

Janusz Igras
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
- Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

ŚRODOWISKOWE SKUTKI NAWOŻENIA ROŚLIN W POLSCE

Streszczenie

Wielkość nakładów na produkcję roślinną wpływa zarówno na żyzność gleb jak i na zanieczyszczenia obszarowe, które na użytkach rolnych mogą niekorzystnie wpływać na jakość wód gruntowych. Intensywność produkcji roślinnej oceniono za pomocą wskaźnika intensywności organizacji produkcji roślinnej, globalnej produkcji roślinnej oraz wielkości zużycia nawozów mineralnych, żyzność gleby na podstawie odczynu, zawartości azotu mineralnego i zasobności gleb w przyswajalny fosfor, potas i magnez, a jakość płytkich wód gruntowych na podstawie zawartości składników. Z analizy wynika, że wyodrębnione regiony charakteryzowały się zróżnicowaniem wskaźników intensywności oraz żyzności gleby i jakości wody. Negatywny wpływ produkcji roślinnej w Polsce na jakość wody nie jest znaczący. Zagrożenia dla żyzności gleby w Polsce są spowodowane niedoborem składników, a nie ich nadmiarem.

Słowa kluczowe: produkcja roślinna, gleba, żyzność, zanieczyszczenia, intensywność produkcji

Wstęp

W Polsce, w przeciwieństwie do większości innych krajów europejskich, zagrożenia dla jakości gleb wynikają przede wszystkim z niedoboru składników pokarmowych, ale także z silnego zakwaszenia. W ostatnich latach nastąpiła niewielka poprawa stanu zasobności gleb w przyswajalne formy składników. Stan zakwaszenia gleb nie uległ poprawie, gdyż zużycie nawozów wapniowych drastycznie spadło, mimo dotowania wapna nawozowego. Istnieje więc realne zagrożenie dalszego pogorszenia się zarówno odczynu gleb, jak i ich zasobności w składniki pokarmowe. Ostatnio coraz większą uwagę zwraca się na wpływ rolnictwa na stan hydrosfery. Na terenach użytkowanych rolniczo rozróżnia się zanieczyszczenia wprowadzane do wód lub gleb punktowo, w ściśle określonych miejscach i zanieczyszczenia obszarowe, tj. zanieczyszczenia spływające z obszaru zlewni jako spływ powierzchniowy lub transportowane do gleby z wodą przesiąkającą przez profil glebowy.

Największe znaczenie na użytkach rolnych mają zanieczyszczenia obszarowe, utożsamiane przede wszystkim z produkcją roślinną. Są one trudne do zlokalizowania i określenia, gdyż na ich wielkość wpływają czynniki naturalne, głównie klimatyczne i glebowe oraz działalność rolnicza. Zanieczyszczenia obszarowe powstają na skutek niepełnego wykorzystania składników mineralnych wprowadzonych do produkcji rolnej na poziomie pola, które ulegają nagromadzeniu w glebie lub są rozpraszane do środowiska, stwarzając zagrożenie dla hydrosfery, w tym dla płytkich wód gruntowych.

W ostatnim okresie wzrasta także niebezpieczeństwo zanieczyszczenia środowiska nawozami naturalnymi. Jest to efektem zmian w systemie utrzymania zwierząt przechodzeniu z hodowli rozproszonej w gospodarstwach drobnotowarowych do hodowli skoncentrowanej w fermach wielkotowarowych, gdzie ilość produkowanych nawozów naturalnych jest znaczna, a niebezpieczeństwo przenikania składników biogenych do wód gruntowych wzrasta wraz ze zwiększaniem dawki nawozu na jednostkę powierzchni.

Celem pracy jest ocena skutków stosowania zróżnicowanych dawek nawozów na żyzność gleby i jakość wód gruntowych w skali regionalnej i w skali pola.

