

MAREK RUSZKOWSKI, ZDZISŁAW ŻEBROWSKI
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa

MOŻLIWOŚCI PRZECIWDZIAŁANIA WYLEGANIU ZBÓŻ

Wstęp

Wyleganie zbóż w związku z postępującą intensyfikacją nawożenia azotowego staje się jednym z głównym czynnikiem ograniczającym wzrost plonów ziarna i utrudniającym wprowadzenie do szerokiej praktyki rolniczej pełnej mechanizacji sprzętu. Dotyczy to przede wszystkim gleb ciężkich i średnich oraz rejonów klimatycznych o stosunkowo dużej ilości opadów, zwłaszcza w okresie kłoszenia — dojrzewanie.

Straty plonu ziarna przy wyleganiu w okresie kłoszenia lub wypełniania ziarna mogą dochodzić do 30—40 %.

W fazie dojrzałości mlecznej, woskowej lub pełnej nie przekraczają 5—10%, ale w znacznym stopniu uniemożliwiają sprzęt mechaniczny i zwiększają jego koszty.

Na ogół największa skłonność do wylegania, występująca nawet przy stosowaniu stosunkowo niedużego nawożenia azotowego, charakteryzuje uprawne odmiany żyta i jęczmienia ozimego oraz jarego. Niejednokrotnie żyto lub jęczmień jary wylega przy nawożeniu azotowym około 10—20 kg N/ha w wypadku obfitych opadów w fazie dojrzałości woskowej. Straty w plonie ziarna, jak już zaznaczono, są wówczas niewielkie, jednak trudności w sprzęcie mechanicznym powodują, że rolnicy niechętnie stosują większe dawki nawozów azotowych pod te rośliny.

Ponieważ w latach 1966—1967, a zwłaszcza w latach 1970—1975, planowane jest znaczne zwiększenie ilości nawozów mineralnych, a szczególnie azotowych, istotna jest sprawa możliwości ich wykorzystania pod zboża.

Rozwiązania w zakresie hodowli

Najwłaściwszym sposobem rozwiązania problemu wylegania jest wprowadzenie do uprawy odmian sztywnosłomych, które nawet przy stosowaniu wysokich dawek nawozów azotowych można będzie zebrać przy pomocy nowoczesnych maszyn rolniczych, tj. snopowiązałek lub kombajnów.

W pracach selekcyjnych w okresie przedwojennym i powojennym

większą uwagę zwracano na cechy plenności, aniżeli na odporność na wyleganie, ze względu na bardzo niski poziom nawożenia azotowego. W związku z tym większość dotychczas uprawianych odmian można zaliczyć do typu ekstensywnego. Odmiany te nadal przedstawiają duże znaczenie dla naszego rolnictwa, ze względu na ich przystosowanie do specyficznych warunków klimatycznych Polski, dużą zimotrwałość i plenność.

Należy zaznaczyć, że wszystkie te odmiany badane w doświadczalnictwie terenowym IUNG w latach 1958—1964 przy średnim nawożeniu mineralnym ok. 100 kg NPK/ha (w porównaniu z obiektem kontrolnym bez nawożenia) zapewniły nadwyżki w plonie ziarna około 6 q/ha (31), przy dużym zaś ok. 220 kg NPK/ha (w porównaniu z obiektem kontrolnym 120 kg NPK/ha) ok. 3—4 q/ha (32, 35). W licznych doświadczeniach stwierdzono, że przy dużym nawożeniu mineralnym (ok. 220 kg NPK/ha) niektóre odmiany typu „ekstensywnego” w pewnych rejonach klimatyczno-glebowych silnie wylegają, w związku z tym plony ziarna są w nich niższe aniżeli na obiektach kontrolnych. Z drugiej jednak strony, analiza wyników tych doświadczeń wykazuje, że odmiany te w innych rejonach klimatycznych Polski (np. rejon północno-wschodni — woj. białostockie) reagują silnie na nawożenie mineralne i wylegają w stopniu nie utrudniającym wykonanie sprzętu mechanicznego (32). Pojęcie tzw. intensywności odmian musi odnosić się do ściśle określonych warunków siedliska.

