

Innowacje w zakresie nawożenia mineralnego i ich praktyczne zastosowanie

Arkadiusz Piwowar

*Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu,
Katedra Ekonomiki i Organizacji Gospodarki Żywnościowej,
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
e-mail: arkadiusz.piwowar@ue.wroc.pl*

Słowa kluczowe: nawozy mineralne, technologie nawożenia, innowacje

Wprowadzenie

Źródłem postępu w rolnictwie jest nauka i wiedza. W większości systemów rolnictwa nawożenie i chemiczna ochrona roślin są najważniejszymi elementami agrotechniki, najsilniej decydującymi o efektach produkcyjnych i skutkach ekologicznych. W ujęciu historycznym, w ramach wąsko pojętej produkcji roślinnej, jednym z najważniejszych czynników wzrostu produkcji żywności była zmiana poziomu plonowania w wyniku poprawy agrotechniki [20]. W tym miejscu należy podkreślić, że nawozy mineralne są podstawowym środkiem produkcji współczesnego rolnictwa, a nawożenie jednym z podstawowych zabiegów agrotechnicznych.

Zagadnienia postępu technicznego i ekonomicznego w rolnictwie są tematem bieżących dyskusji przedstawicieli środowisk naukowych. Postęp techniczny jest obecnie uważany za główny czynnik zwiększania efektywności gospodarowania [28]. Powszechnie mówi się o konieczności rekonstrukcji technicznej i technologicznej działów produkcyjnych rolnictwa, w celu zapewnienia ich konkurencyjności na rynku UE-27. Wdrażanie do praktyki rolniczej postępu w technikach i technologiach nawożenia roślin jest zadaniem trudnym. Wprowadzanie innowacji technicznych napotyka opory związane z brakiem kwalifikacji i postawami producentów rolnych względem nowości.

Omawiana w niniejszej pracy problematyka dotyczy innowacji w zakresie nawożenia mineralnego roślin uprawnych. Istotne jest zatem zdefiniowanie dwóch ważnych terminów: innowacji i innowacyjności. Jak podaje Baruk, innowacyjność jest zdolnością zarządzających i zarządzanych do tworzenia i wdrażania nowych technik i technologii, stosowania racjonalnych metod i technik zarządzania oraz dostrzegania

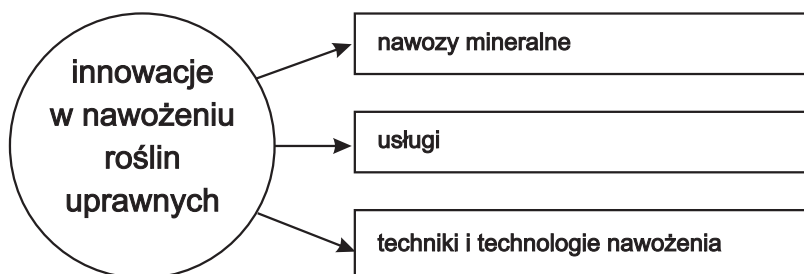
i rozwiązywania problemów [1]. W literaturze przedmiotu występują różne definicje innowacyjności i innowacji. Według Griffina innowacja to kierowany wysiłek organizacji na rzecz opanowania nowych produktów i usług, bądź też nowych zastosowań istniejących produktów i usług [8]. Inaczej definiuje innowacje Drucker i określa je jako specyficzne narzędzia przedsiębiorczości – działania, które nadają zasobom nowe możliwości tworzenia dóbr [5]. Ogólnie należy przyjąć, że rozwiązania innowacyjne wprowadzają coś nowego, twórczego i bardziej atrakcyjnego w stosunku do poprzedniego stanu. Innowacje w zakresie nawożenia mineralnego opisane w tej pracy dotyczą nawozów mineralnych, technik i technologii nawożenia oraz usług rynkowych.

