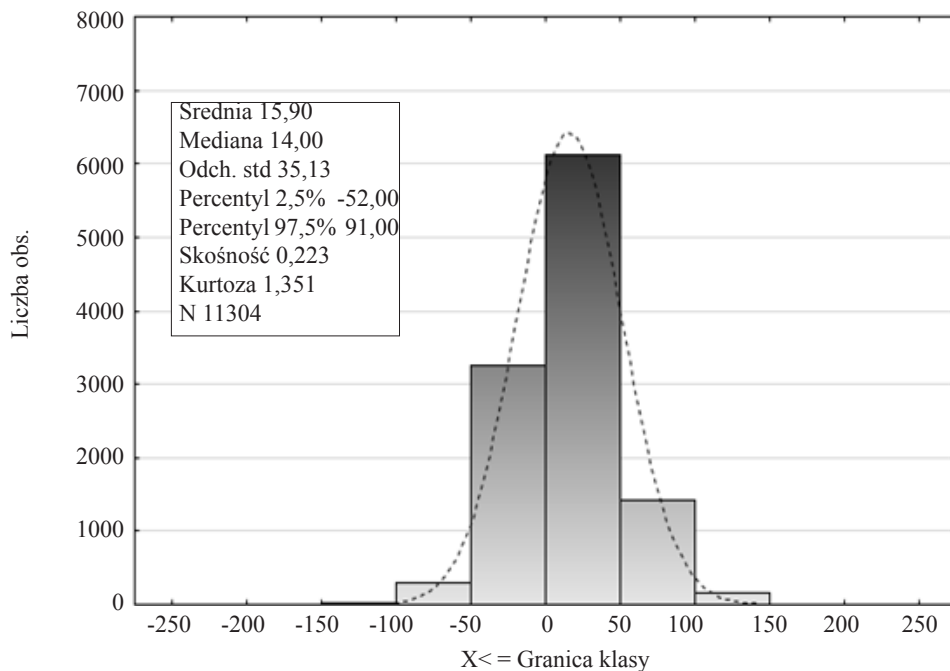
gospodarstw, jednak wydaje się być uzasadniony w świetle zebranego materiału. Ponadto warunki glebowe, jak i wyniki produkcji wskazują na dużo większy potencjał produkcyjny w porównaniu z przeciętnymi warunkami panującymi w Polsce.

Zestawienie wartości nadwyżek (różnic pomiędzy stosowanymi w praktyce rolniczej dawkami N, P, K a dawkami wyliczonymi wg zaleceń nawozowych (rys. 4-6) wykazało stosunkowo niskie wartości przeciętne, odpowiednio: 15,9 kg N·ha⁻¹, 17,7 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 11,0 kg K₂O·ha⁻¹, przy stosunkowo małych rozbieżnościach pomiędzy średnimi a wartościami median (nie przekraczającymi 4 kg czystego składnika na hektar). Wskazuje to na dużą zgodność stosowanego w praktyce nawożenia z oficjalnymi zaleceniami komputerowymi. Jednakże przeczy temu inna charakterystyka statystyczna, tzn. stosunkowo szerokie zakresy danych wynikające ze znacznego udziału wartości ujemnych. Oznacza to, że obok dawek wyższych niż zalecane stosunkowo często stosowano także nawożenie poniżej zaleceń nawozowych, w efekcie zmniejszało to przeciętną wartość nadwyżek. Zakresy uzyskiwanych nadwyżek po wyeliminowaniu skrajnych wartości (dla 95% obserwacji) wynosiły odpowiednio: od -52 do 92 kg N·ha⁻¹ (rys.4), od -32 do 68 kg P₂O₅·ha⁻¹ (rys. 5) i od -67 do 97 kg K₂O·ha⁻¹ (rys. 6).

Rysunek 3. Przeciętne plony zbóż w dt ziarna·ha⁻¹ dla gatunków zbóż

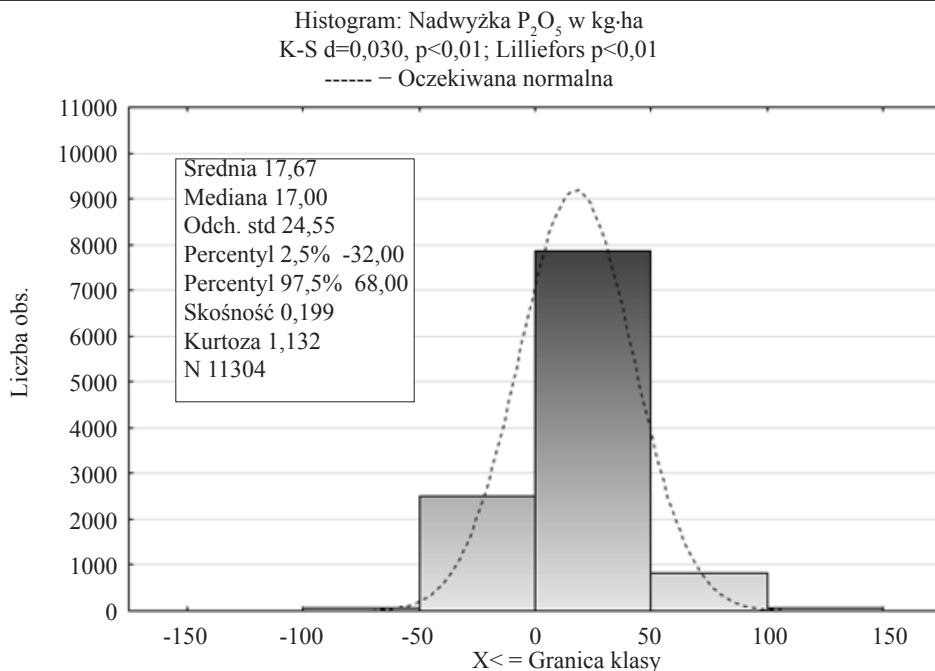
Źródło: opracowanie własne.