Środowiskowe skutki nawożenia roślin w skali regionalnej

WIUNG-PIB Puławy dokonano oceny regionalnego zróżnicowania elementów żyzności gleby i jakości płytkich wód gruntowych na tle intensywności produkcji roślinnej (tab. 1). Podstawą oceny były badania monitoringowe prowadzone wspólnie z Krajową Stacją Chemiczno-Rolniczą oraz dane GUS. W badaniach wykorzystano trzy grupy wskaźników, tj. wskaźniki opisujące intensywność produkcji roślinnej, podstawowe elementy żyzności gleby oraz jakość płytkich wód gruntowych.

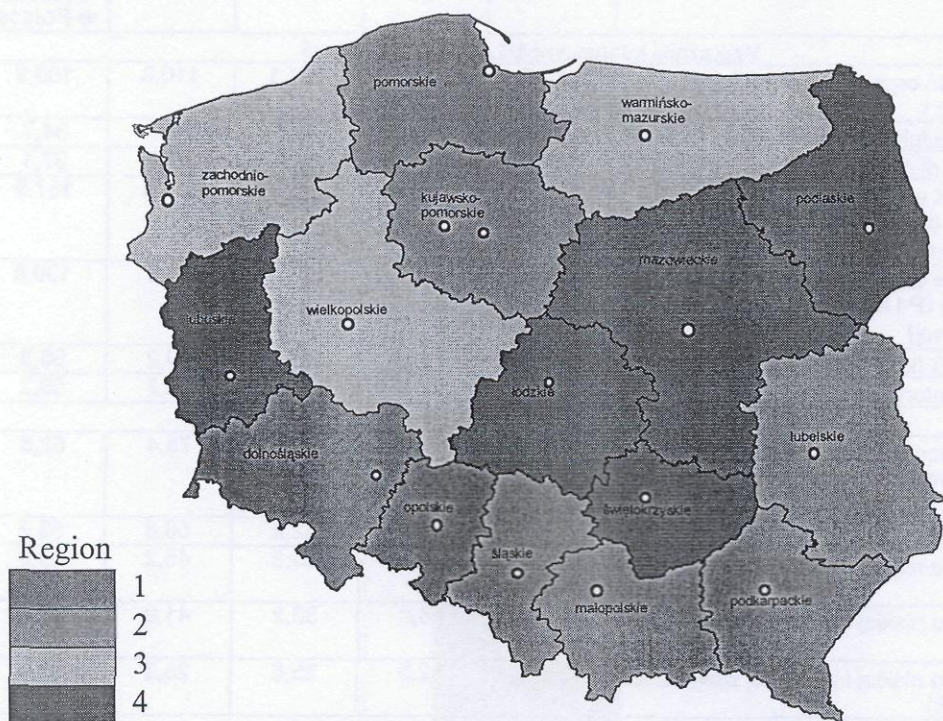
Jakość płytkich wód gruntowych oceniono na podstawie stanu wód drenarskich biorąc przede wszystkim pod uwagę zawartość składników biogenych tj. azotanów i fosforanów, bowiem skład chemiczny obydwu rodzajów wód jest bardzo zbliżony. Następnie, biorąc pod uwagę ww. grupy wskaźników, dokonano podziału kraju na regiony wykorzystując analizę skupień jako metodę grupowania obiektów (rys. 1). Numerację regionów nadano według wskaźnika intensywności wyrażonego globalną produkcją roślinną w kierunku malejącym, co ułatwia ocenę wpływu stopnia intensywności produkcji roślinnej na pozostałe wskaźniki środowiskowe.

Tabela 1. Regionalne zróżnicowanie analizowanych wskaźników
Table 1. Regional differential of analyzed indicators

