

Reakcja jęczmienia jarego na dokarmianie azotem w warunkach niedoboru wody

The response of spring barley to nitrogen supplied under conditions
of water deficiency

R. DOMAŃSKI

WSTĘP

Powiększający się z roku na rok deficyt wodny Wielkopolski zmusza coraz więcej specjalistów z różnych dziedzin wiedzy do zajęcia się tym problemem.

Występujący w latach ostatnich niedostatek wody szczególnie ujemnie wpływa na produkcję roślinną rolnictwa. Wielkość produkcji limitowana jest zarówno sumą opadów rocznych jak i ich rozkładem na poszczególne miesiące okresu wegetacyjnego. W ubiegłych siedmiu latach (1953—1959) opady roczne województwa poznańskiego oscylowały od 437 mm do 583 mm. Jednakże średni opad roczny z tych lat wynosi tylko 493 mm, podczas gdy tzw. średnia wieloletnia (z 40 lat) 517 mm. W efekcie, na przestrzeni branych pod uwagę lat występował deficyt (średni) coroczny 24 mm. Przyjmując, że wyliczone średnie opady za 7 lat nie odbiegają znacznie od średniej dla Wielkopolski, niedobór wody za wymienione lata wynosi około 650 mln m³.

W ostatnich pięciu latach wystąpiły ponadto kilkakrotnie okresowe susze, które wpłynęły bardzo niekorzystnie na gospodarkę rolną. Przyczyną tych ujemnych skutków posuch jest fakt, że przypadają one w okresach wegetacji roślin, co więcej, niejednokrotnie w tych fazach rozwojowych, które cechują się znacznym zapotrzebowaniem na wodę. Tak na przykład w latach 1955, 1956, 1957, 1959 wystąpiły susze w miesiącu maju obniżając plon wielu roślin, a przede wszystkim zbóż jarych. Przyjmując przeciętny (z 40 lat) opad w maju za 100, w roku 1955 wynosił on 44; w 1956 — 17; w 1957 — 39; 1959 — 50. Brak odpowiedniej ilości opadów w tym miesiącu odbija się wysoce ujemnie tak na zbożach ozimych, jak i jarych.

Podane wyżej fakty stały się przyczyną podjęcia badań nad zagadnieniem zmniejszenia skutków suszy przy pomocy odpowiedniego żywienia azotem.

PRZEGLĄD LITERATURY

Woda jest czynnikiem, który wywiera decydujący wpływ na produkcję masy organicznej przez roślinę. W wyżej przytoczonym zagadnieniu tkwi przyczyna licznych badań nad gospodarką wodną roślin uprawnych. Spośród roślin uprawnych stosunkowo niewielkich ilości wody potrzebują zboża, które nawet w rejonach ubogich w opady dają względnie wysokie plony. Jednym z podstawowych zbóż jest jęczmień jary. Należy on zdaniem Bachtiejewa (1955) do roślin odpornych na suszę. Badania przeprowadzone przez Bungera (1906), Kuryłowicza (1927), Listowskiego (1955, 1956), Molibogę (1917), Nehrunga (1938, 1940), Schmidta (1941), Terlikowskiego (1924) i innych wskazują, że jęczmień, podobnie jak inne zboża, reaguje na niedobór wody obniżeniem plonu ziarna i słomy. Wymienieni autorzy potwierdzają wcześniejsze badania wykazujące, że spadek plonu zależy od tego, w jakim okresie rośliny odczuwały brak wody. Badania Aleksiejewa, jak również Skazkina wskazują, że „okres krytyczny” u jęczmienia przypada po „stadium świetlnym”, co odpowiada pełni fazy strzelania w źdźbło. Zdaniem Aleksiejewa (1937, 1953), Bachtiejewa (1955), Molibogi (1927), Skazkina (1954), u jęczmienia występuje okres krytyczny bezpośrednio przed kłoszeniem. Niedobór wody w tym czasie, jak wykazuje swymi badaniami Aleksiejew (1953) i Zabłuda (1951), obniża ilość kłosek w kłosie, wpływa ujemnie na tworzenie się: tetraspor, woreczka zalążkowego oraz nas sam proces zapłodnienia. Nic więc dziwnego, że deficyt wody w okresie tak ważnym dla rośliny odbija się ujemnie na jej plonie.

Zaburzenia w przebiegu procesów generatywnych wpływają na zmniejszenie ilości ziarn, jak również na ich wykształcenie, co prowadzi do zmiany stosunku słomy do ziarna i może z tego powodu występować szczyrbać kłosek Maksimow (1952).

Zdaniem fizjologów pogarszające się warunki wodne w mniejszym stopniu hamują rozwój systemu korzeniowego aniżeli wzrost części nadziemnych. Wskazuje to na duży wpływ wody na stosunek poszczególnych organów do siebie (Crafts, Currier, Stocking 1949, Maksimow 1952, Siergiejew 1953, Strebeyko 1956).

Badania ostatnich lat starają się wyjaśnić wpływ suszy na poszczególne procesy życiowe. Tak więc Aleksiejew (1937, 1950), Liubarskaja (1950), Oparin (1952), Strebeyko (1956), Szmidt

(1941), stwierdzają, że istnieje ściśle powiązanie między bilansem wodnym rośliny a intensywnością fotosyntezy. Niedostatek wody w bardzo silnym stopniu ogranicza ten proces, a nawet może go całkowicie zahamować. Podobne zależności istnieją między niedostatkiem wody a innymi procesami syntetycznymi w organizmie, na co wskazuje Kursanow (1951), Oparin (1952) i Sisakjan (1940). Przyczynę tego zjawiska wyjaśniają badania Kursanowa (1951), Siminowiticha (1953), Sisakjana (1940) i innych. Stwierdzają oni, że na skutek niedostatku wody w organizmie wzrastają procesy hydrolityczne, i to zarówno węglowodanów złożonych, jak i białek. Kursanow (1951) i Sisakjan (1940) uważają, że dzieje się to na skutek zmian w stosunkach wodnych wewnątrz komórki. Zmniejsza się bowiem ilość wody wolnej, na skutek czego enzymy przechodzą ze stanu wolnego w stan związany, co wywołuje zmianę w kierunku ich działania. Wzrasta proces hydrolizy, następuje przewaga rozkładu nad syntezą. Powstawanie w organizmie dużych ilości związków prostych sprzyja procesowi oddychania. Arvin (1954), Domański (1958), Kursanow, Stocker (1956) i inni stwierdzają wzrost intensywności oddychania w pierwszych okresach deficytu wody u roślin.

Według Stockera (1956) oddychanie wzrasta przede wszystkim w pierwszym okresie działania suszy, zwanym przez niego fazą reakcyjną. Natomiast przy dalszym narastaniu deficytu wodnego intensywność oddychania zaczyna maleć. Badania Iljina (1953), Kissera (1957), Kuryłowicza (1927), Rissmanna (1930), Schmiela (1955) i innych wykazują, że warunki wodne wpływają w bardzo silnym stopniu na gromadzenie się składników mineralnych u zbóż. Współczesne badania Kissera (1957) i Schmiela (1955) wykazują (wbrew starszym badaniom Seelhorsta 1911), że susza powoduje wzrost procentowej zawartości składników popielnych w roślinie.

Przedstawione wyżej powiązania między gospodarką wodną rośliny a jej procesami życiowymi pozwoliły Maksimowowi (1952) i innym na ogólne stwierdzenie, że intensywność procesu wzrostu może być głównym wskaźnikiem zaopatrzenia zbóż w wodę. Znana jest rzeczą, że poszczególne gatunki, a nawet odmiany zbóż różnie reagują na niedobór wody. Badania Listowskiego (1955), Maksimowa (1952), Nehringa (1938), Skazkina (1954), poświęcone gospodarce wodnej wskazują na dużą rozbieżność w reakcji odmian zbóż na niedobór wody. Jeżeli chodzi o jęczmień, zagadnienie to nie jest jeszcze całkowicie rozpracowane. I tak Barbacki (1947) w opracowaniu tej rośliny omawia tylko marginesowo różnice międzyodmianowe w reakcji na niedobór wody. Badania Listowskiego (1956) i współpracowników wykazują, że między odmianami jęczmienia jarego mogą być znaczne

różnice w reakcji na stały, czy też okresowy niedobór wody. Uwidacznia się to zarówno w plonach, jak i we „współczynniku produktywności”.

