

Jerzy Kopiński¹

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Puławy

Tendencje zmian intensywności produkcji rolniczej w Polsce w aspekcie potencjalnych oddziaływań środowiskowych²

Trends of changes in the intensity of agricultural production in Poland in the context of potential environmental interactions

Synopsis. Celem badań była ocena tendencji zmian intensywności produkcji rolniczej w aspekcie potencjalnych oddziaływań środowiskowych ocenianych na podstawie bilansu azotu brutto. Analizę zmian w ujęciu przestrzennym i dynamicznym przeprowadzono w oparciu o średnie kroczące trzyletnie w okresie lat 2002-2009. Wyniki analiz wskazują, że obserwowany w Polsce dynamiczny wzrost intensywności produkcji roślinnej powodowany był głównie znaczącym zwiększeniem zużycia nawozów mineralnych. Ta wzrostowa tendencja, widoczna także w wynikach bilansu azotu, wskazuje na wzrost niekorzystnego oddziaływania intensywnej produkcji rolniczej na środowisko.

Słowa kluczowe: intensywność produkcji, nawożenie mineralne, obsada zwierząt, bilans azotu, efektywność nawożenia azotem, regionalne zróżnicowanie.

Abstract. The aim of this study was to assess the trend of intensity of agricultural production in terms of potential environmental impacts assessed on the basis of the nitrogen gross balance. An analysis of changes, in spatial and dynamic approach, was based on a three-year rolling average in the period of 2002-2009. Results of this analysis indicate that a dynamic growth in the intensity of crop production observed in Poland was mainly driven by a significant increase in consumption of mineral fertilizers. This upward trend also seen in the results of nitrogen balance calculations indicate an increase in the adverse impact of intensive agricultural production on the environment.

Key word: intensity of production, mineral fertilisers, livestock density, efficiency of nitrogen fertilisation, regional differentiation.

Wstęp

Rolnictwo polskie charakteryzuje się różnym wykorzystaniem potencjału produkcyjnego. W pewnym stopniu wynika to ze znacznego zróżnicowania warunków glebowych i klimatycznych. Jednak o jego wykorzystaniu w coraz mniejszym stopniu decydują warunki przyrodnicze (glebowe), a większe znaczenie mają czynniki organizacyjno-ekonomiczne [Krasowicz i Igras 2003]. W ostatnich latach obserwujemy pogłębienie zróżnicowania regionalnego rolnictwa na skutek silnie zachodzących procesów koncentracji i polaryzacji produkcji, wynikających z dążenia do poprawy rentowności i dochodowości gospodarowania [Ziętara 2009].

¹ Dr inż., e-mail: jkop@iung.pulawy.pl.

² Opracowanie wykonano w ramach zadania 1.2 i 2.1 w programie wieloletnim IUNG-PIB

Jedną z cech silnie różnicujących wydajność rolnictwa jest intensywność stosowanych technologii produkcji. Intensywność produkcji rolniczej można określać różnymi wskaźnikami objaśniającymi warunki strukturalno-organizacyjne, przyrodniczo-agrotechniczne i ekonomiczno-organizacyjne [Głowacki 2002; Igras i Lipiński 2005]. Do najczęściej stosowanych miar intensywności produkcji rolniczej należą poziom nawożenia mineralnego oraz obsada zwierząt.

Rolnictwo jest jedną z dziedzin gospodarki, która, głównie przez intensyfikację produkcji, powoduje znaczącą ingerencję w naturalny obieg składników pokarmowych, istotnie oddziałujących na środowisko przyrodnicze. Zasadniczą rolę zarówno w produkcji roślinnej jak i zwierzęcej odgrywają składniki nawozowe. Gospodarowanie nimi jest jednak integralną częścią ryzyka produkcyjnego, gdyż z jednej strony są podstawowymi czynnikami produkcji (zawarty w nich kapitał), a jednocześnie są także głównymi składnikami biogennymi, istotnie oddziałujących na jakość wody, gleby i powietrza. Poziom antropopresji na środowisko przez użycie związków głównych biogenów jest jednak zróżnicowany regionalnie i uzależniony od rozwoju gospodarczego kraju oraz intensywności rolnictwa [Zegar i in. 2009]. Na ograniczenie emisji związków azotu i fosforu szczególnie duży nacisk kładzie się w krajach UE, wprowadzając regulacje prawne dotyczące zasad stosowania nawozów, ochrony zasobów wodnych oraz zanieczyszczeń atmosfery. Nie ograniczają one bezpośrednio intensyfikacji produkcji, ale nakazują uwzględniać ochronę zasobów naturalnych środowiska [Duer 2009]. Jednymi z najważniejszych wskaźników agro-środowiskowych służących pośrednio do oceny oddziaływania rolnictwa na środowisko i potencjalnych skutków jego określonej intensywności są bilanse azotu i fosforu [Faber 2001; Environmental... 2006]. Salda bilansów świadczą o poprawności gospodarowania składnikami nawozowymi [Kopiński 2005].

