

JAN LUDWICZAK

*Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

JAN STARYSZAK

*Ośrodek Badań Nowych Form Nawozów Płynnych w Targoszynie*

## ROLNICZA OCENA EKONOMICZNA STOSOWANIA NAWÓZÓW PŁYNNYCH

Kompleksowa ocena różnych form nawozów mineralnych powinna obejmować dwa punkty widzenia: przemysłu chemicznego jako producenta i rolnictwa jako odbiorcy nawozów. Można tu jeszcze wyodrębnić ogniwo pośrednie pomiędzy przemysłem a rolnictwem, czyli sprawy związane z transportem i magazynowaniem nawozów. Zapotrzebowanie rolnictwa na nawozy mineralne jest sezonowe; ich produkcja — rytmiczna i ciągła. Stąd przy wzrastającej produkcji, sprawy transportu i magazynowania nabierają coraz większego znaczenia. Próby złagodzenia problemu, to przede wszystkim produkcja nawozów kompleksowych o wysokiej koncentracji składników odżywczych, sezonowe niższe ceny sprzedaży nawozów itp. Wprawdzie układ cen i sposoby rozprowadzenia nawozów mineralnych stanowią jeden z elementów polityki rolnej państwa, co nie zwalnia nikogo od stosowania we wszystkich poczynaniach, szeroko rozumianego rachunku ekonomicznego.

O efektywności ekonomicznej stosowania różnych form nawozów mineralnych decydują następujące czynniki:

- cena zakupu lub koszty produkcji nawozów,
- efekty produkcyjne, czyli wartość przyrostu plonów,
- koszty samego stosowania nawozów, tj. koszty pracy ludzkiej, koszty użycia maszyn, siły pociągowej itp.

Ocena kompleksowa musi uwzględnić ponadto niektóre elementy pozaekonomiczne, jak np. sprawy bezpieczeństwa i higieny pracy.

W opracowaniu zajęto się jednym z wymienionych problemów, tj. oceną nawozów z punktu widzenia rolnictwa, a ściślej — rolniczą oceną ekonomiczną stosowania nawozów płynnych.

W dostępnej literaturze znajduje się więcej pozycji dotyczących stosowania wody amoniakalnej, mniej zaś — nowych form nawozów płynnych. W prowadzonych badaniach przeważa aspekt agrochemiczny (5, 7) i technologiczny (9). Na ogół przyjmuje się, że działanie nawozów stałych i płynnych jest podobne, z tym jednak, że nieco lepsze wyniki (plony) uzyskuje się przy nawozach płynnych. Ma to być wynikiem nie tyle ich bezpośredniego działania, co bardziej równomiernego rozprowadzenia w glebie.

Drugim aspektem przemawiającym za stosowaniem nawozów płynnych jest możliwość uzyskania pewnych oszczędności w nakładach pracy. Prowadzą do tego dwie drogi: większa mechanizacja pracy przy stosowaniu nawozów płynnych (6, 11) oraz możliwość łączenia tych nawozów ze środkami ochrony roślin. Dużą zaletą nawozów płynnych jest równomierność ich rozmieszczenia i możliwość stosowania niezależnie od pogody (4).

Chęć wprowadzenia nawozów płynnych do praktyki rolniczej wynika zatem z różnych przesłanek, przy czym nie bez znaczenia jest tu koszt produkcji składnika aktywnego w różnych formach nawozów mineralnych.

Tak zwane nowe formy nawozów płynnych w porównaniu z wodą amoniakalną, cechują się wyższą koncentracją składników, co zmniejsza koszty ich transportu, magazynowania i wnoszenia do gleby.

Badaniami nad przydatnością nawozów płynnych zajmuje się od kilku lat Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, a ściślej — podległy mu (powołany w roku 1968) Ośrodek Badań Nowych Form Nawozów Płynnych w Targoszynie. Ośrodek ten prowadzi doświadczenia ścisłe i łanowe dotyczące różnych form nawozów. Początkowo były to nawozy importowane, np. „Solonia” z Francji (10), później krajowe jedno- i trójskładnikowe produkowane dla celów doświadczalnych przez Instytut Nawozów Sztucznych, Oddział w Tarnowie (obecnie w Puławach). Badania te były konieczne ze względu na skąpe na ogół wyniki doświadczeń zagranicznych, jak też konieczność sprawdzenia działania nawozów płynnych w warunkach polskich. Badania nad nowymi formami nawozów płynnych (tzn. z wyłączeniem wody amoniakalnej) prowadzone są od niedawna; w Polsce w niedużym zakresie od 1965 r. Wspomniany już nawóz pod nazwą „Solonia” (N 10<sup>0</sup>%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 34,3<sup>0</sup>%), jako jeden z pierwszych tego typu, pojawił się we Francji w 1960 r.