Literatura przytacza liczne badania, w których analizowano zmiany zachodzące u roślin zbożowych pod wpływem stałej, czy też okresowej suszy. Cytowane zmiany odnoszą się do właściwości plazmy, współczynnika produktywności i plonu. Mogą się one w dużym stopniu różnicować, i to zarówno w zależności od właściwości genetycznych danej rośliny, jak też od wielkości deficytu wodnego, Abolina (1949), Aleksiejew (1937), Genkel (1951), Iljin (1953), Kisselboch (1916), Konstantinow (1956).

Prace Genkla (1949, 1951, 1955), Sisakjana (1940), Stockera (1956) i innych zwracają coraz większą uwagę na zmiany we właściwościach plazmy wywołane niedoborem wody. Wymienieni badacze wykazują, że przy braku wody zwiększa się na przykład elastyczność i lepkość plazmy oraz jej przewodnictwo elektryczne. Jednocześnie zwiększa się przepuszczalność plazmy dla wody i elektrolitów, wzrasta jej hydrofilność.

Maksimow (1951) analizując szczegółowo problem odporności na suszę, w oparciu o badania swoje i wielu innych autorów, dochodzi do wniosku, że rośliny zbożowe odporne na suszę powinny cechować się niewielkim zahamowaniem wzrostu z powodu suszy. Sisakjan (1940) pogłębiając to zagadnienie stwierdza, że rośliny odporne powinny się charakteryzować w warunkach suszy niewielkim zahamowaniem procesów syntezy. Wymienieni badacze powiązali zagadnienie reakcji roślin na suszę z odpornością.

Obecnie panuje powszechne przekonanie, że rośliny odporne w warunkach niedostatku wody dają większy plon niż rośliny nieodporne. Listowski (1955), Maksimow (1952), Sisakjan (1940), Genkel (1949, 1951, 1955), Szkolnik (1953), Natanson (1952), Stocker (1956) i inni twierdzą, że struktura plazmy roślin odpornych jest inna niż nieodpornych. Wymienieni autorzy twierdzą, że rośliny odporne na suszę cechują się wyższą zawartością wody związanej oraz wyższym ciśnieniem osmotycznym (Genkel 1955, Siemjakin 1936, Simonow 1954). Ze stanowiskiem tym nie zgadzają się jednak tacy badacze, jak Kramer (1956), Stocker (1956) i inni, którzy uważają, że wymienione cechy są efektem suszy, a nie wskaźnikami odporności.

Samygina (1954), Tumanow (1952) próbowali zwiększyć „odporność” roślin przez stosowanie substancji wzrostowych. Metoda ta dała pozytywne rezultaty przy uodparnianiu roślin na niskie temperatury. Bardzo mało jest jednak danych co do działania substancji wzrostowych w warunkach suszy (Andersen 1954, Jakuszkina 1952). Bada-

nia Michniewicza (nie publ.) zdają się wskazywać, że przy pomocy substancji wzrostowych można osiągnąć pewne dodatnie rezultaty. Młode roślinki pszenicy, opryskane kwasem β -indolooctowym cechowały się większą wytrzymałością na suszę.

Genkel (1955) wykazuje w swych badaniach, że przedsiewne moczenie i podsuszanie nasion jęczmienia również zmniejsza ujemny efekt suszy. Tłumaczy to tym, że pod wpływem tego zabiegu mocniej akcentują się takie właściwości plazmy, jak elastyczność, lepkość, przepuszczalność, przewodnictwo elektryczne.

Natanson (1952), Szkolnik (1953), Genkel (1955), stwierdzają, że mikroelementy, jak np. bor, miedź, cynk, mangan, zwiększają również odporność roślin na suszę. Stosowali oni przedsiewne moczenie nasion w roztworach poszczególnych mikroelementów. W wyniku tego zabiegu nastąpiły w roślinach zmiany w niektórych właściwościach plazmy (wzrost hydrofilności, elastyczności i lepkości).

Liczne są również badania nad zależnością między plonem roślin, wilgotnością gleby i nawożeniem mineralnym. Aleksiejew (1953, 1949), Bunger (1906), Nehring (1938, 1940), Schmidt (1941), Sjiemakin (1936), Skazkin (1951), Werke (1941) i inni wykazują, że gospodarka wodna roślin zbożowych i ich reakcja na suszę zależy od mineralnego żywienia.

Uogólnieniem tych badań są twierdzenia Arlanda (1953), który dowodzi, że gospodarka wodna roślin jest uzależniona od stosunku poszczególnych pierwiastków do siebie. Jest ona najoszczędniejsza wówczas, gdy warunki żywieniowe są optymalne dla danej rośliny.

Większość badań nad wpływem żywienia na gospodarkę wodną roślin prowadzono na różnych poziomach wilgotności gleby niezmiennych przez cały okres wegetacji. Wyniki badań Aleksiejewa (1949), Bungera (1906), Iljina (1953), Nehringa (1940), Rogaliewa (1946), Scharrera (1939), Schroppa (1941), Schmidta (1941), Siemiakina (1936), Verke (1941) wskazują, że obfite żywienie potasem lub fosforem w warunkach słabego zaopatrzenia roślin zbożowych w wodę daje dodatnie efekty.

Tak struktura plazmy, jak i jej właściwości oraz funkcje zależą w wysokim stopniu od zaopatrzenia organizmu w azot. Nic więc dziwnego, że ostatnio wzrasta ilość badań, w których rozważa się wpływ żywienia azotem na zmniejszenie skutków suszy u zbóż. Prace jednakże na ten temat są bardzo nieliczne i można by je uważać za wstępne, Aleksiejew, Gusjew (1949), Nehring (1938), Scharrer (1939), Schropp i Arenz (1941), Sjiemakin (1936), Skazkin i Cwietkowa (1940), Wojciechowski i Domański (1956).

Meyer (1908), Nehring (1940), Schropp (1941) i inni fizjologowie niemieccy badali wpływ wzrastających przedsięwziętych dawek azotu na zmniejszenie skutków suszy u jęczmienia. Należy jednak zaznaczyć, że w doświadczeniach stosowano suszę, w czasie której utrzymywano glebę na poziomie 40% kapilarnej pojemności wodnej. Obserwacje własne wskazują, że w naszych warunkach klimatycznych wilgotność gleby w czasie suszy spada poniżej 20%.

Ponadto wymienieni autorzy stosowali okres suszy od żdźbienia do zbiorów, co w naturze występuje bardzo rzadko (Smosarski 1937).

Prace Coica (1950), Bosemarka (1954) stwierdzają, że obfite zaopatrzenie przedsięwzięte w azot może działać niekorzystnie, a to dlatego, że w takich warunkach rośliny zbożowe słabiej rozwijają swój system korzeniowy.

Badania Aleksiejewa (1949), Siemiakina (1936), Skazkina i Cwietkowej (1940), Wojciechowskiego i Domańskiego (1956), jak również Tagmazjana (1951), Skazkina i Fontaliny (1951) wskazują, że dokarmianie roślin azotem w trakcie wegetacji daje pozytywne rezultaty w wypadku, gdy jęczmień lub inne zboża jare przechodzą suszę. Efekty zależą jednak z jednej strony od terminu dokarmiania, z drugiej od fazy rozwojowej, w której wystąpiła susza. Wymienieni autorzy uzyskali zbliżone efekty. Tak więc susza we wczesnym okresie (faza krzewienia wg Wojciechowskiego i Domańskiego, a stadium świetlne wg Skazkina i Siemiakina) nie jest zbyt niebezpieczna dla jęczmienia jarego. Jednakże skoro brak wody wystąpi w fazie strzelania w źdźbło (wg Wojciechowskiego i Domańskiego), czyli po stadium świetlnym (wg Skazkina i Siemiakina), wówczas obniżenie plonu słomy jak i ziarna jest duże. Wymienieni autorzy uzyskali zniwelowanie skutków suszy przez zasilenie jęczmienia azotem przed wystąpieniem niedoboru wody. Nasuwają się jednak pewne obiekcje co do metodyki badań Skazkina i Siemiakina, którzy jakkolwiek stosowali suszę podobną do występującej w warunkach naturalnych (20% kapilarnej pojemności wodnej gleby), jednakże w kombinacjach kontrolnych nie wprowadzili zupełnie nawożenia azotem.

W badaniach Wojciechowskiego i Domańskiego zastosowano suszę trzytygodniową. W okresie krytycznym gleba posiadała wilgotność 20% kapilarnej pojemności wodnej. Susze o takim okresie i intensywności występują często w warunkach naturalnych.