| Zmienna | Region | | | | Średnio w Polsce |
|---|--------|-------|-------|-------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Wskaźniki intensywności produkcji roślinnej | | | | | |
| Intensywność organizacji produkcji roślinnej (pkt.) | 111,8 | 110,6 | 107,1 | 110,8 | 109,9 |
| Globalna produkcja roślinna (j.zb. / ha) | 42,9 | 35,3 | 34,6 | 29,7 | 34,7 |
| Płony zbóż (dt / ha) | 50,7 | 37,2 | 36,5 | 30,7 | 37,1 |
| Zużycie NPK w nawozach mineralnych i naturalnych (kg / ha UR) (P i K w formie pierwiastkowej) | 136,9 | 156,2 | 217,7 | 151,4 | 167,9 |
| Zużycie NPK w nawozach mineralnych (kg / ha UR) (P i K w formie pierwiastkowej) | 82,4 | 76,7 | 123,1 | 81,6 | 100,8 |
| Zużycie CaO (kg / ha) | 185,7 | 91,6 | 104,7 | 60,2 | 98,8 |
| Wskaźnik waloryzacji gleby (pkt.) | 58,7 | 52,3 | 49,9 | 42,7 | 50,2 |
| Wskaźniki stanu żyzności gleby | | | | | |
| Zawartość azotu mineralnego N _{min} . w glebach w warstwie do 90 cm w okresie wiosny (kg / ha) | 101,5 | 84,7 | 80,0 | 73,4 | 82,8 |
| Udział gleb kwaśnych (%) | 40,0 | 56,7 | 52,2 | 56,8 | 53,5 |
| Udział gleb o niskiej i b. niskiej zawartości fosforu (%) | 38,5 | 43,9 | 25,5 | 45,2 | 38,9 |
| Udział gleb o niskiej i b. niskiej zawartości potasu (%) | 44,2 | 58,8 | 39,2 | 41,9 | 47,8 |
| Udział gleb o niskiej i b. niskiej zawartości magnezu (%) | 35,2 | 32,5 | 35,6 | 28,3 | 32,6 |
| Wskaźniki jakości płytkich wód gruntowych | | | | | |
| Zawartość N-NO ₃ (mg / dm ³) | 2,7 | 4,3 | 4,6 | 4,7 | 3,9 |
| Zawartość PO ₄ (mg / dm ³) | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,2 |
| Zawartość K (mg / dm ³) | 3,7 | 4,8 | 4,6 | 5,2 | 4,1 |
| Zawartość Ca (mg / dm ³) | 85,5 | 68,3 | 103,1 | 79,1 | 80,6 |
| Zawartość Mg (mg / dm ³) | 15,3 | 12,6 | 13,3 | 14,1 | 13,5 |

Region 1 obejmuje 2 województwa o najbardziej intensywnej produkcji roślinnej opolskie i śląskie. Region ten odznacza się najlepszymi glebami i bardzo dobrymi wskaźnikami stanu żyzności gleby. Zawartość azotu mineralnego wczesną wiosną jest największa, a udział gleb kwaśnych najmniejszy, co związane jest z największym w kraju zużyciem nawozów wapniowych. Zużycie składników pokarmowych w nawozach mineralnych i naturalnych kształtuje się poniżej średniej krajowej, co oznacza, że wzrost produkcji roślinnej w tym regionie jest efektem przede wszystkim warunków przyrodniczo-klimatycznych

i poprawnej agrotechniki, a nie skutkiem wysokiego poziomu nawożenia. Jakość płytkich wód gruntowych, w tym regionie jest zadowalająca i nie przekracza średnich dla kraju wskaźników.



Rys. 1. Podział Polski na regiony w zależności od zróżnicowania wskaźników intensywności produkcji roślinnej, żyzności gleby i jakości płytkich wód gruntowych
 Fig. 1. Polish regional division according to the differential of crop production intensity indicators and parameters of soil fertility and superficial ground water quality

Region 2 obejmuje 4 województwa z Polski południowo-wschodniej oraz 2 województwa z Polski północnej. W tym regionie intensywność produkcji roślinnej kształtuje się na średnim poziomie. Wskaźniki stanu żyzności gleby także nie odbiegają istotnie od średniej dla kraju, z wyjątkiem zasobności gleb w przyswajalny potas, których udział w tym regionie kształtuje się powyżej średniej i dochodzi do 60%. Jakość wód gruntowych jest wyraźnie gorsza od średniej dla kraju, szczególnie w stosunku do składników biogenych, chociaż zawartość przeciętna azotanów i fosforanów kształtuje się znacznie poniżej dopuszczalnych norm.