Wyniki badań prowadzonych w Ośrodku w Targoszynie są na ogół zgodne z oceną zawartą w literaturze obcej. Sprawdzają się one do tego, że nawozy płynne (roztwór azotowy, nawozy mineralne NPK i PK) posiadają taką samą względnie zbliżoną wartość nawozową jak ich odpowiedniki zastosowane w nawozach stałych (1).

Tabela 1

*Plony pszenicy ozimej na płynnych i stałych nawozach mineralnych NPK w doświadczeniach ścisłych*

Obiekty nawozowe	Dawki nawozowe kg	Plony ziarna q/ha — średnie z 3 lat
Bez nawozów (0 kg NPK)	—	42,7
NPK płynne	27+63,7+87,3	46,9
NPK stałe	”	46,7
NPK płynne + roztwór azot.	57+63,7+87,3	51,2
NPK płynne + saletra amon.	”	51,1
NPK stałe + roztwór azot.	”	50,2
NPK stałe + saletra amon.	”	49,5

Tabela 2

*Plony pszenicy ozimej na płynnych i stałych nawozach PK oraz N w roztworze azotowym i saletrze amonowej*

Obiekty nawozowe	Dawki nawozowe kg	Plon ziarna q/ha — średni z 3 lat
Bez nawozów	—	40,7
PK płynne	81,5+119,6+0	42,4
PK płynne + roztwór azot.	81,5+119,6+60	47,9
PK płynne + saletra amon.	”	47,0
PK stałe + roztwór azot.	”	47,8
PK stałe + saletra amon.	”	47,5

Tabela 3

*Plony zielonej masy na płynnych i stałych nawozach mineralnych zastosowanych na pastwisku*

Obiekty nawozowe	Plon q/ha średni z 3 lat
Bez nawozów (0 kg NPK)	135,4
PK stałe jesienią + N stałe wiosną*)	317,0
PK stałe wiosną + N stałe wiosną	297,8
PK stałe jesienią + N płynne wiosną	328,8
PK stałe wiosną + N płynne wiosną	328,6
PK płynne jesienią + N płynne wiosną	332,0
PK płynne wiosną + N płynne wiosną	308,4

\*) We wszystkich obiektach doświadczalnych zastosowano dawki: 140 kg N + 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 117 kg K<sub>2</sub>O

W tabelach 1, 2 i 3 podano niektóre wyniki badań uzyskane w Targoszynie. Doświadczenia ściśle dotyczące pszenicy ozimej odmiany „Luna” (tab. 1), przeprowadzono w PGR Uniejowice w latach 1972—1974. W tym samym czasie w doświadczeniach na polach produkcyjnych, pewną przewagę uzyskały nawozy płynne — 42,2 q pszenicy, wobec 41,1 q/ha przy nawozach stałych. Podobne doświadczenia przeprowadzono w kombinacjach z PK płynnym i stałym (tab. 2). Także i tutaj w doświadczeniach na polach produkcyjnych nieco wyższe plony uzyskano przy nawozach płynnych. We wszystkich kombinacjach roztwór azotowy i saletrę amonową zastosowano pogłównie. Badania ściśle nad stosowaniem nawozów płynnych na użytki zielone (tab. 3) przeprowadzono w latach 1972—1974 w RRZD Targoszyn.

Ocena agrotechniczna nawozów, która w ostatecznym rachunku dotyczy efektów produkcyjnych czyli zwyczajki plonów, stanowiła punkt wyjścia i uzasadnienie prowadzenia badań ekonomicznych. Po wyłączeniu z analizy efektów produkcyjnych (różnice w plonach nieznaczne), istotny wpływ na ocenę ekonomiczną będą miały dwa dalsze czynniki kształtujące rachunek ekonomiczny, tj.: ceny (albo koszty) zakupu oraz koszty stosowania (aplikacji) nawozów. Sprawa cen stanowi jedną z przesłanek przemawiających za stosowaniem nawozów płynnych. Na ogół przyjmuje się, że koszty produkcji składnika aktywnego w nawozach płynnych są tańsze od analogicznych w nawozach stałych. Dotyczy to szczególnie takich nawozów jak woda amoniakalna, a z zapowiadanych — amoniak ciekły. Ale oprócz skalkulowanych kosztów pozostaje sprawa organizacji produkcji i w tej sprawie decydujący głos powinien mieć przemysł chemiczny. Jeżeli chodzi o nawozy płynne PK i NPK, produkowane — jak dotąd — w wersjach doświadczalnych, ceny nie są ustalone. Z kalkulacji wstępnych Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach wynika, że relacje kosztów nawozów kompleksowych tak płynnych, jak i sypkich w stosunku do nawozów prostych nie różnią się w sposób istotny (3, 8). W oczekiwaniu zatem na ostateczne ustalenie cen na nawozy płynne, przeprowadzono badania ekonomiczne bez ich wyceny. Pomijając ten element w rachunku ekonomicznym zakładano (oczywiście tymczasowo) brak istotnych różnic w kosztach produkcji nawozów płynnych i sypkich. Zasadniczą trudność w analizie porównawczej stanowi nie tyle wstawienie różnych cen do rachunku, co ich ustalenie, które z kolei powinno opierać się na kosztach produkcji powiększonych o koszty transportu czy magazynowania. Koszty produkcji nawozów płynnych w wersjach doświadczalnych niczego jeszcze nie przesądzają, bowiem masowa produkcja wymagać będzie poważnych zmian w organizacji zakładów przemysłu chemicznego.