Zarówno rośliny doświadczalne jak i kontrolne otrzymały przedsięwzięte nawożenie azotem. Niezależnie od tego wprowadzono dokarmianie azotem bądź to w krzewieniu, bądź też w żdźbieniu. Dokarmianie azotem

okazało się zabiegiem, który znacznie zmniejszał skutki suszy. Uzyskane pozytywne efekty (Wojciechowski i Domański 1956) dokarmiania azotem wymagały kontynuacji badań i ich poszerzenia, celem wyjaśnienia tego zjawiska od strony fizjologicznej.

W związku z tym autor przeprowadził badania w latach 1955—1957, mające na celu rozszerzenie dotychczasowej wiedzy (o wpływie żywienia azotem na zmniejszenie skutków suszy), przez naświetlenie następujących zagadnień:

1. który z dwu terminów dokarmiania azotem bardziej niweluje skutki suszy;
2. w jakim stopniu efekt dokarmiania azotem (w wypadku wystąpienia suszy) zależy od formy azotu zastosowanej w dokarmianiu;
3. w jakim stopniu efekt dokarmiania azotem zależy od poziomu żywienia fosforem;
4. jakie są efekty dokarmiania azotem w porównaniu do wyników uzyskiwanych przy pomocy metody Genkla lub Natansona;
5. jakie są fizjologiczne podstawy dodatniego wpływu dokarmiania azotem na zmniejszenie skutków suszy.

METODYKA

Badania z jęczmieniem jarym przeprowadzono w latach 1955—1956—1957 w hali wegetacyjnej WSR w Poznaniu. W doświadczeniach zastosowano metodę kultur wazonowych, która wydaje się być najbardziej właściwa w badaniach nad gospodarką wodną roślin.

Doświadczenia przeprowadzono na glebie bielicowej. Analiza zasobności gleby wykazała, że zawartość fosforu wahała się w granicach 7 — 8 mg P_2O_5 , a potasu 20 — 25 mg K_2O na 100 g gleby. Kwasowość gleby wynosiła około 5,8°pH.

Doświadczenia prowadzono z jęczmieniem jarym odmiany Browarny — P.Z.H.R., jedynie w doświadczeniach II i XI dodatkowo badano odmianę paszową „Gładysz”.

Przedsięwzięcie zastosowano następujące nawożenie:

	1955	1956	1957	w formie
N_2	0,3 g	0,3 g	0,3 g	NH_4NO_3
P_2O_5	0,165 g	0,135 g	0,135 g	KH_2PO_4
K_2O	0,5 g	0,3 g	0,3 g	KCl i KH_2PO_4

Podstawowa dawka azotu, zgodnie z schematem doświadczeń, była w odpowiednich kombinacjach zwiększona dwukrotnie (doświadczenie V, VI). Natomiast dawka fosforu w niektórych kombinacjach do-

świadczenia VI i X z 1956 r. była zmniejszona do $\frac{1}{3}$. W jednym z doświadczeń 1956 r. (XII), zgodnie z podanym schematem, nasiona moczoło przed wysiewem do 40 — 45% wilgotności, utrzymując ten stan przez dwie doby w temperaturze około 8°C. Następnie nasiona podsuszano do stanu wyjściowego i wysiewano (kombinacja 3). W doświadczeniu (IV — z 1956 r.) stosowano przedsiewne moczenie nasion w roztworze kwasu borowego (0,5 g/litr H_3BO_3) przez 24 godzin. Następnie nasiona wysiewano do gleby. Siew przeprowadzano w roku 1955 — 25.IV., 1956 r. — 13.IV., a w roku 1957 — 20.III. Do każdego wazonu wysiewano po 15 ziarniaków, przy czym w każdej kombinacji było cztery wazonny. Po 10 dniach od wschodów zmniejszano ilość roślin w wazonie do 12, pozostawiając najbardziej wyrównane.

W doświadczeniu III z 1957 roku rośliny przed suszą opryskano kwasem β -indolooctowym o stężeniu 10^{-4} mol/l w ilości 15 ml na wazon, średnio 0,5 ml na pęd.

Dokarmianie azotem w postaci roztworu NH_4NO_3 w ilości 0,3 g N na wazon wprowadzono zgodnie z schematem doświadczenia bądź to w początkach fazy krzewienia (około 10 dni po wschodach), bądź też w początkach fazy strzelania w źdźbło (około 30 dni po wschodach). W doświadczeniu IX z 1956 r., w kombinacji 4 i 6, dokarmianie azotem stosowano w postaci $Ca(NO_3)_2$.

Suszę wprowadzano na okres 18 dni, od początku fazy strzelania w źdźbło. W roku 1955 wynosiła ona 20% kapilarnej pojemności wodnej gleby, w roku 1956 — 16%, a w roku 1957 wprowadzono 3 poziomy wilgotności gleby w czasie suszy, a mianowicie: 16, 20, 24% kapilarnej pojemności wodnej. Przez ograniczenie podlewania wazonów gleba osiągała pożądaną poziom wilgotności w przeciagu dwu dni.

Wyliczenia wykazują, że w czasie trwania suszy, w zależności od kombinacji, roztwór składników mineralnych w glebie posiadał stężenie w granicach od 0,15% w kombinacjach niedokarmianych azotem, do 0,32% w kombinacjach dokarmianych azotem w fazie strzelania w źdźbło.

W roku 1955 pogoda w czasie suszy była pochmurna i dżdżysta, a wilgotność powietrza wysoka, przeciętnie ponad 80%. Natomiast w 1956 r. przez cały okres suszy pogoda była bezchmurna, a wilgotność powietrza dochodziła w godzinach południowych do 40%. W roku 1957 w pierwszym tygodniu po wprowadzeniu suszy było pochmurno i dżdżyło, następne dwa tygodnie były pogodne i cechowały się niską wilgotnością powietrza, podobną jak w roku poprzednim. Likwidacji doświadczeń dokonywano w miarę dojrzewania roślin w odpowiednich kombinacjach. Różnice między terminami zbioru nie przekraczały 3 dni. Wegetacja roślin trwała około 100 dni. Uzyskany z doświadczeń materiał

roślinny. analizowano pod względem masy: słomy, ziarna, 1000 ziarn. Obliczano również stosunek słomy do ziarna. Przedstawione w tabelach średnie pochodzą z czterech powtórzeń. Obliczano także średnią ilość ziarn uzyskaną z kombinacji oraz, w większości doświadczeń, procent kłosów pustych.

Zestawiono również dane odnoszące się do wzrostu, a mianowicie: współczynnik krzewienia, procent niedogonów (czyli pędów, które nie wydały ziarna), średnią wysokość roślin oraz średnią długość szóstego liścia kształtującego się w czasie obniżonej wilgotności gleby.

Długość szóstego liścia mierzono po suszy na 60 pędach (po 15 pędów z każdego wazonu danej kombinacji). Średnią wysokość roślin obliczano z podobnej ilości pomiarów. W trakcie wegetacji obliczano ilość szparek na liściach roślin niektórych doświadczeń. Przeprowadzano to w końcu suszy na szóstym liściu, który od nasady smarowano kolloidum. Oderwana błonka kolloidum włożona pod mikroskop służyła do obliczeń ilości szparek. Z każdej kombinacji zrobiono pięć preparatów. Obliczeń porównawczych dokonywano w polu widzenia przy 270-krotnym powiększeniu.

Przez cały okres wegetacji codziennie ważono wazon, uzupełniając braki wody przez dolewanie. Ilości dolewanej wody zapisywano, dzięki czemu można było obliczyć współczynnik transpiracji.

Bezpośrednio po suszy, w doświadczeniach I, V, VII, VIII, przeprowadzono pomiary ilości wody związanej w liściu szóstym. Oparto się o metodę Genkla (25) suszenia skrawków liści nad stężonym kwasem siarkowym przez okres 16 godzin, w temperaturze 18 — 20°C. Procent wody związanej przeliczano w stosunku do ogólnej ilości wody w liściu. Ciśnienie osmotyczne badano metodą krioskopową. Pokrajane na drobne skrawki liście i źdźbła roślin zabijano, wkładając je do autoklawu, gdzie utrzymywano ciśnienie 1 atm., przy 120°C, przez okres 15 minut. Z zabitych roślin wyciskano sok i poddawano go zamrażaniu w krioskopie. Uzyskane wyniki (powtórzenie czterokrotne) przeliczano na atmosfery.

Orientacyjne badania dotyczące oddychania przeprowadzano przy pomocy aparatu Warburga w niektórych kombinacjach doświadczenia z 1955 r. na wycinkach z szóstego liścia (w końcu trwania suszy).

