

## Consumption of mineral fertilizers on the farms of Warmińsko-Mazurskie province

# Zużycie nawozów mineralnych w gospodarstwach rolnych województwa warmińsko-mazurskiego



DOI: 10.15199/62.2024.12.33

*The anal. was based on questionnaire surveys conducted in 2019–2020 on 40 farms located in the Warmińsko-Mazurskie province, differing in the area of agricultural area (10– > 100 ha) and cropping system structure. The highest consumption of NPKS fertilizers occurred on farms with an area of 51–100 ha, while the lowest doses were used on farms with the smallest area (10–20 ha). The most favorable N:P:K ratio was found on farms with an area of 31–50 ha. The highest yields were achieved on farms with an area of over 100 ha. A strong pos. correlation was found between the dose of mineral fertilizers used and the yield of analyzed crops.*

**Keywords:** Warmińsko-Mazurskie region, mineral fertilizers, farms, sowing structure, yield

Przeprowadzono analizę zużycia nawozów mineralnych w wybranych gospodarstwach rolnych województwa warmińsko-mazurskiego, zróżnicowanych pod względem wielkości powierzchni i kierunku produkcji. Materiałem źródłowym były wyniki badań ankietowych z 40 gospodarstw, które wybrano w ramach współpracy z Warmińsko-Mazurskim Ośrodkiem Doradztwa Rolniczego w Olsztynie. Stwierdzono duże zróżnicowanie w stosowaniu nawozów mineralnych w analizowanych gospodarstwach. Najwięcej nawozów NPKS stosowano w gospodarstwach o powierzchni 51–100 ha, a najmniejsze dawki tych nawozów w gospodarstwach najmniejszych, o powierzchni 10–20 ha. W gospodarstwach o powierzchni 31–50 ha stosunek N:P:K był najkorzystniejszy spośród wszystkich analizowanych grup gospodarstw. Przeprowadzona analiza wykazała, że najwyższe plony uzyskano w gospodarstwach największych, o powierzchni powyżej 100 ha. Stwierdzono silną korelację pomiędzy dawką nawozu mineralnego a wysokością plonu roślin uprawnych.

**Słowa kluczowe:** województwo warmińsko-mazurskie, nawozy mineralne, gospodarstwa rolne, struktura zasiewów, plon

Zrównoważone nawożenie, uwzględniające potrzeby nawozowe roślin uprawnych i zasobność gleby w składniki pokarmowe, a także oczekiwaną wielkość plonu, jest podstawowym elementem integrowanej ochrony roślin i integrowanej produkcji pozwalającym na spełnienie założeń Europejskiego Zielonego Ładu, którego celem jest m.in. zmniejszenie zużycia nawozów mineralnych i ograniczenie strat składników pokarmowych do środowiska<sup>1</sup>.

Zagadnienie to jest ważne, ponieważ Polska w latach 2021–2022 zajmowała drugie miejsce wśród państw Unii Europejskiej pod względem zużycia nawozów mineralnych. Udział naszego kraju w ogólnym zużyciu wynosił wówczas 12,3%<sup>2</sup>). Na przestrzeni lat zużycie nawozów NPK utrzymywało się w Polsce na podobnym poziomie i wynosiło rocznie średnio 1951,4 tys. t. Od 2005 r. obserwuje się zwiększenie sprzedaży nawozów NPK<sup>3</sup>). Ale ze względu



Prof. dr hab. Janusz PODLEŚNY (ORCID: 0000-0001-6757-8331) w roku 1986 ukończył studia na Wydziale Techniki Rolniczej Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie). W 1994 r. uzyskał stopień doktora, a w 2003 r. stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych. Tytuł naukowy profesora został mu nadany przez Prezydenta RP w 2008 r. Jest zatrudniony na stanowisku profesora w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach. Specjalność – uprawa roli i roślin, integrowana ochrona roślin, biologia plonowania roślin, reakcja roślin na stresy biotyczne i abiotyczne, uprawa roślin strączkowych.



Dr inż. Karolina SMYTKIEWICZ-BUZAK (ORCID: 0000-0001-8032-4969) w roku 2019 ukończyła studia na Wydziale Rolnictwa i Biologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Od 1 października 2023 r. jest zatrudniona w Zakładzie Uprawy Roślin i Jakości Plonu Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Specjalność – uprawa roli i roślin, biologia plonowania roślin, reakcja roślin na stresy biotyczne i abiotyczne, uprawa roślin strączkowych.

\* Adres do korespondencji:

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy – Instytut Badawczy w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, tel.: (81) 478-67-92, e-mail: jp@iung.pulawy.pl

na bardzo duży wzrost cen należy przypuszczać, że ich sprzedaż i zużycie będą w nadchodzących latach znacznie mniejsze<sup>4)</sup>.

Rolnictwo polskie jest zróżnicowane pod względem struktury agrarnej, intensywności produkcji i poziomu kultury rolnej<sup>5, 6)</sup>. Mając na uwadze konieczność ograniczenia zakresu stosowania nawozów mineralnych, wynikającego z przepisów prawa krajowego i europejskiego, należy mieć rozeznanie dotyczące ich zużycia w różnych gospodarstwach. Przedsięwzięcie to wymaga bowiem racjonalnego działania uwzględniającego nie tylko zmniejszenie obciążenia środowiska przyrodniczego substancjami chemicznymi, ale także związaną z tym obniżkę plonu roślin uprawnych.