Z trzech wymienionych elementów rachunku ekonomicznego zajęto

się jednym, a mianowicie kosztami stosowania (aplikacji) różnych form nawozów mineralnych. W skład tych kosztów (obok analizy ilościowych nakładów pracy ludzkiej) wchodzi płace albo koszty pracy ludzkiej, koszty siły mechanicznej oraz koszty utrzymania i stosowania maszyn i urządzeń. W szerszym ujęciu, należy powiązać stosowanie różnych form nawożenia z organizacją i ekonomiką gospodarstwa rolnego jako całości. Chodzi tu o znaczenie tego problemu w organizacji całego gospodarstwa.

### *Organizacja badań*

Jak już wspomniano, kompleksową oceną nawozów płynnych zajmuje się w Polsce od kilku lat Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa. Badania ekonomiczno-rolnicze w tym zakresie prowadzone są wspólnie przez IUNG (Ośrodek Badań Nowych Form Nawozów Płynnych w Targoszynie) i Instytut Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Pierwotny plan przewidywał następujące etapy badań:

- analizę porównawczą stosowania nawozów płynnych i sypkich na wydzielonych polach produkcyjnych gospodarstwa Targoszyn,
- wydzielenie do badań całego płodozmienu,
- wyłącznie stosowanie nawozów płynnych na całym areale jednego, a później kilku państwowych gospodarstw rolnych.

Nasilenie badań miało być uzależnione od dostaw nawozów płynnych oraz niezbędnych maszyn i urządzeń. Ponieważ dostawy nawozów były ograniczone, w badaniach zrealizowano tylko pierwszy etap, którego wyniki uzupełnione innymi materiałami liczbowymi, stanowią podstawę do pewnych uogólnień i wniosków.

Rozpoczęte w 1971 r. i powtórzone w roku następnym badania dotyczyły dwóch pól: jęczmienia jarego i rzepaku, każde o powierzchni 12 ha. Wielkość pól była ograniczona ilością posiadanego nawozu płynnego. Pola jednej i drugiej uprawy podzielono na dwie równe części, przy czym jedna z nich (A) nawożona była nawozami sypkimi, druga (B) — płynnymi. Kształt pola, warunki glebowe i klimatyczne w dniu wysiania nawozu, były dla obu obserwowanych części pól wyrównane. Obserwacje dotyczyły organizacji pracy, tj. ilości ludzi, siły pociągowej i maszyn oraz poniesionych nakładów i kosztów pracy, przy stosowaniu wymienionych form nawożenia.

Na polu jęczmienia zastosowano nawóz sypki i płynny przedsięwzię. W przeliczeniu na 1 ha wysiano:

- na części pola A — nawóz sypki w ilości 300 kg, tj. 153 kg czystego składnika NPK. Nawóz trójskładnikowy o zawartości 17% N, 17% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 17% K<sub>2</sub>O,

— na części pola B — nawóz płynny w ilości 314 litrów o ciężarze właściwym 1,4, co w przeliczeniu na czysty składnik daje 161 kg NPK. Nawóz trójskładnikowy o zawartości 11,6% N, 10,3%  $P_2O_5$  i 14,8%  $K_2O$ . Nawozy tak dobrano, aby ilość azotu była w jednym i drugim przypadku taka sama (51 kg czystego składnika N). Ponieważ pozostała część nawozów zastosowano na obu polach metodą tradycyjną (nawóz sypki pogłównie) organizacja i nakłady pracy tej części nawożenia nie wymagały oddzielnej analizy.

Skład brygady roboczej przedstawiał się następująco:

- na części pola A (nawóz sypki) 1 traktorzysta i dwóch pracowników fizycznych; ciągnik super, rozrzutnik wapna „Piaśt” i przyczepa;
- na części pola B (nawóz płynny): 1 traktorzysta; ciągnik ursus 4011, opryskiwacz zaczepiany, cysterna CNP-2×2.

Większa ilość zatrudnionych przy nawozie sypkim, wynikała ze sposobu ładowania i konieczności rozdrabniania zbrylonego nawozu. Obserwacje rozpoczęły się od prac przygotowawczych na podwórzu i trwały do powrotu brygady do ośrodka gospodarczego. Nie badano nakładów i kosztów związanych z transportem nawozów z dworca do ośrodka gospodarczego, ponieważ doświadczalne partie nawozów płynnych były dowożone własnymi środkami bezpośrednio z Instytutu Nawozów Sztucznych z Tarnowa. Normalnie nawóz płynny będzie dostarczany w cysternach transportem kolejowym, a z dworca do gospodarstwa — własnym.