Celem opracowania była ocena tendencji zmian intensywności produkcji rolniczej w Polsce w odniesieniu do wyników bilansu azotu, jako kryterium potencjalnych oddziaływań rolnictwa na środowisko.

Materiał i metoda

Materiałem źródłowym wykorzystanymi w opracowaniu były dane statystyczne dla kraju i województw publikowane przez GUS. Zgromadzone dane poddano analizie w ujęciu dynamicznym i przestrzennym. Dla wskazania tendencji zachodzących zmian porównywano średnie kroczące trzyletnie w okresie obejmującym lata 2002-2009. Ujęcie takie niweluje wpływ przypadkowych wahań możliwych w przypadku analizy średnich jednorocznych (np. skutki nagłych zmian warunków rynkowych lub pogodowych) i pozwala z większą pewnością określić tendencję zmian.

Analiza porównawcza w układzie przestrzennym obejmowała dane dla Polski i pięciu grup województw. W grupie I znalazły się województwa dolnośląskie i opolskie, w grupie II kujawsko-pomorskie i wielkopolskie, w grupie III łódzkie, mazowieckie i podlaskie, grupę IV stanowiły województwa lubuskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie, a grupę V lubelskie, małopolskie, podkarpackie, śląskie i świętokrzyskie. W pracy przyjęto układ regionalny na podstawie podziału województw dokonanego przez Filipiak i Ufnowską [2002]. Do wyznaczenia regionów o

zróznicowanych cechach charakteryzujących potencjał produkcyjny rolnictwa autorki te zastosowały metodę Warda.

Poziom nawożenia mineralnego i obsada zwierząt inwentarskich, w odniesieniu do jednostki powierzchni użytków rolnych wykorzystywanych rolniczo, stanowiły główne miary intensywności produkcji rolniczej.

Do oceny presji rolnictwa na środowisko ze strony składników biogennych przyjęto powszechnie stosowaną metodą pośrednią bilansu azotu brutto [Hansen 2000; Kopiński i Fotyma 2001; Parris 2007]. Wynikiem sporządzonego bilansu jest różnica pomiędzy całkowitą ilością azotu wnoszonego i wynoszonego z powierzchni użytkowanej rolniczo³. Szczegółowy opis metodyki bilansu azotu brutto został przedstawiony w pracy Kopińskiego [2007].

