

## O NIEKTÓRYCH ZAGADNIENIACH UPRAWY ZBÓŻ

*Anatol Listowski*

Polska Akademia Nauk, Warszawa

W 1968 r. średnie plony zbóż przekroczyły 20 q/ha. Wprawdzie zboża to jeszcze nie całe rolnictwo, niemniej można przyjąć, że plony zbóż są wskaźnikiem mówiącym o poziomie rolnictwa danego kraju, rejonu czy gospodarstwa.

Plon średni 20 q/ha można w naszych warunkach uważać za dowód, iż nasze rolnictwo przechodzi ze średniego na wyższy poziom produktywności. Najbliższe lata powinny przynieść przesuwanie się tej średniej do poziomu 25-27 q/ha, co w naszych warunkach niezbyt korzystnych dla uprawy zbóż i dla wielkości ich plonów, byłoby poziomem wysokim.

To przesuwanie się średniej jest wypadkową dwóch procesów:

- podnoszenia się produktywności gospodarstw, w których plony dzisiaj jeszcze nie osiągają średniego poziomu plonów dla całego kraju,
- dalszego wzrostu plonów w dobrych gospodarstwach.

Dla tych dobrych gospodarstw należy granice średnich plonów zbóż umieścić na poziomie 30-40 q/ha, a więc bardzo wysokim. Wymaga to nowego spojrzenia na roślinę zbożową i jej uprawę. W niniejszych uwagach poruszam tylko niektóre sprawy pod kątem tak widzianego zagadnienia produkcji zbóż.

### POSTULATY ZMIAN W STRUKTURZE ZASIEWÓW

W odniesieniu do struktury zasiewów i udziału w niej roślin zbożowych wysuwane są u nas dwa postulaty:

- a) możliwie dużych przesunięć na rzecz pszenicy i jęczmienia,
- b) zwiększenia w ogóle udziału zbóż w strukturze zasiewów.

Można zauważyć, że oba te postulaty, aczkolwiek słuszne, są jednocześnie w pewnym stopniu niezgodne ze sobą.

#### *A. Przesunięcia na rzecz pszenicy i jęczmienia*

Postulat maksymalnych przesunięć na rzecz pszenicy i jęczmienia uzasadniony jest nie tylko większą przydatnością tych roślin, ale i wyższą ich produktywnością. Szybsze jest — jak to zostało przedstawione przez Mi-

chałowskiego [27] na współczynnikach regresji — podnoszenie się plonów pszenicy i jęczmienia niż żyta i owsa. Przesłanka ta jednak jest obciążona poważnym błędem, nie uwzględnia bowiem faktu, że udział żyta i owsa zwiększa się w gospodarstwach słabych na glebach lżejszych i na gorszych stanowiskach. Średnie zużycie nawozów pod te rośliny jest również mniejsze.

Nieco inny obraz uzyskuje się porównując produktywność tych roślin w warunkach analogicznych, a więc na tym samym stanowisku, tej samej glebie i przy wyższym nawożeniu. Porównanie średnich plonów owsa i jęczmienia otrzymanych w latach 1950-1961 w praktyce i w wyniku doświadczeń na Stacjach Oceny Odmian, opracowane przez Lewickiego i Mazurka [25], wykazuje, że w doświadczeniach tych plony jęczmienia i owsa nie różnią się od siebie, a nawet plony owsa bywają często wyższe.

Stosunkowo liczne są doświadczenia, w których porównywano żyto i pszenicę. Obraz, jaki wyłania się z tych doświadczeń, jest dość jasny. Na glebach bardziej urodzajnych w dobrej kulturze plony pszenicy są wyraźnie wyższe; na glebach bardzo słabych pszenica w ogóle wypada. Na glebach urodzajnych w niskiej kulturze plony żyta i pszenicy są często do siebie zbliżone. Plony pszenicy wykazują jednak duże wahania, a stanowisko po pszenicy ze względu na zachwaszczenie jest gorsze niż po życie. Na glebach tzw. średnich, w zależności od rejonu, poziomu gospodarstwa i odmiany, plony pszenicy są wyższe, równe lub nieco niższe od żyta.

I tu również stanowisko po życie jest częściej lepsze i mniej zachwaszczone niż po pszenicy.

W miarę wzrostu kultury rolnej na glebach średnich i lepszych zwiększają się możliwości dla pszenicy. Jak bardzo? Według ostrożnych zresztą obliczeń Kozakiewicza, przy 50,3% zbóż w strukturze zasiewów można postulować zwiększenie pszenicy z 15,6% do 20%.

W przyszłości można z całą pewnością zakładać dalsze przesunięcia na rzecz pszenicy.

Terminy i zakresy tych przesunięć będą zależały od kilku warunków:

a) jeśli chodzi o pszenicę — od wyhodowania odmian sztywnosłomych odpowiednich dla warunków Polski południowej oraz odmian odpornych na rdzę i choroby nasady źdźbła;

b) jeśli chodzi o żyto — od podniesienia jego produktywności; dotychczasowe zabiegi hodowlane nie wyczerpały jeszcze wszystkich możliwości pod tym względem, jest przy tym rzeczą ciekawą, że wbrew powszechnemu mniemaniu reakcja żyta na nawożenie gleb średnich i lżejszych, ale w dobrej kulturze, jest — jak to wykazały doświadczenia Burczyka w Baborówku — nawet wyższa niż pszenicy (dawka graniczna N 200 kg/ha);

c) gdyby nastąpiło wprowadzenie *Triticale* do szerszej uprawy, to całe zagadnienie: przenica—żyto staje w ogóle w innym świetle.

Zagadnienie zmian w strukturze zasiewu oraz ustalenie, w jakich granicach zmiany te są możliwe, wymaga dalszych, pogłębionych badań i to

pod kątem poznania dynamiki plonów u poszczególnych odmian wszystkich zbóż, przy różnych układach siedliska i na różnym poziomie intensyfikacji. Tego rodzaju pogłębione badania, uwzględniające wyniki doświadczeń rejonizacyjnych, dadzą nam dopiero odpowiedź, w jakiej skali zmiany są możliwe i w jakiej skali są wskazane.

### B. Zwiększenie udziału zbóż w strukturze zasiewów

Tendencje do specjalizacji produkcyjnej (z którymi łączy się ograniczanie liczby uprawianych roślin w danym gospodarstwie), są konsekwencją nasilającego się powiązania z rynkiem, mechanizacji itd. i pociągają za sobą uproszczenia w zmianowaniach. Jest rzeczą bardzo istotną, aby określić granicę tych uproszczeń dla różnych warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych.

Można przytoczyć ogromną liczbę doświadczeń, których wyniki mówią o roli przedplonów, a więc i o znaczeniu zmianowania. Doświadczenia prowadzone jeszcze przed wojną w Zakładzie Doświadczalnym Głodowo wykazały [29], iż plony żyta w zależności od przedplonu wahały się od 22,3 q (po owsie) i 23 q (po pszenicy i jęczmieniu) do 36,3 q (po peluszcze). Tak duże wahania wystąpiły tu przy stosunkowo niskim poziomie nawożenia mineralnego. Można przypuszczać, że rola przedplonu maleje, a nawet traci na znaczeniu w warunkach wysokiego nawożenia mineralnego. Dla zbadania tego problemu szczególnie interesujące są wyniki 3-letnich doświadczeń z pszenicą ozimą, przeprowadzone w Zakładzie Doświadczalnym Baborówko przez Burczyka. Pszenice uprawiane były po owsie i grochu i nawożone dawkami N od 0 do 200 kg na ha (tab. 1).

Tabela 1. Efekt nawożenia pszenicy ozimej wysokimi dawkami azotu (wg Burczyka i Loginowa, 1968)

Dawki N (w kg /ha)	Gleba zwięzła				Gleba lekka			
	przedplon							
	groch		owies		groch		owies	
	q z 1 ha	%	q z 1 ha	%	q z 1 ha	%	q z 1 ha	%
0	33,1	100	24,7	100	20,3	100	16,0	100
40	36,0	109	29,8	121	25,0	123	20,7	129
80			33,4	135	29,3	140	24,5	153
120	38,8	117	36,0	140	31,5	155	25,9	162
160					33,5	165	28,5	178
200					34,6	170	29,0	181

Wyniki tych doświadczeń zdają się potwierdzać przedstawiony powyżej pogląd. Nie ulega wątpliwości, że różnice stanowiskowe dotyczące ilości dostępnych roślinie związków mineralnych mogą być wyrównane dodatkowym nawożeniem. Z drugiej strony wiemy z wielu obserwacji i doświadczeń, że wpływ następczy przedplonu ma charakter bardziej

złożony i że nie sprowadza się tylko do różnic w żyzności i w bilansie wodnym gleby.

Jest rzeczą od dawna znaną, że niektóre rośliny wykazują wysoką tolerancję na uprawę po sobie, a inne szybko spadają w plonach. Że jedne rośliny są dobrym, a inne złym przedplonem dla poszczególnych roślin, i to niezależnie od czynnika pokarmowego i wodnego. Ze zbóż wysoką tolerancję wykazuje żyto, zarówno na uprawę po sobie, jak i po innych zbożach. Owies jest dobrym przedplonem dla innych zbóż, jęczmień i pszenica jara — gorszym. Szczególnie ujemny wpływ wywierany przez jęczmień nie wynika z wyczerpania pokarmowego. Sucha masa jęczmienia i jego resztek późniejszych jest niższa niż innych zbóż [3], co wskazuje na mniejsze wyczerpanie gleby po jęczmieniu niż np. po owsie. Wydaje się, iż wpływ ujemny wywołują wydzieliny korzeniowe. Analogiczny efekt hamujący można zaobserwować poddając kiełkowaniu inne zboża na resztkach późniejszych jęczmienia [13], jak też na wyciągach wodnych ze słomy.