Aby określić możliwości ograniczenia lub zoptymalizowania ilości stosowanych środków produkcji, w tym nawozów mineralnych, należy przeprowadzić ocenę aktualnego stanu gospodarstw pod względem prowadzonej produkcji roślinnej, w tym zwłaszcza stosowanych w nich technologii produkcji<sup>7)</sup>.

Celem badań była ocena zużycia nawozów mineralnych w gospodarstwach rolnych woj. warmińsko-mazurskiego w zależności od wielkości powierzchni i uzyskanych plonów oraz struktury zasiewów.

## Część badawcza

### Metodyka badań

Podstawą wykonania analiz były badania ankietowe przeprowadzone w 40 gospodarstwach rolnych zlokalizowanych w różnych rejonach woj. warmińsko-mazurskiego (rys. 1). Ankiety stanowiące materiał źródłowy zostały przygotowane i opracowane w Zakładzie Uprawy Roślin Pastewnych IUNG-PIB w Puławach, a otrzymane od rolników dane zostały wprowadzone do nich przez pracowników Warmińsko-Mazurskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego (MODR) z siedzibą w Olsztynie. Do badań wybrano gospodarstwa spełniające precyzyjnie określone kryteria pozwalające na analizę zarówno jednolitości, jak i zróżnicowania próby. Tego typu badania, polegające na świadomym wyborze gospodarstw do analiz, nie stanowią próby reprezentatywnej dla danego województwa lub regionu, ale są często stosowane w badaniach rolniczych, bowiem umożliwiają wykazanie różnych zależności występujących w badanej populacji gospodarstw<sup>8)</sup>.

Analizowane gospodarstwa podzielono na 5 grup różniących się powierzchnią użytków rolnych: 10–20, 21–30, 31–50, 51–100 oraz powyżej 100 ha. W gospodarstwach przeprowadzono ocenę struktury zasiewów, zużycia nawozów mineralnych, stosunku N:P:K w nawozach oraz efektywności wykorzystania azotu. Często jako *nitrogen use efficiency* (NUE) określa się tzw. produktywność cząstkową zastosowanego azotu PFP (*partial factor productivity*). Wskaźnik ten wyrażany jest w kg plonu końcowego na kg azotu zastosowanego w nawozach: YN/FN, gdzie YN i FN oznaczono odpowiednio jako plon i dawkę azotu<sup>9)</sup>.

W obliczeniach kosztów nawozów<sup>10)</sup> i wartości plonu<sup>11)</sup> uwzględniono ceny z odpowiednio września i października 2024 r. Określono także plon ziemiopłodów. W programie Statistica 13.1 sporządzono wykresy regresji przedstawiające zależność wielkości plonu wybranych ziemiopłodów od dawki nawożenia NPK oraz wielkości i wartości plonu od kosztów nawożenia NPK.

## Wyniki badań i ich omówienie

### Ogólna charakterystyka gospodarstw

Analizowane gospodarstwa były rozmieszczone w różnych rejonach woj. warmińsko-mazurskiego (rys. 1) i prowadziły działalność rolniczą na powierzchni 2100,0 ha, w tym grunty orne zajmowały 1687,5 ha, czyli 80,3% użytków rolnych. Przeciętna wielkość gospodarstwa wynosiła 52,5 ha i była dużo większa niż średnia dla woj. warmińsko-mazurskiego, wynosząca 24,9 ha<sup>12)</sup>. W gospodarstwach dominowały gleby należące do słabszych klas bonitacyjnych: IVa (29,6%) oraz IVb (30,5%), V (13,1%) i VI (6,8%), natomiast gleby najlepszej jakości należące do klasy II (0,02%), IIIa (9,2%) i IIIb (10,8) stanowiły łącznie 20,0% ogółu gleb.

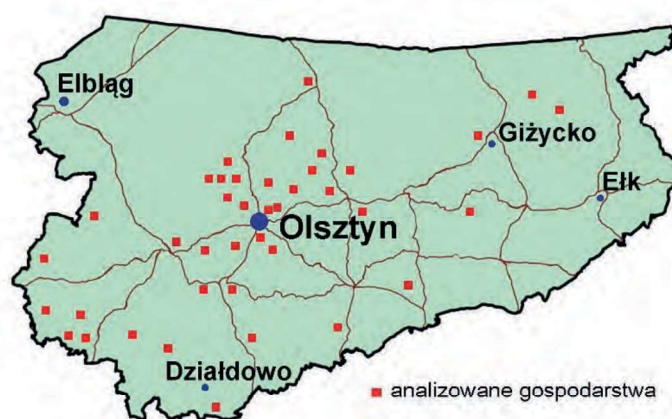


Fig. 1. Location of analyzed farms in the Warmińsko-Mazurskie province

Rys. 1. Lokalizacja analizowanych gospodarstw rolnych na obszarze woj. warmińsko-mazurskiego

### Struktura zasiewów

W strukturze zasiewów wszystkich analizowanych gospodarstw dominowały zboża, które stanowiły średnio 60,2% powierzchni gruntów ornych (rys. 2). Przeciętna dla kraju wartość tego wskaźnika w 2019 r. wynosiła 73,3%. W tym samym roku średni udział zbóż w strukturze zasiewów woj. warmińsko-mazurskiego wyniósł 65,1% i był to najniższy wskaźnik spośród wszystkich województw w Polsce<sup>13)</sup>. W gospodarstwach o powierzchni powyżej 30 ha udział tych roślin w strukturze zasiewów nie przekraczał 60,2%.