Dlatego też wydaje się, że podstawą przyszłej rejonizacji odmian będzie ich ocena w różnych warunkach uprawy i nawożenia, przy równoległym ich badaniu w odmiennych rejonach klimatycznych i glebowych kraju.

Należy przypuszczać, że w przyszłości konieczne będzie stopniowe wycofywanie z uprawy niektórych odmian a wprowadzenie form intensywnych reagujących dużą zwyczajną plonu ziarna na silne nawożenie mineralne, które poza innymi cechami użytkowymi będą charakteryzować się odpornością na wyleganie.

W ostatnim 10-leciu hodowcy polscy zwrócili większą uwagę na selekcję form sztywnosłomych, w efekcie czego otrzymano następujące odmiany pszenicy ozimej: Żelazna, Mira, Małgorzatka, Dańkowska Biała, Eka Nowa, Ślązaczka, Ninka II; żyta: Chrobre, Dańkowskie II i formy tetraploidalne: Borkowskie i Gorzowskie Tetra; pszenicy jarej: Gorzowska Sztywna i owsa: Bartek Udycki, Udycz Żółty i Biały Mazur (34).

Naturalnie, że wyżej wymienione odmiany nie reprezentują form doskonałych, ale okazują się szczególnie cenne na okres najbliższych lat, gdy nawożenie mineralne osiągnie poziom ok. 200 kg NPK/ha. Wyniki doświadczeń przeprowadzonych przez doświadczalnictwa terenowe IUNG

w latach 1962—1964 (ok. 800 doświadczeń) na terenie całego kraju wskazują, że przy dużych dawkach nawozów mineralnych (pszenica i owies — 225 kg NPK/ha — w tym 90 kg N, żyto 200 kg NPK/ha — w tym 70 kg N) odmiany te wylegają jedynie na glebach bardzo żyznych, albo przy ulewnych deszczach pochodzenia burzowego występujących w okresie dojrzałości mleczej i woskowej (32). Nadwyżki w plonie ziarna w porównaniu do obiektów kontrolnych (dawka NPK ok. 120 kg/ha, w tym 45 kg N) w zależności od odmiany wahały się od 4 do 8 q/ha i średnio wyniosły 6,0 q/ha (32).

Z powyższego wynika, że otrzymane w ostatnich latach odmiany, mimo niektórych ujemnych cech, jak wrażliwość na choroby grzybkowe (rdza, mączniak), średnia wartość technologiczna itp. warunkują uzyskanie wysokiego pułapu plenności.

Dlaczego posiadając tak wartościowe odmiany zbóż mamy stosunkowo niską wydajność z jednostki powierzchni, a tym samym i niewystarczającą w stosunku do potrzeb produkcję globalną? Poza oddziaływaniem licznych czynników ograniczających, jak niekorzystny przebieg warunków pogody w okresie wegetacyjnym, a szczególnie w okresach krytycznych rozwoju, występowanie w niektórych rejonach dużego nasilenia szkodników i chorób, silne zachwaszczenia zasiewów, wylegania itp. mała wydajność z hektara wynika z często niedostatecznego poziomu agrotechniki (uprawa roli, termin i ilość wysiewu, pielęgnacja zasiewów), stosowania niewłaściwych przedplonów, a głównie ze zbyt małego poziomu nawożenia mineralnego.