Region 3 obejmuje województwa warmińsko-mazurskie, wielkopolskie i zachodnio-pomorskie ze średnimi glebami. Produkcja roślinna wykazuje średni poziom, natomiast zużycie składników mineralnych w nawozach mineralnych i naturalnych jest bardzo wysokie, w znacznej mierze w wyniku wysokiej obsady zwierząt, co korzystnie wpływa na zasobność gleb w fosfor i potas przyswajalny. Odbija się to jednak niekorzystnie na jakości wody, gdyż przeciętna zawartość azotanów i fosforanów w wodach drenarskich tego regionu była najwyższa. Stężenie fosforanów przekraczało nieznacznie normę dla eutrofizacji. Stężenie pozostałych składników, tj. potasu, wapnia i magnezu przekraczało także średnią, co oznacza, że na tych terenach istnieje ryzyko podwyższonych strat składników nawozowych.

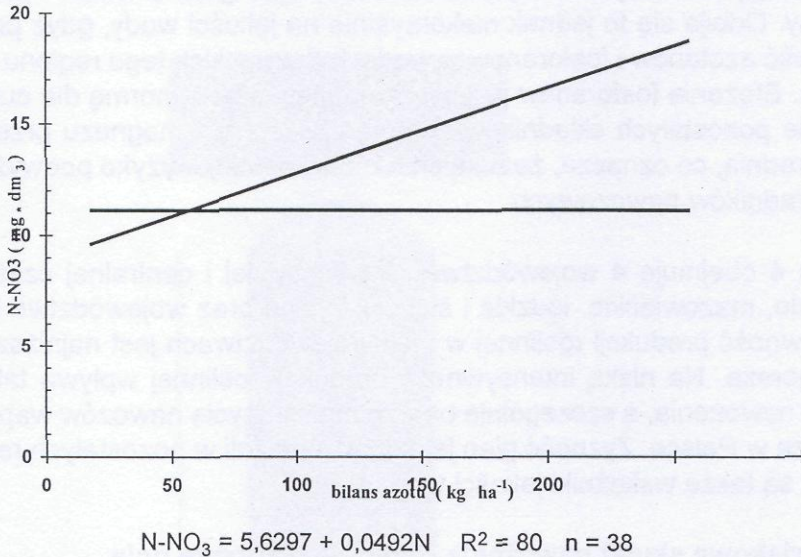
Region 4 obejmuje 4 województwa ze wschodniej i centralnej części kraju: podlaskie, mazowieckie, łódzkie i świętokrzyskie oraz województwo lubuskie. Intensywność produkcji roślinnej w tych województwach jest najniższa, a gleby najgorsze. Na niską intensywność produkcji roślinnej wpływa także niski poziom nawożenia, a szczególnie bardzo małe zużycie nawozów wapniowych – najniższe w Polsce. Żyzność gleb jest gorsza niżeli w pozostałych regionach. Gorsze są także wskaźniki jakości wody.

Środowiskowe skutki nawożenia roślin na poziomie pola

Ocenę środowiskowych skutków nawożenia na poziomie pola wykonuje się na podstawie bilansu składników pokarmowych. Przyjmuje się, że system nawożenia jest poprawny z punktu widzenia środowiskowego przy zrównoważonym bilansie fosforu i potasu (liczonym metodą "na powierzchni pola") lub przy saldzie bilansu azotu w granicach 30 - 50 kg N / ha. Przyjmuje się także, że bezpośrednią miarą środowiskowych skutków nawożenia jest zawartość azotanów i fosforanów w wodach gruntowych. Uważa się, że zawartość azotanów w wodzie przesiąkającej przez profil glebowy poniżej kryterium określonego Dyrektywą Azotanową (11,3 mg N-NO₃ · dm) świadczy o zrównoważonym systemie nawożenia. W stosunku do fosforanów nie opracowano dotychczas jednolitych norm dla jakości wód gruntowych, chociaż powszechnie uważa się, że nawet bardzo niska zawartość fosforanów (< 0,1 mg P-PO₄ · dm) w wodzie może negatywnie wpływać na ich jakość, powodując eutrofizację.