Cel i założenia metodyczne

Głównym celem niniejszej pracy jest przedstawienie innowacyjnych zmian w zakresie nawożenia mineralnego roślin uprawnych. Artykuł ma charakter przeglądowy, stanowi próbę syntetycznego ujęcia zmian, w teorii i praktyce, w zakresie nawożenia mineralnego. Dla realizacji celu poznawczego przeprowadzono studia literatury z zakresu m.in. rolnictwa, chemii i ekonomii. Podstawą prezentowanego opracowania są również badania własne autora przeprowadzone w 2009 r. wśród 319 producentów rolnych, 24 przedsiębiorstw handlowych i 10 przedsiębiorstw produkcyjnych na rynku nawozów mineralnych. W pracy wykorzystano również wcześniejsze badania autora dotyczące rynku nawozów dolistnych w Polsce. Opracowanie oparto również na obserwacjach rynku nawozów mineralnych w kraju oraz doświadczeniu autora z pracy w przemyśle nawozowym.

Główne kierunki innowacji w zakresie nawożenia roślin uprawnych

Na podstawie literatury przedmiotu oraz badań własnych autora, należy wymienić trzy główne kierunki innowacji w zakresie nawożenia mineralnego (rys. 1.)



Rysunek 1. Innowacje w zakresie nawożenia mineralnego roślin uprawnych (źródło: opracowanie własne)

Innowacyjne nawozy mineralne. Historia nawożenia mineralnego ściśle wiąże się z rozwojem przemysłu nawozowego. Jak podkreśla Czuba, ważną częścią historii rolnictwa jest właśnie historia nawożenia [2]. Naukowa podstawa nawożenia mineralnego wynika z XIX. teorii mineralnego odżywiania roślin. Teoria ta była przeciwstawieniem teorii próchnicznego odżywiania roślin, która głosiła, że za zwiększenie urodzajności gleb i wzrost plonów roślin odpowiadają nawozy organiczne. Uważano bowiem, że substancja organiczna gleby jest niemal jedynym, oprócz wody, niezbędnym składnikiem pokarmowym dla roślin.

Istotne zmiany w zakresie nawożenia roślin uprawnych wynikają z innowacyjnych technologii produkcji nawozów mineralnych, które pozwalają na otrzymywanie nowoczesnych produktów. W ujęciu historycznym pierwszymi, bardzo istotnymi rodzajami nawozów wytwarzanych przez przemysł chemiczny, były nawozy zawierające tylko jeden składnik pokarmowy (nawozy pojedyncze). W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat zapoczątkowano produkcję nawozów zawierających dwa lub więcej składników pokarmowych. Obecnie przemysł chemiczny oferuje szeroki asortyment nawozów mineralnych w formach stałych i płynnych o zróżnicowanym składzie chemicznym. O wprowadzaniu nowości w branży nawozowej decyduje postęp techniczny i technologiczny w przemyśle chemicznym, dający rolnictwu nowe i ciągle doskonalsze środki produkcji rolnej. Innowacje produktowe dotyczą zarówno formy stałej nawozów, jak i nawozów płynnych, a innowacyjność odnosi się zarówno do składu chemicznego nawozów jak i ich właściwości fizycznych.

W ostatnim dziesięcioleciu nastąpiły w naszym kraju duże zmiany w zakresie struktury asortymentowej dostępnych na rynku nawozów mineralnych. Jak podaje Zalewski, w strukturze zużycia nawozów azotowych w przeliczeniu na czysty składnik w drugiej połowie lat 90. udział saletry amonowej wynosił blisko 50%, a obecnie jej udział zmniejszył się do około 35%. Związane jest to z coraz powszechniejszym stosowaniem nawozów wieloskładnikowych. W przypadku fosforu udział nawozów wieloskładnikowych jest jeszcze większy (około 75%). Pozostałe 25% przypada na superfosfat prosty i superfosfat potrójny. Wśród nawozów potasowych w drugiej połowie lat 90. 45% zużycia przypadało na sól potasową. Obecnie udział soli potasowej zmniejsza się i wynosi około 42% [29].