Jeżeli średnio w latach 1962—1965 wysiewaliśmy w Polsce około 45 kg/ha nawozów mineralnych, z czego pod zboża prawdopodobnie nie przeznaczano więcej jak 20—25 kg/ha, to otrzymanie średniej wydajności (4 podstawowych zbóż) w tym okresie ok. 18 q/ha jest w pełni zadowalające (26). Rozumowanie to wydaje się w części uzasadnione, jeżeli porównamy plony ziarna zbóż otrzymane w Polsce z niektórymi krajami zachodnio-europejskimi, pamiętając o tym, że warunki klimatyczne są tam na ogół korzystniejsze dla ich uprawy i stabilizacji plonów, np. w NRD średnie zużycie nawozów mineralnych w latach 1962—1963 wyniosło 156 kg/ha; plony zaś wynosiły około 27,0 q/ha (26).

Jeżeli w Polsce zastosowalibyśmy podobne nawożenie, przyjmując efektywność 1 kg NPK na ok. 8 kg ziarna, otrzymalibyśmy plony ok. 27,1 q/ha, a więc takie same jak uzyskują w NRD.

Niezależnie od tego kontynuowane są w dalszym ciągu prace genetyczno-hodowlane zmierzające do otrzymania jeszcze wartościowszych odmian zbóż o interesującej nas właściwości, odporności na wyleganie (34).

Bardzo cenna jest nowa odmiana otrzymana w Stacji Hodowli Roślin

Modzurów, nazwana Gb 273 lub Modzurowska. Odmianę tę przebadano pod względem cech produktywności w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian Szonowice (Opole) i w Zakładzie Roślin Zbożowych IUNG w Puławach.

W Szonowicach, w doświadczeniach odmianowych porównywano tę odmianę z włoskimi (sztywno- i krótkosłome) oraz polskimi — Mirą i Żelazną. Doświadczenia zakładano na bardzo żyznej madzie nadodrzańskiej w dwu wersjach: przy małym (ok. 30 kg N/ha) i dużym (ok. 70 kg N/ha) poziomie nawożenia azotem. Przy małych dawkach azotu plony Modzurowskiej kształtowały się porównawczo najniżej, przy dużych zaś były najwyższe. Wskazuje to na wyraźnie intensywny charakter tej odmiany w odniesieniu do nawożenia.

W Puławach, na glebie bielcowej i madzie nadwiślańskiej (pole doświadczalne Kępa) badano reakcję tej odmiany na duże dawki azotu (od 50 do 250 kg/ha) w porównaniu z wysokowydajnymi odmianami krajowymi i zagranicznymi. W latach 1963—1964 przy panującej suszy w okresie wiosenno-letnim wszystkie badane odmiany pszenic reagowały w niewielkim stopniu na dawki do ok. 100 kg N/ha. Większe nawożenie azotowe pozostało bez wpływu na ich plony. Natomiast w 1965 r. Modzurowska przy korzystnym układzie czynników klimatycznych plonowała znacznie wyżej przy dużych dawkach nawozów azotowych (do 150 kg N/ha), przy czym wydajność jej z hektara była zbliżona do najlepszych odmian krajowych i zagranicznych.

Najcenniejszą właściwością tej odmiany jest jednak odporność na wyleganie. Okazało się, że przy dużym nawożeniu azotowym (do 200 kg N/ha) wyleganie nie występuje nawet przy obfitych opadach pochodzenia burzowego.

Na przykładzie tej odmiany została jeszcze raz potwierdzona teza o możliwości otrzymania w kraju odmian pszenicy ozimej o pełnej odporności na wyleganie. Co prawda nie otrzymano w Polsce dotychczas tak dobrych rezultatów w hodowli żyta, ale są już daleko zaawansowane prace zmierzające do otrzymania sztywnosłomych odmian di- i tetraploidalnych (25, 27, 29). W Szwecji we wstępnych doświadczeniach bada się produktywność wybitnie sztywnosłomych odmian tego gatunku (25).

Wszystko wskazuje, że dzięki pracom genetyczno-hodowlanym istnieje pełna możliwość otrzymania odmian sztywnosłomych, a tym samym wyeliminowanie niebezpieczeństwa wylegania jako jednego z ważnych czynników ograniczających produktywność zbóż.