Na polu rzepaku ozimego zastosowano przedsięwzięcie ten sam rodzaj nawozu sypkiego i płynnego, co w przypadku jęczmienia jarego. W przeliczeniu na 1 ha wysiano: na części pola A — nawóz sypki w ilości 300 kg, tj. 153 kg czystego składnika NPK; na części pola B — nawóz płynny w ilości 314 litrów, tj. 161 kg czystego składnika NPK.

Uzyskane wyniki stały się podstawą do wyciągnięcia pewnych wniosków i uogólnień. Przy porównywaniu kosztów stosowania nawozów płynnych wykorzystano także materiały z POM woj. wrocławskiego, dotyczące analizy kosztów rozlewu wody amoniakalnej.

Stosowany sprzęt przy nawozach płynnych (opryskiwacze i cysterny) wykorzystany był także, a właściwie głównie przy zabiegach ochrony roślin. Stąd duża ilość dni pracy i korzystny rozkład rocznej stawki amortyzacyjnej. Uwzględniając ponadto niższą wartość samych środków, uzyskano (w porównaniu ze sprzętem stosowanym przy nawozach stałych) znacznie niższy koszt użycia maszyn i narzędzi.

### *Porównanie nawozów sypkich i płynnych*

Zestawienie nakładów pracy i kosztów stosowania nawozów sypkich i płynnych przedstawiono w tab. 4 i 5. Jak już wspomniano, warunki pra-

Tabela 4

## Koszty stosowania różnych form nawozów (w przeliczeniu na 1 ha uprawy\*)

Wyszczególnienie	Nawóz stały		Nawóz płynny	
	nakład w min.	koszt w zł	nakład w min.	koszt w zł
Praca ludzka (bez traktorzysty)	100	15	—	—
Praca ciągnikowa (łącznie z wynagrodzeniem traktorzysty)	50	50	31	31
Praca maszyn i narzędzi	50	18	31	4
<b>R a z e m</b>		<b>83</b>		<b>34</b>

\*) Wg płac i kosztów z r. 1971/72

Tabela 5

Struktura czasu i nakład pracy przy wysiewie nawozów  
(w minutach na 1 ha\*)

Wyszczególnienie	Nawóz stały	Nawóz płynny
<b>A. Czas przygotowawczo-zakończeniowy</b>		
1. Przygotowawczy na podwórzu	13	2
2. Przygotowawczy na polu	1	2
3. Zakończeniowy	3	3
4. Dojazdy na pole i z powrotem	6	6
<b>Razem:</b>		
— czas pracy	23	13
— nakład pracy	69	13
<b>B. Czas pracy główny</b>		
1. Operatywny	12	10
2. Nawroty i przejazdy	3	3
3. Napełnienie skrzyń (zbiornika)	12	5
<b>Razem:</b>		
— czas pracy	27	18
— nakład pracy	81	18
<b>C. Ogółem:</b>		
— czas pracy	50	31
— nakład pracy	150	31

\*) Średnie z przeprowadzonych obserwacji w r. 1971 i 1972

cy i ilość wysianych nawozów (nawożenie jednorazowe) były dla obu form nawożenia podobne. Znacznie mniej czasu zużyto przy nawożeniu płynnym. Dotyczy to szczególnie dwóch pozycji, a mianowicie: prac przygotowawczych na podwórzu i napełnienia zbiornika. Odpada tutaj czasochłonne ładowanie i rozdrabnianie nawozu sypkiego. Napełnianie cysterny jest mniej skomplikowane, a co najważniejsze, robi to jeden pracownik — traktorzysta, w lepszych warunkach bezpieczeństwa i higieny pracy (nie styka się bezpośrednio z nawozem). Konieczność dodatkowego zatrudnienia 2 pracowników do ładowania i rozdrabniania nawozów sypkich powoduje to, że nakład pracy przy tych nawozach jest trzy razy większy od czasu trwania pracy, a 4—5-krotnie wyższy od nakładów pracy przy stosowaniu nawozów płynnych. Wprawdzie cała załoga nie była potrzebna do wszystkich prac, ale praktycznie nie mogła być wykorzystana w tym samym czasie w innym miejscu. Stąd wynikła konieczność obciążenia całego czasu pracy, całą brygadą roboczą. Podajemy tutaj konkretny przykład. W innych warunkach, np. na większych polach, praca może być inaczej zorganizowana, a załoga robocza przy nawozach sypkich lepiej wykorzystana. Nie zmieni to jednak faktu, że stosowanie nawozów płynnych jest mniej pracochłonne.