Zboża stanowią najważniejszą grupę roślin uprawnych. W 2017 r. ich powierzchnia zasiewów w świecie stanowiła blisko 50% całkowitej powierzchni gruntów ornych<sup>14)</sup>.

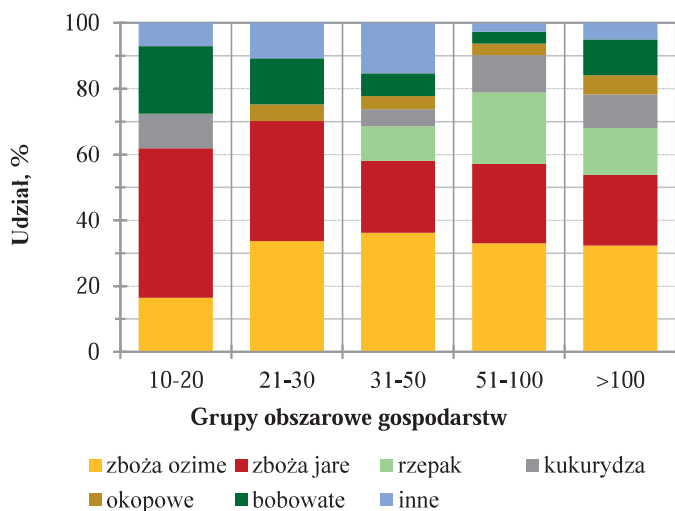


Fig. 2. Cropping system on analyzed farms

Rys. 2. Struktura zasiewów w analizowanych gospodarstwach rolnych

Zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin udział zbóż nie powinien przekraczać 66% w strukturze zasiewów. Zbyt duży udział tej grupy roślin w płodozmianie może przyczynić się do obniżenia jakości i wysokości plonu<sup>15</sup>.

W badaniach wykazano, że w gospodarstwach najmniejszych, o powierzchni poniżej 30 ha, nie uprawiano rzepaku. Z kolei przeciętny udział tej rośliny w strukturze zasiewów w pozostałych gospodarstwach wyniósł średnio 9,3%. Największy areal rzepaku odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 51–100 ha (21,7%). Udział tego gatunku w strukturze zasiewów nie powinien być większy niż 25%<sup>16</sup>. Na uwagę zasługuje fakt, że w żadnym z analizowanych gospodarstw wartość ta nie została przekroczona.

Ze względu na wszechstronne wykorzystanie ziarna kukurydza zajmuje znaczny areal uprawy w Polsce. Jednak jej uprawa wiąże się również ze zwiększonym zachwaszczeniem (głównie chwastnicą jednostronną), które prowadzi do wzrostu porażenia roślin przez grzyby z rodzaju *Fusarium*<sup>17</sup>. W ocenianych gospodarstwach rolnych udział kukurydzy w strukturze zasiewów wyniósł przeciętnie 7,4%; przy czym w gospodarstwach o powierzchni 21–30 ha nie uprawiano tej rośliny.

Rośliny bobowate są niezwykle cennym elementem płodozmianu. Ich uprawa wzbogaca glebę i resztki poźniwe w azot, a dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi można w znacznym stopniu ograniczyć stosowanie nawozów azotowych<sup>18</sup>. Pomimo wielu zalet powierzchnia zasiewów tej grupy roślin w kraju jest wciąż zbyt mała<sup>19</sup>. Z przeprowadzonych badań wynika, że średni udział w strukturze zasiewów roślin bobowatych wyniósł 11,2%, przy czym najwięcej tych roślin uprawiano w gospodarstwach najmniejszych, o powierzchni 10–20 ha. Średni udział roślin okopowych wyniósł w płodozmianie analizowanych gospodarstw 3,7%. Pozostałe gatunki (lucerna, gryka,

gorczyca i trawy) uprawiane były tylko w niektórych gospodarstwach i stanowiły średnio 8,2% struktury zasiewów.

### Zużycie nawozów mineralnych

Wykazano, że zużycie nawozów mineralnych zależało w dużym stopniu od powierzchni gospodarstwa (rys. 3). Największe zużycie nawozów NPKS odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 51–100 ha, a najmniejsze w gospodarstwach o powierzchni 10–20 ha. Zastosowana ilość nawozów NPKS w analizowanych gospodarstwach wyniosła średnio 186,9 kg/ha. Największe dawki nawozów stosowano w uprawie rzepaku (średnio 233,8 kg/ha), a najmniejsze w uprawie roślin bobowatych (średnio 136,4 kg/ha).

W latach 2019–2020 w woj. warmińsko-mazurskim zużyto średnio 105,1 kg NPK/ha użytków rolnych, co było o 24,3% niższe niż średnie zużycie tych nawozów w kraju, wynoszące 130,6 kg/ha<sup>20</sup>.