W niektórych doświadczeniach 1956 i 1957 r. badano żywotność pyłków, opierając się na metodzie stosowanej przez pracownię katedry Hodowli Roślin i Nasiennictwa WSR w Poznaniu. W czasie kwitnienia pobrano pylniki ze środkowej części kłosa z sześciu pędów głównych każdej kombinacji. Następnie z mieszaniny pyłków każdej kombinacji zrobiono dwa preparaty mikroskopowe, w których pyłki były wyciśnięte na kroplę płynu Bellinga. Odczynnik ten barwi na czerwono pyłki żywe, martwe zaś pozostają bezbarwne. Na każdym preparacie brano pod uwa-

gę 6 — 7 pól widzenia, licząc na nich pyłki żywe i martwe. W sumie z każdej badanej kombinacji brano pod uwagę około 400 pyłków. Procent pyłków martwych obliczano w stosunku do sumy martwych i żywych.

W tabelach przedstawiono dane, dotyczące zawartości składników mineralnych w jęczmieniu jarym. Przeprowadzono oznaczenia azotu, fosforu, potasu i wapnia. Nie badano ilości wapnia w ziarnie, gdyż zawartość jego była poniżej możliwości stwierdzenia przy pomocy używanego do tego celu aparatu Schuhknechta (fotometr płomieniowy).

W celu otrzymania jak najmniejszej rozbieżności wyników składu chemicznego słomy do analizy pobierano tylko słomę (bez liści) ze środkowej części łodygi. Ziarna pobrane do analizy chemicznej miały średnicę 2,5—2,75 mm.

Próby do oznaczania wszystkich czterech pierwiastków spalono przy pomocy stężonego kwasu siarkowego z dodatkiem wody utlenionej. Po spaleniu materiału roślinnego fosfor oznaczono przy pomocy fotokolorymetru Leitza, potas i wapń przy pomocy fotometru płomieniowego typu Schuhknechta, natomiast azot oznaczano metodą Kjeldahla.

Do analiz pobierano po dwie próby z każdej kombinacji. W razie niezgodności wyników analizę powtarzano. Wyniki obliczano w stosunku do powietrznie suchej masy danego organu rośliny. Obliczenia statystyczne dokonano w stosunku do plonu ziarna.

Wyniki uzyskane z doświadczeń omówiono w dwunastu rozdziałach, z których każdy odnosi się do odpowiedniej tabeli i zajmuje się określonym zagadnieniem.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W latach 1955—1957 przeprowadzono z jęczmieniem jarym dziesięć większych doświadczeń wazonowych.

Do niniejszego opracowania wybrano najciekawsze elementy (z każdego doświadczenia), które zestawiono w dwunastu tabelach. W celu ułatwienia analizy wyników dane odnoszące się do poszczególnych zagadnień przedstawiono na osobnych tabelach.

Większa ilość tabel niż doświadczeń wynika stąd, że z niektórych doświadczeń wyodrębniono więcej niż jedno zagadnienie.

W tabelach od pierwszej do szóstej zestawiono wyniki odnoszące się do reakcji jęczmienia jarego na suszę. Wyniki tabeli VII wykazują wpływ terminów dokarmiania azotem na jęczmień jary. Natomiast dane pozostałych tabel przedstawiają reakcję jęczmienia jarego na dokarmianie azotem w warunkach niedoboru wody w fazie strzelania w źdźbło.

TABELA I - TABLE I

Wpływ obniżenia wilgotności gleby w fazie strzelenia w źdźbło na jęczmień jary (1955, 1956, 1957 r.)
The influence of soil humidity at the stage of stalling on spring barley

Lp. - No.	Nawożenie przedsiwne - Sort of fertilizers	2a	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw					Zawartość procentowa w ziarnie percentage of capacity in the grain																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
																		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1	1957r.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Przedział ufnosci dla ziarna przy P = 0,05

1,3 - 1957 r.
1,1 - 1956 r.
0,9 - 1955 r.

Least significant difference for the grain

1. Zmiany zachodzące u jęczmienia jarego pod wpływem suszy w fazie strzelania w źdźbło

Badania nad wpływem suszy na jęczmień są dość liczne Genkel (1955), Listowski (1955, 1956). Jednakże w większości prac dotyczących suszy utrzymywano niską niezmienną wilgotność gleby przez cały okres wegetacji. Ponadto badania przedstawiają zagadnienie z punktu widzenia praktyki rolniczej, bez naświetlania uzyskanych efektów od strony fizjologicznej. W celu przeprowadzenia szczegółowej analizy działania suszy na rośliny założono doświadczenie niżej przedstawione, w którym wprowadzono okresową suszę o różnym poziomie wilgotności gleby w fazie strzelania w źdźbło.

Obniżenie wilgotności gleby (w okresie krytycznym dla gospodarki wodnej jęczmienia) wywołało natychmiastowy efekt. Rośliny traciły turgor, występowały zaburzenia w procesach wzrostowych. Intensywny wzrost roślin, który charakteryzuje tę fazę, został mocno przyhamowany. Znajduje to swój wyraz w zmniejszeniu długości liścia kształtującego się w czasie suszy (tab. 1 rubr. 8). Potwierdzeniem wpływu suszy na wzrost jest obniżenie wysokości roślin, plonu słomy oraz współczynnika krzewienia. Przed zakończeniem suszy badano w 1956 roku na liściu szóstym ilość aparatów szparkowych w polu widzenia. Okazało się, że obniżona wilgotność gleby spowodowała wzrost ilości szparek (19 na liściu normalnym, a 23,3 na liściu rosnącym w warunkach suszy). Zgodnie z Zalewskim (1921) wskazuje to na wzrost kseromorfizmu rośliny.

Obniżona wilgotność gleby wywołała zmiany w gospodarce wodnej rośliny, nastąpiło podwyższenie procentowej zawartości wody związanej oraz wzrost ciśnienia osmotycznego.

Orientacyjne pomiary oddychania w 1955 r. wskazują, że intensywność tego procesu wzrasta przy niedoborze wody. W warunkach bowiem normalnych wydzielilo się na 2,5 g św. masy 27,6 μ l CO₂ na godz., natomiast przy suszy — 37,5 l. Na podstawie współczynnika transpiracji, który wzrósł u roślin przechodzących suszę, można wnioskować o następczym działaniu suszy na gospodarkę wodną (co oznacza, że przy niedoborze wody roślina mniej ekonomicznie nią gospodarzy).

W okresie trwania suszy zachodziły w roślinach procesy kształtowania się organów generatywnych. Uzyskane wyniki wskazują, że procesy te zostały w poważnym stopniu naruszone przez niedobór wody. Pierwszym objawem tych zmian to zwiększenie procentu pyłków martwych (rubr. 12). Zjawisko to nie spowodowało jednak zwiększenia ilości kłosów pustych. Natomiast efekt suszy uwidocznił się działaniem następczym, zmniejszając plon ziarna w każdym obserwowanym przypadku. Spadek

plonu ziarna został spowodowany w wyniku zmniejszenia ich ilości. Ciężar 1000 nasion uległ przy tym pewnemu podwyższeniu.

Susza spowodowała poważne zaburzenia w metabolizmie rośliny. Objawem zewnętrznym tego był wzrost procentu niedogonów. Zahamowane w rozwoju lub powstałe po suszy pędy boczne nie zdążyły już wykształcić ziarn. Obserwacja kształtowania się niedogonów wskazuje, że część z nich powstała po suszy, w efekcie jej okresowego działania. Tak więc susza podziałała jako bodziec wtórnego krzewienia się roślin. Zjawisko to z kolei wywarło wpływ na wielkość wartości stosunku słomy do ziarna, powiększając ją w wypadku suszy.

Okresowa susza w fazie strzelania w źdźbło wywarła wpływ na zawartość składników mineralnych w roślinie, co wykazują dane analizy chemicznej zarówno słomy jak i ziarna. Pod wpływem suszy zwiększyła się procentowa zawartość azotu, fosforu i potasu w ziarnie, natomiast w słomie wzrosła zawartość azotu i wapnia, a obniżyła się zawartość fosforu i potasu. Powyższe dane zdają się wskazywać na zwiększenie reutilizacji fosforu i potasu oraz na to, że ten sam czynnik suszy może wywołać w różnych organach różne zmiany.

Susza spowodowała mocne naruszenie stosunku $N : P$ w słomie. Podczas gdy w warunkach normalnego uwodnienia wartość stosunku $N : P$ wynosi 5, to w warunkach suszy (1957 r.) o poziomie 16% kapilarnej pojemności wodnej gleby wartość stosunku wzrosła do 12. W wysokim stopniu zmienił się również stosunek $CaO : P_2O_5$. Wynosi on 1,1 w normalnych warunkach wodnych (kombinacja kontrolna), natomiast pod wpływem suszy wzrasta do 2,5 (kombinacja 2 — 1957 r.).