W praktyce mogą być stosowane różne formy nawożenia: wyłącznie nawozy płynne i stałe, jedno- i wieloskładnikowe, nawożenie na zapas itp. Jako uogólnienie przeprowadzonych badań, podajemy zestawienie porównawcze kosztów stosowania nawozów płynnych i stałych dwukrotnie: przedsięwzięcie jako nawóz NPK i posiewnie — nawożenie uzupełniające roztworem azotowym (w przypadku nawożenia stałego odpowiedni nawóz azotowy). Skład nawozu trójskładnikowego przedstawia się następująco: N — 5,7%,  $P_2O_5$  — 14,4% i  $K_2O$  — 20%, roztwór azotowy — 30% N. Przy czym nawóz NPK ma tu oznaczać pełne nawożenie fosforowo-potasowe i część azotowego. Nawozom płynnym przeciwstawiamy analogiczny skład nawozu stałego. Jest to jeden z (porównawczych) wariantów nawożenia. Przy nawożeniu w wysokości 300 kg NPK (masa nawozu 810 kg), koszty stosowania nawozów w przeliczeniu na 1 ha względnie 1 kg NPK przedstawiają się następująco:

Koszty stosowania na 1 ha	Nawóz sypki	Nawóz płynny	Różnica
Nakłady pracy w godz.	4,5	1,5	3,0
Koszty stosowania w zł	170,0	70,0	100,0
Koszt 1 kg NPK w zł	0,56	0,23	0,33

Jest to jedna z bardziej prawdopodobnych kombinacji nawożenia. Przy dwukrotnym nawożeniu różnica w kosztach stosowania wynosi tutaj 100



zł/ha (na korzyść nawozów płynnych). Każde zwiększenie częstotliwości nawożenia zwiększa koszty i różnicę w kosztach; nawożenie kombinowane (sypkie i płynne) — zmniejsza różnice. Przy zwiększaniu intensywności nawożenia (tj. ilości NPK), bez zwiększenia częstotliwości nawożenia, koszty wznoszą się nieznacznie. Istotne znaczenie ma tu przede wszystkim koncentracja składników i stosowanie nawozów wieloskładnikowych.

Z braku dokładnych danych, nie uwzględniono w rachunku kosztów magazynowania i transportu nawozów (z dworca do gospodarstwa). Z przeprowadzonych obliczeń wynika jednak, że różnice w tych kosztach nie będą zbyt duże. Wyższe niewątpliwie koszty magazynowania nawozów płynnych w gospodarstwie, mogą być zniwelowane niższymi kosztami transportu. Przy nawożeniu w granicach 300 kg NPK, potrzeba 600—700 litrów nawozów, a więc przy dwukrotnej rotacji — zbiornik na 300 l (0,3 m<sup>3</sup> w przeliczeniu na 1 ha nawożonej powierzchni). Opierając się na kosztach utrzymania zbiorników i urządzeń do wody amoniakalnej, obciążenie 1 ha tymi kosztami wyniesie ok. 50 zł. Magazynowanie nawozów stałych rozwiązywane jest w różny sposób, a koszty z tym związane są — ogólnie biorąc niższe.

Podane przykłady liczbowe oparte są (jak już wspomniano) na obserwacji pojedynczych pól. W praktyce, tj. w organizacji całego gospodarstwa, nakłady pracy ludzkiej mogą być mniejsze. Z materiałów księgowych wynika, że nakłady te przy nawożeniu mineralnym (nawozy stałe) wahają się w granicach 3 godz./ha użytków rolnych, co stanowi około 3% całkowitych nakładów pracy na produkcję roślinną. Duży wpływ na wielkość nakładów mają tutaj prace przygotowawcze, jak ładowanie i rozdrabnianie nawozów.

### *Nawozy płynne azotowe i wieloskładnikowe*

Ujemną cechą wody amoniakalnej, prócz niskiej zawartości azotu (20% N) jest to, że ze względu na ulatniający się amoniak należy obojętnie wprowadzić ją do gleby, co w warunkach nadmiernej wilgotności lub suszy na glebach ciężkich sprawia wiele trudności.

Tych problemów nie mamy w przypadku stosowania nowych form nawozów (roztwór azotowy, nawozy mineralne PK i NPK). Nie musimy ich wprowadzać do gleby, mogą być stosowane pogłównie nie wymagają specjalnych urządzeń i rozlewaczy jak to ma miejsce w przypadku wody amoniakalnej. Przy ich stosowaniu można posługiwać się opryskiwaczami i cysternami używanymi także, a właściwie głównie przy zabiegach ochrony roślin. Stąd większa ilość dni pracy i korzystniejszy rozkład rocznej stawki amortyzacyjnej tych narzędzi. Najbardziej istotną sprawą jest jednak wydajność pracy opryskiwacza, dwu- trzykrotnie wyższa od roz-

lewacza. Fakt ten powoduje odpowiednie zmniejszenie nakładów na jednostkę powierzchni, wpływa na lepsze wykorzystanie siły pociągowej, maszyn i narzędzi. Trzeba wreszcie dodać, że rozprowadzenie nawozów przy pomocy opryskiwacza jest bardziej równomierne.