Zwiększający się udział nawozów wieloskładnikowych w strukturze zużycia nawozów jest zjawiskiem pozytywnym. Zaletą nawozów wieloskładnikowych jest możliwość zaopatrzenia roślin uprawnych w składniki pokarmowe w odpowiednich proporcjach. Ogranicza to przypadki przenawożenia roślin, które występują przy zbyt wysokim nawożeniu jednoskładnikowymi nawozami. Przy stosowaniu nawozów wieloskładnikowych oszczędza się na nakładach pracy przy gospodarczym przygotowaniu mieszanek nawozowych. Zalety nawozów wieloskładnikowych stają się coraz ważniejsze, z uwagi na rosnące ceny paliwa i robocizny. Ważną agrochemiczną zaletą nawozów wieloskładnikowych jest jednakowy skład chemiczny wszystkich granul. Wybór tych nawozów umożliwia prawidłowe nawożenie poszczególnych gatunków

roślin, bez konieczności kilkakrotnego przejazdu na polu uprawnym podczas stosowania nawozów pojedynczych. Jednocześnie różne warianty stosunku ilościowego poszczególnych składników nawozowych umożliwiają ich stosowanie według zasobności gleb. Jak podkreśla Czuba, stosowanie takich nawozów poprawia w gospodarstwach rolnych ekonomikę transportu, magazynowania i rozsiewu na polu [2].

Znaczące innowacje w produkcji nawozów stałych wiążą się z fizycznymi cechami nawozu, w tym szczególnie właściwościami granul nawozowych: masą granuli, odpornością na zgniatanie, porowatością oraz aerodynamiką granuli. W szczególności dwie pierwsze cechy są bardzo istotne, gdyż podczas pracy rozsiewaczami tarczowymi (rozsiewacze dwutarczowe stanowią obecnie dominującą grupę maszyn służących do nawożenia mineralnego) granule nawozowe narażone są na silne destrukcyjne działanie łopatek tarczy rozsiewającej.

Innowacje produktowe dotyczą również tzw. kondycjonowania nawozów, czyli pokrywania ich substancjami spowalniającymi uwalnianie składników pokarmowych. Nowe, innowacyjne otoczki zapewniają stopniowe, kontrolowane uwalnianie składników pokarmowych, a tym samym gwarantują optymalne nawożenie roślin uprawnych. Kontrola uwalniania składników mineralnych z nawozów zachodzi na drodze chemicznej lub fizycznej. Przykładem są nawozy azotowe pokryte substancjami słabo przepuszczającymi wodę lub wysycane olejami odpadowymi z przemysłu gumowego [6]. Wśród nawozów o kontrolowanym uwalnianiu azotu można wymienić np. nawozy otoczkowane lub kapsułkowane z grupy Osmocote [9]. Klasyfikację i metody produkcji nawozów otoczkowanych oraz mechanizmy uwalniania składników pokarmowych z poszczególnych grup nawozów przedstawiono w pracach innych autorów [27].

Innowacje dotyczą również nawozów przeznaczonych do dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. W ostatnich latach w kraju bardzo szybko rozwija się segment nawozów dolistnych. Oferta największych firm produkujących nawozy do dolistnego nawożenia jest zróżnicowana. W obrocie znajdują się specjalne nawozy mikroelementowe do dolistnego dokarmiania poszczególnych grup roślin uprawnych, nawozy uniwersalne przeznaczone dla kilku gatunków roślin oraz nawozy mikroelementowe do poprawy cech jakościowych części użytkowych roślin.

Wyniki badań przeprowadzane w Polsce przez Stacje Chemiczno-Rolnicze wykazały, że w skali kraju około 75% gleb cechuje się niską zawartością przyswajalnego boru, a 40% niską zawartością przyswajalnej miedzi [23]. Przy obecnym poziomie wiedzy za czynnik minimum plonowania roślin w kraju należy uznać zawartość mikroelementów w glebie. Prawidłowe zaopatrzenie roślin w mikroelementy jest bardzo ważne, ponieważ ich zasoby w glebach nie są duże. Wyniki badań wskazują, że 50–70% upraw roślin w kraju cierpi na niedostatek boru. Również miedź i molibden są mikroelementami deficytowymi w stosunku do potrzeb pokarmowych roślin. Najmniej stwierdza się niedoborów cynku w roślinach uprawnych. Niedobory mikroelementów u roślin są spowodowane zarówno niską zawartością ogółem tych skład-

ników pokarmowych w glebie, jak również niską zawartością form przyswajalnych dla roślin. W odpowiedzi na zgłaszane zapotrzebowanie przemysł chemiczny produkuje nawozy zawierające w swym składzie mikroelementy. Przemysł nawozowy oferuje:

- stałe nawozy makroelementowe z dodatkiem mikroelementów,
- nawozy płynne mikroelementowe,
- fryty (szkliwa) nawozowe,
- chelaty mikronawozowe syntetyczne i naturalne,
- mikronawozy specjalne.