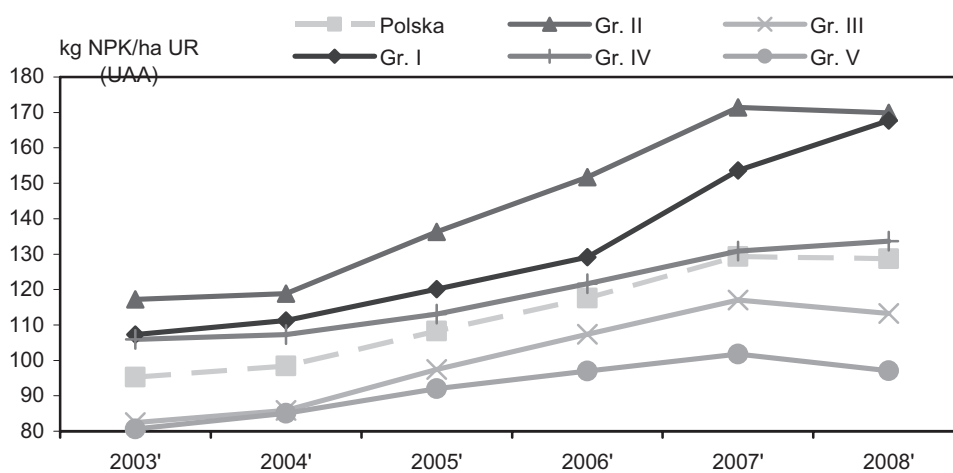
Wyniki i dyskusja

W Polsce po zmianach związanych z transformacją ustrojową od 1993 roku obserwujemy wzrostowy trend intensywności produkcji mierzony zużyciem nawozów mineralnych [Fotyma i in. 2010]. W latach po akcesji Polski do UE nastąpiło przyspieszenie tej dynamiki, po wzroście jednostkowego zużycia ze średnio 95 kg NPK/ha UR w latach 2002-2004 do poziomu 129 kg NPK/ha UR w ciągu roku w okresie lat 2007-2009 (rys. 1). Największy wzrost zużycia, w tempie 3,6 kg N/ha UR w ciągu roku, nastąpił w nawozach azotowych, a jednostkowe zużycie tego składnika osiągnęło w Polsce poziom 70 kg N/ha UR (rys. 2). Pomimo, że azot jest dominującym składnikiem w strukturze zużycia nawozów mineralnych (55%), cały czas obserwujemy tendencję rozszerzenia stosunku składników pokarmowych N:P:K w nawożeniu na rzecz azotu. Ze względów produkcyjnych, ale też środowiskowych jest to zjawisko niekorzystne, gdyż prowadzi do zubożenia gleby w przyswajalne formy fosforu i potasu oraz do spadku efektywności działania nawozów azotowych [Fotyma i in. 2010]. Wzrost użycia nawozów azotowych w Polsce jest sprzeczny z tendencjami mającymi miejsce w krajach UE-15, w których w tym samym okresie nastąpił spadek lub stabilizacja użycia. Wynika to przede wszystkim z materialnego wsparcia rolnictwa po wejściu Polski do Unii Europejskiej [Igras i Lipiński 2005] i wzrostu dochodów w większości gospodarstw rolniczych [Józwiak 2008].

Średnie dla kraju wskaźniki nawozowe nie odzwierciedlają rzeczywistej sytuacji wewnątrz kraju. Cechą charakterystyczną polskiego rolnictwa jest duże zróżnicowanie regionalne intensywności produkcji rolniczej, w tym roślinnej [Kopiński 2006]. Z rysunków 1 i 2 wynika, że w ostatnich latach, na skutek silnie zachodzących procesów koncentracji i polaryzacji produkcji, nastąpiło dalsze pogłębienie istniejących różnic pomiędzy regionami Polski. Najbardziej intensywna produkcja roślinna prowadzona jest w grupie województw I i II, tj. w województwach dolnośląskim, opolskim, kujawsko-pomorskim i wielkopolskim, gdzie użycie nawozów azotowych przekroczyło znacznie poziom 85 kg N/ha UR, zbliżając się do przodujących pod tym względem krajów Europy Zachodniej. Szczególnie dynamiczny wzrost miał miejsce w omawianym okresie w województwie dolnośląskim i opolskim. Niskonakładową produkcją roślinną charakteryzowały się natomiast województwa z grupy V (regionu południowo-wschodniego): lubelskie, małopolskie, podkarpackie, śląskie i świętokrzyskie. Poziom

³ Powierzchni użytków rolnych użytkowanych rolniczo, tj. bez gruntów pozostałych w UR.

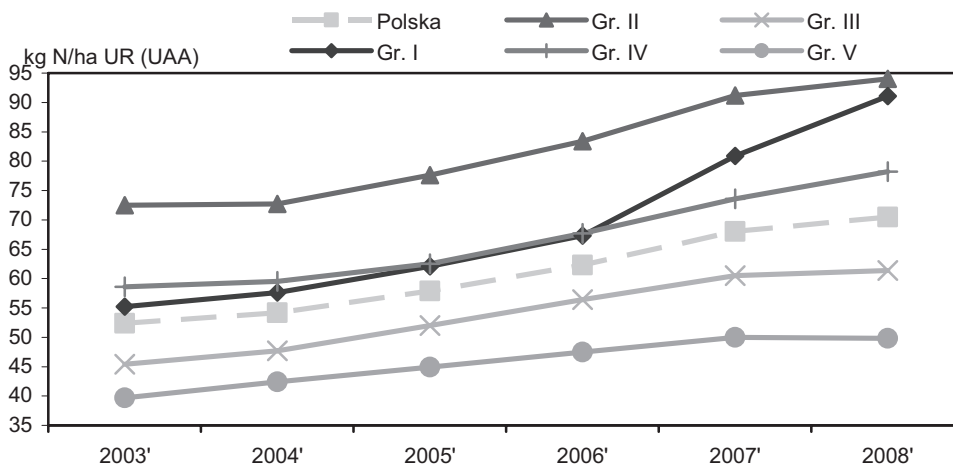
użycia nawozów mineralnych, w tym azotowych, jest w tych województwach blisko 1,7-krotnie niższy niż w grupie województw charakteryzujących się najwyższą intensywnością.