Ujemny wpływ następczy owsa po owsie może być związany z obecnością nematodów, pszenicy po pszenicy — z obecnością grzybów wywołujących choroby podstawy źdźbła.

Konsekwencją zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów do 60% i wyżej — a taka tendencja u nas występuje i ma swoje ekonomiczne i organizacyjne uzasadnienie — będzie po pierwsze stosowanie uproszczonych zmianowań, po drugie sianie w pewnym procencie zbóż po zbożach. Stąd zagadnienie wpływu następczego zbóż uprawianych po sobie nabiera większego znaczenia i musi być rozwiązywane przy równoczesnym założeniu intensyfikacji produkcji.

Jak wynika z badań ankietowych przeprowadzonych w gospodarstwach chłopskich, przy udziale zbóż powyżej 60% zasiewów pszenica i jęczmień szły po lepszych przedplonach w 75 i 90% przypadków, owies w 60%, natomiast żyto jedynie w 54% [21].

Przy 60% areалу, raz lub dwa razy w rotacji zboża wystąpią po zbożach. Przy założeniu, że w tym samym gospodarstwie uprawia się 4 zboża stosując stosunkowo wysokie nawożenie — zadanie to łatwo można rozwiązać bez konieczności brania pod uwagę wpływu następczego gorszego przedplonu. Jeżeli jednak równocześnie dąży się do wyeliminowania żyta czy owsa, zagadnienie staje się trudniejsze do racjonalnego rozwiązania. W tych przypadkach bowiem nie da się uniknąć następstwa pszenicy i jęczmienia lub też pszenicy i pszenicy, szczególnie ryzykownego w rejonach chorób grzybowych.

Warto tu wreszcie dodać, o czym się czasem zapomina, że oceniając wartość przedplonową należy brać pod uwagę zarówno system korzeniowy i resztki późniejsze, jak też wpływ wywierany na zachwaszczenie. Jeżeli chodzi o resztki późniejsze i system korzeniowy, to żyto i owies stanowią odchylenie plusowe, a pozostałe zboża odchylenie minusowe. Żyto można by



nawet w pewnym stopniu uważać za roślinę strukturotwórczą, co ma znaczenie przy większym areale zbóż, zwłaszcza na glebach średnich i lżejszych. Jest też ono raczej rośliną odchwaszczającą — w przeciwieństwie do pszenicy. Szczególnie pszenica forsowana przyczynia się do zachwaszczenia pola.

Specjalizacyjny trend, zakładający zwiększenie udziału zbóż w strukturze zasiewów przy ograniczaniu liczby uprawianych gatunków, ma swoje ekonomiczno-organizacyjne uzasadnienie. Jest więc rzeczą bardzo istotną, aby określać granice, których nie można przekraczać bez odchyień ujemnych w postaci rosnącego zachwaszczenia, kumulujących się wpływów następczych herbicydów, zwiększenia się chorób grzybowych i rosnących wahań w plonach.

### OCENA PORÓWNAWCZA PRODUKTYWNOŚCI ZBÓŻ

Powracam do wyjściowego punktu rozważań. Realna ocena porównawcza produktywności różnych zbóż i ich odmian może być przeprowadzana na trzech płaszczyznach, z tym że każda z nich ma swoje przedziały sensu.

1. Wartość średnich plonów statystycznych krajowych, wojewódzkich, rejonowych, powiatowych, gminnych polega przede wszystkim na tym, iż można na ich podstawie określać zbiór w danym roku i — bardzo orientacyjnie — średnie plony z ha. Można również przy porównywaniu wielu lat ze sobą oceniać trendy rozwojowe. Gdyby jednak dało się, bodaj częściowo, średnie plony statystyczne uporządkować wg poziomu gospodarstw, to wartość tych zestawień znacznie by wzrosła. Dalszym z kolei krokiem byłoby uszeregowanie plonów w zależności od przedplonów, odległości od obornika, wysokości nawożenia mineralnego. Dane te można uzyskać w oparciu o specjalnie zaplanowane badania ankietowe, jak też przy interpolacji różnych doświadczeń terenowych. Mając tak opracowane zestawienia można byłoby korygować średnie statystyczne w oparciu o wyniki doświadczeń, o znajomość gleb i niektórych czynników klimatycznych, jak np. opadów w danym regionie.

2. Drugą płaszczyznę oceny porównawczej stanowią doświadczenia, w których stwarzając roślinom możliwie optymalne dla ich rozwoju warunki, uzyskujemy plony, jeśli nie maksymalne, to w każdym razie na tyle wysokie, że na ich podstawie można wyciągać pewne wnioski o tzw. potencjalnej produktywności danych form. Wyniki uzyskane przy takich układach mogą być przenoszone, i to z ograniczeniem, jedynie do najlepszych gospodarstw. Są one dlatego tak ważne, że mówią o możliwościach produkcyjnych danego biotypu.

3. Na trzeciej płaszczyźnie powinna nastąpić konfrontacja plonu realnie uzyskanego z plonem optymalnym połączona z analizą przyczyn zaistniałej różnicy.

Przyczyn tych należy szukać przede wszystkim w warunkach ekologicznych siedliska. Kształtować siedlisko w kierunku dla uprawianych roślin bardziej korzystnym możemy jedynie poprzez glebę. Czynniki klimatyczne nie podlegają — jak dotąd — naszej regulacji. W niedużym jedynie stopniu możemy wpływać na mikroklimat. W znacznie większym byłoby to możliwe poprzez deszczowanie. Na razie w szerszej skali zmniejszamy wpływ warunków klimatycznych drogą dopasowywania uprawianych roślin do środowiska, a więc drogą rejonizacji.

Wpływ na glebę wywieramy poprzez cały zespół zabiegów właściwej agrotechniki obejmującej również nawożenie i zmianowanie. Opracowanie optymalnych systemów agrotechniki dla różnych warunków glebowych daje nam wskazówki co do tego, jak postępować, aby zmniejszyć różnice między plonem rzeczywistym a eksperymentalnie możliwym. Nie należy zapominać, że w szerszej praktyce występuje inny jeszcze rodzaj czynników ograniczających, z którymi możemy się nie liczyć w „kontrolowanych” doświadczeniach nad maksymalną produktywnością, a tylko częściowo musimy uwzględniać w doświadczeniach zwykłych. W praktyce produkcyjnej bowiem częstym zjawiskiem jest wyleganie zbóż, którego możemy się nie obawiać przeprowadzając np. doświadczenia wazonowe. Wynikające stąd odchylenia ujemne są na ogół większe i częstsze u żyta niż u pszenicy. Jeśli chodzi o tę ostatnią, możemy obecnie w niektórych rejonach wprowadzać odmiany sztywnosłome, możemy również stosować pewne środki usztywniające w rodzaju CCC. W praktyce zatem łatwiej nam uniezależnić się od czynnika wylegania przy uprawie pszenicy niż przy uprawie żyta; wywiera to wpływ na wysokość średniej statystycznej plonów.

Z kolei jednak do czynników silnie działających i powodujących odchylenia ujemne u pszenicy należy w niektórych rejonach kraju rdza, zaliczyć też do nich trzeba choroby nasady źdźbła. Pszenica ma też mniejszą konkurencyjność z chwastami, większe wymagania glebowe i wodne; w okresach krytycznych jest mniej od żyta odporna na susze. Dla żyta natomiast czynnikami ograniczającymi są — prócz wylegania — pogoda w okresie pylenia, pleśń śniegowa, czasem rdza. Działanie czynników ograniczających w terenie, a więc w praktyce produkcyjnej, może stać się przyczyną uzyskania przez nas innego układu produktywności danych form niż w doświadczeniach kontrolowanych.

W praktyce powszechnie spotykamy się z innym jeszcze rodzajem czynników ograniczających — nie przyrodniczych, ale organizacyjnych, związanych z kierunkiem, systemem gospodarowania czy wielkością gospodarstwa. Faktu, iż nie wszystkie zboża będą miały jednakowo dobre stanowisko, uniknąć się nie da. Przy wyborze „pszenica, żyto czy owies” preferuje się pszenicę, co obciąża ujemnie wskaźniki plonów pozostałych roślin. Trudno jest czasem tak ustawić wszystkie prace siewne, pielęgnacyjne czy też związane ze zbiorem i uprawą późniwną, aby wszystkie za-

sady optymalnej agrotechniki były zachowane. Staje się to z kolei przyczyną odchyień w plonach, tak ujemnych, jak dodatnich.

Wyciągając wnioski z powyższych uwag, można i należy zadania badawcze ustawić w trzech płaszczyznach:

- a) analizy maksymalnej produktywności i warunków, od których zależy jej ujawnianie się,
- b) analizy czynników ograniczających i ich znaczenia w kształtowaniu się plonów w szerokiej praktyce,
- c) opracowań agrotechnicznych, tzn. opracowań mających za zadanie zmniejszanie rozpiętości między plonem maksymalnym a plonem uzyskiwanym.

W miarę podnoszenia się poziomu rolnictwa, szczególnie po przekroczeniu pewnego progu intensywności (co zresztą u nas w kraju już zostało dokonane), zyskują na znaczeniu badania 1 i 2. Ich właściwe ustawienie wymaga naturalnie dokonania wyboru wskaźników, którymi posługivalibyśmy się dla oceny. Otóż, jeżeli chodzi o produktywność maksymalną, za wskaźnik mogłaby służyć przede wszystkim wydajność fotosyntezy, jako że w ziarniaku dominują węglowodany. Wymaga to określenia elementów, od których zależy wydajność fotosyntezy. Czynnikiem kontrolowanym, którego wysokość służyłaby nam za „regulator bezpośredni” poziomu produktywności, byłoby nawożenie, ściślej — azot. Przez nawożenie można by wpływać w sposób kontrolowany na wszystkie trzy elementy strukturalne plonu i na wydajność fotosyntezy. Toteż wydaje się, że przez doświadczenia żywieniowe typu fizjologicznego i nawozowego możemy na razie najłatwiej uzyskiwać odpowiedzi odnoszące się do tzw. maksymalnej produktywności. Naturalnie pod warunkiem, że uda się nam utrzymać czynnik wodny na możliwie jednolicie optymalnym poziomie.