Tabela 6

*Koszty bezpośrednie rozlewu różnych form nawozów płynnych  
(na 1 ha nawożonych gruntów)*

Wyszczególnienie	Woda amoniakalna (średnio z 3 POM)	Roztwór azotowy	Nawóz trój- składnikowy (badania własne)
Ilość nawozów			
— w kg	320	210	600
— w litrach	400	150	428
Zawartość N lub NPK w kg	64	64	240
Nakłady pracy w minutach	84	35	42
Koszty bezpośrednie usług (bez wartości nawozów) w zł	75	32	38
Koszt bezpośredni na 1 kg N (NPK) w zł	1,20	0,50	0,15

Porównanie kosztów stosowania różnych form nawozów płynnych przedstawia tab. 6. Analizę porównawczą można przeprowadzić w trzech układach: 1) woda amoniakalna — roztwór azotowy, 2) roztwór azotowy — nawozy minearne NPK oraz 3) pełne nawożenie wynikające z połączenia nawożenia azotowego z nawożeniem NPK. Podstawę rozważań stanowią koszty rzeczywiste nawożenia wodą amoniakalną (średnia z 3 POM) oraz dane szacunkowe oparte na badaniach własnych, dostosowane do metody liczenia kosztów w POM. Z badań ekonomicznych prowadzonych w gospodarstwie Targoszyn wynika, że koszt bezpośredni nawożenia 1 ha nawozem trójskładnikowym w ilości ponad 300 litrów, kształtuje się w granicach 35 zł; nakład pracy — 30—35 minut.

Ilość nawozów stosowanych jednorazowo (analogicznie do gęstości wysiewu nasion) nie zmienia w sposób wyraźny nakładów pracy operatywnej, a tylko pracy pomocniczej związanej z transportem, napełnianiem zbiornika itp. Stąd nieduże zróżnicowanie nakładów pracy przy różnej masie nawozów. Nawóz trójskładnikowy i roztwór azotowy (tab. 6) stanowią w sumie pełne nawożenie w ilości 300 kg NPK na 1 ha. Przy czym nawóz trójskładnikowy ma tu oznaczać pełne nawożenie fosforowo-pota-

sowe i część azotowego, tj. nawożenie przedsiewne, jesienne. Jeżeli roztwór azotowy ma być stosowany w mniejszych dawkach, np. dwukrotnie, to w takim stosunku wzrosną podane w tabeli koszty stosowania tego nawozu. Decyduje nie tyle masa nawozu, ile właśnie częstotliwość jego stosowania.

W Ośrodku w Targoszynie prowadzone są badania nad pogłównym nawożeniem (przy użyciu opryskiwacza) 30% roztworem azotowym w połączeniu z odchwaszczaniem pszenicy ozimej. Z przeprowadzonych badań wynika, że stosując nawożenie płynne można z powodzeniem wykonać jednocześnie dwa zabiegi. Przez połączenie tych zabiegów (w przypadku gdzie to jest celowe) zmniejszy się koszt odchwaszczania praktycznie do wartości stosowanego środka chemicznego.

Ważnym jest także stwierdzenie, że nowe formy nawozów działają mniej korodująco na narzędzia, niż ma to miejsce w przypadku wody amoniakalnej, a wraz ze wzrostem koncentracji składnika N lub NPK, zmniejszają się w odpowiednim stosunku koszty transportu i magazynowania nawozów.

### *Projektowane nawożenie amoniakiem ciekłym*

Rachunek ekonomiczny projektowanej formy nawożenia jest dość skomplikowany i wiążąca ocena może być dokonana dopiero po uruchomieniu budowanych stacji. W tej chwili można mówić jedynie o teoretycznych i orientacyjnych wskaźnikach ekonomicznych. Amoniak ze względu na wysoką koncentrację azotu i niższy koszt produkcji, będzie w porównaniu z tradycyjnymi formami nawozów, nawozem niewątpliwie tańszym. Zachodzi tylko pytanie czy ta obniżka kosztów zrównoważy powstanie nowych, dodatkowych kosztów związanych z budową stacji i jej zaopatrzeniem w specjalny sprzęt i urządzenia.

Nakłady inwestycyjne związane z budową stacji w Kątach Wrocławskich przekroczą prawdopodobnie 14 milionów złotych. Główne pozycje tych nakładów stanowią zbiorniki — ponad 3 miliony złotych i środki transportu z bazy na pole — 4 miliony złotych. Pozostałe pozycje obejmują inwestycje towarzyszące jak drogi i ogrodzenia, linie wysokiego napięcia, dokumentacje itp.