Rys. 1. Poziom nawożenia mineralnego NPK w grupach województw Polski, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2009 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig. 1. Mineral NPK fertilisation in groups of Polish regions, three year moving averages for the period of 2002-2009 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

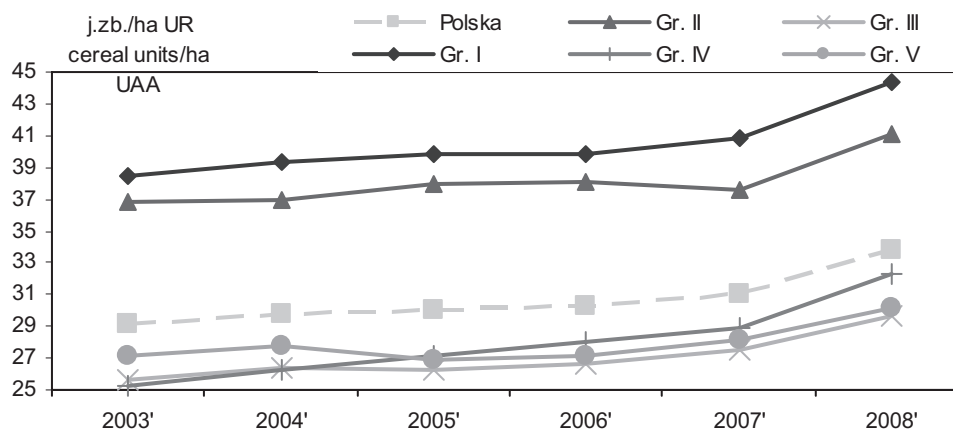


Rys. 2. Poziomu nawożenia mineralnego azotem w grupach województw Polski, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2009 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig. 2. Mineral nitrogen fertilisation in groups of Polish regions, three year moving averages in the period of 2002-2009 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Jak twierdzi Fotyma i inni [2010], między zużyciem nawozów azotowych i plonami zbóż występuje dosyć ścisła korelacja. W ostatnich latach wzrastającej tendencji użycia środków plonotwórczych w Polsce towarzyszyła nieco mniejsza wzrostowa dynamika plonowania roślin (rys. 3). W latach 2007-2009 globalna produkcja roślinna z powierzchni 1 ha osiągnęła poziom 33,8 jednostek zbożowych, po wzroście tylko o 4,7 j. zb./ha UR w porównaniu do lat 2002-2004. Poziom plonowania roślin w grupach województw I i II (najbardziej intensywnych) jest wyraźnie, bo o około 30%, wyższy niż w pozostałych. W większości województw Polski zbyt niskie w stosunku do oczekiwanych plony tylko w pewnym stopniu można tłumaczyć niesprzyjającymi warunkami naturalnymi (gleby, klimat), uzasadniającymi ich substytuowanie zwiększonym zużyciem nawozów mineralnych przy mniejszej efektywności ich działania. O wiele większe znaczenie mogą mieć zaniedbania w sferze organizacyjno-ekonomicznej [Fotyma i Krasowicz 2001]. Bardzo niekorzystnym zjawiskiem jest spadek użycia nawozów wapniowych i w związku z tym postępujące zakwaszenie gleb [Igras i Lipiński 2005], stanowiące czynnik ograniczający wzrost plonowania roślin.