W zakresie analizy czynników ograniczających wybór powinien objąć w pierwszym rzędzie badania nad wpływem urodzajności gleby, wahań opadów, czynnika patologicznego, wpływów zachwaszczenia oraz następstwa roślin po sobie. Wszystkie te czynniki bowiem mogą odgrywać i odgrywają rolę czynników ograniczających.

Zadania agrotechniczne wynikają naturalnie z punktu 1 i 2. Wynikają również, o czym wspominaliśmy, z momentów organizacyjnych i ekonomicznych. Do takich należą zagadnienia związane ze zbiorem, omłotem i przechowaniem, a więc wszystkie sprawy związane z wielkością strat, czyli różnicą między wysokością plonu na pniu a ilością produktu towarowego.

#### SYSTEM KORZENIOWY

Systemowi korzeniowemu zbóż poświęcano do niedawna stosunkowo niewiele uwagi. Z kilku powodów zagadnienie to obecnie nabiera większego znaczenia:



1. W miarę wzrostu nawożenia wzrasta rola systemu korzeniowego, a więc i znaczenie warunków, od których zależy rozwój korzeni. Znajomość systemu korzeniowego ważna jest również dla poznania efektywności i opracowania metod deszczowania zbóż.

2. Na glebach lżejszych, szczególnie w suchszych siedliskach, silny rozwój korzeni i możliwie ich głębokie rozmieszczenie ma szczególne znaczenie dla plonowania.

3. Dla gospodarstw o bardzo wysokim udziale zbóż, możliwie silny rozwój korzeni miałby również znaczenie z punktu widzenia ilości resztek poźniwnych i struktury gleby. Równocześnie w takich gospodarstwach zwiększałby się wpływ następczy, a więc również i ujemny wpływ następczy korzeni i resztek poźniwnych jęczmienia czy pszenicy jarej.

Stosunkowo od niedawna wiemy, że korzenie pierwotne rosną do końca życia rośliny zbożowej i odgrywają dużą rolę. Natomiast wciąż jeszcze nie wiemy jaką. Być może, że korzenie pierwotne pobierają przede wszystkim wodę, a przybyszowe — składniki mineralne i wodę. Być może, że tego rodzaju wnioski są artefaktem a w każdym razie nie są tak powszechną zasadą, jak to wynikałoby z niektórych doświadczeń. Trudności w interpretacji znaczenia poszczególnych części systemu korzeniowego wynikają przede wszystkim ze zjawisk kompensacyjnych. Jeżeli doświadczenia tak ustawić, że substancje mineralne będą się znajdować wyłącznie w strefie korzeni przybyszowych, to te przyjmą na siebie całkowicie funkcję ich pobierania, co przy innym rozproszczeniu substancji mineralnych może nie mieć miejsca. W warunkach przesuszenia powierzchniowych warstw gleby można było stwierdzić dominujące znaczenie korzeni pierwotnych w pobieraniu wody. Przy innym uwilgoceniu gleby zjawisko to może nie występować tak wyraźnie. Najśluszniej wydaje się stanowisko Krasowskiej [22], która sądzi, że korzenie pierwotnie pobierają zarówno wodę, jak substancje mineralne, obsługują jednak głównie źdźbło główne. W fazie krzewienia zaczynają wyrastać i korzenie przybyszowe, i źdźbła boczne. Rozwój tych ostatnich często wyprzedza rozwój korzeni. Wyrównanie ma miejsce dopiero w okresie strzelania w źdźbło i zachodzi szybciej przy obfitym nawożeniu. Jeżeli tak jest, to można by wyciągnąć wniosek, że w przypadkach, w których rozwój źdźbeł bocznych byłby intensywniejszy niż korzeni, wystąpiłaby szczególna wrażliwość na wszelkie zaburzenia w gospodarce wodnej.

Nie jest jeszcze poznany dostatecznie rytm rozwoju korzeni w zależności od warunków glebowych. Jeżeli chodzi o intensywność wzrostu masy korzeni i szybkość ich wzrostu na długość, to wydaje się, że szybkość ta jest mniej więcej jednakowa na różnych glebach i przy stosunkowo nawet dużych wahaniami wilgotności i temperatury gleby. Co się tyczy natomiast wpływu nawożenia, to np. u ozimych przy niedostatku pokarmu mineralnego jesienią rozwój korzeni ulega zwolnieniu, a wiosenne nawożenie działa głównie na wzrost masy nadziemnej; w tych warunkach ogólny rozwój



korzeni jest względnie słaby. Głębsze wniesienie nawozów pociąga za sobą zwiększenie głębokości zalegania głównej masy korzeniowej.

Wydaje się, iż bezpośredni wpływ nawożenia na rozwój korzeni jest mniejszy od wpływu pośredniego, tj. wpływu, jaki wywiera nawożenie przede wszystkim azotowe na wzrost powierzchni liściowej, na przedłużenie aktywności liścia, a więc na wydajność fotosyntezy. Największy bowiem wpływ na rozwój korzeni wywiera ilość dopływających do nich asymilatów. Stąd wszystkie czynniki, które działają korzystnie na asymilację netto i przemieszczanie do korzenia, działają korzystnie na rozwój korzenia i z kolei na rozwój masy nadziemnej.

Różnice rytmu rozwojowego korzeni, jak i stosunku pędu do korzeni u różnych odmian — są stosunkowo mało poznane. Szybkość wzrostu i głębokość rozmieszczenia głównej masy korzeni, jak i długość systemu korzeniowego, jest na pewno różna u odmian późnych i wczesnych [20]. Różny jest tu również rytm rozwoju pędów i korzeni, a więc i stosunku pędów do korzeni. Czy jest różny również u odmian o tym samym rytmie rozwojowym, nie wiemy.

W każdym razie okazało się, że są odmiany, u których szybkość wzrostu korzeni jest większa niż liści, jak i odwrotnie. Są również odmiany wykazujące ogólnie szybszy lub ogólnie powolniejszy wzrost liści i korzeni. Stosunek pęd—korzeń jest cechą odmianową, podlegającą jednak w dużym stopniu modyfikacjom stanowiskowym.

Wydaje się, że należy postulować rozszerzenie badań nad systemem korzeniowym i dynamiką jego rozwoju z uwzględnieniem odmian. Szczególnie ważne i interesujące byłyby badania zrobione na odmianach intensywnych i ekstensywnych na różnych poziomach nawożenia i przy wielokrotnym dawkowaniu. Z kolei podjąć by należało badania nad zależnością wzrostu korzeni od wilgotności gleby, szczególnie w warunkach dużych wahań wilgotności i wreszcie — badania nad stosunkiem pęd—korzeń u różnych odmian.

## NAWOŻENIE

### A. Potrzeby nawozowe

Liczne doświadczenia dotyczące potrzeb nawozowych, wykonywane w ciągu wielu lat przy stale wzrastających dawkach, pozwalają na określenie średniej efektywności tych dawek, zmian uzyskiwanych przy podwyższaniu dawek i wahań zależnych od warunków siedliska. W doświadczeniach terenowych analizowano wpływ dawek do wysokości  $N_{50-60}$  na dwóch poziomach PK:  $P_{36}$  i  $P_{72}$  oraz  $K_{60}$  i  $K_{100}$ . Efektywność dawki  $N_{50-60}$  pozostaje ogólnie wysoka. Zwyzki plonów przy poziomie wyjściowym 20 q/ha dla owsa, 22,5 q/ha dla jęczmienia i 23,5 q/ha dla pszenicy wynoszą odpowiednio 7 q/ha, 6-8 q/ha i 5-6 q/ha. W innych seriach zwyzki

plonów żyta również wynoszą od 6 do 1 q na ha. Piękny przykład proporcjonalnego prawie wzrostu plonów w miarę podnoszenia dawki przytacza dla żyta Saloni [29].

W innej serii doświadczeń z dwoma poziomami PK stwierdzono zarówno wyraźnie działanie PK, jak i zwiększenie efektywności  $N_{50}$  przy wyższej dawce PK (tab. 3).

W doświadczeniach terenowych, co jest chyba słuszne, nie przekracza się dawki o wysokości  $N_{90-100}$ . W różnych innych doświadczeniach prowadzonych przez IUNG czy katedry, analizowany był również wpływ znacznie wyższych dawek. Przykładem mogą służyć cytowane już wyniki doświadczeń w Zakładzie Doświadczalnym w Baborówku (tab. 1).

Tabela 2. Reakcja żyta na azot [29]

N kg/ha	13	20	25	30	45	50
Przyrost plonów w q/ha	2,3	2,6	3,4	5,3	6,5	7,2

Wyniki wszystkich doświadczeń wskazują, że nawożenie jest nadal i pozostanie przez dłuższy czas jednym z głównych, obok odmiany, czynników dalszego wzrostu plonów — naturalnie przy założeniu, iż równocześnie dzięki lepszej uprawie i pielęgnacji tzw. ogólny poziom kultury rolnej będzie się szybko podnosił. Byłby to przy tym czynnik w dużym stopniu podlegający regulacji z naszej strony.