Rozwiązania w zakresie uprawy i nawożenia

Można w pewnym stopniu przeciwdziałać wyleganiu poprzez stosowanie odpowiedniej ilości wysiewu i techniki nawożenia azotem, tj. sto-

sowanie takich terminów nawożenia, dzięki którym wzrost wegetatywny zostaje ograniczony, natomiast azot jest w większym stopniu wykorzystywany do wypełniania ziarna i podniesienia w nim zawartości białka.

Ilość wysiewu zbóż zależy przede wszystkim od warunków glebowych i ilości opadów. Im gleba żyzniejsza i w wyższej kulturze i im większa ilość opadów, tym silniejsze jest krzewienie i wzrost masy wegetatywnej, a zarazem większe niebezpieczeństwo wylegania. W takich warunkach wskazane są siewy rzadsze. Natomiast w warunkach suchszych, przy prymitywniejszej agrotechnice, małym nawożeniu mineralnym i glebach lżejszych, należy zalecać większy wysiew.

Wyniki doświadczeń prowadzonych w Polsce (7, 8, 18, 28) wskazują, że przy siewach w granicach 120—180 kg/ha i niezbyt dużym nawożeniu mineralnym (ok. 100 kg NPK/ha) różnice w plonie ziarna między badanymi ilościami wysiewu są niewielkie. Natomiast z doświadczeń wykonanych w latach 1960—1965 wynika, że przy dużym nawożeniu mineralnym (ok. 200 kg NPK/ha) wysiew w granicach 100—120 kg/ha jest zupełnie wystarczający (32). Podobne rezultaty otrzymano w innych krajach Europy (1, 2, 5, 6, 12, 19, 23, 24, 32).

W doświadczeniach tych ponadto wykazano istnienie współzależności między ilością wysiewu, poziomem nawożenia a wyleganiem. Przy małej ilości wysiewu i dużym poziomie nawożenia azotowego stopień wylegania wszystkich badanych rodzajów zbóż był znacznie mniejszy aniżeli przy dużej ilości wysiewu.

Dlatego też szczególnie tam, gdzie zachodzi obawa wylegania, a więc w okolicach o dużej ilości opadów, na glebach żyznych i będących w wysokiej kulturze po dobrych przedplonach (motylkowe, okopowe) i przy silnym nawożeniu mineralnym, zwłaszcza azotowym, przy zachowaniu dla określonych rejonów właściwych terminów siewu, należy dążyć do znacznego zmniejszenia ilości wysiewu (żyto 90—100, pszenica ozima 100—120, pszenica jara 180—190, owies 150—160 kg/ha). W ten sposób na pewno w znacznym stopniu zabezpieczymy zboża przed wyleganiem.

Nie ulega również żadnej wątpliwości, że w dużym stopniu można ograniczyć wyleganie poprzez zachowanie prawidłowego stosunku N:P:K i stosowanie podzielonych dawek azotu.

Rozpoczęcie badań w tym zakresie było możliwe dopiero w latach 30-tych, kiedy to w dużym stopniu zostały wyjaśnione zagadnienia przebiegu pobierania azotu przez rośliny uprawne, jak również dynamika przyswajalnego azotu w glebie (3). Pierwsze prace zmierzające do określenia skuteczności różnych terminów nawożenia, a zwłaszcza późnych dawek w okresie kłoszenia i kwitnienia, zostały podjęte przez Selke'go (3) w 1934 r.

W okresie powojennym podobne badania prowadzone w Austrii, Ho-

landii, Niemczech i Polsce (3, 4) zmierzały do wyjaśnienia stosunku nawożenia dodatkowego (azotowego) do podstawowego, terminów nawożenia dodatkowego, wysokości dawek, wpływu na strukturę plonu, wyleganie itp. Zasadnicze założenie nowych sposobów nawożenia polegało na tym, że późne dawki azotu miały być dawkami dodatkowymi, uzupełniającymi nawożenie podstawowe, a nie zamieniającymi te ostatnie.