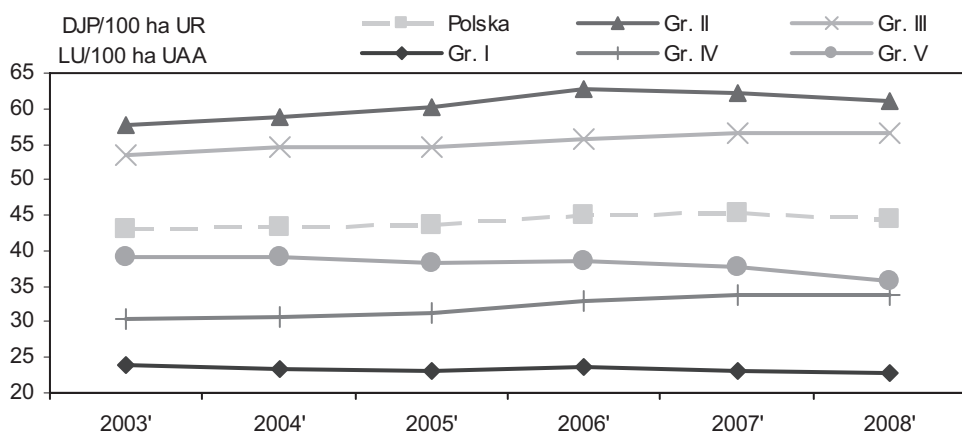
Rys. 3. Globalna produkcja roślinna w grupach województw Polski, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2008 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig. 3. Global crop production in groups of Polish regions, three year moving averages in the period of 2002-2008 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Ważną miarą intensywności produkcji zwierzęcej jest poziom obsady zwierząt gospodarskich. Wskaźnik ten w latach 2002-2009, liczony dla Polski, był względnie stały i wynosił około 0,44 DJP/ha UR. Obsada zwierząt wykazuje jednak bardzo znaczne zróżnicowanie regionalne (rys. 4). Największa obsada zwierząt jest w grupach województw II i III (powyżej 0,55 DJP/ha UR). Najmniejszą obsadę mają województwa z grupy I tj. dolnośląskie i opolskie (poniżej 0,25 DJP/ha UR), z dominującą bezinwentarzową produkcją rolniczą. W wymienionych wyżej grupach województw poziom obsady zwierząt jest obecnie ustabilizowany. Natomiast w ostatnich ośmiu latach widzimy wyraźne przeciwstawne tendencje zmian w pozostałych dwóch regionach. W grupie (V) województw z południowo-wschodniej Polski, o dużym rozdrobnieniu rolnictwa, postępuje spadek obsady zwierząt w tempie około 2% rocznie. W podobnym stopniu wzrósł poziom

obsady w województwach z grupy IV w północno-zachodniej Polsce. Jednak proces ten dotyczył głównie województwa warmińsko-mazurskiego.



Rys. 4. Obsada zwierząt w grupach województw Polski, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2009 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig. 4. Livestock density in groups of Polish regions, three year moving averages in the period of 2002-2009 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W ostatnich latach w Polsce obserwujemy systematyczny wzrost intensywności produkcji mierzonej wydajnością zwierząt produkcyjnych (mleczność krów, nieśność kur, wydajność i produkcja rzeźna) (tab. 1). Tendencja ta dotyczy na ogół wszystkich regionów i jest wynikiem głównie postępu hodowlanego, zmian modeli żywienia zwierząt, warunków utrzymania oraz koncentracji produkcji.

Wyniki bilansu azotu brutto dla poszczególnych regionów Polski potwierdzają jego ważną rolę jako wskaźnika agro-środowiskowego oraz wskazują na pogłębienie istniejącego zróżnicowania regionalnego [Kopiński 2010A; Kopiński 2010B]. Na tempo wzrostu salda azotu brutto w ostatnich latach decydujący wpływ miało użycie nawozów mineralnych i naturalnych, stanowiących około 75% jego przychodowej strony. W tym czasie w znacznie mniejszym tempie następowało wynoszenie tego składnika w zbiorach roślin. W efekcie w ostatnich trzech latach nadwyżka bilansowa azotu brutto w Polsce wzrosła do poziomu 59,1 kg N/ha UR (rys. 5), ze średnim przyrostem w ciągu roku szacowanym na około 2,3 kg N/ha UR. Jest to zjawisko niekorzystne, wskazujące na wzrost niekorzystnego oddziaływania intensywnej produkcji rolniczej na środowisko.

Należy stwierdzić, że najwyższy przyrost salda bilansu azotu, jako wynik znacznego wzrostu intensywności produkcji, wystąpił głównie w województwach przodujących pod względem tempa użycia azotu w nawozach mineralnych. Dotyczy to zarówno województw z grupy II (kujawsko-pomorskie i wielkopolskie), które dotychczas miały najwyższe nadwyżki bilansu azotu, jak i województw z grupy I, o najniższych saldach azotu i bardzo dobrych warunkach glebowo-klimatycznych (rys. 6). Jednocześnie w tych województwach nastąpił wyraźny spadek efektywności wykorzystania azotu o 5-15% (rys. 7). Zmiany efektywności wykorzystania azotu są na ogół odwrotnie proporcjonalne do zmian sald tego

składnika oraz tzw. wskaźnika nawozochłonności [Fotyma i in. 2010]. Szczególnie w województwach z grupy I (kujawsko-pomorskie i wielkopolskie) należy liczyć się z dużą presją azotu pochodzącego z nawozów mineralnych i naturalnych na środowisko glebowe i wodne. W regionie tym występuje jednocześnie bardzo wysokie użycie nawozów azotowych i dużą nawozochłonność produkcji roślinnej, które mogą wskazywać na niezrównoważenie gospodarki nawozowej.