Tabela 3. Efektywność N w zależności od PK

	Nawożenie		
	$N_{50} K_{100}$	$N_{50} K_{100} P_{36}$	$N_{50} K_{100} P_{72}$
Wzrost plonu w porównaniu z $N_{50}$ bez PK	2,0	3,9	5,6

Roślina zbożowa reaguje silnie na nawożenie w warunkach niskiego poziomu żyzności. Wzrost plonu w strefie minimum i niedaleko minimum jest proporcjonalny do nawożenia. Przy dawkach wyższych wchodzimy w strefę zależności parabolicznej i coraz wyraźniej zaznaczającego się działania czynników ograniczających.

Niemniej przy optymalizacji niektórych czynników, jak woda, światło czy temperatura, można drogą zwiększania koncentracji składników pokarmowych (przede wszystkim azotu) w sposób przybliżony określić tzw. maksymalną produktywność danego biotypu.

W ramach doświadczeń modelowych, w których należy utrzymywać

stałe dobre zaopatrzenie w wodę i dobre oświetlenie umożliwiające wyższą intensywność asymilacji oraz zapewniać dobry rozwój systemu korzeniowego, pobieranie składników mineralnych może się uwielokrotnić. Analizę wzrostu i produktywności rośliny zbożowej prowadzić więc będzie można w ramach tego typu doświadczeń nawet przy rzeczywiście bardzo już wysokich dawkach rzędu np. 300-400 kg N/ha w przeliczeniu na warunki polowe.

W praktyce rolniczej tzw. wysokie dawki będą naturalnie znacznie mniejsze, niemniej i tu czasem mogą one być na tyle wysokie, aby istotnym stawało się pytanie, jak zapewnić możliwie optymalne ich działanie. Bardzo wysokie jednorazowe dawki nie są zalecane. Ze zbóż kukurydza należy do roślin szczególnie wrażliwych na wysoką koncentrację soli mineralnych w glebie. W takich przypadkach obserwuje się zahamowanie wschodów i obumieranie siewek w fazie 3,4 liści. Mniej wrażliwy wydaje się być owies, znacznie bardziej pszenica. Według Freney i Lipsetta [14] depresja w produkcji suchej masy była obserwowana już przy dawce N-160 kg/ha. Ten efekt ujemny mógł być zniesiony dodaniem molibdenu.

Wysokie jednorazowe dawki, nawet wówczas, gdy nie wpływają ujemnie, działają mniej efektywnie od podzielonych. Niejednokrotnie na różnych etapach ontogenezy efektywność substancji mineralnych, azotu przede wszystkim, w ich wpływie na elementy kłosa była obserwowana wielokrotnie.

Stąd wniosek, iż najwłaściwszy jest taki system nawożenia, przy którym roślina ma do dyspozycji optymalne ilości składników mineralnych w postaci łatwo przyswajalnej w tych wszystkich okresach, w których braki (a czasem i nadmiary) wywierają najsilniejszy wpływ ujemny na plon końcowy. Byłyby to okresy zasadnicze dla determinacji wszystkich trzech składników plonu: ukłoszenia (krzewienia produktywnego) oraz liczby i ciężaru ziarn w kłosie. Stwierdzalne są również optima żywieniowe dla wzrostu organów wegetatywnych — liści i źdźbła. Bardzo wreszcie istotną rzeczą jest wpływ azotu na przedłużenie aktywności fotosyntetycznej górnych liści po wykłoszeniu, a więc w okresie, gdy zasymilowany przez nie węgiel ulega w postaci węglowodanów prawie w całości przemieszczeniu do kłosa.

Pozwolę sobie na przytoczenie wyników kilku doświadczeń, pod takim kątem prowadzonych.

1. Brouwer i inni [11] analizowali wpływ składników pokarmowych na przebieg różnicowania się stożka wzrostu i na poszczególne składniki plonu. Zastosowany poziom nawożenia był jednak niewysoki i wynosił  $K_{60}, P_{60}, N_{30-50}$  danych wiosną oraz od końca kwietnia do początków maja. Dawka wczesnowiosenna ze względu na wpływ wywierany na krzewienie jest bardzo efektywna.

Na różnicowanie się kłosek (etap *double ridge*) nawożenie istotnego wpływu nie wywarło. Obserwacja ta jest zgodna z danymi Langera [23],

który nie mógł stwierdzić różnic w procesie różnicowania się kłosek przy włączaniu N do pożywki w ilości od 30 do 150 ppm. Nieco później dany N powoduje zmniejszenie liczby kłosek płonnych, przy czym liczba ziarn w kłosie i ich ciężar zwiększa się.

Jak wynika z późniejszych doświadczeń Nathana [1963, cyt. Langer, 24], azot dostarczony w tym okresie zwiększa długość aktywnego życia liści. Obniżanie się N-związków w liściu, które przy braku azotu zaczyna się w czasie kłoszenia, w tym przypadku zostaje przesunięte na okres 2-4 tygodni po kłoszeniu.

2. Heyland [18] prowadził doświadczenia z jęczmieniem w kulturach wodnych. Włączał on i wyłączał pokarm mineralny w różnych fazach rozwoju rośliny na okres czasu analogiczny do tego, który jest potrzebny do przejścia danej fazy w warunkach normalnego stałego zaopatrzenia w składniki pokarmowe. Wyłączenie w fazie trzech liści wywarło silny ujemny wpływ następczy. Wyłączenie w fazie krzewienia pociągnęło za sobą spadek krzewienia produktywnego i wywarło wpływ na wagę ziarna z kłosa. Nadmierne żywienie azotem przed krzewieniem dało w wyniku nadmierne krzewienie ogólne i zmniejszonego procentowego udziału ziarna w plonie. Natomiast zwiększenie koncentracji dawki na etapach późniejszych wywołało z reguły efekt pozytywny na plon z kłosa. Silniejszy wpływ ujemny dało wyłączenie NPK w fazie siódmego liścia niż szóstego. U wszystkich zbóż etap, w którym różnicują się zawiązki kłosek odznacza się nie dużą wrażliwością na zmiany koncentracji substancji mineralnych w środowisku.

3. Trzecią pracą, wartą szczególnie przytoczenia, byłyby doświadczenia Aspinalla [1] nad kilkoma odmianami jęczmienia. Doświadczenia prowadzono w wazonach na wysokim poziomie nawożenia. Jeżeli całą dawkę stosowano po wschodach, krzewienie ogólne nie przekraczało liczby 22 źdźbeł i niedogonów, a sam proces krzewienia trwał najwyżej do kłoszenia. Gdy połowę dawki dano po wschodach, okres krzewienia trwał krótko i rośliny rozwinęły nie więcej jak 3 do 12 źdźbeł i niedogonów. Wynikiem zastosowania z powrotem nawożenia w okresie późniejszym do wysokości pełnej dawki było to, iż nawet w czasie kłoszenia pojawiały się nowe pędy boczne. W rezultacie liczba ich podniosła się z 25 do 40 na roślinę. Jeśli stosowano nawożenie ciągłe, krzewienie przybierało charakter procesu trwałego i pod koniec wegetacji można było się doliczyć ponad 100 zawiązków i źdźbeł bocznych.

Przy bardzo wysokim nawożeniu kłoszenie i krzewienie stają się procesami niezależnymi, a dominacja źdźbła głównego zostaje w dużym stopniu zneutralizowana.

Zmniejszanie się intensywności krzewienia w miarę pogarszania się warunków wodno-żywniowych można interpretować jako skutek konkurencji o wodę i pokarm w obrębie różnych źdźbeł jednej rośliny. Nie wystarcza to jednak do wytłumaczenia różnic międzyodmianowych w stopniu



krzewienia. U odmian słabo krzewiących się należałoby przyjąć — obok konkurencji o wodę i pokarm — specyficzną regulację typu hormonalnego, co w sumie wytwarza szczególnie intensywną dominację źdźbła głównego.

Wyniki Brouwera [11] i Heylanda [18] są interesujące z punktu widzenia wyjaśniania różnic w efekcie nawożenia na różnych etapach różnicowania się i wzrostu stożka. Nie dają one jednak bezpośredniej odpowiedzi na pytanie co do maksymalnej efektywności. Pośrednio z doświadczeń Heylanda wynika, że ponieważ podwojenie dawki zwiększa dwukrotnie jej efekt, więc dalsze ich podniesienie mogłoby nadal wpływać pozytywnie na plon. Przytoczone przykłady, a szczególnie doświadczenia Aspinalla, są jednak dobrą ilustracją słuszności założenia, iż analizę wpływu wysokich dawek nawożenia na plony, robioną pod kątem optymalizacji rozwojowej, należy odnosić nie do plonu końcowego jako całości, ale do poszczególnych elementów strukturalnych plonu.

Jak wiadomo z różnych doświadczeń, krzewienie produktywne i ogólne wzrasta wraz z polepszeniem warunków siedliska, a nawożenie jest bardzo silnym — jak widać choćby z doświadczeń Aspinalla — czynnikiem intensyfikacji krzewienia ogólnego i produktywnego. W warunkach eksperymentu można, jak widać z doświadczeń Aspinalla, przemienić krzewienie w proces o charakterze ciągłym. W pewnym sensie łączy się to ze zmianą modelu rośliny monokarpicznej o silnej dominacji źdźbła głównego na roślinę kępkową, gdy w osobniku można widzieć jak gdyby klon. W stosunku do procesu krzewienia roślina zbożowa byłaby typem o niezalimitowanej teoretycznie produktywności. Dominację źdźbła głównego z ograniczonym krzewieniem produktywnym można by traktować jako przystosowanie ekologiczne, które w swej skrajnej nieomal postaci występuje w normalnej uprawie polowej.

Krzewienie trwające za długo pociąga za sobą rozciągnięcie się czasu dojrzewania, a więc efekt rolniczo niekorzystny.

Gdyby jednak udało się skrócić okres dojrzewania tych poszczególnych, a tak wówczas licznych źdźbeł, to konsekwencją byłby spadek plonu ziarna z kłosa.