Stężenie składników biogenych w wodach gruntowych zależy od czynników agrotechnicznych, przede wszystkim wielkości dawek nawozów mineralnych i naturalnych, salda bilansu na danym polu oraz jakości gleby i czynników klimatycznych, z których najważniejszymi są natężenie i wielkość opadów.

W Polsce ryzyko przekroczenia zawartości limitu azotanów w wodach drenarskich określonego Dyrektywą Azotanową stwierdzono przy dawce azotu ok. 120 kg N / ha zastosowanej w ciągu roku (rys. 3). Przy niższych dawkach, stężenia azotu azotanowego w badanych wodach nie przekraczały dopuszczalnej normy.

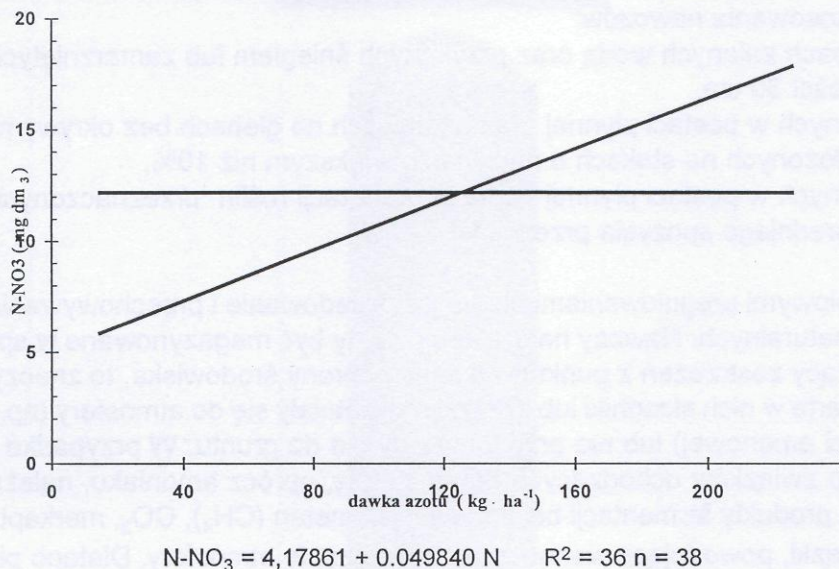


Rys. 2. Zależność pomiędzy zawartością azotanów w wodach drenarskich pobranych jesienią a saldem bilansu azotu w ciągu roku

Fig. 2. Relationship between nitrates content of drain water collected in Autumn and nitrogen balance within a year

Czynnikiem istotnie wpływającym na stan hydrosfery jest wykorzystanie azotu w produkcji roślinnej. Nadmiar niewykorzystanego azotu przeważnie przedostaje się do wód gruntowych i zagraża ich jakości. Ryzyko zagrożenia jakości płytkich wód gruntowych pobranych jesienią z drenów wystąpiło przy saldzie bilansu azotu przekraczającym 50 kg N / ha (rys. 2). Dane literaturowe odnośnie wpływu dawek nawozów azotowych oraz salda bilansu azotu na jakość wód są jednak dosyć rozbieżne. Powszechnie przyjmuje się, że wysokie dawki nawozów azotowych wyraźnie zwiększają zawartość azotu azotanowego w wodach gruntowych. Dla przykładu w Nowej Zelandii zagrożenia dla jakości wód pitnych odnotowano przy dawkach od 30 do aż 300 kg / N . ha, odpowiednio na glebach piaszczystych i gliniastych. W Irlandii istotne straty azotu do wód gruntowych wystąpiły przy dawkach azotu rzędu 100 kg N / ha w ciągu roku. Uważa się, że nadmiar azotu, liczonego metodą "na powierzchni pola" rzędu 30 kg N / ha, jest wartością graniczną, powyżej której występuje ryzyko zanieczyszczenia wód gruntowych. W Niemczech ryzyko to występuje

dopiero przy saldzie bilansu azotu ok. 100 kg N / ha na rok. W Polsce niebezpieczeństwo zanieczyszczenia wód występuje przy o połowę mniejszym saldzie bilansu, jednak ze względu na bardzo duży udział gleb lekkich należy szczególnie przestrzegać zasad optymalnego nawożenia roślin dostosowanego do tempa pobierania składników pokarmowych. Zależności powyższe zostały wyliczone dla zlewni drugiego rzędu i mogą być oczywiście modyfikowane lokalnymi warunkami glebowo-klimatycznymi. Zanieczyszczenie wody na glebach lekkich może prawdopodobnie wystąpić zarówno przy niższych dawkach jak również przy niższym saldzie bilansu azotu.