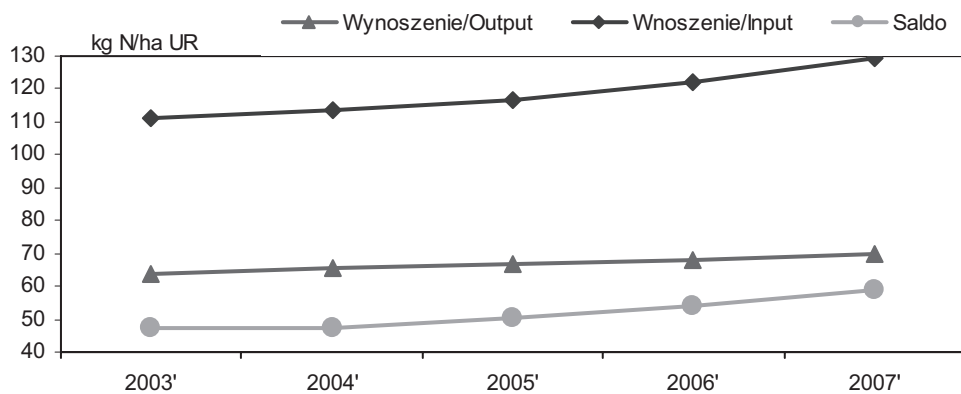
Tabela 1. Wydajność produkcyjna zwierząt w grupach województw Polski, w okresie lat 2002-2008

Table 1. Livestock productivity in groups of Polish regions, in the period of 2002-2008

Grupy województw	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	Roczna wydajność mleka od krowy w l						
Polska	4012	3985	4105	4142	4120	4214	4298
Grupa I	4597	4636	4828	4992	4983	4779	4703
Grupa II	4201	4294	4257	4561	4762	4913	4787
Grupa III	3894	3779	3967	4110	4141	4222	4263
Grupa IV	4125	4463	4645	4234	4222	4170	4366
Grupa V	3929	3797	3871	3750	3477	3655	3886
	Produkcja żywca rzeźnego w wadze poubojowej ciepłej w kg·ha ⁻¹ UR						
Polska	188	214	212	224	242	254	240
Grupa I	129	143	140	141	151	148	135
Grupa II	347	383	382	402	436	444	408
Grupa III	188	222	215	230	250	254	241
Grupa IV	149	159	170	174	179	202	207
Grupa V	133	160	154	165	184	198	181
	Przeciętna roczna nieśność kur-niosek w szt. jaj						
Polska	172	189	176	188	202	199	206
Grupa I	215	285	189	174	226	211	242
Grupa II	162	173	218	201	194	218	256
Grupa III	165	179	149	197	210	206	192
Grupa IV	174	193	158	176	211	170	182
Grupa V	171	183	172	176	192	180	162

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

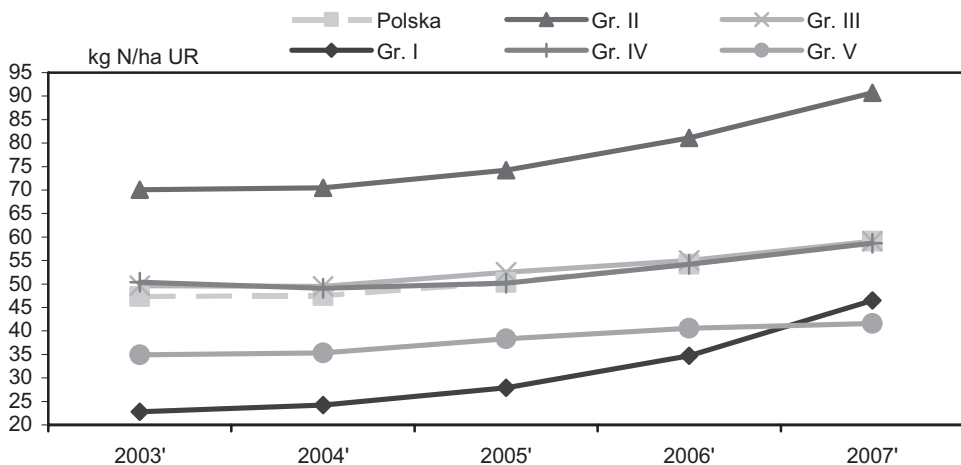
Dalszy dynamiczny wzrost intensywności produkcji rolniczej prowadził będzie do obniżenia efektywności produkcyjnej (i ekonomicznej) wykorzystania azotu. Jednak w Polsce, zważywszy na fakt odmiennych tendencji niż w krajach Europy Zachodniej, należy zwrócić większą uwagę na zbyt słabe wykorzystanie pozanawozowych środków produkcji (postęp genetyczny w nasiennictwie, ochrona roślin, poprawa struktury obszarowej itp.). Uproszczona analiza potwierdza tezę Fotymy i współautorów [2010], że rozpatrując skutki produkcyjne i środowiskowe nawożenia (intensyfikacji produkcji) należy koniecznie uwzględniać naturalne warunki do produkcji rolnej (w tym potencjał organizacyjno-techniczny) oraz poziom uzyskiwanych plonów roślin.