Na tle otrzymanych wyników doświadczeń, w których stosowano nawożenie w różnych fazach rozwoju, okazało się możliwe przejście na znacznie większe dawki od dotychczas przyjętych. Opóźnione dawki z jednej strony w znacznym stopniu zabezpieczały zboża przed wyleganiem, z drugiej zaś pozwalały na podniesienie ich produktywności.

Opracowana technika wykazuje również cechy ujemne. Przede wszystkim dawki opóźnione działają dodatnio jedynie przy wystarczającej wilgotności gleby, a tym samym przy dostatecznej ilości opadów w okresie kłoszenie - dojrzewanie, dlatego też mogą być stosowane w stosunkowo ograniczonej ilości rejonów klimatycznych. Konieczna jest przy tym dobra znajomość właściwości biologicznych i rozwojowych roślin, a ponadto koszty związane z kilkakrotnym nawożeniem azotem są wyższe, aniżeli przy technice tradycyjnej. Do czasu otrzymania odmian sztywnosłomych, nie wylegających przy dużych dawkach azotu, proponowana technika nawożenia przedstawia duże znaczenie dla praktyki rolniczej.

Wydaje się jednak, że uprawiane obecnie u nas odmiany przy wystąpieniu obfitych opadów (zwłaszcza pochodzenia burzowego) w okresie kłoszenie - dojrzewanie, nawet przy małym zagęszczeniu zasiewów czy też opóźnionym nawożeniu azotem będą również wylegać.

Dlatego też rozwiązanie tego problemu jest możliwe, jak to już nadmieniono, przez wprowadzenie do uprawy odmian sztywnosłomych, nie wylegających nawet przy nadmiarze opadów w okresie kłoszenie - dojrzewanie.

W okresie przejściowym, tj. do czasu otrzymania wysokoplennych odmian sztywnosłomych, dużą rolę w produkcji zbożowej mogą odegrać substancje chemiczne z grupy regulatorów wzrostu, hamujące wzrost, a nie wpływające depresyjnie na plon.

Przeprowadzone w Austrii, NRF i USA badania nad biologicznie czynnym związkami chemicznymi należącymi do grupy retardantów, chlorkiem 2-chloroetylotrójmetyloamoniowym — lub prościej chlorkiem chlorocholiny, zwanym popularnie CCC — wskazują, że skraca on źdźbło pszenicy i przeciwdziała wyleganiu.

U pszenicy potraktowanej chlorkiem chlorocholiny następuje zahamowanie wzrostu, skrócenie i zgrubienie międzywęźli. Zastosowanie CCC w praktyce rolniczej jest bardzo proste, ponieważ wprowadza się

do gleby w mieszance z nawozami azotowymi lub w formie oprysku, w fazie strzelania w źdźbło.

Wyniki ostatnio wykonanych doświadczeń (9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 30) wskazują, że w przypadku stosowania CCC nadwyżka w plonie ziarna waha się w granicach 9—18 q/ha w zależności od stopnia wylegania roślin nie potraktowanych CCC. Nie stwierdzono dodatniego wpływu CCC na plony ziarna w przypadku, gdy pszenica na obiektach kontrolnych nie wylegała. Z powyższego zdaje się wynikać, że wzrost plonów ziarna na obiektach traktowanych CCC nie jest spowodowany stymulującym działaniem tego preparatu, a jedynie ograniczeniem wylegania pośrednio wpływającym na zwiększenie plonu.