Największe zużycie nawozów mineralnych w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych w porównywanym okresie stwierdzono w woj. opolskim (189,5 kg/ha), kujawsko-pomorskim (172,1 kg/ha) i dolnośląskim (157,5 kg/ha)<sup>20</sup>. Zużycie to było dużo mniejsze niż w analizowanych gospodarstwach, ponieważ jest przeliczone na 1 ha użytków rolnych, a nie 1 ha gruntów ornych. W badaniach przeprowadzonych wcześniej wykazano znacznie większe zużycie NPK w wybranych gospodarstwach woj. lubelskiego<sup>21</sup> i wielkopolskiego<sup>22</sup> niż w omawianym woj. warmińsko-mazurskim. Podobne zależności występowały również w odniesieniu do ilości NPK stosowanych w wymienionych województwach. Oznacza to, że wybrane gospodarstwa stanowiły w miarę reprezentatywną próbę dla każdego z tych województw.

Azot to najważniejszy składnik pokarmowy mający największy wpływ na jakość i wysokość plonu roślin

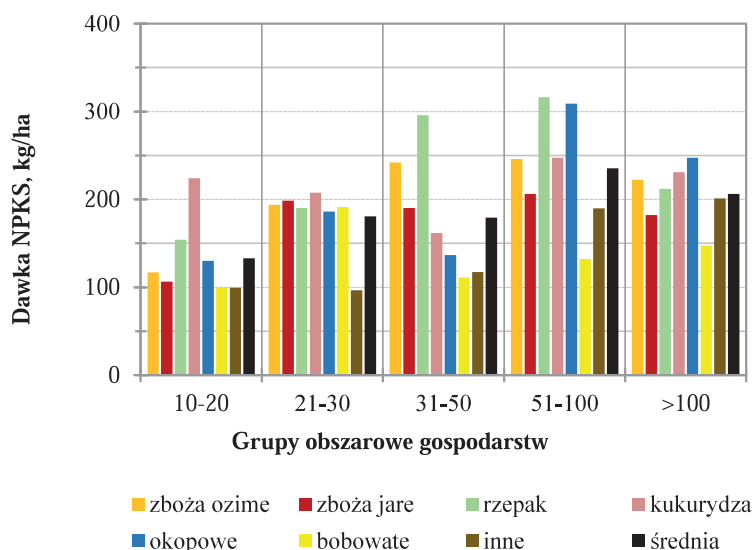


Fig. 3. Consumption of mineral fertilizers in dependence on the farm area

Rys. 3. Zużycie nawozów mineralnych w zależności od powierzchni gospodarstwa



uprawnych. Bierze udział w wielu procesach przebiegających w komórkach roślinnych, stąd też zapotrzebowanie roślin na ten składnik jest największe. Również fosfor i potas należą do ważnych pierwiastków mających wpływ na wysokość plonu. Ich niedobór często objawia się zahamowaniem wzrostu i rozwoju roślin. Dlatego też ważne jest zbilansowane nawożenie tymi pierwiastkami<sup>23</sup>. Największy udział nawozów azotowych i zarazem najmniejsze zużycie siarki odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 10–20 ha (rys. 4). W gospodarstwach o powierzchni 21–30 ha zużycie azotu było najmniejsze. Stosowanie nawozów fosforowych we wszystkich analizowanych gospodarstwach było podobne i wyniosło średnio 21,8%, przy czym największy udział tych nawozów odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 21–30 ha; dodatkowo charakteryzowały się one największym zużyciem nawozów potasowych spośród wszystkich analizowanych gospodarstw. Siarka wchodzi w skład wielu związków chemicznych w roślinach. Jest istotnym elementem w nawożeniu, gdyż determinuje prawidłowy wzrost i rozwój roślin, a także wysoki i dobry jakościowo plon roślin uprawnych<sup>24</sup>. Udział siarki w strukturze zużycia nawozów wyniósł średnio 5,06%, a największe zużycie tego pierwiastka odnotowano w gospodarstwach o powierzchni powyżej 30 ha, w których znaczny udział w strukturze zasiewów stanowił siarkolubny rzepak.

Prawidłowy stosunek N:P:K dla upraw polowych powinien wynosić 1:0,5:0,98<sup>25</sup>. Zrównoważone gospodarowanie nawozami mineralnymi jest niezwykle ważnym elementem technologii produkcji roślinnej. Odpowiednio zbilansowane dawki nawozów ograniczają uwalnianie nadmiernej ilości składników pokarmowych do środowiska<sup>26</sup>. W Polsce w latach 2019–2020 proporcje w zużyciu nawozów mineralnych (NPK) w przeliczeniu na czysty składnik wynosiły 1:0,35:0,54. Spośród wszystkich województw w kraju w woj. warmińsko-mazurskim w latach 2019–2020 stosowano najmniej nawozów potasowych (16,4 kg/ha) względem dawek azotu i fosforu, a stosunek N:P:K wyniósł 1:0,61:0,16. Przeprowadzona analiza wykazała, że we wszystkich gospodarstwach średni stosunek N:P:K wyniósł 1:0,57:0,91 (rys. 5). Należy zatem uznać, że proporcje między składnikami nawozowymi w tych gospodarstwach były w miarę poprawne. Najkorzystniejszy stosunek N:P:K odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 31–50 ha, natomiast w gospodarstwach największych, o powierzchni powyżej 100 ha, stosunek ten był nieco mniej korzystny, głównie ze względu na zbyt małą dawkę potasu względem pozostałych dwóch składników.