Ograniczone do niedużej liczby źdźbeł krzewienie produktywne, przy maksymalnie korzystnych warunkach dla rozwoju źdźbła głównego i nielicznych bocznych, byłoby modyfikacją rozwojową rolniczo uzasadnioną. Stąd też analiza maksymalnej produktywności rośliny zbożowej powinna być odnoszona w pierwszym rzędzie do liczby i ciężaru ziarn z kłosa, jak również do optimum ukłoszenia. Optimum zaś ukłoszenia, tj. liczba źdźbeł kłosowych na jednostkę przestrzeni również ma związek z liczbą i ciężarem ziarn z kłosa. Można sądzić, że uprawiane u nas odmiany przechodzą inicjację generatywną plus minus w tym samym czasie. Zjawisko to byłoby również wynikiem adaptacji ekologicznej. Do takiego wniosku doszedł Griffits [16] badając owsy kanadyjskie. Różnice długości okresu wegetacyjnego nie wynikały u tych owsów z różnic czasu inicjacji, ale z różnic

tempa wzrostu, a więc długości poszczególnych etapów formowania się wiechy.

Na procesy różnicowania się kłosek nie wywierają większego wpływu warunki zewnętrzne, a również — o czym wspominałem — nawożenie, czego dowodem jest duża stałość liczby pięterek kłosa. Istotny wpływ natomiast wywierają czynniki zewnętrzne na proces wzrostu organów kłosowych, a więc na intensywność i długotrwałość tego wzrostu. Wpływ na długotrwałość objawia się jako zmienna długość trwania poszczególnych etapów, a w efekcie końcowym — długość czasu kłoszenia. Szymańska [30] obserwowała u kukurydzy przesunięcia długości etapów pod wpływem zarówno długości dnia, jak i nawożenia azotowego. Przesunięcia czasu kłoszenia w zależności od tego, w którym etapie stosowano dzień krótki lub zwiększone nawożenie azotowe, wahały się od 8 do 12 dni.

Liczba kłosek płonych może ulec daleko idącej redukcji, przy czym progiem granicznym byłaby płodność wszystkich kwiatków powstałych we wszystkich kłoskach.

Jest to naturalnie nieosiągalna granica płodności kłosa. Pojęcie granicznej produktywności jest więc tu strukturalnie uzasadnione.

Trzecim elementem plonu jest wielkość ziarna. Nasze możliwości regulacyjne w stosunku do tego trzeciego elementu nie są nieograniczone, niemniej są duże. Ciężar ziarna jest wyraźnie skorelowany z intensywnością przemieszczeń produktów fotosyntezy i aktywnością fotosyntetyczną górnych liści i kłosa. Natomiast współzależność między ciężarem ziarna a długością okresu od zapylenia do dojrzewania, mimo iż jest istotna, wykazuje nieraz większe różnice w zależności od odmiany i stanowiska. Długość więc tego okresu może służyć tylko częściowo i nie u wszystkich odmian za wskaźnik oceny dla ciężaru ziarna, a więc dla wysokości plonu.

Składniki mineralne — przede wszystkim azot, ale też i fosfor — wywierają istotny wpływ na proces kształtowania się ziarna. Jak wiadomo, pobieranie azotu i fosforu u zbóż trwa prawie do końca wegetacji. Maksimum pobierania w zależności od poziomu nawożenia przypada na okres przed kłoszeniem i na okres kłoszenia. Zawartość azotu w liściach, źdźble i korzeniach przy małej zawartości azotu w glebie zaczyna spadać już w okresie kłoszenia, zaś przy dużej zawartości — o 2 do 4 tygodni później. Byłby to pewien wskaźnik, jak daleko można przedłużać aktywność liścia, a więc tym samym opóźniać proces starzenia. Zagadnieniu ciężaru ziarna poświęcam specjalny ustęp omawiając zagadnienie wydajności fotosyntezy.

### *B. Rolniczy system nawożenia*

Optymalny system nawożenia rozpatrywany tylko od strony maksimum produktywności opierałby się na wielu dawkach wnoszonych w okresach ich maksymalnej efektywności. Tendencje praktyki rolniczej są

odwrotne. Względy organizacyjne i ekonomiczne skłaniają bowiem do komasowania dawek. Zagadnienie więc polega na rozsądnym kompromisie. Zasada takiego kompromisu mogłaby być następująca:

PK — dopuszczalna jest komasacja w zmianowaniu przy wystarczającym poziomie PK w glebie plus mała dawka P w okresie siewu w postaci łatwo dostępnej, a to ze względu na stymulacyjny efekt wywierany na rozwój korzeni i pierwszych liści;

N — jest rzeczą konieczną, aby roślina nie odczuwała braku azotu przede wszystkim w okresie krzewienia. Z kolei azot dany na samym początku strzelania w źdźbło działa korzystnie, ale jedynie przy małym zwarcu roślin, natomiast przy dużym zwarcu i u odmian genetycznie słabo się krzewiących działa on niekorzystnie. U tych odmian właściwsze jest wniesienie drugiej dawki azotu w okresie formowania się kłosa głównego. Ta sama dawka jest szczególnie korzystna z punktu widzenia przedłużenia aktywności fotosyntetycznej górnych liści.

Późna dawka dana w czasie kłoszenia częściej wywiera już tylko wpływ na zawartość białka w ziarnie.

W praktyce wchodzi w rachubę 2 lub najwyżej 3 dawki dawane jednak w różnym czasie, w zależności od typu odmiany, zwarcia roślin i warunków siedliska.

**P i e r w s z a d a w k a:** jesiennie-wczesnowiosenna. Należy zbadać na ile przesunięcie większej dawki na jesień i dla jakiego typu odmian jest korzystne. Na wysokość i czas wniesienia pierwszej dawki azotu u ozimin ma również wpływ przedplon i ogólny poziom nawożenia w rotacji.

**D r u g a d a w k a:** w zależności od odmiany i warunków może być zalecana do dania w różnym czasie od krzewienia do pełni strzelania w źdźbło. Konieczne są tu doświadczenia z uwzględnieniem odmian, z analizą stożka wzrostu i wydajności fotosyntezy.

Niezależnie od tego, że ograniczamy w praktyce liczbę dawek, badania nad maksymalną efektywnością nawożenia i maksymalną produktywnością powinny być prowadzone przy dawkowaniu wielokrotnym i to z różnymi odmianami. Właściwe dopiero wyniki tego typu badań pozwoliłyby na opracowanie „receptury” nawożenia dla różnych odmian i przy różnym poziomie stosowanych dawek.

### C. Wysokie dawki

Występujące przy wysokich dawkach zmniejszanie się efektywności nawożenia jest wynikiem coraz silniejszego oddziaływania tzw. czynników ograniczających.

W naszych warunkach najczęściej będą nimi stosunki wodne gleby, niedobór i niekorzystny rozkład opadów, zbyt niskie, a rzadziej — zbyt wysokie temperatury, za małe nasłonecznienie, jak też czynniki rolnicze:



zachwaszczenie, gorsze stanowisko, niedociągnięcia uprawowe czy pielęgnacyjne, wreszcie zbyt niskie nawożenie.

Zadaniem uprawy jest przesuwanie granicy oddziaływania czynników ograniczających. Możliwości takiego przesuwania, nawet przy optymalizacji zabiegów, są naturalnie ograniczone. Nie należy jednak zapominać, że spadek efektywności nawożenia jest nie tylko konsekwencją oddziaływania czynników ograniczających. Może on również być wynikiem samej struktury — a więc modelu rozwojowego danej rośliny. Ograniczę się do dwóch przykładów:

1. W doświadczeniach Aspinalla (1963) ciągłe dawkowanie pociąga za sobą niekończący się proces krzewienia. Niemniej intensywność tego procesu po kwitnięciu zaczyna spadać i nie może być przywrócona dalszym podnoszeniem dawki. Wiąże się to prawdopodobnie ze zmianami ontogenetycznymi w roślinie, wynikającymi z procesu starzenia się.

2. U jęczmienia późniejsze dodatkowe dawki N opóźniały starzenie się górnych liści, można się więc było dzięki temu spodziewać zwiększenia ciężaru ziarna. Fakt ten jednak nie miał miejsca, natomiast zaobserwowano zwiększenie się oddychania kłosa (Birecka i inni, 1966-1967).

W obu przytoczonych przykładach spadek efektywności łączy się z ontogenetycznym procesem starzenia. U różnych odmian proces ten, mimo że nieuchronny, może przebiegać rozmaicie i w różnym stopniu może być modyfikowany.

Przytoczone przykłady odnoszą się do tzw. stosunków typu alometrycznego, będących wyrazem strukturalnego modelu danej rośliny. Zostało np. stwierdzone w różnych doświadczeniach, że sucha masa poszczególnych organów roślinnych i jej zmiany w ciągu ontogenezy, a więc i udział w różnych okresach ontogenetycznych w całkowitej suchej masie rośliny ulega zmianom i wykazuje pewne relacje w dużym stopniu stałe u danego modelu roślinnego.

Zagadnienie to jest jeszcze stosunkowo słabo poznane i zasługuje, aby się nim szerzej zająć.

### CIEŻAR ZIARNA

Ciężar ziarna jest tym elementem struktury plonu, którego wahania w warunkach normalnej uprawy polowej wywierają obok ukłoszenia największy wpływ na wysokość plonu zbóż z jednostki powierzchni.

Ciężar ziarna zostaje zdeterminowany w okresie od zapyłania do dojrzewania. Głównym składnikiem ziarna są — jak wiadomo — węglowodany. Pomimo iż wydajność fotosyntezy wywiera duży wpływ i na pozostałe dwa elementy strukturalne plonu, to jednak można uważać, iż ciężar ziarna w bardzo wysokim stopniu zależy bezpośrednio od wydajności fotosyntezy.