Histogram: Nadwyżka N w kg·ha
 K-S d=0,047, p<0,01; Lilliefors p<0,01
 ----- - Oczekiwana normalna



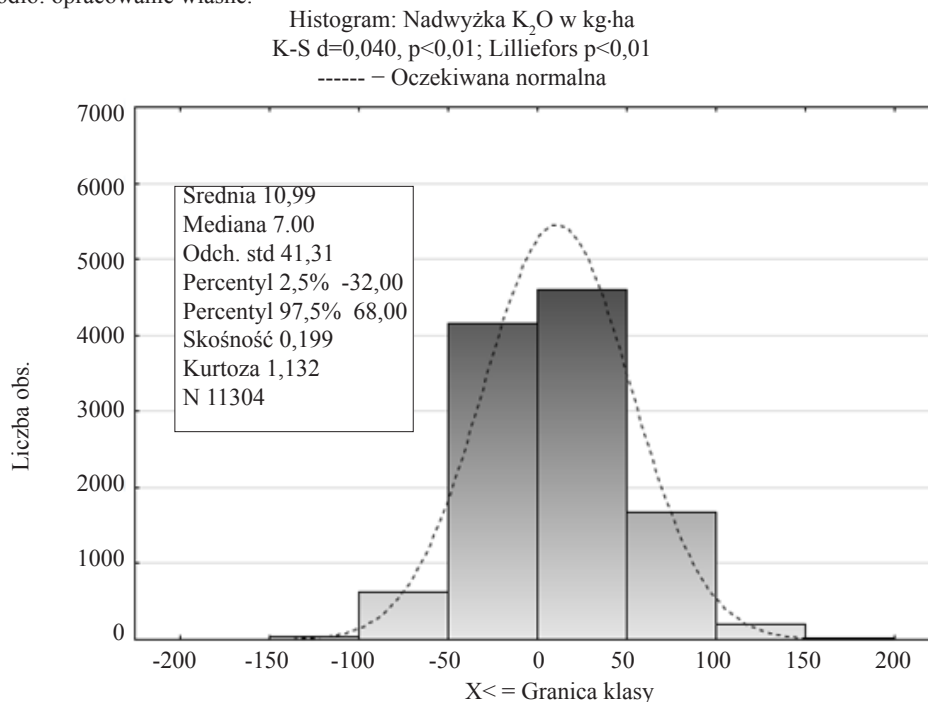
Rysunek 4. Rozkład nadwyżek stosowanych dawek azotu w stosunku do zaleceń nawozowych dla wszystkich zbóż łącznie

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 5. Rozkład nadwyżek stosowanych dawek fosforu w stosunku do zaleceń nawozowych dla wszystkich zbóż łącznie

Źródło: opracowanie własne.



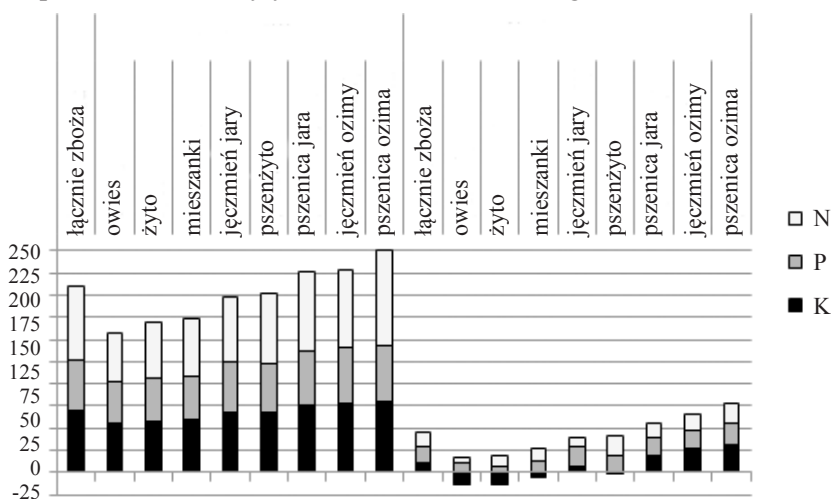
Rysunek 6. Rozkład nadwyżek stosowanych dawek potasu w stosunku do zaleceń nawozowych dla wszystkich zbóż łącznie

Źródło: opracowanie własne.

Szczegółowa ocena odstępstw od zaleceń nawozowych w praktyce rolniczej

Ocena dokonana dla gatunków zbóż i poziomu uzyskiwanego plonu

Przeciętna dawka NPK stosowana w ankietowanych gospodarstwach wynosiła $210 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys. 7), a średnie ilości NPK stosowane pod poszczególne gatunki zbóż mieściły się w przedziale od 157 do $251 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i układały się w szereg rosnący: owies, żyto, mieszanki, jęczmień jary, pszenżyto, pszenica jara, jęczmień ozimy i pszenica ozima. Proporcje pomiędzy poszczególnymi składnikami N, P i K dla gatunków roślin układały się podobnie. Przeciętnie, pod wszystkie zboża łącznie stosowano $83 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a pod poszczególne gatunki od 55 do $107 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Fosfor stosowano przeciętnie pod wszystkie zboża w ilości $57 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$, a pod poszczególne gatunki od 47 do $63 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$. Potas był stosowany pod zboża przeciętnie w dawce $70 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$, a pod poszczególne gatunki od 55 do $80 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$. Porównując stosowane w praktyce dawki z wyliczeniami programu NawSald stwierdzono nadwyżki ponad dawkami rekomendowanymi przeciętnie o $44,5 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tj. 27%). W przypadku azotu względna różnica wynosiła 23,6 %, fosforu – 44,9%, a potasu – 18,6%. Bezwzględne wielkości nadwyżek zastosowanych składników nad ilościami zalecanymi zależały od gatunku uprawianego zboża (rys. 4). Najbliższe zaleceniom były dawki stosowane pod pszenżyto i mieszanki zbóż. Dawki NPK stosowane pod pozostałe gatunki były o ponad $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ większe niż dawki zalecane, a w przypadku jęczmienia jarego i pszenicy przekroczenia te były nawet większe niż $50 \text{ kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$.