Rys. 5. Elementy bilansu azotu brutto w Polsce, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2008 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig. 5. Elements of nitrogen gross balance in Poland, averages of three years in the period of 2002-2008 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

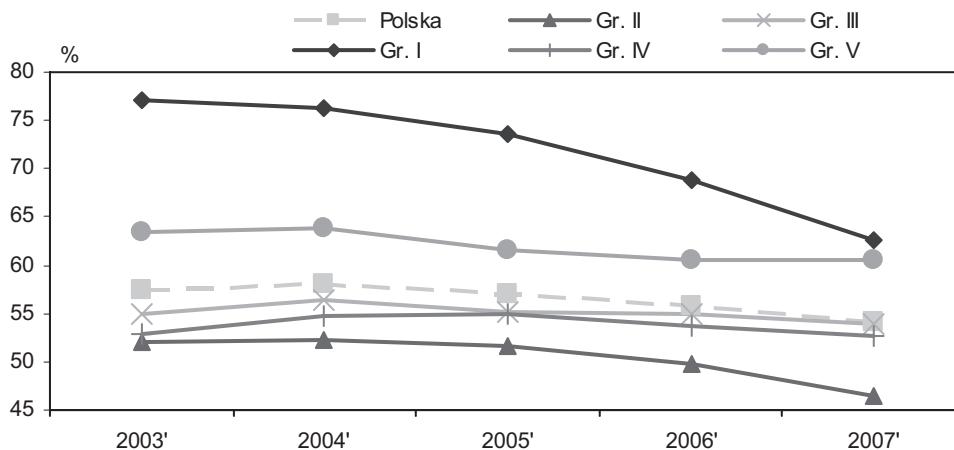
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.



Rys. 6. Salda bilansów azotu brutto w grupach województw Polski, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2008 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig.6. Nitrogen gross balances in groups of Polish regions, three year averages for the period of 2002-2008 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.



Rys. 7. Efektywność wykorzystania azotu w produkcji rolniczej w grupach województw Polski, średnie trzyletnie w okresie lat 2002-2008 (np. 2003' to średnia w latach 2002-2004)

Fig.7. Nitrogen fertilisation agricultural efficiency in groups of Polish regions, three year moving averages for the period of 2002-2008 (eg. 2003' means average for 2002-2004)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Wnioski

- Po akcesji Polski do UE obserwujemy dynamiczny wzrost intensywności produkcji roślinnej, powodowany głównie znaczącym zwiększeniem zużycia nawozów mineralnych. Tendencja ta widoczna jest także w wynikach bilansu azotu.
- W latach 2002-2009 wzrastającej intensywności produkcji roślinnej nie towarzyszyło podobne tempo przyrostu plonowania roślin. W okresie tym zużycie nawozów NPK ogółem, w tym azotowych, wzrosło w Polsce o niemal 35%, podczas gdy globalna produkcja roślinna wzrosła zaledwie o 13%.
- Osiągane zbyt niskie w stosunku do oczekiwanych plony tylko w pewnym stopniu można tłumaczyć niesprzyjającymi warunkami naturalnymi (gleby, klimat) uzasadniającymi substytuowanie ich zwiększonym zużyciem azotowych nawozów mineralnych. O wiele większe znaczenie mogą mieć zaniedbania w sferze organizacyjno-ekonomicznej, a szczególnie narastające zakwaszenie gleb.
- Najbardziej intensywna produkcja roślinna prowadzona jest w województwach dolnośląskim, opolskim, kujawsko-pomorskim i wielkopolskim, w których poziom użycia nawozów mineralnych jest 1,7 krotnie wyższy niż w województwach z Polski południowo-wschodniej.
- Obsada zwierząt w Polsce w ostatnich latach jest względnie ustabilizowana na poziomie około 0,44 DJP/ha UR. Poziom obsady i tendencje jej zmian są jednak znacznie zróżnicowane regionalnie. Obserwujemy natomiast tendencję systematycznego wzrostu wydajności produkcyjnej zwierząt.
- W ostatnich latach nadwyżka bilansowa azotu brutto w Polsce wzrosła do poziomu 59,1 kg N/ha UR, ze średnim przyrostem w ciągu roku szacowanym na ok. 2,3 kg

N/ha UR. Jest to zjawisko niekorzystne, wskazujące na wzrost niekorzystnego oddziaływania intensywnej produkcji rolniczej na środowisko. Na szczególnie duże potencjalne zagrożenia dla środowiska wskazują bardzo wysokie nadwyżki azotu notowane w województwie kujawsko-pomorskim i w Wielkopolsce.