Jak to zostało wykazane w wielu pracach [31], węglowodany odłożone



w ziarnie pochodzą prawie w całości z  $\text{CO}_2$  asymilowanego po kłoszeniu. Główną więc rolę odgrywa tu kłos i dokłosie, górne liście, a szczególnie liść flagowy. Część więc węglowodanów odłożonych w ziarnie pochodzi z asymilacji samego kłosa, druga część z przemieszczeń ze źdźbła ( $S$ ). Asymilacja netto kłosa zależy od intensywności asymilacji i od oddychania samego kłosa.

Na wielkość  $S$  natomiast wpływa:

- a) intensywność asymilacji i oddychania organów asymilujących (poza kłosem),
- b) powierzchnia liści i jej zmienność w ciągu ontogenezy,
- c) aktywna powierzchnia liści po kłoszeniu i szybkość ich starzenia się,
- d) powierzchnia asymilująca źdźbła i pochew (po kłoszeniu),
- e) intensywność przemieszczeń i stosunek asymilatów wytworzonych do przemieszczanych.

Oba składniki, asymilacja netto kłosa i wartość  $S$ , podlegają nieraz znacznym modyfikacjom środowiskowym, ale także wykazują wyraźne różnice międzygatunkowe i międzyodmianowe. Jest rzeczą zrozumiałą, że poznanie tych procesów w całej skali ich zmienności i możliwości regulacji u różnych odmian ma ogromne znaczenie zarówno dla określenia optimum uprawowych dla danych odmian, jak i dla hodowli. Nic dziwnego, iż zagadnienie wydajności fotosyntezy badane jest w różnych ośrodkach coraz intensywniej. Również w Polsce było ono w ciągu ostatnich lat przedmiotem szerszych badań prowadzonych przez Birecką z współpracownikami (1963-1968). Wyniki tych prac wniosły wiele nowego i są znane w literaturze światowej.

W oparciu o te prace pozwolę sobie przedstawić całe zagadnienie na przykładzie przede wszystkim pszenicy jarej z dodatkowym uzupełnieniem pewnych danych dla jęczmienia, owsa i żyta. Metody stosowane w tego rodzaju badaniach z początku polegały na zaciemnianiu kłosów czy różnej części powierzchni liściowej. Wyniki szeregu prac, w których tą metodą starano się ocenić wydajność asymilacyjną i rolę asymilatów powstających w różnych organach przed i po wykłoszeniu na plon ziarna, okazały się bardzo rozbieżne. Rozbieżność ta nie wynikała li tylko z faktu, iż procesy przebiegają różnie u różnych odmian, ale z fizjologicznej kompensacji organów usuniętych czy zaciemnionych przez organy, które były naświetlone lub pozostały na roślinie. Wysokość tych kompensacji była naturalnie różna w zależności od biotypu, wieku danego organu oraz jego roli w procesie asymilacji czy w przemieszczaniu asymilatów. Należy jednakże podkreślić, iż reakcja jest tak silna, że np. pszenicy jarej [4] wystarczyło zaciemnienie źdźbła czy kłosa trwające 3 do 3,5 godzin, aby można było zaobserwować zjawiska kompensacyjne. Zastosowanie znakowanego  $^{14}\text{C}$  pozwoliło dopiero na analizę przemieszczeń i udziału asymilowanego  $\text{CO}_2$  w różnym czasie i przez różne organy. Pozwoliło również na ocenę zjawisk kompensacji. Stosując  $^{14}\text{C}$  obok zaciemnienia czy usuwa-

nia organów można względnie dokładnie ocenić rolę poszczególnych organów w różnych okresach dla wydajności fotosyntezy.

Doświadczenia przeprowadzone jako wazonowe z 4 odmianami, a mianowicie z dwiema ościstymi: Ostką Chłopicą i Ostką Popularną i dwiema bezostnymi — Opolską i Fortunatą.

Procesy akumulacji asymilatów w ziarnie wykazywały w swym przebiegu szereg cech wspólnych dla wszystkich zbóż, a mianowicie:

1. Tym wyższy procent asymilatów zostaje odłożony w ziarnie im później zostały one syntetyzowane. Udział asymilatów z okresu przed kłoszeniem i kłoszenia jest jeszcze bardzo nieduży (tab. 4).

Tabela 4. Udział w ziarnie asymilatów wytworzonych w różnym czasie u pszenicy jarej [4]

Odmiana	N gr/waz.	Przed samym kłoszeniem %	W czasie kłoszenia %	12 dni po kłoszeniu %	22 dni po kłoszeniu %	W okresie dojrzewania %
Ostka Chłopicka	1,0	7—12	7—11	40—55	86—92	90—95
	1,5	7—10	8—9	35—50	80—85	85—90
Ostka Popularna	1,0	7—10	5—10	38—40	70—80	80—88
	1,5	7—8	6—8	33—38	70—75	85—90

2. Udział poszczególnych organów w dostarczaniu asymilatów do ziarna zmienia się w miarę dojrzewania (tab. 5). Wyraźne są międzyodmianowe różnice zarówno w ilościowym udziale asymilatów z poszczególnych organów w plonie końcowym, jak i w dynamice przyrostu masy ziarna. Przy różnym poziomie plonów słomy i ziarna procentowy udział ziarna w plonie ogólnym u analizowanych ostek wynosił od 38 do 40%, u Opolskiej był wyraźnie niższy, u Fortunaty zbliżał się do ostek.

Tabela 5. Udział asymilatów powstających w poszczególnych organach przy akumulacji węglowodanów w ziarnie pszenicy jarej w % ogólnej asymilacji [4]

	Ostka Chłopicka			Ostka Popularna		
	dni od kłoszenia					
	8	18	30	7	18	30
Kłos	14	37	75	11	23	42
Liść flagowy	18	8	10	20	17	15
Górne międzywęzle	12	18	10	10	16	34

Przyrost suchej masy w okresie od kwitnienia do dojrzewania był wyższy u obu ostek niż u gólek.

Wyższy plon i większy procent przyrostu suchej masy w okresie po kłoszeniu u Ostki Chłopickiej (38% wobec 33 do 34 u bezostnych) wska-

zywał na inną dynamikę narastania plonu ziarna. Jeżeli chodzi o asymilaty wytworzone w okresie dojrzewania, to ich inkorporacja w ziarnie była jednakowa u obu typów odmian i wynosiła od 80 do 90%. Natomiast u Ostki Chłopickiej stwierdzono w ziarnie obecność ca 40% asymilatów, które wytworzyły się w okresie wcześniejszym, tj. zaraz po kłoszeniu, natomiast u Fortunaty aż 70%. Te różnice wskazywałyby na różny u obu odmian udział aktywności fotosyntetycznej liści i kłosa w plonie ziarna. Powierzchnia liścia flagowego i najbliższych mu liści górnych i międzywęzli jest mniejsza u Ostki Chłopickiej.

Analiza wydajności asymilacyjnej bezpośrednio po zapyleniu wykazała wyższą ogólną radioaktywność u obu odmian bezostnych. Stąd silny efekt usunięcia liścia flagowego. U Ostki Chłopickiej przy ogólnie niższej w tym okresie radioaktywności efekt usunięcia liścia flagowego był nieduży. Trzy tygodnie później obraz był zupełnie inny, ogólna radioaktywność była najwyższa u Ostki Chłopickiej, a wyraźnie niższa u obu pozostałych odmian bezostnych. Efekt usunięcia liścia flagowego był wówczas i u bezostnych nieduży, albowiem liście te starzały się bardzo szybko. Zwiększenie ogólnej radioaktywności Ostki Chłopickiej w późniejszym okresie wskazuje na intensyfikującą się asymilacyjną rolę kłosa. Udział kłosa u Ostki Chłopickiej w ogólnej fotosyntezie wynoszący po zapyleniu 25% dochodzi do 40%, u bezostnych waha się między 12-14%, nie przekracza jednak 30% pod koniec okresu rozwoju ziarna.

Tak znaczne różnice między Ostką Chłopicką a np. Fortunatą zarówno w ilości asymilatów, jak i przebiegu ich gromadzenia, nie mogły być wywołane jedynie wyższą aktywnością fotosyntetyczną kłosa. Jak stwierdzono w dalszych doświadczeniach, u Ostki Chłopickiej dwa górne międzywęzła źdźbła wykazują szczególnie wysoką aktywność fotosyntetyczną. Mimo tego przemieszczenie się asymilatów ze źdźbła z początku jest nieduże, a ziarno rośnie przede wszystkim w wyniku asymilacji kłosa. Wskazywałoby to, że rola górnej części źdźbła nie ogranicza się do transportowania asymilatów.

Następne doświadczenia z tą samą Ostką Chłopicką oraz z Ostką Popularną ukazały rolę źdźbła w świetle dotychczas nieznanym. Nie wchodząc w szczegóły tych interesujących doświadczeń można by ich wyniki ująć w następujący sposób (Birecka i inni, 1966 do 1968):

1. Jedną z ważnych funkcji źdźbła jest rola akceptora asymilatów wytworzonych bezpośrednio po kłoszeniu przez aktywne wciąż jeszcze liście.

2. Źdźbło w tym okresie funkcjonuje jako aktywny akceptor gromadzący w komórkach miękiszu asymilaty. Wzrost ziarna odbywa się głównie w wyniku asymilacji samego kłosa, z tym, że wyraźne są tu różnice międzyodmianowe; dopiero w następnym okresie rozpoczyna się silne przemieszczanie asymilatów ze źdźbła do ziarna (wartość  $S$  rośnie) i trwa do końca wegetacji.