### Efektywność rolnicza azotu i plonowanie roślin

Jednym z ważniejszych wskaźników służących do oceny prawidłowego gospodarowania azotem w rolnictwie jest wskaźnik NUE<sup>27</sup>. Największą średnią efektywność wykorzystania azotu w uprawie wszystkich analizowanych gatunków roślin odnotowano w gospodarstwach

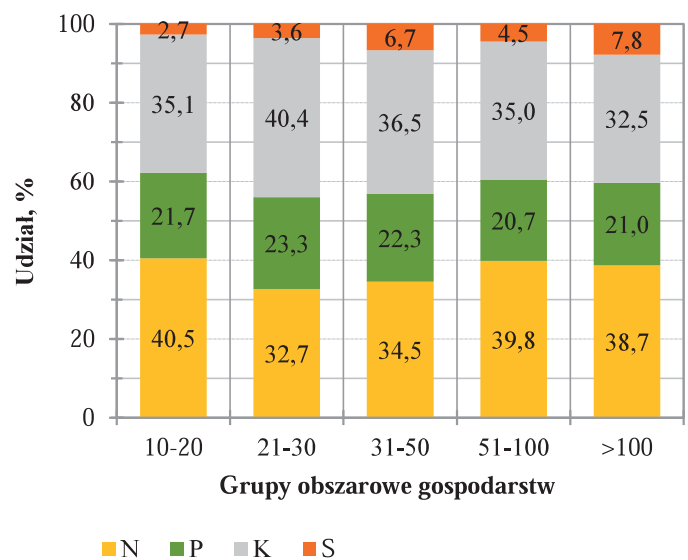
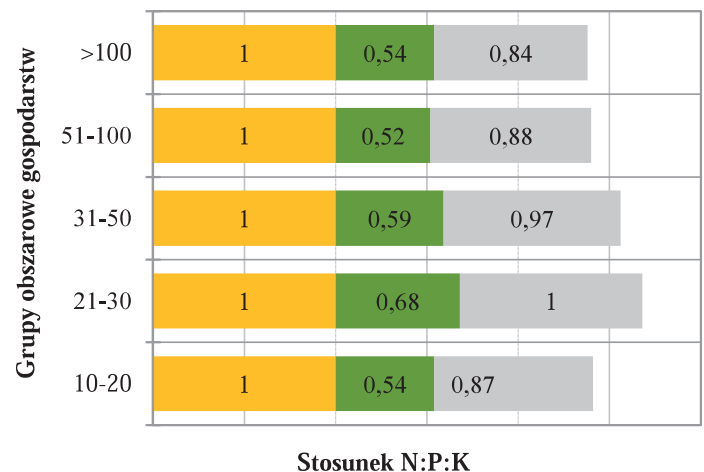


Fig. 4. Structure of fertilizer consumption in dependence on the farm area

Rys. 4. Struktura zużycia nawozów w zależności od powierzchni gospodarstwa



Składnik nawozowy: N P K

Fig. 5. N:P:K ratio in used fertilizers in dependence on the farm area

Rys. 5. Stosunek N:P:K w nawozach w zależności od powierzchni gospodarstwa

o powierzchni 21–30 ha (rys. 6). W gospodarstwach tych również średnia efektywność 1 kg azotu w uprawie zbóż ozimych i jarych była największa. Najmniejszą średnią efektywność wykorzystania azotu odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 51–100 ha. W tych gospodarstwach zużycie nawozów było największe, stąd wskaźnik efektywności wykorzystania N zmniejszał się wraz ze wzrostem dawki nawozu. Przeprowadzona analiza wykazała, że spośród wszystkich analizowanych gatunków roślin wartość wskaźnika NUE była najmniejsza w uprawie rzepaku. Wynikało to ze stosunkowo niskich plonów w porównaniu z innymi roślinami uprawnymi i konieczności stosowania wysokich dawek N w uprawie tego gatunku w celu uzyskania zadowalającego plonu nasion.

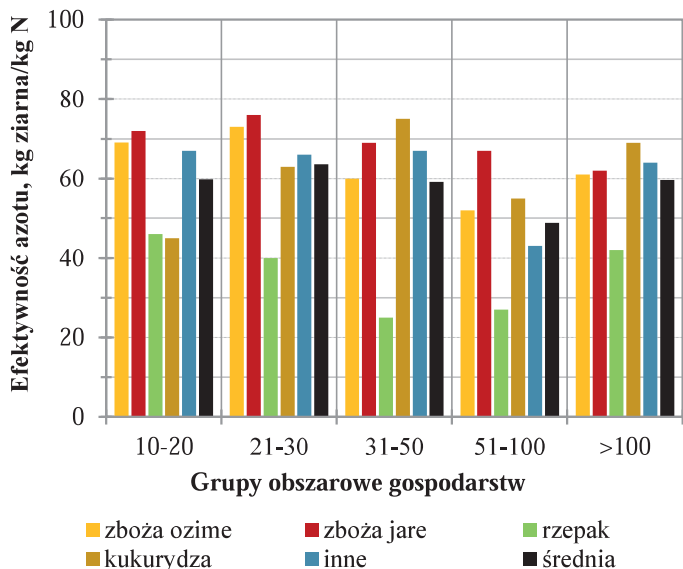


Fig. 6. Efficiency of nitrogen used in cultivation of selected crops depending on the farm area