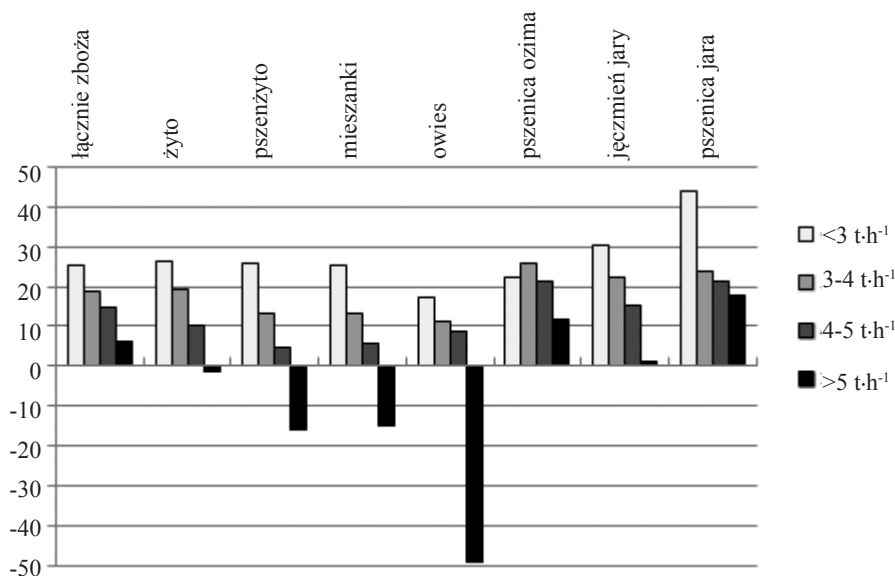


Rysunek 7. Stosowane w praktyce dawki N, P_2O_5 i K_2O w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz nadwyżki w stosunku do dawek zalecanych – przeciętnie dla gatunków zbóż

Źródło: opracowanie własne.

Trzeba ponadto odnotować, że pod pszenżyto, mieszanki zbóż i owies stosowano zbyt niskie dawki potasu. Były one niższe od zaleceń przeciętnie o 6 do $13,5 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w ujęciu względnym o 9,8 do 17,8% mniejsze od dawek rekomendowanych)

Obok porównania stosowanych dawek NPK z zaleceniami dokonano także zestawienia w przedziałach plonów wszystkich zbóż i w obrębie poszczególnych gatunków (rys. 7-10). Największe nadwyżki NPK stwierdzano zwykle w przypadku najniższych plonów zbóż ($<3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Zarysowała się ponadto ogólna tendencja zmniejszenia się wielkości omawianych nadwyżek wraz ze wzrostem plonu, z wyłączeniem fosforu i potasu dla pszenic (rys. 9-10). Niejednokrotnie w przedziałach podwyższonych plonów dawki NPK były wyraźnie mniejsze w porównaniu z obliczonymi wg programu NawSald. Ujemne różnice pomiędzy stosowanymi i zalecanymi dawkami N stwierdzano po przekroczeniu poziomu $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ owsa, pszenżyta, mieszanek zbożowych i żyta (rys. 8).

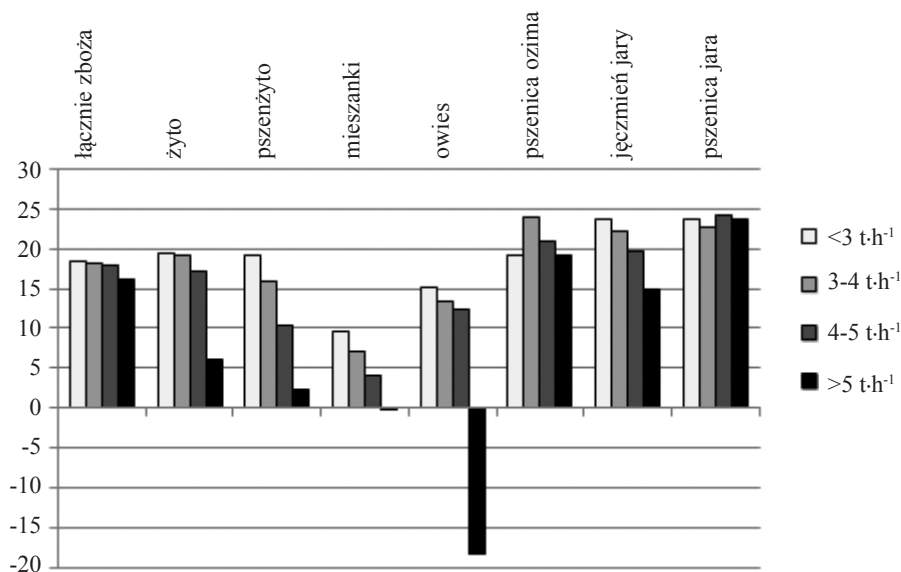


Rysunek 8. Wielkości nadwyżek stosowanych dawek azotu w stosunku do zalecanych w $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla przedziałów plonów i gatunków zbóż

Źródło: opracowanie własne.

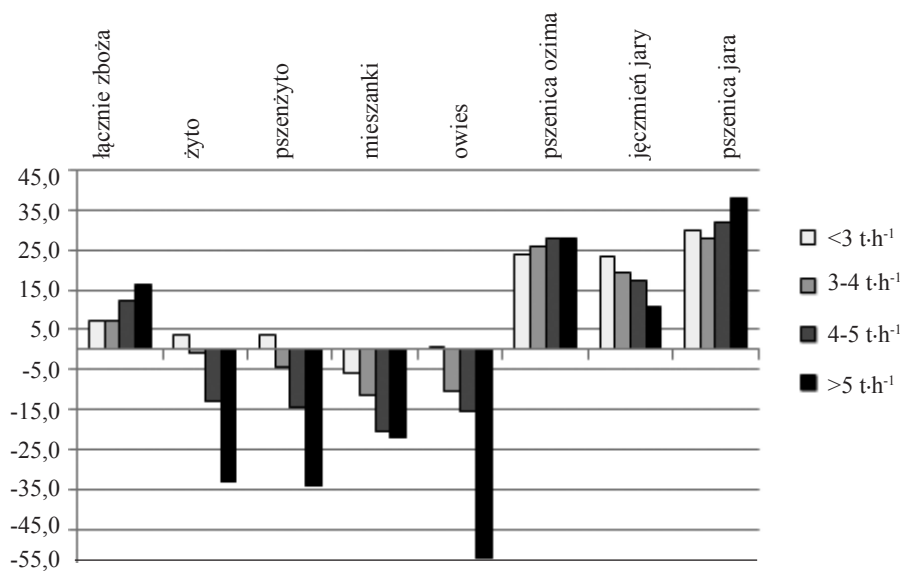
W przypadku fosforu znaczącą ujemną wartość różnicy pomiędzy stosowanymi a zalecanymi dawkami stwierdzono jedynie w odniesieniu do owsa plonującego powyżej $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (rys. 9).

W odniesieniu do potasu ujemne wartości różnic obserwowano także dla niższych przedziałów plonu (bezpośrednio po przekroczeniu $3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), szczególnie dla żyta, pszenżyta, mieszanek i owsa. W przypadku jęczmienia jarego oraz pszenic wartości różnic pomiędzy stosowanymi a zalecanymi dawkami NPK były zawsze dodatnie we wszystkich przedziałach plonu (rys. 10). W świetle przedstawionych materiałów można, zatem wnioskować, że rolnicy w małym stopniu dostosowują dawki NPK do spodziewanych plonów. Dotyczy to szczególnie zbóż ekstensywnych, tj. żyta, pszenżyta, mieszanek i owsa.