3. Ta funkcja źdźbła jako aktywnego spichrza maleje stopniowo

w miarę starzenia się źdźbła (tab. 6). Okres aktywnego gromadzenia i przejścia granicy „gromadzenia” do „odprowadzania” nie wykazuje ścisłego związku z rozwojem kłosa. W każdym razie związek ten nie jest tak ścisły, jak by należało oczekiwać zgodnie z hipotezą mówiącą, iż „kłos z rozwijającymi się ziarnami działa jak „aparat ssący”, a źdźbło jest „bierne”.

Tabela 6. Zmiany w dystrybucji  $^{14}\text{C}$  u pszenicy jarej zachodzące z wiekiem rośliny w obrębie źdźbła głównego (100 % radioaktywności liści i źdźbła ma miejsce bezpośrednio po ekspozycji na  $^{14}\text{CO}_2$  danej na 4 dzień po otwarciu się kwiatków środkowej części kłosa). Czas ekspozycji 25 minut [5]

Część rośliny	Ilość dni od ekspozycji na $^{14}\text{CO}_2$											
	0 2 9 31				0 9 31				0 2 9 31			
	rośliny kontrolne cały czas na pełnym świetle				rośliny, u których zaciemniano źdźbła boczne				rośliny, u których zaciemniano źdźbła boczne i usunięto kłos źdźbła głównego			
Liście	80	18	11	7	79	10	7	81	21	16	9	
Górne międzyw.	16	23	23	13	16	23	14	16	34	31	20	
Dolne międzyw.	4	15	16	7	5	15	7	3	20	19	13	
	100	56	50	27	100	48	28	100	75	66	42	
Kłos	22	16	9	10	21	10	9	—	—	—	—	
Ziarno		15	26	43		28	42	—	—	—	—	
	122	87	85	80	121	86	79					

Można by to było wykazać na roślinach, u których usunięto kłosa źdźbła głównego. Radioaktywność górnej części źdźbła u roślin kontrolnych i u roślin bez kłosa była taka sama między drugim a dziewiątym dniem po wniesieniu  $^{14}\text{CO}_2$ , a dopiero w późniejszym okresie silniejsze było „rozładowanie” u roślin kontrolnych.

U roślin bez kłosa starzenie się jest zwolnione, stąd okres funkcjonowania źdźbła jako „spichrza” trwa dłużej a sam „spichrz” prawdopodobnie jest pojemniejszy. Rozładowanie częściowo jest skierowane do pędów bocznych i korzeni.

4. Dwuetapowy, jak można sądzić, przebieg procesu przesunięcia asymilatów do ziarna związany z różną aktywnością źdźbła wskazuje na to, że mamy tu do czynienia z pewnym trendem o typie alelometrycznym, a więc związanym ze strukturą, tj. z modelem rozwojowym danej rośliny. Nie znaczy to naturalnie, aby nie było możliwe w pewnych granicach zwiększenie wydajności fotosyntezy. Możliwości te są i należy ich szukać przez:

a) opóźnienie starzenia się górnych liści, co jest równoznaczne z przedłużeniem okresu ich aktywności fotosyntetycznej,

b) opóźnienie starzenia się źdźbła, co oznaczałoby również zwiększenie



jego pojemności magazynującej, a potem intensyfikację procesu przemieszczania asymilatów,

c) przedłużenie aktywności fotosyntetycznej samego kłosa.

Otóż jak wynika z różnych doświadczeń, możliwości te rzeczywiście istnieją, m. in. poprzez intensyfikację nawożenia azotowego. W warunkach niedostatku azotu obserwuje się przyspieszone starzenie się liści, co skracca okres ich aktywności. Z kolei następuje przyspieszone starzenie się źdźbła, a więc jego wyładowanie przy nieosiągnięciu optymalnej granicy „załadowania”. Oznacza to, iż przejście z etapu pierwszego do drugiego jest szybsze.

W ramach opisanych już doświadczeń z pszenicą oraz następnych z owsem i jęczmieniem, prowadzonych na dwóch poziomach  $N = 1,0$  i  $1,5$  gram na wazon można było stwierdzić wpływ, jaki wywarło podniesienie azotu. Otóż podwyższenie  $N$  w okresie strzelania w źdźbło dało naturalnie w wyniku istotną zwyżkę plonu. Na zwyżkę tę złożyło się zwiększenie udziału ziarn pędów bocznych i wyższe ich oziarnienie. Z interesującego nas tu szczególnie punktu widzenia ważny jest wpływ  $N$  na ciężar ziarna i to przede wszystkim źdźbła głównego, a więc na wydajność fotosyntezy.

Otóż wpływ ten był następujący:

1. Jeżeli chodzi o liście, to niezależnie od tego, że na wyższym azocie powierzchnia liściowa się zwiększa, stwierdzono wyraźne opóźnienie starzenia się górnych liści oraz źdźbła i zwiększenie zawartości chlorofilu.

2. Nastąpiło zwiększenie ogólnej aktywności fotosyntetycznej, przede wszystkim dzięki zwiększonej powierzchni i dłuższej aktywności liści górnych.

3. Lepsze zaopatrzenie w azot nie wywarło natomiast wpływu na aktywność fotosyntetyczną kłosa.

4. Nie wpłynęło ono również na zwiększenie akumulacji w ziarnie węgla zasymilowanego przed kłoszeniem.

5. Wyższa akumulacja w ziarnie spowodowana była przede wszystkim zwiększeniem się asymilacji po kłoszeniu, stąd większy w tym czasie odpływ asymilatów do źdźbła i lepsze wykorzystanie źdźbła jako akceptora.

Jeżeli zarysowany tu mechanizm rzeczywiście funkcjonuje w sposób wyżej opisany, a wydaje się że tak, to pozytywny efekt nawożenia azotowego może być zaobserwowany jedynie w pewnym przedziale wysokości dawek i czasu wniesienia azotu.

Górne granice tego przedziału zakreślałyby: po pierwsze — niemożność uzyskania tą drogą (lub w ogóle) dalszego opóźniania procesów starzenia się liści i źdźbła, po drugie — osiągnięcie stanu pełnego załadowania źdźbła, i po trzecie — rozpoczęcie się wyraźnego procesu starzenia się kłosa.

Wynikiem starzenia jest oczywiście szybki spadek asymilacji, a więc i zmniejszenie się odpływu asymilatów. Rola źdźbła wydaje się być tu szczególnie interesująca.

Starzenie się źdźbła ma dwojaki efekt: przyspieszenie przemieszczania się asymilatów do ziarna i zmniejszenie się przyjmowania dalszych asymilatów. Ten drugi proces znajduje swój wyraz np. w wyższej zawartości węgla w źdźbłach bocznych i ziarniakach kłosów bocznych przy późnym wniesieniu dodatkowej dawki azotu, tj. wówczas, kiedy wzrost źdźbła głównego jest już ukończony. Szczególnie wyraźnie zostało to zaobserwowane u jęczmienia.

Innym zjawiskiem tego samego typu i bardziej powszechnym jest zwiększenie się oddychania, a więc większe straty węgla. Te większe straty, występujące z reguły przy podniesieniu nawożenia, kompensowane są jednak znaczną nadwyżką powstającą dzięki zwiększonej aktywności fotosyntetycznej. Gdy jednak dawki są za wysokie lub dane za późno, zwiększone oddychanie staje się już jedynym widocznym objawem reakcji rośliny.

Zagadnienie to w tym punkcie wiąże się ściśle z modelem genetyczno-rozwojowym danego biotypu. Pojemność źdźbła jako akceptora asymilatów jest rozciągliwa, ale jednak ograniczona. Gdy granice te zostają osiągnięte, a samo źdźbło znajduje się już na etapie starzenia, „obroną” przed dopływem nadmiernej liczby asymilatów jest zwiększone oddychanie. To samo obserwuje się w kłosie, gdyż — jeżeli liczba ziarn została już zeterminowana — inkorporacja związków organicznych przez rosnące ziarno może również przebiegać jedynie w pewnych granicach. Owies należy do roślin, u których granice leżą dalej, jęczmień odwrotnie. Źdźbło główne jęczmienia kończy wzrost stosunkowo wcześniej, wchodząc z tą chwilą w etap niedużej zdolności zwiększania pojemności swej jako akceptora i to zdolności szybko wygasającej; stąd szybsze też starzenie się kłosa i mała lub żadna efektywność późnych dawek.

Na zakończenie — kilka słów jeszcze o pszenicy ozimej i życie.

Obraz jaki można sobie wytworzyć na podstawie dotychczas ogłoszonych wyników doświadczeń, które przeprowadzono w warunkach polowych, jest następujący:

1. U badanych dotychczas 4 odmian pszenicy ozimej — udział kłosa w ogólnej fotosyntezie rośliny wynosi 9-10% u odmian bezostnych, a ponad 15-22% u ościstych. Wzrasta on przy tym od momentu kłoszenia, aby obniżyć się z powrotem w okresie dojrzewania. Udział liścia flagowego z dolną i górną częścią źdźbła w zależności od odmiany i fazy rozwojowej waha się między 52 a 78%. U odmian o źdźble długim i długo rosnącym na długość 6 - 10% węglowodanów zakumulowanych w ziarnie pochodzi z węgla zasymilowanego przed i w czasie kłoszenia, czasowo odłożonego w źdźble. U odmian krótkosłomych o krótkim okresie wzrostu źdźbła ilość ta dochodzi do 20%. Obraz ten jest więc nieco różny od tego, jaki wykazano u pszenicy jarnej. Należy i tu zakładać względnie duże różnice międzyodmianowe.