Te szerokie wahania między wartościami wyrażającymi stosunek pierwiastków do siebie wskazują, że zaburzenia w gospodarce wodnej wpływają dość różnorodnie na metabolizm poszczególnych składników mineralnych w różnych organach. Zdanie powyższe uzyskuje dalsze potwierdzenie, skoro porównamy kształtowanie się np. zawartości azotu i fosforu w ziarnie i słomie. Ilość azotu w obu wypadkach wzrasta, natomiast zawartość fosforu wzrasta w ziarnie, a maleje w słomie.

W analizie wyników z poszczególnych lat napotyka się na pewną rozbieżność wartości niektórych badanych elementów. Należy wziąć pod uwagę, że terminy siewu były w każdym roku inne. Różne też były warunki klimatyczne i mikroklimatyczne w trakcie przechodzenia przez rośliny suszy. W powyższym wypadku duże znaczenie miała wilgotność względna powietrza. Przy braku zachmurzenia i wysokiej temperaturze była ona bardzo niska i wzmacniała działanie suszy, natomiast wysoka wilgotność powietrza w okresie dni pochmurnych obniżała efekt suszy.

Badania 1957 r. miały ponadto na celu stwierdzenie, czy jest zachowana pewna zależność między obniżającym się poziomem wilgotności

gleby w fazie żdźbienia a niektórymi zmianami fizjologicznymi u roślin. Badania na trzech poziomach wilgotności gleby zdają się wskazywać, że istnieje dość silna korelacja między obniżeniem wilgotności gleby a reakcją rośliny.

2. Reakcja dwu odmian jęczmienia jarego na obniżoną wilgotność gleby w fazie strzelania w źdźbło

Literatura fizjologiczna niejednokrotnie podkreśla dużą zmienność świata roślinnego, co szczególnie uwypukla się w tym, że określony bodziec zewnętrzny może wywołać zupełnie różne reakcje u dwu różnych gatunków, a nawet odmian *Listowski i in. (1956)*, *Maksimow (1952)*.

Dlatego też założono doświadczenie w 1956 r. z dwoma odmianami jęczmienia jarego. Celem badań było stwierdzenie różnic w reakcji dwu odmian jęczmienia jarego na suszę glebową w fazie strzelania w źdźbło.

Wyniki badań przedstawia tabela 2. Na ich podstawie można wnioskować, że odmiana Gładysz, w porównaniu do odmiany standardowej Browarny — P.Z.H.R. (używanej w pozostałych doświadczeniach) cechuje się, w warunkach nieprzerwanie wysokiej wilgotności glebowej, nieco niższym wzrostem i plonem słomy, a stąd niższym stosunkiem słomy do ziarna. Zdecydowanie niższy jest też współczynnik transpiracji u tej odmiany. Odmiana Gładysz charakteryzuje się także wyższym ciężarem 1000 ziarn, ilość jednak ziarn u tej odmiany jest znacznie zmniejszona. Plon ziarna u obu odmian jest bardzo zbliżony (kombinacja 1, 2, tab. 1).

Skład chemiczny ziarna badanych odmian w omawianych warunkach wodnych i żywieniowych jest bardzo zbliżony. Większe natomiast różnice istnieją w składzie chemicznym słomy. Odmiana Gładysz cechuje się słomą o wyższej zawartości wszystkich czterech badanych pierwiastków.

Na tle wyżej przytoczonych podobieństw i różnic występujących między odmianami (w warunkach wysokiego uwodnienia) wyniki kombinacji 3 i 4 przedstawiają efekty badań obu odmian w warunkach przechodzenia przez nie suszy w fazie strzelania w źdźbło.

Różnice między odmianami są tu bardzo duże i wskazują, że odmiana Gładysz w danych warunkach żywienia jest znacznie mniej wrażliwa na suszę glebową. Wynika to zarówno z analizy plonu słomy, jak i ziarna. Analiza poszczególnych danych tabeli 2 pozwala na stwierdzenie, że reakcja tej odmiany w znacznym stopniu odbiega od reakcji odmiany Browarny — P.Z.H.R. Tak np. plon słomy pomimo suszy utrzymał się u odmiany Gładysz na poziomie kombinacji bez suszy (drugiej), podczas gdy u odmiany P.Z.H.R. nastąpiło obniżenie masy słomy o 32%.

TABELA 2 - TABLE 2

Wpływ obniżonej wilgotności gleby - w fazie strzelania w źdźbło - na dwie odmiany jęczmienia jarego (1956 r.)
Influence of soil humidity at stage of stalling upon two sorts of spring barley

Lp. - No.	Nawożenie przedsiwne - Sort of fertilizers	Odmiana jęczmienia jarego Sort of spring barley	Wilgotność gleby w fazie zadbienia w % kapilar- nej pojem. wodnej gleby water capacity of soil at stage of stalling in percentage of total capacity	Plon słomy w g - Yield of straw in g	Plon ziarna w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarn w g Weight of 1000 seeds in g	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	Długość roślin w cm Length of plants in cm	Współczynnik krzewienia w stosunku do roślin dojrzałych - Coefficient of spreading as rela- tion to the matures plants	Współczynnik krzewienia w stosunku do roślin dojrzałych - Coefficient of spreading as rela- tion to all plants	Procent niedożonów Percentage of immatures plants	Liczba ziarn - Number of seeds	Procent pustych kłosów Percentage of empty ears	Współczynnik transpiracji Coefficient of transpiration	Zawartość procentowa Percentage of capacity							
															w ziarnie in the grain			w słomie in the straw			CaO	
1	2	2a	2b	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		CaO
1	MPK	PZHR	60 %	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	2,0	2,1	4,8	426	0,0	451	1,45	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,105	
2	"	Gładysz	60 %	19,5	17,0	48,5	1,15	72,0	2,0	2,2	9,9	350	0,0	399	1,48	0,359	0,216	0,58	0,177	0,580	0,130	
3	"	PZHR	16 %	14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	1,1	1,4	21,4	272	0,0	457	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,139	
4	"	Gładysz	16 %	19,1	14,1	43,9	1,35	54,4	1,2	2,7	55,5	321	11,8	358	2,02	0,415	0,226	0,75	0,084	0,498	0,163	
				± 1,9		± 1,2		± 4,9				± 18,6			± 0,06							

Przedział ufnoci dla ziarna przy P = 0,05 - 0,8
Least significant difference for the grain

Pewne wyjaśnienie tego faktu dają rubryki 9, 10, tabeli 2 wskazujące, że wtórne krzewienie odmiany Gładysz na skutek suszy znacznie wzrosło. Jednakże powstałe po suszy źdźbła nie zdążyły już wydać plonu. Zjawisko wytwarzania niedogonów po suszy świadczy o dużej zdolności regeneracyjnej tej odmiany, a jednocześnie o głębokich zmianach w przemianie materii na skutek suszy. Analizując rubrykę po rubryce obserwuje się istotne różnice w reakcji odmian na suszę. Akcentują się one specjalnie mocno w rubrykach: plon ziarna i ciężar 1000 ziarn oraz w rubrykach obrazujących współczynnik transpiracji i procent niedogonów. Ten ostatni jest u odmiany Gładysz czterokrotnie wyższy, wyższy jest też u tej odmiany procent kłosów pustych.

W składzie chemicznym ziarna różnica między odmianami zaznacza się jedynie w zawartości azotu. Skład chemiczny słomy, pod wpływem suszy, uległ u obu odmian podobnym zmianom. Jedynym wyjątkiem w tym względzie jest zawartość potasu. W efekcie suszy zawartość jego w słomie odmiany Browarny — P.Z.H.R. spadła o około 4%, natomiast u odmiany Gładysz aż o 15%.

3. Reakcja jęczmienia jarego spryskanego kwasem β -indolooctowym na obniżoną wilgotność gleby w fazie strzelania w źdźbło

Wpływ substancji wzrostowych na metabolizm roślinny jest częściej wiązany z odpornością na niskie temperatury aniżeli z odpornością na suszę, Samygin (1954), Tumanow (1952). Niemniej znane są również prace dotyczące wpływu substancji wzrostowych na gospodarkę wodną Burström (1959). Brak jednakże badań nad wpływem związków typu hormonalnego na reakcję jęczmienia na suszę. Dlatego też w r. 1957 założono doświadczenie, którego celem było stwierdzenie reakcji jęczmienia jarego opryskanego kwasem β -indolooctowym (w stężeniu 10^{-4} mol/l) na suszę (oprysk przeprowadzono bezpośrednio przed suszą).