Rysunek 9. Wielkości nadwyżek stosowanych dawek fosforu w stosunku do zalecanych w $\text{kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ dla przedziałów plonów i gatunków zbóż

Źródło: opracowanie własne.

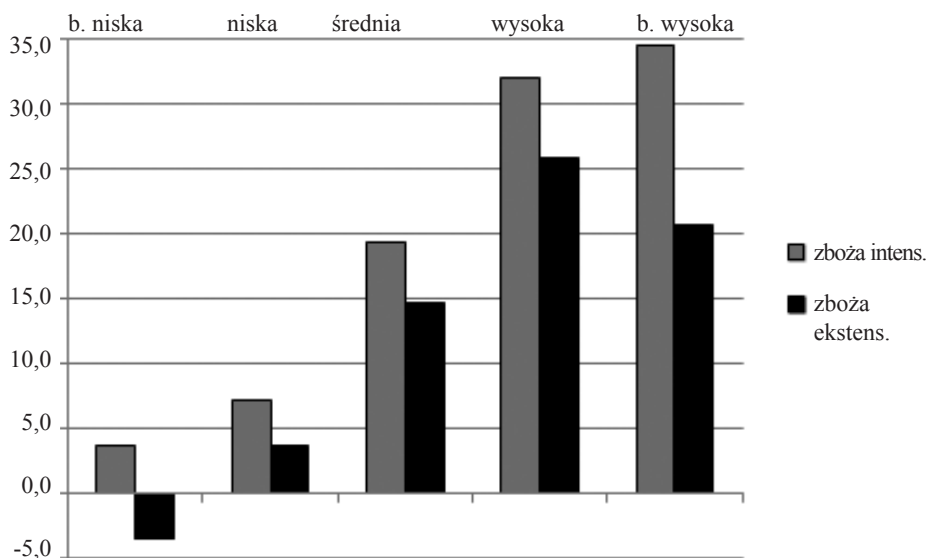


Rysunek 10. Nadwyżki stosowanych dawek potasu w stosunku do zalecanych w $\text{kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ dla przedziałów plonów i gatunków zbóż

Źródło: opracowanie własne.

Ocena według klas zasobności gleby w przyswajalne formy P i K

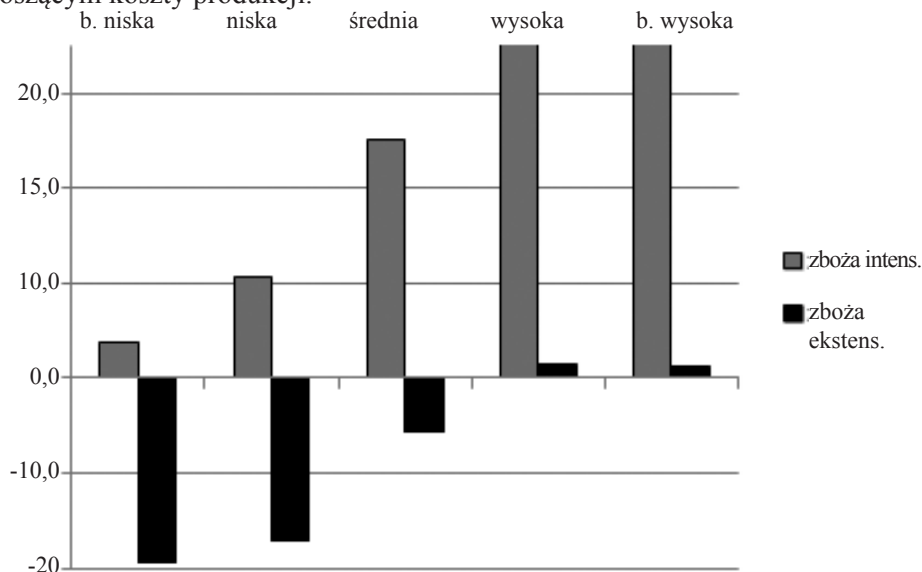
Porównanie stosowanych w praktyce dawek fosforu i potasu z ilościami zalecanymi na tle wyodrębnionych gatunków zbóż i klas zasobności gleby okazało się niemożliwe z uwagi na ograniczoną liczebność obserwacji. Stwierdzono jednak znaczne różnice w podejściu do nawożenia poszczególnych gatunków zbóż, szczególnie w odniesieniu do potasu. W związku, z tym wyodrębniono dwie grupy zbóż określając je jako intensywne i ekstensywne. Przy grupowaniu uwzględniono wielkości stosowanych dawek NPK, wielkości nadwyżek składników ponad zalecany poziom nawożenia oraz przeciętne wielkości uzyskiwanych plonów. Do grupy zbóż intensywnych zaliczono w związku z tym pszenicę jary i ozimą oraz jęczmień jary i ozimy, natomiast do grupy zbóż ekstensywnych – żyto, pszenżyto, mieszanki zbóż oraz owies. Przedstawione na rysunkach 11 i 12 rozbieżności pomiędzy stosowanymi w praktyce rolniczej dawkami nawozów fosforowych i potasowych a dawkami zalecanymi dla obydwu grup zbóż wskazują na powszechne ignorowanie przez rolników oznaczeń zasobności gleby w przyswajalne formy tych składników. Wskazuje na to zwiększanie się nadwyżek P i K niemal proporcjonalnie do wzrostu zasobności gleby w te składniki. W przypadku zbóż intensywnych nadwyżki fosforu były większe niż w zbożach ekstensywnych oraz szczególnie duże w warunkach wysokiej oraz bardzo wysokiej zasobności gleby w fosfor przyswajalny. W warunkach gleb zasobnych w fosfor stosowanie zbyt wysokich dawek P jest nieracjonalne produkcyjnie oraz ryzykowne ze względu na skutki środowiskowe powstawania nadmiaru ruchomych form fosforu w glebie (20). Nadwyżki tego składnika przekraczały poziom: $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ w przypadku zbóż intensywnych i $20 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ w zbożach ekstensywnych (rys. 11).



Rysunek 11. Wielkości nadwyżek stosowanych dawek fosforu w stosunku do zalecanych (w $\text{kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$) zależnie od klas zasobności gleby w fosfor przyswajalny

Źródło: opracowanie własne.