Wstępne doświadczenia przeprowadzone przez IUNG i w Katedrze Fizjologii Roślin Uniwersytetu im. M. Kopernika w Toruniu (7 doświadczeń) wskazują, że CCC (produkcji polskiej pod nazwą preparat „333”) zastosowany w mieszance z siarczanem amonu lub jako płyn do opryskiwania (produkcji austriackiej) w ilości 4 kg/ha (lub 6 l/ha) w fazie strzelania w źdźbło wpłynął na znaczny wzrost plonu ziarna pszenicy. Plony słomy przy stosowaniu CCC kształtowały się podobnie jak na obiekcie kontrolnym (bez CCC). Wielkość nadwyżek w plonie ziarna (od 5—14 q/ha) otrzymana na skutek traktowania CCC była uzależniona od stopnia i terminu wylegania obiektów kontrolnych.

W związku z opracowaniem w Instytucie Przemysłu Organicznego nowej metody technicznej produkcji CCC charakteryzującej się bardzo niskimi kosztami wytwarzania, jak również planowanym rozpoczęciem produkcji przez Zjednoczenie Przemysłu Organicznego, istnieją już wystarczające podstawy do stwierdzenia, że koszt stosowania tego preparatu nie przekroczy 200 zł/ha.

Wynika z tego, że zabieg ten jest w pełni ekonomicznie opłacalny i może umożliwić stosowanie wysokich dawek azotu pod pszenicę bez obawy o wyleganie. Sprawdzenia wymagają jeszcze ewentualnie jego wpływy uboczne na jakość ziarna, stopień kumulacji w ziarnie i związana z tym ewentualna toksyczność dla ludzi i zwierząt. W tym zakresie prowadzone są już odpowiednie badania przez IUNG i w Zakładzie Stosowania Pesticydów w Instytucie Przemysłu Organicznego.

Wnioski

Rozwiązanie problemu wylegania zbóż w Polsce zadecyduje o możliwościach wzrostu plonów, jak również o znacznym postępie w mechanizacji sprzętu.

Ocena uprawnych odmian wskazuje, że przy poziomie nawożenia azotowego od 40 do 90 kg N/ha wyleganie występuje jedynie na glebach

bardzo żyznych względnie przy obfitych opadach pochodzenia burzowego w okresie dojrzałość mleczna — dojrzałość woskowa. Na glebach w dobrej kulturze przy stosowaniu właściwych przedplonów, prawidłowego nawożenia mineralnego (stosunek N:P:K) i racjonalnej technice nawożenia może niejednokrotnie wystąpić niewielkie wyleganie, nie utrudniające jednak sprzętu mechanicznego.

Na podstawie licznych doświadczeń wykazano, że większość odmian uprawnych zbóż reaguje znaczną zwyżką plonu ziarna (3—5 q/ha) na większe dawki nawozów mineralnych (od 200 do 220 kg NPK/ha), a szczególnie azotowych (70—90 kg N/ha), tylko w przypadku silnego wylegania nie obserwowano wyraźnego różnicowania w stosunku do obiektu kontrolnego (120 kg NPK/ha, w tym 30—45 kg N/ha).

Wydaje się, że problem wylegania zostanie najbardziej prawidłowo rozwiązany poprzez wyhodowanie odmian sztywnosłomych. Tezę tę potwierdzają znane właściwości małej skłonności do wylegania już obecnie zrejonizowanych odmian, względnie pełna odporność badanych we wstępnych doświadczeniach (pszenica ozima).

Można również w pewnym stopniu przeciwdziałać wyleganiu poprzez stosowanie zmniejszonej ilości wysiewu, opóźnionego nawożenia azotowego, względnie substancji chemicznych typu regulatorów wzrostu hamujących wzrost elongacyjny i wpływających na skrócenie dolnych międzywęźli i zgrubienie słomy.

Przeprowadzone w wymienionym zakresie prace badawcze i doświadczalne wskazują, że znaczne zmniejszenie wysiewu zbóż, przy równoległym zastosowaniu większego nawożenia mineralnego, w pewnym stopniu ogranicza wyleganie. Podobnie działa i opóźnione nawożenie azotowe, z tym że w wypadku zbyt niskiej wilgotności w okresie ich stosowania nadwyżki w plonie ziarna mogą okazać się ekonomicznie nieopłacalne.