Trwałość podstawowych urządzeń określić można orientacyjnie na 10 lat, co oznacza 10% obciążenie kosztami amortyzacji. Wprawdzie trwałość pozostałych środków będzie dłuższa, w sumie jednak całkowity koszt amortyzacji wyniesie — z grubsza szacując — 1 milion złotych. W następnych latach należy się liczyć także ze wzrostem nakładów na remonty bieżące. Przyjmując zatem koszt amortyzacji w wysokości 1 miliona złotych a całkowity obrót (3-krotna rotacja) amoniaku w przeliczeniu na

czysty składnik — 500 ton N, każdy kg zastosowanego nawozu obciążony będzie dodatkowymi kosztami amortyzacji w granicach 2 zł. Przy niesprawnej organizacji pracy w stacji i w transporcie, przy mniejszej masie zużytych nawozów, koszty te jeszcze wzrosną.

Cena 1 kg N w nawozach sypkich kształtuje się — jak wiadomo — w granicach 7—8 zł. Cena czystego składnika w amoniaku będzie prawdopodobnie niższa o około 40%. Z kolei jednak koszt użycia amoniaku wzrośnie o wymienione już koszty amortyzacji. Jeżeli uwzględnimy ponadto zwyczaję innych kosztów związanych z remontami, utrzymaniem stacji (bazy) amoniaku itp., korzyści wynikające z niższej ceny azotu w amoniaku, mogą być wskutek zwyczajki dodatkowych kosztów zniwelowane. A zatem pewnych korzyści należy się doszukiwać w ekonomice pracy nowej formy nawożenia, w dodatnim działaniu na żyzność gleby itp. Jest to oczywiście rachunek teoretyczny i niepełny.

W ostatecznym rachunku należy uwzględnić także punkt widzenia przemysłu chemicznego i transportu. Zapewniony musi być bardziej rytmiczny odbiór towaru z fabryki, do transportu potrzebne będą specjalne wagony — cysterny itp.

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można wysunąć jeden zasadniczy wniosek. Projektowane nawożenie amoniakiem ciekłym wymaga szczegółowych badań i oceny przede wszystkim ekonomicznej. Dopiero na tej podstawie będzie można podjąć decyzje co do ewentualnego rozszerzenia tej formy nawożenia mineralnego w Polsce.

Powstająca przy dłuższych nakładach inwestycyjnych stacja amoniaku, obsługiwać będzie rolnictwo dość jednostronnie (niepełne nawożenie azotowe). Należało by raczej stację rozbudować, tworząc bazę nawozów — ośrodek usługowy, ale już w zakresie pełnego nawożenia mineralnego. Chodzi tu zarówno o nawozy sypkie jak też różne formy nawozów płynnych — dwu- i trójskładnikowych. W takim ujęciu baza spełniałaby lepiej swoje zadania, a przez rozszerzenie usług lepsze byłoby wykorzystanie środków i siły roboczej w samej bazie.

### *Uwagi końcowe i wnioski*

1. Koszty stosowania nawozów płynnych (roztwór azotowy, nawozy PK i NPK) są niższe od analogicznych nawozów stałych. Różnice w kosztach zależą przede wszystkim od częstotliwości stosowania, w małym zaś stopniu od intensywności nawożenia, tj. od ilości wysianych nawozów. Różnice te (przy 300 kg NPK) kształtują się w następujących granicach: przy jednokrotnym stosowaniu — 50 zł/ha, przy dwukrotnym — 100 zł, przy trzykrotnym — 150 zł/ha. Stąd wniosek, że przy nawozach skoncentrowanych wieloskładnikowych (także przy nawożeniu na

zapas) zmniejszają się nie tylko koszty stosowania w ogóle, ale także różnice pomiędzy nawozami stałymi i płynnymi. Zatem ważniejsza jest tu sprawa stosowania nawozów o wysokim stopniu koncentracji i wieloskładnikowych (i także nawożenia na zapas) niż sama ich forma: stałe czy płynne.

2. Niższe koszty stosowania nawozów płynnych muszą być rozpatrywane na tle całkowitych kosztów nawożenia (mineralnego), a lepiej — na tle całkowitych kosztów produkcji roślinnej. Wartość nawozów mineralnych przy uprawie 1 ha zbóż wynosi około 1500 zł (300 kg NPK), a pełny koszt uprawy — 6000—8000 zł. Przy uprawie np. okopowych, pozycje te są odpowiednio wyższe. W tym ujęciu obniżka kosztów w granicach 100 zł/ha nie może w ostatecznym rachunku odegrać większej roli. Można powiedzieć, że obniżka ta powinna być brana pod uwagę, lecz nie należy jej przeceniać. Ale już w powiązaniu z niższą ceną zakupu, tj. z niższymi kosztami produkcji nawozów, wpływ na rachunek ekonomiczny nawożenia mineralnego byłby bardziej wyraźny. Zachodzi zatem pytanie czy produkcja nawozów płynnych będzie tańsza i czy mogą one być dostarczane rolnictwu (po uwzględnieniu kosztów transportu) po cenach niższych od analogicznych form nawozów stałych.