Jak wynika z badań, dogłębne nawożenie miedzią, manganem czy cynkiem jest bardzo mało efektywne, a wykorzystanie przez rośliny tych mikrośladników minimalne [17]. Z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia, najwłaściwszą formą dostarczania roślinom uprawnym mikroelementów są nawozy dolistne [25]. Dolistne stosowanie mikroelementów uważane jest za najlepszy sposób dokarmiania, w którym do minimum ogranicza się akumulowania metali ciężkich w glebie. Zastosowanie dolistnego dokarmiania roślin w przypadku stwierdzenia niedoboru któregoś ze śladników pokarmowych zapewnia:

- wysoką efektywność zabiegu,
- maksymalne pobranie mikrośladnika z nawozu,
- ograniczenie niekorzystnego wpływu na środowisko glebowe.

W ostatnich latach bardzo szybko w Polsce wzrasta podaż płynnych nawozów mikroelementowych, w tym chelatów do dolistnego dokarmiania roślin. Produkcja nawozów płynnych wykorzystująca syntetyczne związki kompleksowe aktualnie należy do najczęściej stosowanych rozwiązań w produkcji nawozów mikroelementowych. Związki kompleksowe składają się z dwóch zasadniczych składników; atomu centralnego oraz połączonych z nim ligandów [11]. Zastosowanie związków kompleksowych w produkcji nawozów płynnych umożliwia otrzymywanie trwałych, stabilnych, wielokleszczowych chelatów z mikroelementami. Wytwarzane w ten sposób są zarówno płynne nawozy wieloskładnikowe z zawartością mikroelementów jak i preparaty jednoskładnikowe, zawierające mikroelement w ilości skorelowanej z potrzebami konkretnego gatunku roślin [12].

Wyniki badań autora wskazują, że wśród producentów rolnych wzrasta zainteresowanie nawozami przeznaczonymi do dolistnego dokarmiania roślin mikroelementami. Badania przeprowadzono w 2006 r. wśród producentów rolnych za pomocą kwestionariusza ankietowego. Wielkość próby badawczej obejmowała grupę 78 producentów rolnych reprezentujących indywidualne gospodarstwa rolne położone w siedemnastu gminach Dolnego Śląska. Badania wykazały, że w nawożeniu dolistnym najczęściej stosowano nawóz Basfoliar. Ankietowani producenci rolni wskazywali na niewielki udział (5–10%) nawozów dolistnych w ogólnej wartości zakupionych nawozów w gospodarstwie rolnym. Jednak ponad połowa badanych producentów rolnych stwierdziła, że stosowanie tych nawozów zwiększa plon roślin uprawnych.

Również około 50% rolników zadeklarowało w najbliższych latach rozszerzenie stosowania tego rodzaju nawozów mineralnych w swoich gospodarstwach rolnych [24].

Również z badań i analiz innych autorów wynika, że w przyszłości należy oczekiwać w Polsce wzrostu zużycia nawozów płynnych ze względu na m.in. zwiększenie liczby gospodarstw o dużej powierzchni użytków rolnych, lepsze uzbrojenie rolnictwa w specjalistyczny sprzęt do aplikacji płynnych form nawozów, a także wymogi Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska [3, 4, 7, 10].

Innowacje w przemyśle nawozowym prowadzą do szeregu zmian w dotychczasowych poglądach i stosowanych technikach dostarczania roślinom składników pokarmowych.