Przedstawione w tablicy 3 wyniki wskazują, że dokonany zabieg okazał się szkodliwy dla roślin. Pod wpływem bowiem kwasu β -indolooctowego obniżył się zarówno plon słomy jak i ziarna (rubryka 3, 4). Wskazywałoby to, że rośliny opryskane zareagowały na suszę znacznie silniej niż nie opryskane. Zaburzenia „suszowe” (u roślin opryskiwanych kwasem β -indolooctowym) w procesach wzrostu i rozwoju były w tym wypadku znacznie silniejsze. Oprysk kwasem β -indolooctowym spowodował zwiększenie współczynnika transpiracji oraz wywołał wzrost zawartości składników mineralnych w ziarnie. Dane rubryki 11 wskazują na ciekawy fakt, mianowicie w kombinacji opryskanej kwasem β -indolooctowym zmniejszyła się prawie trzykrotnie ilość niedogonów.

TABELA 3 - TABLE 3

Wpływ oprysku kwasem B-indolooctowym i niskiej wilgotności gleby w fazie strzelenia w ziarno, na jęczmień jary (1957 r.)
Influence of I A spraing and soil humidity at stage of stalling upon spring barley

Lp. - No.	Nawożenie przedsiewne Sort of fertilizers	Oprysk kwasem B-indolooctowym I.A.A. spraing	Wilgotność gleby w fazie dżdżenia w % Water capillary capacity of soil at stage of stalling in percentage of total water	Płon słomy w g - Yield of straw in g	Płon ziarna w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarn w g Weight of 1000 seeds in g	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	Długość roślin w cm Length of plants in cm	Współczynnik krzewienia w stosunku do roślin dojrziałych Coefficient of spreading as relation to the matures plants	Współczynnik krzewienia w stosunku do wszystkich roślin Coefficient of spreading as relation to all plants	Procent niedożonów Percentage of immatures plants	Ilość ziarn - Number of seeds	Procent pustych ziarn Percentage of empty ears	Współczynnik transpiracji Coefficient of transpiration	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain		
															N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	1	2a	2b	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	16	17	18
1	NFK	-	60 %	25,3	20,0	39,9	1,26	82,1	2,4	2,4	0,0	501	-	351	1,62	0,374	0,177
2	"	-	16 %	16,9	13,8	38,7	1,25	76,7	1,4	1,6	12,5	356	-	519	1,85	0,425	0,182
3	"	oprysk spraing	16 %	15,7	12,3	35,4	1,27	75,6	1,6	1,7	5,9	347	-	554	1,79	0,449	0,206
				± 2,4		± 1,1		± 6,0				± 19,1			± 0,05		

Przedział ufności dla ziarna przy F = 0,05 = 1,4
Least significant difference for the Grain

Należałoby to zjawisko tłumaczyć tym, że u roślin, które przechodziły suszę, pędy boczne (opóźnione w rozwoju w stosunku do pędów głównych) zareagowały na oprysk kwasem β -indolooctowym przyśpieszeniem rozwoju.

Przeprowadzone badania potwierdziły również twierdzenie niektórych autorów, że substancje wzrostowe zwiększają: pobieranie wody oraz gromadzenie się związków mineralnych. W doświadczeniu uzyskano bowiem podwyższenie zawartości fosforu i potasu w ziarnie (rubryka 20, 21) na skutek oprysku kwasem β -indolooctowym.

4. Wpływ moczenia nasion w roztworze kwasu bornego na reakcję jęczmienia jarego na suszę

Doświadczenie powyższe przeprowadzono w związku z twierdzeniem niektórych badaczy (Natanson 1952, Szkolnik 1951, 1952), że moczenie nasion w roztworze kwasu bornego zmniejsza szkodliwy wpływ suszy na rośliny. Badania na powyższy temat przeprowadzono w roku 1956. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 4.

W warunkach utrzymania wilgoci w glebie na poziomie 60% kapiarnej pojemności wodnej omawiany zabieg wpłynął dodatnio na ilość ziarn oraz zmniejszył współczynnik transpiracji. Powyższe efekty wskazują na to, że moczenie nasion w roztworze kwasu bornego wpłynęło korzystnie (w warunkach stałego wysokiego uwodnienia) na przebieg procesów związanych z reprodukcją. Obniżenie zaś współczynnika transpiracji świadczy o tym, że zabieg moczenia nasion w roztworze kwasu bornego wpłynął na oszczędniejszą gospodarkę wodną jęczmienia.

Porównanie kombinacji trzeciej kontrolnej z czwartą (obie kombinacje przechodziły suszę w fazie strzelania w źdźbło, jednakże w kombinacji czwartej nasiona przedsewnie moczone w roztworze kwasu bornego) pozwala na wyciągnięcie wniosków czy rzeczywiście zabieg ten zmniejsza wrażliwość roślin na niedobór wody.

Pomiędzy wynikami obu kombinacji odnoszącymi się do masy wegetatywnej różnice są bardzo niewielkie. Nie odbiegają też od siebie wyniki odnoszące się do wielkości plonu ziarna i jego jakości.

Wyniki zestawione w rubryce 11 wskazują i w tym wypadku, że susza nie tylko ogranicza właściwe krzewienie, ale hamując rozwój pędów bocznych — powoduje wzrost ilości niedogonów.

Jedynym wyraźniejszym wpływem moczenia nasion w roztworze kwasu bornego na reakcję roślin w warunkach suszy to obniżenie współczynnika transpiracji oraz obniżenie w ziarnie procentowej zawartości fosforu i potasu, a w słomie wapnia. Równocześnie jednak z tym ostatnim obserwuje się wzrost zawartości potasu. Biorąc pod uwagę

TABELA 4 - TABLE 4

Wpływ moczenia nasion w roztworze kwasu borowego i niskiej wilgotności gleby w fazie strzelania w źdźbło, na jęczmień jary (1956 r.)
Influence of wetting of the grain in H_3BO_3 and influence of soil humidity at stage of stalling upon spring barley

Lp. - No.	2	2a	2b	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw						Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain					
															N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	NPK	-	60 %	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	2,0	2,1	4,8	426	0,0	451	1,43	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,1					
2	NPK	+	60 %	22,8	17,9	40,6	1,27	75,2	1,8	1,9	5,2	440	0,0	428	1,55	0,353	0,176	0,71	0,147	0,485	0,1					
3	NPK	-	16 %	14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	1,1	1,4	21,4	272	0,0	457	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,1					
4	NPK	+	16 %	15,6	12,8	44,7	1,27	57,0	1,0	1,3	23,1	285	0,0	431	1,82	0,376	0,206	0,75	0,082	0,454	0,1					
				± 2,2		± 1,6		± 6,2				± 16,8			± 0,04											

Przedział ufności dla ziarna przy $P = 0,05 = 1,3$

Least significant difference for the grain

antagonizm tych pierwiastków (Ca, K) oraz fakt wpływu boru na gospodarkę mineralną, a przede wszystkim wapnia, należy stwierdzić, że uzyskane wyniki potwierdzają znane w fizjologii fakty.

Ogólna analiza wyników każe przypuszczać, że pomimo zmian w chemizmie roślin brak było istotnych różnic w reakcjach na suszę między roślinami kombinacji 3 i 4. Wskazuje to na podobieństwo procesów fizjologicznych zachodzących u roślin obu kombinacji.

5. Wpływ podwójnej przedsiewnej dawki azotu na reakcję jęczmienia jarego na suszę

W celu pogłębienia znajomości reakcji rośliny na suszę, w zależności od żywienia azotem, założono doświadczenie w roku 1956.

W literaturze temat ten jest stosunkowo mało rozpracowany (Nehring 1938, 1940; Scharrer 1939; Schropp, Arenz 1941 a, 1941 b). Wydawało się więc celowym rozszerzenie znajomości tego zagadnienia, i to szczególnie od strony fizjologicznej.

Wyniki odnoszące się do powyższego eksperymentu przedstawia tabela 5. Zestawione w niej dane wskazują na zdecydowanie dodatni wpływ podwójnej dawki azotu na rośliny rosnące w warunkach wysokiej nieprzerwanej wilgotności glebowej.