Rys. 3. Zależność pomiędzy zawartością azotanów w wodach drenarskich pobranych jesienią a dawką azotu

Fig.3. Relationship between nitrates content of drain water collected in Autumn and nitrogen rate

Prawne aspekty związane ze stosowaniem nawozów w rolnictwie

W celu zminimalizowania negatywnych skutków stosowania nawozów w rolnictwie wprowadza się wiele regulacji prawnych. Regulacje te odnoszą się przede wszystkim do sposobów aplikacji nawozów, ich składowania oraz do warunków ich wprowadzania do obrotu. Zasady wprowadzania nawozów do obrotu są przedmiotem szczegółowych uregulowań zarówno przepisów unijnych jak i Ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 91, poz. 876). Nieco bardziej szczegółowego przybliżenia wymagają jednak regulacje związane ze stosowaniem i składowaniem nawozów. Zgodnie z Ustawą o nawozach i nawo-

zeniu, nawozy powinny być stosowane w taki sposób, w takich terminach i w takich dawkach, aby składniki nawozowe były w maksymalnym stopniu wykorzystane przez rośliny już w pierwszym roku po ich zastosowaniu. Osiąga się to przez stosowanie nawozów na krótko przed siewem lub sadzeniem roślin, a pod niektóre uprawy także pogłównie czy doglebowo w okresie wegetacji. Straty składników do atmosfery mogą mieć miejsce także przy stosowaniu nawozów na glebach o zróżnicowanej rzeźbie terenu (spływy powierzchniowe), na zamrzniętych, zalanych wodą lub o wysokim poziomie wody gruntowej a także podczas stosowania lub pozostawienia na polu bez przykrycia. Zabrania się zatem stosowania nawozów:

- na glebach zalanych wodą oraz przykrytych śniegiem lub zamrzniętych do głębokości 30 cm,
- naturalnych w postaci płynnej oraz azotowych na glebach bez okrywy roślinnej, położonych na stokach o nachyleniu większym niż 10%,
- naturalnych w postaci płynnej podczas wegetacji roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia przez ludzi.

Szczegółowymi uregulowaniami objęte jest składowanie i przechowywanie nawozów naturalnych. Nawozy naturalne powinny być magazynowane w sposób nie budzący zastrzeżeń z punktu widzenia ochrony środowiska, to znaczy tak, aby zawarte w nich składniki lub związki nie ulatniały się do atmosfery (np. azot w postaci amonowej) lub nie przedostawały się do gruntu. W przypadku gnojowicy do związków uchodzących do atmosfery, oprócz amoniaku, należą dodatkowo produkty fermentacji beztlenowej jak metan (CH_4), CO_2 , merkaptany i inne związki, powodujące wonne zanieczyszczenie atmosfery. Dlatego płynne nawozy naturalne, zgodnie z ustawą o nawozach i nawożeniu, należy przechowywać wyłącznie w szczelnych zbiornikach o pojemności odpowiadającej co najmniej 4-miesięcznej ich produkcji. Jest to pojemność niezbędna do zgromadzenia nawozów w okresach, gdy nie można ich wywozić na pole.

Nawozy naturalne w postaci stałej (obornik) powinny być przechowywane w pomieszczeniach inwentarskich lub na nieprzepuszczalnych płytach, zabezpieczonych przed przenikaniem wycieku do gruntu oraz posiadających instalacje odprowadzającą wyciek do szczelnych zbiorników. Wielkość powierzchni płyty gnojowej lub pojemność zbiorników na płynne nawozy naturalne przy 4-miesięcznym okresie ich przechowywania powinna wynosić:

- powierzchnia płyty gnojowej, przy wysokości przyzmy 2 m - około 2,4 m²/DJP
- pojemność zbiornika na gnojowicę około 6,7 m³,
- pojemność zbiornika na gnojówkę przynajmniej 1,7 m³.