Innowacyjne techniki i technologie nawożenia mineralnego. Racjonalne rozwiązania techniczne w stosowaniu nawozów stałych i płynnych są nośnikiem postępu agrotechnicznego. Innowacyjne techniki i technologie nawożenia pozwalają na optymalne pokrycie potrzeb pokarmowych roślin uprawnych, co w konsekwencji prowadzi do wyższych, lepszych jakościowo plonów. Umożliwiają one bowiem nie tylko dobór właściwych dawek składników pokarmowych i terminów nawożenia, ale również pozwalają na uzyskanie odpowiednich plonów ziarna oraz regulują jego parametry jakościowe. Należy podkreślić, że niewłaściwe techniki i technologie nawożenia mineralnego stwarzają duże niebezpieczeństwo nie tylko dla roślin uprawnych, ale również środowiska naturalnego. Coraz ważniejsze miejsce w technologiach uprawy roślin zajmują systemy (technologie) nawożenia, uwzględniające stosowanie nawozów stałych i płynnych.

Tematyka innowacyjnych technik i technologii nawożenia łączy się z postępem, który dokonał się w zakresie technicznego uzbrojenia pracy, przede wszystkim z szerokim wprowadzeniem do techniki rolniczej zaawansowanych technologii elektronicznych i informatycznych. Dzięki układom elektronicznym można zrealizować wiele funkcji kontrolnych i sterujących, które poprawiają jakość i wydajność zabiegu nawożenia mineralnego. Następuje to m.in. dzięki udoskonalaniu konstrukcji rozsiewaczy oraz stosowaniu w nich nowoczesnych technologii, umożliwiających dostosowanie odpowiedniej ilości nawozu. Systemy elektroniczne znalazły zastosowanie m.in. w sterowaniu dawką wysiewu prowadzoną zdalnie z kabiny ciągnika. Istnieją także systemy współpracujące z czujnikami prędkości jazdy ciągnika, co z kolei zapewnia utrzymanie stałej dawki nawozu [21]. W ostatnim czasie dokonał się znaczny postęp w zakresie nawożenia ze zmienną dawką, które jest możliwe dzięki włączaniu i wyłączaniu odpowiednich sekcji opryskiwacza. Podczas nawożenia, dzięki wykorzystaniu GPS, komputer pokładowy ciągnika określa swoją pozycję oraz odczytuje z mapy dawki nawozu odpowiadające swemu aktualnemu położeniu na polu i wysyła sygnały o wymaganej aktualnie dawce do urządzenia sterującego ilością wysiewu [15]. Stosowanie w obrębie pola uprawnego zmiennych dawek nawozów łączy się z zagadnieniami precyzyjnego nawożenia. Koncepcję precyzyjnego nawożenia uzasadnia istnienie przestrzennej zmienności gleby i plonowania roślin [14].

Innowacyjne rozwiązania w zakresie technik i technologii nawożenia wiążą się również z postępowaniem w konstrukcji zespołów i ważniejszych elementów składowych maszyn stosowanych w nawożeniu dolistnym. Najnowsze tendencje konstrukcyjne związane ze stosowaniem stabilizacji belki polowej, stosowaniem rękawów powietrznych czy ulepszonych systemów dozowania, wpływają m.in. na polepszenie równomierności rozkładu cieczy roboczej i wydatniejsze pokrycie roślin cieczą.

Innowacją w technologii nawożenia upraw rolniczych jest siew (sadzenie) z jednoczesnym rzędowym nawożeniem nawozami stałymi i płynnymi. Do rzędowego nawożenia można stosować nawozy granulowane i płynne jedno- lub wieloskładnikowe. Doświadczenia polowe potwierdziły korzystne działanie rzędowego nawożenia mocznikiem i nawozami wieloskładnikowymi u odmian ziemniaków. Jak podaje Jabłoński, precyzyjne nawożenie rzędowe pozwala zmniejszyć dawkę i obniżyć koszty produkcji bez pogorszenia jakości bulw. Warto podkreślić, że zmiana sposobu stosowania nawożenia z rzutowego na rzędowy powodowała przeciętnie wzrost plonu ogólnego ziemniaków o 13% [13].