Porównanie danych kombinacji 1 i 3 wskazują, że zwiększone nawożenie azotem w warunkach wysokiej wilgotności gleby wpłynęło korzystnie na tworzenie się masy vegetatywnej powodując wzrost plonu słomy o 30%. Oznacza to dodatni wpływ azotu na procesy wzrostu i syntezy. W wyniku zwiększonego przedsiewnego nawożenia azotem uzyskano dodatni efekt również w przebiegu procesów generatywnych. Wyraża się to w danych rubryki 11, 12, 13 oraz w plonie ziarna, który zwiększył się o około 43%. Z powyższego wynika, że w omawianych warunkach wodnych plon ziarna wzrósł znacznie silniej aniżeli plon słomy. To dodatnie oddziaływanie azotu uwidacznia się zarówno w wielkości ziarn jak i ich ilości. Podwójna dawka azotu wpłynęła również na gospodarkę wodną roślin — współczynnik transpiracji obniżył się o około 18%. Zmiany fizjologiczne spowodowane czynnikiem azotu sięgają dość głęboko w procesy życiowe rośliny, co uwidacznia się: 1) wzrostem zawartości procentowej wody związanej, 2) wzrostem wartości ciśnienia osmotycznego.

Pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem zmienił się skład chemiczny roślin, i to zarówno ziarna jak i słomy. W ziarnie szczególnie uwidacznia się to w zawartości azotu, a w słomie — w zawartości wapnia.

Na skutek obfitego nawożenia azotem zmniejszył się w bardzo mocnym stopniu stosunek N : CaO w słomie. Wynosi on w kombinacji kon-

TABEŁA 5 - TABLE 5

Wpływ podwojonego przedsięwzięcia azotem na reakcję jęczmienia jarego przy niskiej wilgotności gleby w fazie zdźbienie (1956 r.)
Influence of level of nitrogen fertilizers and soil humidity at stage of stalling upon spring barley

Lp. - No.	2	Nawożenie przedsewne - Sort of fertilizers	Wilgotność gleby w fazie zdźbienia w % kapil. potem. wodnej gleby Water capillary capacity of soil at stage of stalling in percentage of total water	3	Płon słomy w g - Yield of straw in g	4	Płon w ziarnie w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarn w g Weight of 1000 seeds in g	5	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	6	Długość roślin w cm Length of plants in cm	7	Długość 6-go liścia w cm Length of sixth leaf in cm	8	Współczynnik krzewienia w stosunku do roślin dojrzających Coefficient of spreading as relation to matures plants	9	Współczynnik krzewienia w stosunku do wszystkich roślin - Coefficient of spreading as relation to all plants	10	Procent niedożonów Percentage of immatures plants	11	Procent pyłków marnych Percentage of sterile pollens	12	Ilość ziarn - Number of seeds	13	Procent pustych kłosów - Percentage of empty ears	14	Współczynnik transpiracji Coefficient of transpiration	15	Procent wody związanej w stosunku do ogólnej water after the drought Percentage of bound water as relation to total	16	Ciśnienie osmotyczne w atm. Osmotic pressure in atm.	Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw					Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain									
																																	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO					
1	1	NPK	60	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	23,1	2,0	2,1	4,8	5,0	426	0,0	451	14,7	11,85	1,45	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,105	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,139	2,03	0,353	0,221	0,54	0,115	0,427	0,187	2,33	0,421	0,242	0,73	0,034	0,420	0,228	±0,10
2	2	NPK	16	14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	19,1	1,1	1,4	21,4	10,8	272	0,0	457	17,1	14,45	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,139	2,03	0,353	0,221	0,54	0,115	0,427	0,187	2,33	0,421	0,242	0,73	0,034	0,420	0,228	±0,10							
3	3	NNPK	60	28,9	25,1	44,1	1,15	79,0	26,4	2,3	2,5	8,0	5,3	569	1,4	372	17,8	12,96	2,03	0,353	0,221	0,54	0,115	0,427	0,187	2,33	0,421	0,242	0,73	0,034	0,420	0,228	±0,10														
4	4	NNPK	16	21,4	13,6	40,1	1,37	60,5	19,6	1,6	2,6	38,4	13,7	339	19,9	439	22,4	15,24	2,33	0,421	0,242	0,73	0,034	0,420	0,228	±0,10																					

Przedział ufności dla ziarna przy P = 0,05 = 1,1
Least significant difference for the grain

trolnej 6,0, a przy podwójnej dawce azotu — 2,9. W przeciwieństwie do słomy w ziarnie obserwuje się znacznie mniejsze wahania w zawartości składników mineralnych, np. w słomie N : P waha się od 3,2 do 9,3, natomiast w ziarnie od 4,2 do 5,5.

Na tle wyników odnoszących się do reakcji roślin na podwójną przedsięwną dawkę azotu należy przeanalizować wpływ suszy na rośliny przy pojedynczej (kombinacja 2) i przy podwójnej (kombinacja 4) przedsięwnej dawce azotu.

Bardzo powierzchowny przegląd wyników tego doświadczenia mógłby doprowadzić do błędnego wniosku, że zwiększona dawka azotu przed siewem wpłynęła dodatnio na rośliny poddane działaniu 18 dniowej suszy zaczynającej się od fazy strzelania w źdźbło (kombinacja 4).

Dopiero wnikliwsza analiza pozwala na właściwe określenie istotnego stanu. Tak więc na skutek suszy plon słomy przy pojedynczej dawce azotu obniżył się o 33%, a przy podwójnej o 25%. Jednakże należy wziąć pod uwagę, że w ostatnim przypadku wzrosła bardzo poważnie ilość niedogonów, z których znaczna część kształtowała się po suszy. Z punktu widzenia użytkowego jest to bezsprzecznie zjawisko ujemne. Ciekawy natomiast jest aspekt fizjologiczny tego zagadnienia mówiący, że obfite zaopatrzenie przedsięwne w azot powoduje wzmoczenie procesów regeneracyjnych rośliny. Objawia się to przedłużeniem zdolności roślin do krzewienia się. Jednakże działanie suszy hamuje rozwój pędów bocznych, które stając się niedogodnymi, dają jedynie wzrost masy słomy.

Ujemnym efektem podwójnej przedsięwnej dawki azotu w wypadku suszy jest również wzrost współczynnika transpiracji o około 18%.

Jeszcze bardziej widoczny jest ujemny wpływ obfitego nawożenia azotem w wypadku suszy na procesy związane z reprodukcją. Wynika to szczególnie z porównania wysokości plonu ziarna i wielkości ziarniaków (rubryka 4, 5). Przy pojedynczej dawce azotu susza spowodowała obniżenie plonu ziarna o 29%, a ilości ziarna o 36%, wzrosła jednakże wielkość ziarniaków. Natomiast przy podwójnej dawce azotu plon ziarna z powodu suszy spadł aż o 46%, a ilość ziarn o 40%.

Wyższy poziom nawożenia azotem (w wypadku suszy) zaważył też ujemnie na wykształceniu ziarna — uwidacznia się to w ciężarze 1000 ziarn.

Ponadto obfite zaopatrzenie w azot od początku wegetacji, przy wystąpieniu późniejszej suszy, spowodowało bardzo silne powiększenie ilości kłosów pustych. Oznacza to mocne i szkodliwe naruszenie przebiegu procesów związanych z tworzeniem się ziarniaków.

Pod wpływem obfitego żywienia azotem i suszy skład chemiczny nasion uległ analogicznym zmianom jak przy normalnym żywieniu tym

pierwiastkiem. Wnikliwa analiza wskazuje nawet, że zmienność zawartości pierwiastków przy podwójnej dawce azotu i suszy była mniejsza (z wyjątkiem wapnia). Zawartość np. azotu w kombinacji 2 pod wpływem suszy wzrosła (w ziarnie) o 24%. Natomiast w kombinacji 4 w porównaniu z kombinacją 3 susza spowodowała wzrost zawartości azotu w ziarnie tylko o 15%.

Przedstawiona analiza wyników pozwala na stwierdzenie, że podwójna przedsięwzięta dawka azotu, w wypadku wystąpienia suszy, tylko nieznacznie zwiększa plon nasion w porównaniu do kombinacji kontrolnej (pojedyncza dawka N i susza).

6. Reakcja jęczmienia jarego na suszę wywołana obniżeniem poziomu żywienia fosforem przy podwójnej przedsięwziętej dawce azotu

Zależność między gospodarką fosforową a azotem jest w literaturze fizjologicznej dość szeroko opracowana. Brak jednak danych, w jakim stopniu zmienia się reakcja roślin na okresową suszę przy obniżonym żywieniu fosforem i różnym poziomie żywienia azotem.