Rys. 6. Efektywność azotu w uprawie analizowanych grup roślin w zależności do powierzchni gospodarstwa

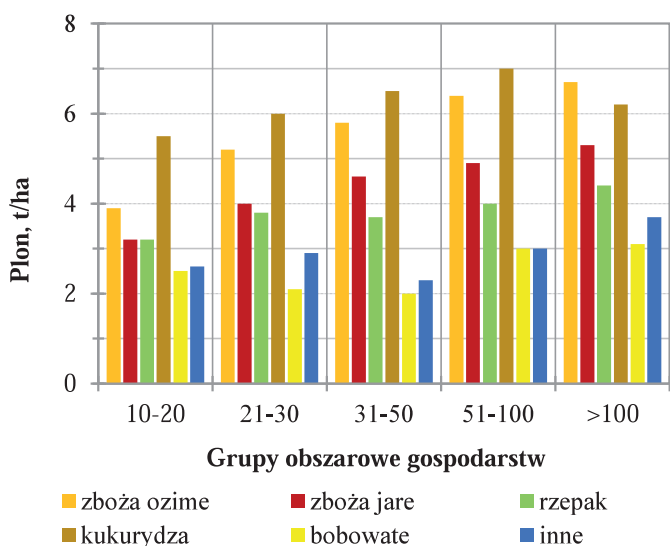


Fig. 7. Yield of selected crops in dependence on the farm area

Rys. 7. Plon wybranych ziemiołódów w zależności od powierzchni gospodarstwa

Największy plon zbóż ozimych i jarych oraz rzepaku uzyskano w gospodarstwach o powierzchni powyżej 100 ha, odpowiednio 6,7; 5,3 i 4,4 t/ha, a plon kukurydzy w gospodarstwach o powierzchni 51–100 ha (rys. 7). Najniższy plon tych gatunków roślin zebrano w gospodarstwach o najmniejszej powierzchni. Spośród uwzględnionych w badaniach roślin uprawnych najniżej we wszystkich gospodarstwach plonowały rośliny bobowate. Wynikało to ze specyfiki tej grupy roślin oraz w przypadku niektórych gatunków ich uprawy na zbyt słabych glebach. Średnio dla wszystkich gospodarstw plon zbóż ozimych i jarych oraz rzepaku i kukurydzy wynosił odpowiednio 5,60; 4,40; 3,82 i 6,24 t/ha, a średnie plony tych roślin dla woj. warmińsko-mazurskiego były mniejsze i wynosiły odpowiednio 4,99; 3,55; 2,83 i 5,80 t/ha<sup>28</sup>.

## Wartość plonu i koszt nawożenia mineralnego

Z przeprowadzonych badań wynika, że istnieje dodatnia korelacja pomiędzy ilością stosowanych nawozów mineralnych a plonem wszystkich roślin uprawnych uwzględnionych w analizie, zwłaszcza w odniesieniu do ziarna pszenicy jarej i kukurydzy, o czym świadczy kąt nachylenia krzywej względem osi  $x$  (rys. 8). Zwiększenie dawki NPK o 50 kg/ha powodowało przyrost plonu pszenicy ozimej i jarej oraz rzepaku i ziarna kukurydzy o odpowiednio 0,65; 1,08; 0,31 i 0,83 t/ha.

Wykazano, że istnieje dodatnia zależność pomiędzy poniesionymi kosztami nawożenia NPK a plonem ziemiołódów, przy czym zależność ta była większa dla pszenicy jarej i kukurydzy, a mniejsza dla rzepaku i pszenicy ozimej (rys. 9). Zwiększenie kosztów zakupu nawozów o 500 zł powodowało przyrost plonu ziarna pszenicy jarej i kuku-

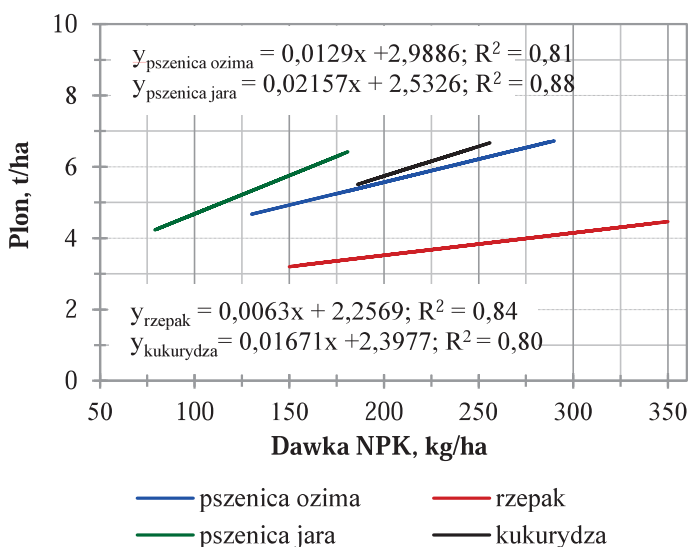


Fig. 8. Relationship between the dose of NPK fertilization and yield of selected crops