W ostatnim czasie pojawiły się prawne wymogi wykonywania planów nawożenia. Plany nawożenia są obligatoryjne dla każdego podmiotu, który prowadzi chów lub hodowlę drobiu powyżej 40000 stanowisk lub chów lub hodowlę świń powyżej 2000 stanowisk dla świń o masie ponad 30 kg lub 750 stanowisk dla macior, chów lub hodowlę zwierząt w liczbie nie niższej niż 240 dużych jednostek przeliczeniowych (DJP). Sporządzenia planu wymagane jest także bezwzględnie w strefach wrażliwych na zanieczyszczenia wód azotanami, a także na obszarach objętych programami rolno-środowiskowymi, pod warunkiem, że rolnik przystąpi do realizacji działań w ramach tych programów.

Drugim bardzo ważnym obszarem związanym z wpływem nawozów na środowisko jest ochrona wody. Najwięcej działań w tym zakresie podejmuje się w stosunku do pierwiastków biogennych, a przede wszystkim do azotu. Jak już wspomniano wcześniej Dyrektywa Azotanowa określa krytyczną zawartość azotanów w wodach do picia ($<11,3 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^3$). Przyjmuje się jednak powszechnie, że norma ta może również służyć do oceny zagrożeń wód zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska, wody powierzchniowe dzieli się na 5 klas czystości w zależności od wskaźników fizycznych, biologicznych, mikrobiologicznych, zanieczyszczeń przemysłowych oraz zawartości składników mineralnych (składniki biogenne oraz wskaźniki zasolenia). Klasa I - to wody bardzo dobrej jakości, klasa II - wody dobrej jakości, klasa III - wody zadowalającej jakości, klasa IV - wody niezadowalającej jakości i klasa V - wody złej jakości. Podstawowe wskaźniki eutrofizacji określa w Polsce Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie kryteriów wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych. Kryteria te odnoszą się także do wód powierzchniowych i opierają się przede wszystkim na granicznym stężeniu azotu azotanowego i fosforanów.

Bibliografia

Council directive concerning the protection of water against pollution caused by nitrates from agricultural sources (91/67/EEC) Official J. Euro. Commun. 1991. L 375:1-8

Fotyma E., Fotyma M., Igras J., Kopiński J., 2005. Sustainable nitrogen management in Poland-Principles and legislation. *Nawozy i Nawożenie*, 1: 152-172

Igras J., 2004: Zawartość składników mineralnych w wodach w wodach drenarskich z użytków rolnych w Polsce. *Pamiętnik Puławski*, 13: 1-124

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 października 2004 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 236, poz. 2369)

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 czerwca 2001 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 60, poz. 616)

Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 26 czerwca 2000r. (Dz. U. Nr 89, poz. 991) oraz ustawa z dnia 2 kwietnia 2004 r. o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 91, poz. 876)

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF PLANT FERTILIZATION IN POLAND

Summary

There has been evaluated crop production intensity impact on selected soil fertility parameters and on quality of superficial ground water in regional arrangement as well. Quantity of inputs for crop production significantly affects both soil fertility and spatial pollution which may unfavorably impact ground water quality. Investigations have been based on GUS (Central Statistical Office) data, soil monitoring data supplied by National Agrochemical Station and Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy. Crop production intensity was assessed by the aid of the following indicators: intensity of crop production organization; global plant production and mineral fertilizer use. Soil fertility was evaluated on the base of soil reaction, mineral nitrogen content and phosphorus, potassium and magnesium availability. Quality of superficial ground water was assessed on the base of biogenic elements content. The analysis results showed that selected regions are characterized by different intensity factors as well as different soil fertility and water quality parameters. It was also proved that in Poland negative impact of plant production on water quality is not very important. In Poland soil fertility is menaced by nutrients shortage and not by their excess

Key words: plant production, soil, fertility, pollution, production intensity

Recenzent: Aleksander Szeptycki