7. Jeżeli w Polsce nie nastąpi postęp w lepszym wykorzystaniu tzw. pozanawozowych środków produkcji, to dalszy dynamiczny wzrost zużycia nawozów mineralnych prowadzi do dalszego obniżenia efektywności produkcyjnej (i ekonomicznej) wykorzystania azotu.

Literatura

- Duer I. [2009]: Zasada Wzajemnej Zgodności nowym elementem Wspólnej Polityki Rolnej. Studia i Raporty IUNG-PIB nr 15, ss. 193-205.
- Environmental indicators for agriculture. [2006]. Tom 4, rozdz. 3. OECD Publication Service.
- Faber A. [2001]: Wskaźniki proponowane do badań równowagi rozwoju rolnictwa. *Fragmenta Agronoica* nr 1(69), ss. 31-44.
- Filipiak K., Ufnowska J. [2002]: Regionalne zróżnicowanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski i jej wykorzystanie. *Pamiętnik Puławski* nr 130, ss. 153-160.
- Fotyma M., Igras J., Kopiński J. [2010]: Ocena zagrożeń nadmiarem azotu pochodzenia rolniczego w Polsce na tle innych krajów europejskich. Studia i Raporty IUNG-PIB nr 20, (w druku).
- Fotyma M., Krasowicz S. [2001]: Potencjalna produktywność gleb gruntów ornych Polski w ujęciu regionalnym. *Pamiętnik Puławski* nr 124, ss. 99-108.
- Głowacki M. [2002]: Regionalne zróżnicowanie intensywności rolnictwa w Polsce. *Pamiętnik Puławski* nr 130/1: 213-221.
- Hansen J. [2000]: Nitrogen Balances in Agriculture. [W:] Statistics in focus – environment and energy. T 8 – XX. Luxembourg.
- Igras J., Lipiński W. [2005]: Zagrożenia dla środowiska przy różnym poziomie intensywności produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym. [W:] Mat. Konf. Nauk. IUNG, ss. 141-150.
- Józwiak W. [2008]: Dylematy efektywności polskiego rolnictwa. Raport IERiGŻ-PIB nr 101, ss. 72-84.
- Kopiński J. [2007]: Bilans azotu brutto dla Polski i województw w latach 2002-2005. Studia i raporty IUNG-PIB, nr 5, Puławy, ss. 117-131.
- Kopiński J. [2010A]: Bilans azotu brutto jako agrośrodowiskowy wskaźnik zmian intensywności produkcji rolniczej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* (w druku).
- Kopiński J. [2010B]: Bilans azotu w Polsce na tle zmian intensywności produkcji rolniczej. Studia i Raporty IUNG-PIB nr 20, ss. 9-21.
- Kopiński J. [2005]: Regionalne zróżnicowanie bilansu azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 1999-2003. *Nawozy i Nawożenie* nr 2(23), ss. 84-93.
- Kopiński J. [2006]: Zróżnicowanie nawożenia jako miara intensywności produkcji roślinnej w regionach. *Więś Jutra* nr 6: 15-17
- Kopiński J., Fotyma M. [2001]: Bilans azotu w krajach Unii Europejskiej na podstawie danych OECD. *Pamiętnik Puławski* nr 124, ss. 255-262.
- Krasowicz S., Igras J. [2003]: Regionalne zróżnicowanie wykorzystania potencjału rolnictwa w Polsce. *Pamiętnik Puławski* nr 132, ss. 233-251.
- Parris K. [2007]: Agri-environmental performance in Poland. Recent trends and future outlook. An OECD perspective. Polish Society for Agronomy, Poznań 27 ss.
- Ziętara W. [2009]: Uwarunkowania rozwoju gospodarstw wielkotowarowych w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA* t. 9, z. 1, ss. 490-496.
- Zegar J., Toczyński T., Wrzaszcz W. [2009]: Zrównoważenie polskiego rolnictwa w świetle danych statystyki publicznej. [W:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (8). Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa, ss. 161.