Rys. 8. Zależność między dawką nawożenia NPK a plonem wybranych ziemiołódów

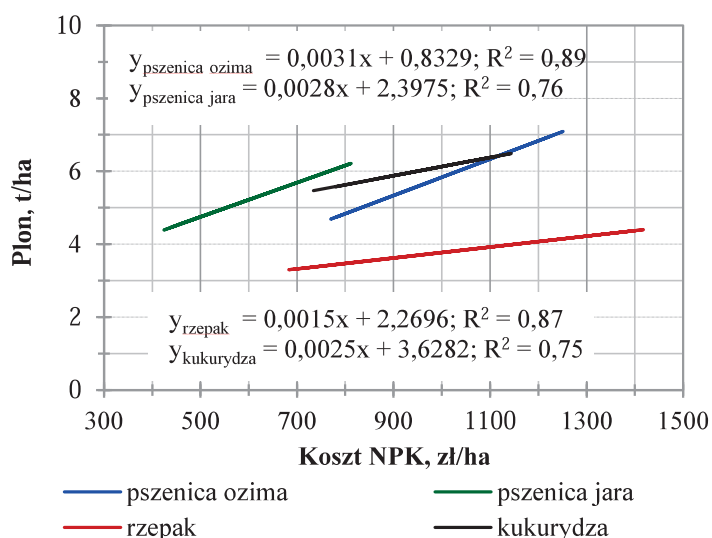


Fig. 9. Relationship between the costs of NPK fertilization and yield of selected crops

Rys. 9. Zależność między kosztami nawożenia NPK a plonem wybranych ziemiołódów

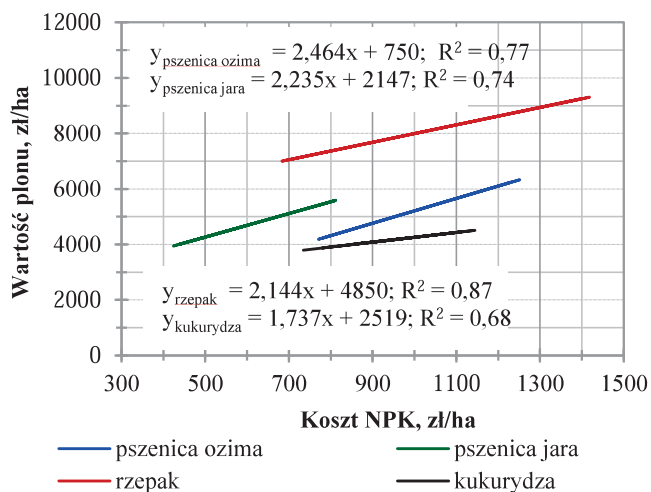


Fig. 10. Relationship between costs of NPK fertilization and value of selected crops yield

Rys. 10. Zależność między kosztami nawożenia NPK a wartością plonu wybranych ziemiopłodów

rydzy o odpowiednio 1,55 i 1,40 t/ha oraz nasion rzepaku i ziarna pszenicy ozimej o odpowiednio 0,75 i 1,35 t/ha.

Analiza krzywej regresji (rys. 10) wykazała, że wielkość poniesionych kosztów nawożenia mineralnego miała ekonomiczne uzasadnienie. Wynika z niej bowiem, że wzrost kosztów nawożenia NPK o 100 zł w uprawie pszenicy ozimej, pszenicy jarej, rzepaku i kukurydzy przyczynił się do zwiększenia wartości plonu tych roślin o odpowiednio: 246,40; 223,50; 214,40 i 173,70 zł/ha.

## Podsumowanie

Stwierdzono duże zróżnicowanie w zakresie stosowania nawożenia mineralnego NPK w zależności od areálu i struktury zasiewów w analizowanych grupach gospodarstw. W uwzględnionych w analizie gospodarstwach najczęściej używano nawozów azotowych, nieco mniej potasowych i najmniej fosforowych. Jest to zgodne z danymi dla województw i całego kraju<sup>20</sup>. Jedynie w gospodarstwach o powierzchni 21–30 i 31–50 ha odnotowano nieco większe zużycie nawozów potasowych niż azotowych. W strukturze zużycia nawozów znaczny udział miała siarka (5,1%). Pierwiastek ten jest istotnym składnikiem pokarmowym w nawożeniu roślin ze względu na duży jego deficyt w glebie<sup>29</sup>. Dotyczy to w szczególności gatunków roślin mających duże potrzeby pokarmowe w stosunku do siarki, jak np. rzepak<sup>30</sup>. Największe zużycie nawozów mineralnych odnotowano w gospodarstwach o powierzchni 51–100 ha, nieco mniejsze w gospodarstwach powyżej 100 ha, a najmniejsze w gospodarstwach o powierzchni 10–20 ha. Wykazano dodatnią korelację między plonem a dawką NPK, plonem a kosztami nawożenia oraz pomiędzy wartością plonu a kosztami nawożenia mineralnego. Świadczy to o racjonalnym stosowaniu nawożenia mineralnego w analizowanych gospodarstwach i nieprzekraczaniu dawek krytycznych, po zastosowaniu których następuje brak zwyżki lub zmniejszenie plonu.