3. Niezależnie od obniżki kosztów, większe znaczenie przy stosowaniu nawozów płynnych, może mieć czas wykonania i nakład pracy ludzkiej. Zależy on głównie od częstotliwości stosowania nawożenia (zwiększenie ilości nawozów wpływa tylko na prace przygotowawcze), ale różnice są bardziej wyraźne. W podanym przykładzie — 2—3 godzin pracy na korzyść nawozów płynnych w przeliczeniu na 1 ha. W praktyce różnice te są mniejsze, można jednak przyjąć, że oszczędność w nakładach pracy wynosi około 50%. Oszczędność siły roboczej jest, w wielu przypadkach sprawą b. istotną. Dla ścisłości trzeba jednak zaznaczyć, że nakłady przy nawożeniu nie potęgują problemu sezonowości pracy w rolnictwie, a nowe formy nawożenia (na zapas, nawozy wieloskładnikowe) znacznie te nakłady zmniejszają i to mimo wzrostu intensywności nawożenia w ogóle.

4. Nawozy płynne mają szereg dodatnich cech, które w rachunku nie były uwzględnione, względnie same w sobie są liczbowo niewymierne. Oto niektóre z nich. Nawóz płynny może być stosowany prawie w każdych warunkach atmosferycznych, co wpływa dodatnio na organizację pracy w gospodarstwie. Istnieje też możliwość łączenia nawożenia z zabiegami ochrony roślin, co może powodować dalszą oszczędność w nakładach pracy i kosztach.

5. Oddzielny problem stanowi sprawa stosowana jako formy nawożenia — amoniaku ciekłego. Badania będą podjęte po uruchomieniu 2 stacji dystrybucji tego nawozu. Przedwstępne kalkulacje wskazują jednak na bardzo duże obciążenie amortyzacją, wynoszącą około 2 zł na 1 kg N,

co może przesądzić w opłacalności tej formy nawożenia. Do tego dochodzą jeszcze inne sprawy, jak utrzymanie specjalnie przygotowanego do obsługi personelu (magazynowanie amoniaku pod wysokim ciśnieniem), sprawa bhp, potrzeba odpowiedniego taboru kolejowego do transportu itp.

6. Nawozy płynne ze względu na konieczność pełnego wykorzystania specjalnego sprzętu i budowę odpowiednich zbiorników mogą być stosowane w gospodarstwach dużych — państwowych, względnie także w mniejszych, ale w formie usług wykonywanych np. przez specjalne bazy nawozów — ośrodki usługowe. Można nawet stwierdzić, że rolnictwo bardziej jest zainteresowane uzyskaniem z zewnątrz pełnych usług w zakresie nawożenia (bez względu na formę nawozów) niż przestawieniem się w własnym zakresie na stosowanie nawozów płynnych. Stąd też sprawa organizacji takich baz w powiązaniu np. z innymi zakładami usługowym i dla rolnictwa, musi być brana pod uwagę, zwłaszcza wówczas, jeżeli nawozy płynne miałyby znaleźć szersze zastosowanie.

#### LITERATURA

1. Czuba R.: Międzynarodowa konferencja na temat metody efektywnego stosowania nawozów mineralnych. Postępy Nauk Rolniczych, 4, 74.
2. Czuba R.: Wyniki oceny produkcji i stosowania nawozów płynnych azotowych i wieloskładnikowych (koreferat). Posiedzenie Sekcji Nawozów Mineralnych Rady Naukowej INS, Kędzierzyn, 16, 12, 1974.
3. Dankiewicz M., Ludwiczak J.: Wyniki oceny produkcji i stosowania nawozów płynnych azotowych i wieloskładnikowych. Cz. I — technologiczna, cz. II — ekonomiczna (referat, j.w.).
4. Feldmann F.: Flüssige Mineraldüngung auf dem Vormarsch Landtechnik, t. 21, 10, 1966.
5. Johnson W. H., Hedden O. K., Wilson J. D.: How liquid mulches affect: moisture retention, temperature, seedling growth. Agric. Engng, t. 47, 4, 1966.
6. Lovelidge B.: Labour saving with liquids. Farm Ctry, t. 222, 4154, A4.
7. Neuberg J.: Dosavadni stav agrochemického výzkumu kapalných hnojiv. Zem. Techn., t. 11, 5, 1965.
8. Ptasięwicz J., Niewiński W.: Porównawcza analiza ekonomiczna produkcji nawozów kompleksowych płynnych i sypkich (maszynopis). Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach, 1974.
9. Selke W.: Nowe rodzaje nawozów i technologia ich użycia. Międzynarodowe Czasopismo Roln., t. 10, 4, 1966.
10. Solonia — engrais liquides (broşura), 1965.
11. Strong points in favour of liquid fertilizer. Farm Mechaniz., 1965, t. 17, 187.
12. Thierkell J. D.: Fertilizers in solution. Agriculture, 1965, t. 72, nr 3.