Innowacyjne usługi w zakresie nawożenia mineralnego. Wraz z rozwojem technicznych środków produkcji rolnej, zmieniającymi się technikami i technologiami ich stosowania, wprowadzane są na rynek również innowacyjne usługi agrotechniczne. Innowacyjne usługi w zakresie nawożenia mineralnego związane są w dużej mierze z systemem rolnictwa precyzyjnego i obejmują m.in.:

- pobieranie prób glebowych w celu określenia zasobności gleb w składniki pokarmowe,
- zebranie informacji o zróżnicowaniu zasobności gleb w składniki pokarmowe w obrębie pola uprawnego,
- tworzenie map precyzyjnego nawożenia na podstawie cyfrowych map gleb,
- przeprowadzanie zabiegów nawożenia maszynami wyposażonymi w komputer i przy użyciu odbiorników GPS.

Przedsiębiorstwa na rynku nawozów mineralnych coraz częściej oferują również usługi informatyczne związane z programowaniem systemów (modułów) umożliwiających precyzyjne nawożenie. Oferują również do sprzedaży oprogramowanie wspomagające zarządzanie składnikami pokarmowymi w gospodarstwach rolnych.

Z punktu widzenia producentów rolnych korzystanie z nowoczesnych usług agrotechnicznych w obszarze nawożenia roślin wiąże się z określeniem czy bardziej opłacalny jest zakup maszyn i urządzeń przez rolnika, czy korzystanie z usług specjalistycznych przedsiębiorstw. Problem ten został przedstawiony i rozwiązany między innymi w pracy Skwarcza [22]. Według wielu autorów wyposażenie polskiego rolnictwa w środki mechanizacji, w tym rozsiewacze nawozów, jest dostateczne. Niepokój wzbudzać może jednak wiek i stopień zużycia maszyn rolniczych [26]. Szacuje się, że co najmniej 75% rozsiewaczy nawozów mineralnych i wapna użytkowanych jest 10 i więcej lat. Według Pawlaka wysokie stany liczbowe sprzętu rolniczego w krajowych gospodarstwach rolnych są efektem wydłużania okresu

trwania maszyn, a częściowo także importu maszyn używanych [19]. Należy w tym miejscu podkreślić, że poziom i struktura produkcji rolnej są determinowane wyposażeniem gospodarstwa rolnego w techniczne środki pracy. Konsekwencją dużej liczby ciągników i maszyn rolniczych w krajowych gospodarstwach rolnych o relatywnie małej powierzchni użytków rolnych, jest ich niedostateczne wykorzystanie. Niski stopień wykorzystania sprzętu powoduje rosnące jednostkowe koszty stałe, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia opłacalności produkcji. W polskich warunkach opłacalność produkcji rolnej w znacznym stopniu zależy od zmniejszania nieefektywnych nakładów, co nie jest możliwe bez zastosowania bardziej nowoczesnych i wydajnych maszyn i urządzeń. Zmieniające się uwarunkowania prowadzenia produkcji rolnej wywołują potrzebę korzystania z usług agrotechnicznych. Tworzą tym samym warunki do podejmowania działań mających na celu rozwinięcie i rozpowszechnienie działalności usługowej w rolnictwie [16]. Jak wynika z badań, aktualnie w Polsce występuje niska wartość usług rolniczych na 1 ha UR oraz niewielki ich odsetek w zużyciu pośrednim w porównaniu do innych krajów Unii Europejskiej. Dla przykładu w 2009 r. wartość usług rolniczych na 1 ha UR w Polsce była 3,8 razy niższa niż w Niemczech i 2,9 razy niższa niż w UE-27 [16].

Coraz więcej przedsiębiorstw w Polsce oferuje usługi precyzyjnej aplikacji nawozów mineralnych. Zdaniem autora, wraz ze wzrostem świadomości i zasad dotyczących precyzyjnego nawożenia wśród producentów rolnych, wzrastać będzie popyt na specjalistyczne usługi w zakresie nawożenia mineralnego.