Stosowanie nawozów mineralnych w rolnictwie, obok nawozów organicznych i naturalnych, wciąż jeszcze należy do podstawowych metod zaopatrywania roślin w niezbędne składniki pokarmowe, które warunkują odpowiednią wielkość i jakość plonu. Jednak postęp w technologii produkcji roślinnej oraz zwiększenie asortymentu nawozów (jak np. nawozy z odpadów) lub zastępowanie ich biostymulatorami<sup>31</sup>) powodującymi lepsze wykorzystanie przez rośliny składników pokarmowych oraz nowe zalecenia UE mogą spowodować znaczne ograniczenia zużycia nawozów mineralnych w produkcji roślinnej<sup>32</sup>).

*Publikacja została sfinansowana przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach dotacji celowej IUNG-PIB na rok 2024, zadanie 1.1 „Racjonalne nawożenie”.*

Otrzymano: 30-10-2024

Zrecenzowano: 03-11-2024

Zaakceptowano: 05-11-2024

Opublikowano: 20-12-2024

## LITERATURA

- [http://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/new-cap-2023-27\\_en](http://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/new-cap-2023-27_en), dostęp 25 października 2024 r.
- <http://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/spadek-zuzycia-nawozow-mineralnych-w-ue-15296.html>, dostęp 25 października 2024 r.
- GUS, *Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2017/2018*, Warszawa 2019.
- <http://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/nawozy/ceny-nawozow-8-wrzesnia-2022-r-jak-zmienily-sie-od-lipca,122968.html>, dostęp 25 października 2024 r.
- W. Poczta, N. Bartkowiak, *J. Agribus. Rural Dev.* 2012, **23**, nr 1, 95.
- S. Krasowicz, *Zesz. Nauk. SGGW Polityki Europejskie Finanse Marketing* 2009, nr 1(50), 21, <https://doi.org/10.22630/PEFIM.2009.1.50.2>
- A. Podleśna, J. Podleśny, H. Klikocka, *Przem. Chem.* 2018, **97**, nr 8, 1373.
- Z. Kołoszko-Chomentowska, *Monografie Rozprawy Naukowe IUNG-PIB* 2013, nr 41, 1.
- A. Pecio, *Studia Raporty IUNG-PIB* 2017, **53**, nr 7, 39.
- <https://www.agrofakt.pl/notowania/28-pszenica-paszowa/#:~:text=895.5,9,z%C5%82>, dostęp 23 października 2024 r.
- <https://www.wrp.pl/i-wzrosty-i-spadki-cen-ceny-nawozow-21-09-2024>, dostęp 23 października 2024 r.
- <https://olsztyn.stat.gov.pl/publikacje-i-foldery/rolnictwo-lesnictwo/rolnictwo-w-województwie-warmińsko-mazurskim-w-latach-20202022,1,6.html>, dostęp 24 października 2024 r.
- <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/rolnictwo/uzytkowanie-gruntow-i-powierzchnia-zasiewow-w-2019-roku,8,15.html>, dostęp 25 października 2024 r.
- S. Krasowicz, A. Madej, *Studia Raporty IUNG-PIB* 2020, **62**, nr 16, 35.
- M. Korbas, M. Mrówczyński, *Metodyka integrowanej produkcji pszenicy ozimej i jarej*, IOR-PIB, Poznań 2014.
- E. Jajor, P. Strażyński, M. Mrówczyński, *Metodyka integrowanej ochrony rzepaku ozimego oraz jarego dla doradców*, IOR-PIB, Poznań 2019.
- H. Gołębiowska, T. Snopczyński, *Studia Raporty IUNG-PIB* 2014, **36**, nr 10, 91.
- A. Kotecki, M. Kozak, [w:] *Uprawa roślin* (red. A. Kotecki), t. 3, Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2020.
- J. Podleśny, A. Podleśna, *Studia Raporty IUNG-PIB* 2014, **41**, nr 15, 9.
- GUS, *Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2019/2020*, Warszawa 2021.
- J. Podleśny, K. Smytkiewicz, *Przem. Chem.* 2022, **101**, nr 12, 980.
- J. Podleśny, K. Smytkiewicz, *Przem. Chem.* 2023, **102**, nr 12, 695.
- D.J. Greenwood, *Plant Soil* 1982, **67**, 45.
- A. Podleśna, *Pam. Puł.* 2005, **139**, 161.
- G. Bąkowski, J. Kucharska, *Poradnik nawożenia i ochrony roślin 1997–1998*, Agrochem – SITR, Warszawa 1996.
- C.H. McAlister, P.H. Beatty, A.G. Good, *Plant Biotechnol. J.* 2012, **10**, 1011.
- A. Rutkowska, P. Rusek, *Przem. Chem.* 2021, **100**, nr 7, 672.
- GUS, *Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2020 roku*, Warszawa 2021.
- A. Podleśna, H. Klikocka, B. Narolski, *Przem. Chem.* 2018, **97**, nr 8, 1308.
- A. Podleśna, J. Podleśny, H. Klikocka, *Przem. Chem.* 2017, **96**, nr 6, 1374.
- M. Popko, R. Wilk, H. Górecki, *Przem. Chem.* 2014, **93**, nr 6, 1012.
- [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en), dostęp 24 października 2024 r.