Zastosowanie regulatorów wzrostu (chlorek chlorocholiny) umożliwi zupełnie wyeliminowanie ryzyka wylegania u pszenicy. Prace w tym zakresie należałoby rozszerzyć, ażeby znaleźć odpowiednie związki chemiczne działające podobnie na inne rodzaje zbóż.

Prawdopodobnie związki te będą miały jedynie większe znaczenie do czasu otrzymania wybitnie sztywnosłomych odmian.

LITERATURA

1. Banneick A. — Albrecht Thaer Archiv, t. 6, nr 9, 1962.
2. Banneick A. — Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, t. 105, nr 2, 1958.
3. Boguszewski W. — Postępy Nauk Rolniczych, nr 4, 1963.
4. Boguszewski W., Pentkowski A. — Postępy Nauk Rolniczych, nr 17, 1964.

5. Frey Müller H. — Landwirt Jhrb., t. 41, nr 1, 1964.
6. Iwanow A. P. — Roż. Moskwa, 1961.
7. Jagmin J. — Badania nad gęstością siewu żyta ozimego i jęczmienia jarego, Wilno, 1930.
8. Jakowski Z. — Gazeta Rolnicza, nr 29—30, 1928.
9. Jung J. — Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde, 107, 1964.
10. Jung J., Sturm H. — Landw. Forsch. 17, 1964.
11. Kopecky M. — Slama Zemedelske Noviny z 25. III. 1965 r.
12. Kress H., Riemann K. H. — Dtsch. Landwirt, t. 14, nr 9, 1963.
13. Linser H., Kühn H. — Zeitschrift Pflanzenernährg, Düng., Bodenkunde 96, nr 1962.
14. Linser H., Kühn H. — Agrochimica 7, 1963.
15. Linser H., Kühn H. — Zeitschrift. Pflanzenernährg. Düng, u. Bodenkunde 101, 1963.
16. Linser H., Kühn H. — Bodenkultur 14, 1963.
17. Linser H., Kühn H., Bohring — Zeitschrift Acker- u. Pflanzenbau 117, 1963.
18. Łubkowski Z., Czerwińska M. — Doświadczenia z roślinami zbożowymi, z. 1, 1960.
19. Malmus H. — Dtsch. Landwirt, t. 76, nr 20, 1953.
20. Mayr H., Presley E. — Zeitschr. Acker u. Pflanzenbau, 118, 1963.
21. Mayr H., Primost E. — Bodenkultur 14, 1963.
22. Mayr H., Primost E., Rittmeyer G. — Bodenkultur 13, 1962.
23. Petersen H. — Dtsch. Landwirt. Pr., t. 75, nr 15, 1952.
24. Radzenko C. I. — Izw. Akad. Nauk RSFSR, t. 6, nr 95, 1957.
25. Referaty Międzynarodowej Konferencji Żytniej. Poznań, 1965.
26. Rocznik Statystyczny, 1964.
27. Ruebenbauer T. — Sprawozdanie Oddziału Krakowskiego PAN. Kraków, 1964.
28. Saloni K. — Uprawa żyta. PWRiL. 1954.
29. Słaboński A. — Nowe Rolnictwo, t. 12, 1963.
30. Tolbert N. E. — Plant Physiol, t. 35, 1960.
31. Wyniki doświadczeń Zakładu Nawożenia IUNG w latach 1958—1961 (rękopis).
32. Wyniki doświadczeń Zakładu Roślin Zbożowych IUNG w latach 1961—1964 (rękopis).
33. Wuth E. — Z. f. Versuchs u. Untersuchungswesen, t. 6, nr 1, 1960.
34. Zadania i potrzeby hodowli roślin i nasiennictwa na tle kierunków rozwoju produkcji roślinnej. Wydanie zbiorowe. Ministerstwo Rolnictwa. Warszawa, 1961.
35. Zalecenia Agrotechniczne IUNG, 1958, 1962, 1966.