2. Jak wynika z dotychczas ogłoszonych wyników, żyto zachowuje się pod wieloma względami zupełnie odmiennie niż inne zboża:

a) mała powierzchnia liści górnych sprawia, że asymilacyjna rola źdźbła poniżej dokłosa i liści poniżej liścia flagowego ma tutaj większe znaczenie;

b) asymilaty z okresu kwitnienia w stosunkowo dużej ilości zostają złożone w niższych międzywęźlach, które funkcjonują z kolei jako akceptory; ich rola jako akceptorów jest duża;

c) udział fotosyntezy samego kłosa jest najniższy ze wszystkich zbóż i nie przekracza 5 do 7%, mimo iż kłos jest ościsty; należy sądzić, że jest to przede wszystkim skutek bardzo szybkiego starzenia się ości;

d) główna masa ziarna powstaje więc w wyniku przemieszczania, przy czym przemieszczanie zaczyna się wcześniej niż u innych zbóż.

Wcześniejszy termin przemieszczania związany jest z tym, że dokłose i pierwsze międzywęźle poniżej dokłosa rośnie przez dłuższy czas. W tym więc okresie ich rola jako akceptorów jest nieduża i przesuwa się na niższe międzywęźla. Asymilaty dopływające do dokłosa w dużej części przechodzą od razu do formującego się ziarna. Ostatecznie udział liścia flagowego i górnej części źdźbła nie przekracza 30-40% węgla zakumulowanego w ziarnie, a więc jest wyraźnie niższy niż u pszenicy i wzrasta dopiero pod koniec wegetacji.

W pewnym procencie przemieszczone zostają asymilaty zmagazynowane poprzednio w niższej części źdźbła. Skrócenie, i to nawet znaczne, źdźbła i okresu jego wzrostu mogłoby pozytywnie wpłynąć na wydajność fotosyntezy, a więc i na ciężar ziarna.

#### PODSUMOWANIE

Wygłaszając niniejsze uwagi nie miałem na celu dokonania przeglądu całości zagadnień perspektywicznych w uprawie zbóż. Chciałem wydobyć jedynie kilka spraw, które wydawały mi się szczególnie ważne właśnie w aspekcie przyszłości.

Po pierwsze byłyby to więc sprawy związane ze zmianami powierzchni zbożowej i udziałem w niej poszczególnych gatunków. Chodzi o to, że przesunięcia są tu konieczne, ale postulując ich skalę należy widzieć zarówno plusy, jak i minusy.

Podkreślałem, iż przesunięcia te mają swoje granice i wymagają rozszerzenia badań nad funkcjonowaniem modelu rośliny zbożowej, a więc badań szerszych i głębszych niż to by się wydawać mogło rzeczą potrzebną przy decyzjach o zmianach struktury zasiewów.

Wydawało mi się słuszne podniesienie sprawy badań nad systemem korzeniowym. Sądzę, iż na rozwój systemu korzeniowego należy zwrócić znacznie większą uwagę i to zarówno dlatego, że podnosząc nawożenie i zwiększając udział zbóż w strukturze zasiewów zależy nam na większej

sprawności działania korzeni, jak i ze względu na ewentualne zwiększenie się ich wpływu następczego.

Z kolei pozwoliłem sobie na szersze omówienie zagadnienia badań nad produktywnością w oparciu o 3 elementy strukturalne plonu, ze zwróceniem szczególnej uwagi na znaczenie wydajności fotosyntezy dla plonu, a więc i dla badań tej wydajności, po drugie na znaczenie nawożenia, ale nieco w innym aspekcie niż to dotychczas się robi. Myślą przewodnią było założenie, iż przy wysokim poziomie produktywności, a więc takim, na jakim chcemy się znaleźć, spojrzenie na roślinę zbożową musi być zupełnie inne.

Uwagi niniejsze nie pretendują do wyczerpania poruszonych tu zagadnień: sądzę, że warto by poświęcić im więcej miejsca w szerszym opracowaniu o charakterze nie podręcznika, lecz monografii syntetyzującej wszystko to, co dzisiaj wiemy o zbożach i wyznaczającej kierunki dalszych badań.

#### LITERATURA

1. Aspinall D., Austr. J.: Biol. Sc., 1961, 14; 1963, 16
2. Balazs F.: Acta agronom. Hungarica, 1952, IV, 1—2
3. Batalin M.: Roczn. Nauk rol., 1962, D, 98
4. Birecka H., Dakic-Włodkowska L.: Acta Soc. Bot. Pol. a) 1963, 32, 4, 691; b) 1964, 33, 407; c) 35, 637
5. Birecka H.: Bull. Acad. Pol. Sc., 1968, 167, 455
6. Birecka H., Skupińska J., Bernstein J.: Acta Soc. Bot. Pol., a) 1964, 33, 601; b) 1967, 36, 387
7. Birecka H., Wojcieszka U.: Acta Soc. Bot. Pol., 1968, 37, 71
8. Birecka H., Wojcieszka U., Zinkiewicz Z.: Bull. Acad. Pol. Sc., 1968, 16, 257
9. Birecka H., Zinkiewicz D.: Bull. Acad. Pol. Sc., 1968, 16, 323
10. Brouwer R., Schimpf C., Tahoze T.: Z. Ack. u. Pflb., 1961, 113, 10
11. Brouwer R., The Growth of Cereals a. Grasses, 1966, 153-167, (Root Growth of Cereals a/ Grasses)
12. Bunting A. H., Drennan D. S. U.: The Growth of Cereals a. Grasses, 1966, 20-38 (Some Aspects of the Morphology a. Physiology of Cereals in the Veget. Phase)
13. Ebert D.: Z. Land. u. Versuchswesen, 1956, 2, 3
14. Freney I. R., Lipsett J.: Nature, 1965, 205
15. Gliemmeroth G.: Z. Ack. u. Pflb., 1957, 103, 1
16. Griffiths R. J.: Field. Grop. Abstract, 1962, 15, 1, 17
17. Gros A.: Engrais, Paris 1962
18. Heyland K. H.: Z. Ack. u. Pflb., 1961, 113, 1
19. Hurd E. A.: Agron. J., 1968, 60, 201
20. Kornilow A. A.: Biologiczeskije osnovy vysokich urożajew ziernowych kultur, Moskwa, 1968
21. Kozakiewicz J.: Organizacja produkcji zbożowej, Warszawa 1965
22. Krasowska L.: Trudy Inst. Fizj. Rastienij, 1951, VII, 2
23. Langer R. H. M.: Annals Appl. Biol., 1959, 47, 740
24. Langer R. H. M.: The Growth of Cereals a. Grasses, 1966, 213—226 (Mineral Nutrition of Grasses a. Cereals)
25. Lewicki S., Mazurek J.: Owies, Warszawa 1966
26. Listowski A.: Post. Nauk. rol., 1964, 5



27. Michałowski K.: Post. Nauk rol., 1962, 6
28. Nosatowski A. J.: Pszenica, Moskwa 1950
29. Saloni K.: Uprawa żyta, Warszawa 1954
30. Szymańska L.: Hod. Rośl. Aklim., 1964, 8
31. Thorne G. H.: The Growth of Cereals a. Grasses, 1966, 85—105 (Physiological Aspect of Grain Yield in Cereals)

*Анатоль Листовски*

## O НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

### Резюме

Повышение участия зерновых культур, особенно пшеницы и ячменя в посевной структуре, будет зависеть от выведения соответствующих сортов пшеницы, а в частности ржано-пшеничного гибрида.

При участии зерновых культур более чем 60% посевов, они будут чередоваться один или два раза друг с другом. Когда возделывают 4 зерновые культуры, эту задачу можно легко решить. Если мы, однако, одновременно стремимся к исключению ржи или овса, невозможно избежать чередования пшеницы и ячменя.

Всё большее значение приобретают исследования корневой системы и динамика её развития с учётом сортов. Важно определение так называемых высоких доз удобрения, а также целесообразность их деления. Оптимальная система удобрения, рассматриваемая только со стороны максимальной продуктивности, принимает внесение многих доз в периодах их максимальной эффективности. Зато с организационной и экономической точки зрения следовало бы их концентрировать, в частности РК. Зато азот растения должны получать (в зависимости от сорта, густоты растений и условий среды) в период кущения и, в частности, сорта генетически слабо кустящиеся — в период образования главного побега.

Вес зерна из всех элементов структуры урожая производит наибольшее влияние на величину урожая зерновых культур с единицы площади.

Часть углеводов отложенных в зерне происходит из ассимиляции самого колоса, вторая часть — из перемещений со стебля.

Участие колоса в общем фотосинтезе озимой пшеницы составляет 9-10% у безостых сортов и 15-22% у остистых. Участие покровного листа колеблется от 52 до 78%. У ржи участие колоса 5-7%, покровного листа 30-40% остальное стебель. Сокращение, даже значительное, стебля и периода его роста могло бы положительным образом повлиять на продуктивность фотосинтеза, а следовательно и на вес зерна.

*Anatol Listowski*

## SOME PROBLEMS OF CEREAL PRODUCTION

### Summary

The increase of cereal share in total agricultural plant production, in particular that of wheat and barley, will depend on breeding better adapted varieties, including *Triticale*. Also the precrops influence the trends in cereal production. When cereals occupy more than 60% of arable land, they grow two or three times year after year on the same field, which is acceptable only when all four main cereal species are produced. When rye or oats are to be eliminated, the growing of wheat and/or barley year after year cannot be avoided. The research on root system morphology and

development in different varieties is also of great importance. Rates of fertilizers and the way of their application is to be established. Fertilizers can be most effective when applied in the most proper phase of vegetation. The economical reasons, however speak for reducing the number of doses, in particular of P and K. On the other hand, nitrogen should be applied at the time of tillering and main stem formation. The weight of grain constitutes the main cereal yield component. The starch stored in the grain comes partly from the ear and partly from the stem assimilates. The share of ear in total photosynthesis of wheat equals 9-10% in awnless and 15-22% in awned wheat. The share of the flag leaf equals 52-78%. In rye the share of the ear don't exceed 5 - 7%, the assimilation of lower part of the stem and lower leaves is of greater importance. The considerable shortening of the stem and of its growing period could positively influence the output of photosynthesis and consequently the grain weight.