Podsumowanie

Nie ulega wątpliwości, że postęp w zakresie nawożenia mineralnego jest ważną składową postępu technologicznego w rolnictwie. Ważnym kierunkiem innowacyjnych zmian na rynku nawozów mineralnych jest produkcja nawozów o zróżnicowanym składzie chemicznym i polepszonych właściwościach fizycznych. Przemysł nawozowy jest odpowiedzialny za produkcję takich nawozów, które przyczynią się do stałego rozwoju rolnictwa. Ta odpowiedzialność nie spada tylko i wyłącznie na producentów nawozów. Rozprzestrzenia się ona na cały cykl: od producenta, poprzez dystrybucję nawozów, aż po ich zastosowanie przez producentów rolnych w określonych dawkach i terminach. Wybór ten powinien być oparty na szerokiej znajomości uwarunkowań produkcyjnych, właściwości i możliwości wykorzystania nawozu, a także umiejętności dokonywania porównań i oceny walorów ekonomicznych poszczególnych nawozów. Alokacja nawozów wolnodziałających i dolistnych na rynku środków produkcji rolnej uzależniona jest w głównej mierze od następujących czynników:

- relacji cen wolnodziałających i dolistnych nawozów do tradycyjnych nawozów w formie stałej,
- relacji cen nawozów do cen płodów rolnych,

- rozwoju oświaty rolniczej i doradztwa rolniczego,
- działań promocyjnych podejmowanych przez przedsiębiorstwa wytwórcze i handlowe.

Przyszłość nawożenia mineralnego roślin zdaje się iść w kierunku stosowania nawozów wolnodziałających, o kontrolowanym uwalnianiu składników pokarmowych oraz na powszechniejszym stosowaniu nawozów dolistnych. Ważne jest przy tym uwzględnienie, że wraz z rozwojem technicznych środków produkcji oraz rosnącymi wymaganiami w zakresie ochrony środowiska, również wysiew nawozów musi być czynnością o wysokich parametrach jakościowych wykonania. Stąd tak ważne są innowacje w technikach i technologiach nawożenia mineralnego oraz korzystanie ze specjalistycznych usług agrotechnicznych.

Tempo wprowadzania innowacji w polskim rolnictwie, również w odniesieniu do środków produkcji rolnej, jest niewystarczające. Należy zintensyfikować działania mające na celu wdrażanie do praktyki rolniczej innowacyjnych rozwiązań w odniesieniu do środków produkcji rolnej, technik i technologii rolniczych. W doskonaleniu procesu dyfuzji innowacji istotną rolę powinny odgrywać służby rolne. Ważne jest również prowadzenie badań naukowych dotyczących racjonalności i efektywności innowacyjnych rozwiązań w zakresie nawożenia mineralnego. Niezbędne w tym wypadku wydają się badania zespołów interdyscyplinarnych. W skład zespołów badawczych powinny wchodzić specjaliści z zakresu m.in. inżynierii rolniczej, chemii rolnej i ekonomiki rolnictwa.

Literatura

- [1] Baruk J. 1994. Innowacyjność przedsiębiorstw w warunkach transformacji systemowej. *Wiadomości Statystyczne* 2: 9–11.
- [2] Czuba R. 1996. Zasady stosowania nawozów mineralnych na gruntach ornych. W: Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Praca zbiorowa pod redakcją R. Czuby, Police: 89–90.
- [3] Czuba R. 1998. Współczesne technologie nawożenia mineralnego. *Więś Jutra* 12: 15–16.
- [4] Czuba R. 2000. Nawozy zawieszinowe – nowoczesna generacja nawozów płynnych. *Więś Jutra* 11: 11–14.
- [5] Drucker P. F. 1992. Innowacja i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady. PWE, Warszawa: 39.
- [6] Goliński P. 2008. Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. *Pam. Pul.* 147: 71.
- [7] Górecki H. 2002. Wpływ nawozów i nawożenia na środowisko. *Przemysł Chemiczny* 81(10): 635–643.
- [8] Griffin R. W. 2005. Podstawy zarządzania organizacjami. PWN, Warszawa: 424.
- [9] Grzebisz W. 2009. Nawożenie roślin uprawnych. Nawozy i systemy nawożenia. PWRiL, Poznań: 178–179.
- [10] Hoffmann J. 1998. Nowe rozwiązania w zakresie produkcji i stosowania nawozów płynnych. Materiały II Kongresu Technologii Chemicznej, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław: 1385–1395.
- [11] Hoffmann J., Hoffmann K., Górecka H. 2004. Chelaty mikronawozowe w roztworach zawierających makroskładniki nawozowe. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502: 791–795.
- [12] Hoffman J., Hoffman K. 2006. Nawozy mikroelementowe. *Przemysł Chemiczny* 85: 827–830.
- [13] Jabłoński K. 2009. Maszyny i urządzenia do precyzyjnego nawożenia ziemniaków i efekty produkcyjne. *Inżynieria Rolnicza* 1: 125.
- [14] Jadczyzyn T., Faber A., Pudełko R. 2004. Możliwości i ograniczenia w praktycznym stosowaniu zasad precyzyjnego nawożenia. *Więś Jutra* 10: 7–10.