Nawożenie potasem przekraczało także w znacznym stopniu zalecenia nawozowe dla zbóż intensywnych. W warunkach wysokiej i bardzo wysokiej zasobności gleby nadwyżki K_2O przekraczały $35 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. W tym przypadku, mimo braku oddziaływań środowiskowych, można także mówić o nieracjonalnym nawożeniu, niepotrzebnie podnoszącym koszty produkcji.



Rysunek 12. Nadwyżki stosowanych w praktyce rolniczej dawek potasu w stosunku do zaleceń nawozowych (w $\text{kg } K_2O \cdot \text{ha}^{-1}$) zależnie od klas zasobności gleby w potas przyswajalny

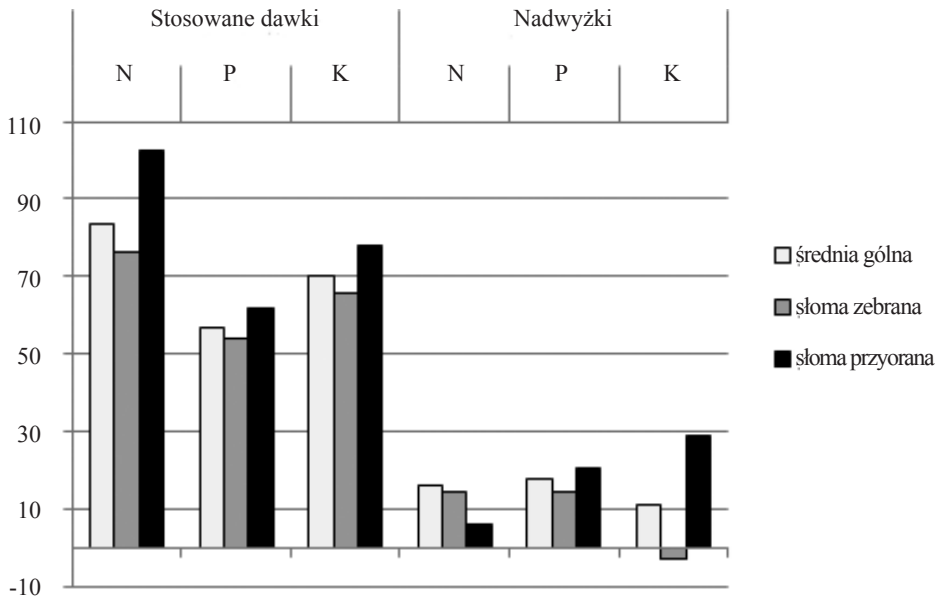
Źródło: opracowanie własne.

Podejście rolników do nawożenia zbóż ekstensywnych potasem było zdecydowanie odmienne (rys. 12). Stosowane dawki K_2O były wyraźnie niższe od zalecanych. Szczególnie duże odstępstwa od zaleceń wystąpiły w warunkach bardzo niskiej i niskiej zasobności gleb w potas. Stosowane dawki były odpowiednio o 19 i 17 $\text{kg } K_2O \cdot \text{ha}^{-1}$ mniejsze od zalecanych. W warunkach gleb o średniej zasobności w potas przyswajalny przeciętna różnica pomiędzy stosowanymi a zalecanymi dawkami składnika zmniejszyła się, ale nadal była ujemna i wynosiła $-6,7 \text{ kg } K_2O \cdot \text{ha}^{-1}$. W warunkach gleb o wysokiej i bardzo wysokiej zasobności w potas przyswajalny stosowane w praktyce dawki K_2O można uznać za przeciętnie dostosowane do zaleceń nawozowych.

Ocena dokonana dla pól, na których przyorywano słomę i stosowano obornik

W ankiecie zadano rolnikom pytania o fakt przyorywania słomy, o termin stosowania oraz wielkość dawki obornika i informacje te uwzględniono przy obliczaniu dawek NPK. Na rys. 13 przedstawiono średnie dawki NPK stosowane w praktyce rolniczej i wartości średnich nadwyżek ponad zalecane dawki NPK, zależnie od sposobu zagospodarowania słomy oraz dla całego materiału badawczego. W porównaniu ze

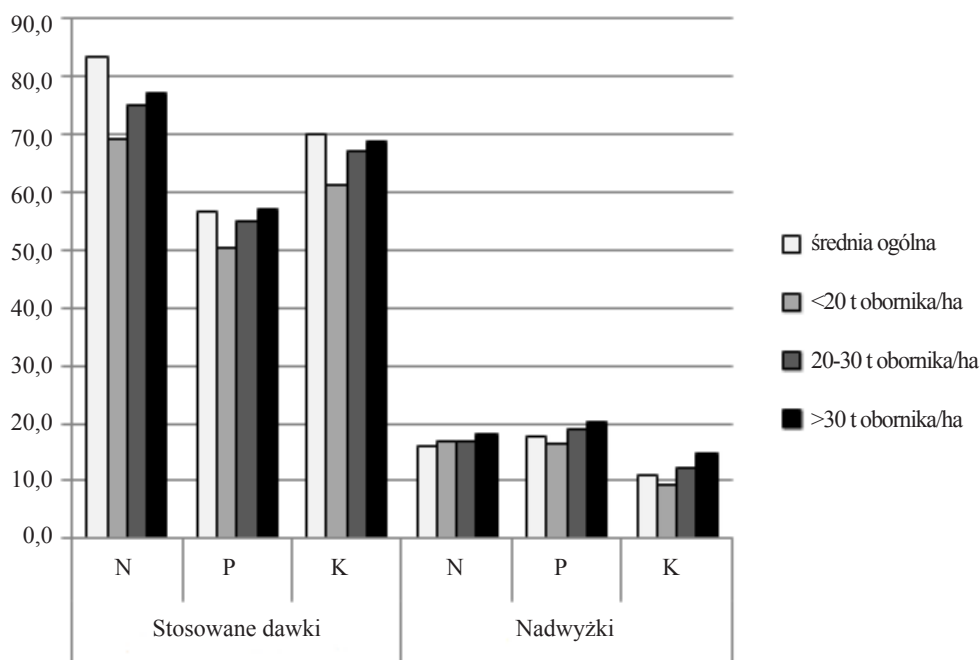
średnimi dawkami NPK stosowanymi w praktyce (obliczonymi dla całego materiału badawczego) nawożenia na polach, gdzie słomę przyorywano były wyższe o 9,2 do 23,1%. W mniejszym niż przeciętnie stopniu stosowano się do zaleceń nawozowych w odniesieniu do fosforu i potasu na polach z przyorywaną słomą, o czym świadczą duże nadwyżki fosforu i potasu, odpowiednio: 20,5 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i 28,7 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$. Natomiast dużo lepiej dostosowane do zaleceń nawozowych były dawki azotu, uzyskano w tym przypadku relatywnie małą wartość nadwyżki równą 5,8 kg $N \cdot ha^{-1}$.