- [15] Kęska W., Ratajczak P. 2005. Symulacyjne badania procesu wysiewu nawozu rozsiewaczem tarczowym. *J. of Res. and Applic. in Agricult. Engin.* 50: 25–32.
- [16] Kołodziejczak M. 2010. Znaczenie usług w rolnictwie polskim i niemieckim. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. *Problemy Rolnictwa Światowego* 10(2), Wyd. SGGW: 41–48.
- [17] Koziara W. 2004. Wpływ nawozów dolistnych i adiuwanta na plonowanie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135, Puławy: 91–99.
- [18] Kukuła S., Igras J. 2004. Nawożenie w krajach Europy Zachodniej i w Polsce, stan i prognoza. *Wiś Jutra* 10: 1–3.
- [19] Pawlak J. 2007. Wyposażenie rolnictwa polskiego w środki mechanizacji na tle wybranych krajów Unii Europejskiej. *Inżynieria Rolnicza* 3: 151–158.
- [20] Podlaski S. 2007. Wpływ postępu hodowlanego na produkcję roślinną. *Post. Nauk Rol.* 1: 3.
- [21] Przywara A., Nowak J. 2009. Postęp techniczny rozsiewaczy dwutarczowych i ich efektywność nawożenia w rolnictwie precyzyjnym. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 2: 9–12.
- [22] Skwarcz J. 2006. Wpływ wykorzystania agregatu do nawożenia mineralnego na jednostkowe koszty eksploatacji. *Inżynieria Rolnicza* 12: 465–472.
- [23] Spiak Z. 2001. Jak należy nawozić mikroelementami – warunki stosowania i doboru mikroelementów. *Wiś Jutra* 11: 15–17.
- [24] Spiak J., Piwowar A. 2007. Preferencje producentów rolnych w zakresie stosowania nawozów mineralnych na Dolnym Śląsku. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, Rolnictwo XCI*, nr 560, Wrocław: 73–82.
- [25] Sztuder H., Świerczewska M. 2004. Wpływ dolistnego stosowania nawozów mikroelementowych na wielkość i jakość plonu wybranych zbóż. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 502: 357–362.
- [26] Szuk T. 2006. Mechanizacja indywidualnych gospodarstw rolnych w aspekcie ich zrównoważonego rozwoju. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXVII*, nr 540: 517–522.
- [27] Tomaszewska M., Jarosiewicz A. 2006. Inteligentne nawozy. *Chemik* 59(6): 328–332.
- [28] Wicki L. 2008. Wykorzystanie postępu odmianowego w produkcji zbóż w polskim rolnictwie. *Rocz. Nauk Rol. Seria G* 94(2): 136.
- [29] Zalewski A. 2008. Kierunki zmian zużycia nawozów mineralnych w latach 2000–2007. *Rocz. Nauk. SERiA*, t. X, z. 3: 585.

Innovations in the sphere of mineral fertilization and their practical application

Key words: mineral fertilizers, fertilization technologies, innovations

Summary

In historical context many factors had basic meaning for the agriculture development. One of the most important that can be considered as determinant of agriculture progress was the mineral fertilizers application. It's the main procedure in plant cultivation presently. The market economy conditions cause that modernizations in the agricultural production scope and mineral fertilizers are introduced. The innovation solutions are applied not only to fertilizers as agricultural production means, but to new fertilization technologies and provided services, too. The paper characterized innovations in mineral fertilizers' market with reference to products, fertilization technologies and innovation in services provided on the market.