Rysunek 13. Nadwyżki stosowanych w praktyce rolniczej dawek N, P_2O_5 i K_2O (w $kg \cdot ha^{-1}$) w stosunku do zaleceń nawozowych zależnie od sposobu zagospodarowania słomy z przedplonu
Źródło: opracowanie własne.

Z przedstawionych materiałów wynika, że rolnicy w niewielkim stopniu korygują dawki P i K gdy pozostawiają słomę na przyoranie.

Dawki NPK na polach, gdzie stosowano obornik bezpośrednio pod zboże lub pod przedplon, były zwykle niższe od przeciętnych dawek dla całego zbioru danych (rys. 14), przy czym różnica w stosunku do wartości średnich ogólnych zmniejszała się ze wzrostem dawki zastosowanego obornika. Ogólna tendencja do zmniejszania nawożenia mineralnego przez rolników po zastosowaniu obornika nie przekładała się jednak w wystarczającym stopniu na zróżnicowanie przeciętnych nadwyżek stosowanego nawożenia NPK nad dawkami zalecanymi. Zróżnicowanie to wynosiło od 2 do -4 kg czystego składnika na hektar w zależności od dawek obornika. Wskazuje to na symboliczne uwzględnianie nawożenia obornikiem przy wyznaczaniu dawek nawozów mineralnych.



Rysunek 14. Średnie dawki NPK i nadwyżki ponad zalecenia w kg (N, P₂O₅, K₂O)·ha⁻¹ na tle dawek obornika

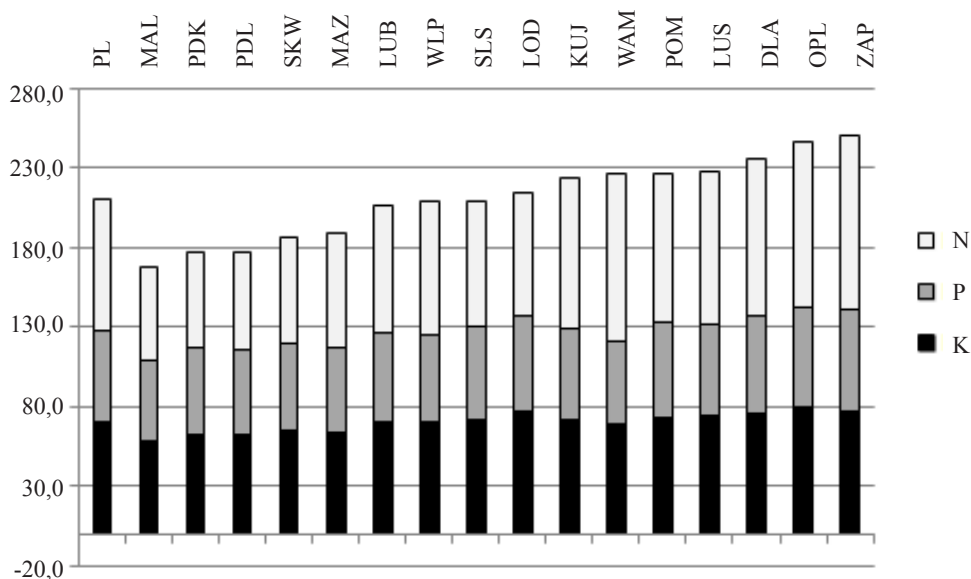
Źródło: opracowanie własne.

Ocena zgodności praktyki nawożenia z zaleceniami w województwach

Według zużycia NPK w uprawie zbóż poddane ankietyzacji województwa można podzielić na trzy grupy (rys. 15). Do grupy pierwszej o najmniejszym zużyciu NPK – poniżej 200 kg NPK·ha⁻¹, w tym 60-70 kg N·ha⁻¹ zaliczają się województwa: małopolskie, podkarpackie, podlaskie, świętokrzyskie i mazowieckie. Do grupy drugiej zużywającej ok. 210 kg·ha⁻¹NPK, w tym ok. 80 kg N·ha⁻¹ zaliczały się województwa: lubelskie, wielkopolskie, śląskie i łódzkie. Do grupy o największym zużyciu NPK, wynoszącym powyżej 220 kg NPK·ha⁻¹, w tym powyżej 90 kg N·ha⁻¹ należały województwa: kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie, pomorskie, lubuskie, dolnośląskie, opolskie i zachodniopomorskie. Oficjalne dane (7) dotyczące zużycia nawozów mineralnych wskazywały w tym czasie znacznie niższe wartości, przeciętnie dla Polski na poziomie ok. 100 kg·ha⁻¹ NPK. Przy czym zróżnicowanie pomiędzy województwami (9) nie odbiegało zasadniczo od przedstawionych wyżej wyników.

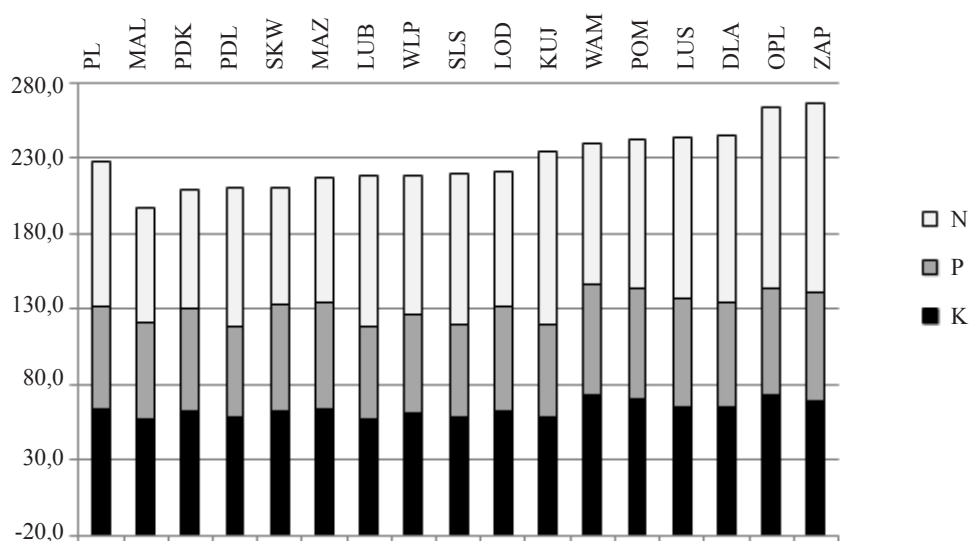
Nieco inny obraz powstaje gdy uwzględnia się nadwyżki stosowanych dawek nawozów w stosunku do zaleceń (rys. 16) oraz nawozochłonność produkcji ziarna w poszczególnych województwach (rys. 17). Przeciętnie najbardziej dostosowane do zaleceń nawozowych (nadwyżka mniejsza niż 32 kg·ha⁻¹ NPK oraz nawozochłonność na poziomie 4,3 do 4,6 kg NPK·dt⁻¹ ziarna) okazały się dawki NPK stosowane w województwach: małopolskim, wielkopolskim, podlaskim, podkarpackim. Nieco

gorsze wyniki (nadwyżka w zakresie od 33 do 45 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ NPK oraz nawozochłonność na poziomie 4,6 do 4,8 $\text{kg NPK}\cdot\text{dt}^{-1}$ ziarna) uzyskano w województwach: mazowieckim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, opolskim i mazowieckim. Wartości zdecydowanie powyżej średniej krajowej pod względem różnic w stosunku do zaleceń nawozowych (ponad 45 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ NPK) i nawozochłonności (ponad 5 $\text{kg NPK}\cdot\text{dt}^{-1}$ ziarna) wykazywały województwa: warmińsko-mazurskie, łódzkie, śląskie, pomorskie, dolnośląskie, lubuskie i zachodniopomorskie. Najmniej racjonalną gospodarką nawozową charakteryzowały się gospodarstwa z województw: lubuskiego i zachodniopomorskiego, gdzie wskaźnik nawozochłonności przekraczał 5,6 $\text{kg NPK}\cdot\text{dt}^{-1}$ ziarna. Natomiast korzystnie wyróżniały się gospodarstwa w województwach wielkopolskim i opolskim, gdzie stosowano dawki powyżej 200 $\text{kg NPK}\cdot\text{ha}^{-1}$, ale wskaźnik nawozochłonności nie przekroczył 4,8 $\text{kg NPK}\cdot\text{dt}^{-1}$ ziarna. Wskazuje to na ogólnie racjonalne stosowanie nawozów mineralnych w tych województwach mimo stosunkowo wysokiej intensywności produkcji.



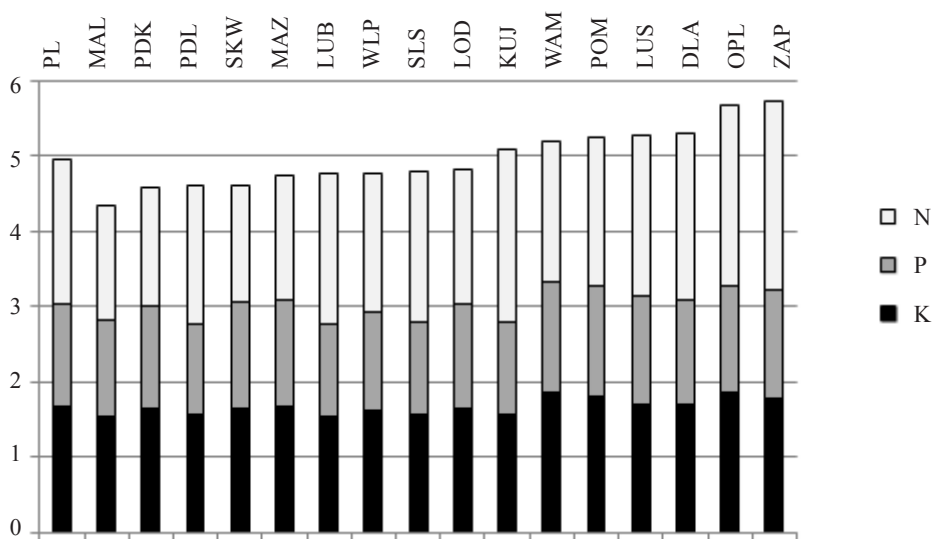
Rysunek 15. Średnie dla województw dawki NPK stosowane w praktyce rolniczej (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Źródło: opracowanie własne.



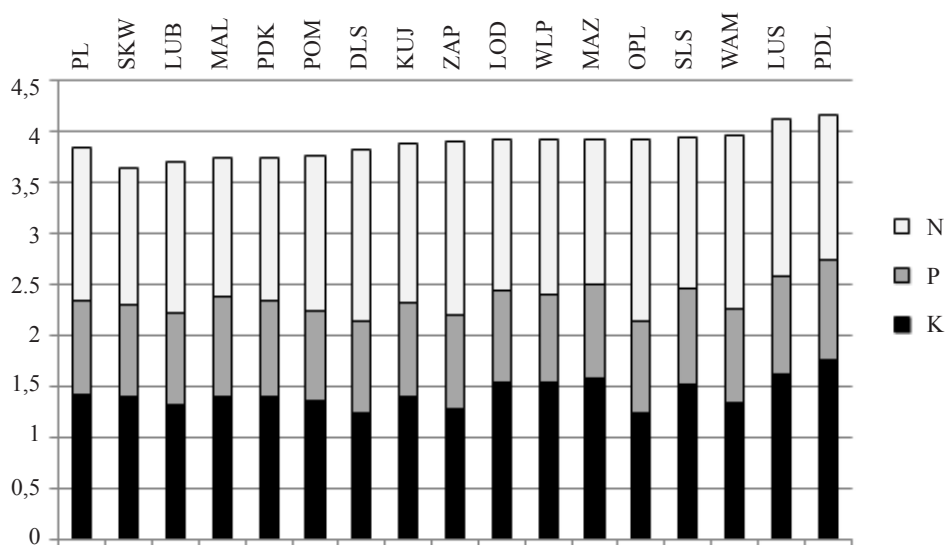
Rysunek 16. Średnie w województwach nadwyżki stosowanych dawek NPK ponad dawki ustalone wg zaleceń nawozowych (w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 17. Średnie w województwach wartości wskaźników nawozochłonności wyznaczone dla dawek NPK stosowanych w praktyce rolniczej ($\text{kg NPK}\cdot\text{dt}^{-1}$ ziarna zbóż)

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 18. Średnie w województwach wartości wskaźników nawozochłonności (kg NPK·1dt⁻¹ ziarna zbóż) wyznaczone zgodnie z zaleceniami programu NawSald

Źródło: opracowanie własne.

Wynikający z zaleceń nawozowych poziom nawozochłonności produkcji ziarna zbóż (rys. 18) w większości województw był zbliżony lub nieznacznie przekraczał 4 kg NPK/100·1dt⁻¹ ziarna. W praktyce (rys. 17) taki poziom nawozochłonności nie był osiągnięty w żadnym województwie (we wszystkich województwach uzyskiwano wyższe wartości). W świetle przedstawionych danych można dokonać pewnego uogólnienia. Jako pożądany i realny do osiągnięcia można uznać wskaźnik nawozochłonności na poziomie 4,5-5 kg NPK·1dt⁻¹ ziarna zbóż. Dla poszczególnych składników N, P i K oznacza to nawozochłonność 1 dt ziarna równą: 1,9-2,0 kg N, 0,9-1,0 kg P i 1,7-2,0 kg K.

Podsumowanie

W oparciu o materiał zaprezentowany w opracowaniu można stwierdzić, że gospodarka nawozowa realizowana przez rolników w uprawach zbóż objętych badaniami jest ogólnie zadowalająca, jednak zbyt często charakteryzuje się schematycznym podejściem do nawożenia. Szczególnie widoczne jest to w przypadku zbóż intensywnych (pszenice i jęczmiona). W przeważającej części rolnicy stosują przez czas dłuższy przyjęte dawki NPK, nie uwzględniając przy tym realnych możliwości plonowania zbóż na ich polach. Dlatego najczęściej błędów w postaci wysokich nadwyżek stosowanego nawożenia nad zaleceniami stwierdza się w warunkach relatywnie niskich plonów. Na polach, gdzie rolnicy uzyskali już wyższe od przeciętnych plony zbóż nadal stosują podwyższone dawki fosforu i potasu, mimo iż zasobność gleby jest już wysoka lub bardzo wysoka.

Poprawy wymaga także doradztwo w zakresie wykorzystania nawozów naturalnych i zagospodarowania plonów ubocznych. Ogólnie gorsze rezultaty porównania stosowanego nawożenia z zaleceniami wypadły dla części województw zachodnich i północnych, gdzie zużycie nawozów mineralnych jest stosunkowo wysokie (7, 9). Pozytywnie na tym tle wyróżniają się województwa wielkopolskie i opolskie, które pomimo relatywnie wysokiego poziomu plonów zbóż i związanego z tym wysokiego poziomu nawożenia mineralnego uzyskały zadowalające wskaźniki nawozochłonności. Osobnego podejścia wymaga ta część rolników, którzy stosowali znacząco niższe dawki nawozów niż wynikałoby to z zaleceń nawozowych. Szczególnie niekorzystne wydaje się to w przypadku, gdy pomijane jest nawożenie potasem lub fosforem w warunkach niskiej zasobności gleby.

Literatura

1. Doradztwo nawozowe – KSCHR. <http://www.schr.gov.pl>
2. F o t y m a M.: Wykorzystanie nowych liczb granicznych zawartości makroelementów w glebach. Nowe Rolnictwo, 1986, **6**: 1-4.
3. F o t y m a M., D o b e r s S.: Soil testing methods and fertilizer recommendations in Central–Eastern European countries, Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2008, **30**: 1-109.
4. F o t y m a M., F i l i p i a k K.: Optymalizacja nawożenia – Zasady nawożenia zbóż azotem. Nowe Rolnictwo, 1977, **10**: 12-14.
5. F o t y m a M., G o s e k S.: Optymalizacja nawożenia – Zasady ustalania dawek potasu. Nowe Rolnictwo, 1977, **7**: 21-25.
6. F o t y m a M., K ę s i k K.: Optymalizacja nawożenia – Zasady ustalania dawek fosforu. Nowe Rolnictwo, 1977, **6**: 8-10.
7. Główny Urząd Statystyczny. Środki produkcji w rolnictwie. Wyd. GUS Warszawa 2002, 2003, 2004.
8. Główny Urząd Statystyczny. Skup i ceny produktów rolnych w latach 2001-2003 Wyd. GUS Warszawa 2002, 2003, 2004.
9. I g r a s J., K o p i ń s k i J.: Zużycie nawozów mineralnych i naturalnych w układzie regionalnym. Studia i raporty IUNG-PIB Puławy, 2007, **5**: 107-115.
10. J a d c z y s z y n T.: Informatyka w doradztwie nawozowym. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2000, **4**: 49-60.
11. J a d c z y s z y n T.: Podstawy naukowe doradztwa nawozowego. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2000, **5**: 185-205.
12. J a d c z y s z y n T.: Planowanie nawożenia w gospodarstwie z wykorzystaniem programu NawSald. Studia i raporty IUNG-PIB Puławy, 2009, **16**: 9-18.
13. J a d c z y s z y n T., K o w a l c z y k J., L i p i ń s k i W.: Zalecenia nawozowe dla roślin uprawy polowej i trwałych użytków zielonych. IUNG-PIB Puławy, 2010, Mat. szk. Nr 95.
14. K ę s i k K., K r a s o w i c z S., Z a r y c h t a M.: Dawki NPK stosowane w praktyce rolniczej pod zboża jare na tle zaleceń nawozowych. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2011, **41**: 51-97.
15. K ę s i k K., K r a s o w i c z S., Z a r y c h t a M.: Dawki NPK stosowane w praktyce rolniczej pod zboża ozime na tle zaleceń nawozowych. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2012, **44**: 51-98.
16. L i p i ń s k i W.: Zasobność gleb Polski w fosfor przyswajalny. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2012, **23**: 49–54.
17. L i p i ń s k i W.: Zasobność gleb Polski w potas przyswajalny. Nawozy i Nawożenie – Fertilizers and Fertilization, 2012, **23**: 55–60.

-
18. Stuczyński T., Łopatką A., Kozyra P.: Zestawienia powierzchni gleb w Polsce. Maszynopis IUNG-PIB, Puławy 2008.
 19. Oferta IUNG-PIB (programy komputerowe). <http://www.iung.pulawy.pl>
 20. Udział polskiego rolnictwa w emisji związków azotu i fosforu do Bałtyku. Praca zbiorowa. IUNG-PIB Puławy, 2009.
-

Adres do korespondencji:

dr Kazimierz Kęsik
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 886 32 24 w. 285
e-mail: kesik@iung.pulawy.pl