Dlatego też na powyższy temat założono w 1956 r. doświadczenie. Ze względu na stosunkowo wysoką zasobność gleby w fosfor (8 mg P_2O_5 na 100 g gleby) dawka podstawowa tego pierwiastka (kombinacja 1, 2) była niewielka w stosunku do pozostałych pierwiastków. Niemniej w celu otrzymania efektów niedoboru, nawożenie fosforem obniżono do $\frac{1}{3}$ dawki podstawowej (kombinacja 3).

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 6. Wskazują one, że obniżone nawożenie fosforem przy wystąpieniu suszy w fazie strzelania w źdźbło podziało ujemnie na tworzenie się masy wegetatywnej, co oznacza ograniczenie fotosyntezy, procesów syntezy i wzrostu. Uwidacznia się to w danych odnoszących się do: plonu słomy, wysokości roślin, procentu niedogonów. Porównanie kombinacji drugiej z trzecią wskazuje, że ujemne działanie niedostatku fosforu poszło w dwu kierunkach, a mianowicie: 1. obniżenia wysokości roślin i 2. zwiększenia procentu niedogonów. Te fakty mówią o tym, że proces przyrostu rośliny na długość wymaga dobrego zaopatrzenia w fosfor. Natomiast wzrost procentu niedogonów wskazuje na to, że tworzenie się ich wzrasta pod wpływem suszy i potęguje się przy niedoborze fosforu. Gospodarka wodna roślin przy niedoborze fosforu była jednakże oszczędniejsza aniżeli przy dobrym zaopatrzeniu w ten pierwiastek.

Niedostatek fosforu podziałł również niekorzystnie na tworzenie się nasion. Zaobserwować można ten fakt na podstawie analizy plonu, wielkości ziarniaków oraz ilości ziarniaków w poszczególnych kombinacjach. Obniżenie plonu ziarna jest nieznaczne, a ziarno jest stosunkowo dobrze

TABELA 6 - TABLE 6

Wpływ niskiej wilgotności gleby w fazie strzelania w żółto na jęczmień jary, przy podwójnym przedsięwzięciu nawożenia azotem i zmniejszonym do 1/3 nawożenia fosforem (1966 r.)
Influence of level of nitrogen and phosphorus fertilizers, and soil humidity at stage of stalling upon spring barley

Lp. - No.	Nawożenie przedsiwzięcie - Sort of fertilizers	2a	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain					Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw				
															N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CeO			
1																								
1	NNKP	60	28,9	25,1	44,1	1,15	79,0	2,3	2,5	8,0	5,3	569	1,4	372	2,03	0,353	0,221	0,54	0,115	0,427	0,187			
2	NNPK	16	21,4	13,6	40,1	1,37	60,5	1,6	2,6	38,4	13,7	339	19,3	439	2,33	0,421	0,242	0,73	0,084	0,420	0,228			
3	NNK + 1/3 P	16	17,2	12,7	44,1	1,35	55,8	1,3	2,5	48,0	13,0	288	-	396	1,98	0,401	0,195	0,78	0,067	0,428	0,281			
			±1,7		±0,9		±5,2					±17,9			±0,09									

Przedział ufności dla ziarna przy P = 0,05 = 0,8
Least significant difference for the grain

wykształcone (rubryka 5). Jednakże ilość ziarn w efekcie niedoboru fosforu spadła znacznie w porównaniu do kombinacji drugiej (o 15%). Należy jednak zwrócić uwagę, że zjawisko to nie zostało spowodowane sterylnością pyłków (rubryka 12). Raczej przypisać je należy dużej ilości niedogonów, które „odbierając” wodę żdźbłom starszym wywołały u nich mocniejsze zaburzenia przebiegających w tym czasie procesów tworzenia i kształtowania się kłosek w kłosie, tetraspor, woreczków zalążkowych oraz dalszych procesów związanych z zapłodnieniem i pierwszymi okresami kształtowania się zarodka (Maliboga 1927, Zabłuda 1951).

Niedobór fosforu podziałł w dość silny sposób na skład chemiczny ziarna i słomy. W ziarnie obniżona została zawartość potasu, azotu, fosforu (rubryk 18, 17, 16 — zgodnie z kolejnością). Stosunkowo niewielkie obniżenie zawartości fosforu w ziarnie (a duże w słomie), wskazuje na doniosłą rolę tego pierwiastka w procesach generatywnych. Wskazuje to również na stosunkowo dużą stabilność składu chemicznego nasion, zachodzącą kosztem wzmożonej reutilizacji tego pierwiastka z organów wegetatywnych. W słomie stwierdza się obniżenie w zawartości fosforu, natomiast wzrasta ilość wapnia — o 20%.

Tak więc w słomie został mocno naruszony stosunek $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$. Podczas gdy w kombinacji drugiej kontrolnej wynosi 2,7, to w kombinacji trzeciej przy słabszym nawożeniu fosforem wzrósł do 4,2.

7. Wpływ terminu dokarmiania azotem na reakcję jęczmienia jarego

Temat ten szeroko jest rozpracowany w literaturze, jednakże przede wszystkim od strony praktyki rolniczej (Cerling 1952; Coic 1950; Górski, Moskal 1952, Nehring 1938, Selke 1941). Wydawało się więc celowym naświetlenie niektórych faktów od strony fizjologicznej.

Doświadczenie na powyższy temat zostało założone w latach 1955 i 1956 w celu porównania z innymi doświadczeniami założonymi w tym samym czasie.

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 7.

Dokarmianie zastosowano w fazie krzewienia — 13 dni od wschodów (kombinacja 2) lub w fazie żdźbienia — 29 dni po wschodach (kombinacja 3). W obu wypadkach na samym początku danej fazy. Przez cały okres wegetacji wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% kapilarnej pojemności wodnej.

Uzyskane wyniki wskazują, że dokarmianie azotem zastosowane w którymkolwiek z terminów dało bardzo pozytywne i zbliżone do siebie efekty tak w roku 1955, jak i 1956. Masa wegetatywna roślin wzrosła w 1956 r. o 30% (rubryka 3), a plon ziarna średnio o 46%. Zmniejszył się więc stosunek słomy do ziarna.

TABELA 7 - TABLE 7

Wpływ terminu dokarmiania azotem na jęczmień jary (1955, 1956 r.)
Influence of various times of nitrogen fertilizes upon spring barley

Lp. - No.	Nazwa przedsiwzięcia Sort of fertilizers	1	2	2a	Wielkość gęby w fazie strzelenia w zdobio w % kap.poj. wodnej gęby Water capacity in percentage of total water of stalling in percentage of soil at stage	Pion słomy w g - Yield of straw in g	Pion ziarna w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarna w g	Waga 1000 ziarna w g	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	Długość roślin w cm Length of plants in g	Długość 6-go liścia w cm Length of sixth leaf in cm	Współczynnik krzewienia w stosunku do dojrzałych - Coefficient of spreading as relation to matures plants	Współczynnik krzewienia w stosunku do młodych roślin - Coefficient of spreading as relation to all plants	Procent niedojrzałych Percentage of immature plants	Procent pyłków męskich Percentage of sterile pollens	Ilość ziarna - Number of seeds	Procent pustych kłosów Percentage of empty ears	Współczynnik transpiracji Coefficient of transpiration	Procent wody związanej w stosunku do gęby, rośliny - Percentage of bound water after the drought	Ciśnienie osmotyczne w atm. Osmotic pressure	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain				Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw			
																						N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CeO	
1	NPK kontrolne	60	30,1	20,9	42,6	1,44	-	17,7	2,3	0,0	-	490	-	255	14,7	8,43	1,93	-	-	-	-	18	19	20	21	22	23	24	
2	NPK krzewienia	60	39,8	29,0	44,4	1,37	-	20,9	3,0	0,0	-	652	-	220	23,1	10,11	1,99	-	-	-	-	18	19	20	21	22	23	24	
3	NPK zdźbienie	60	38,8	30,4	39,5	1,27	-	21,8	2,9	0,0	-	770	-	215	21,4	10,84	2,12	-	-	-	-	18	19	20	21	22	23	24	

Przedział ufnoci dla ziarna przy P = 0,05 = 0,9
Least significant difference for the grain

1	NPK kontrolne	60	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	23,1	2,0	2,1	4,8	5,0	426	0,0	451	14,7	11,85	1,45	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,105
2	NPK krzewienie	60	28,6	24,4	45,4	1,17	75,7	28,6	2,5	2,6	3,8	5,5	537	0,9	372	18,2	12,44	1,52	0,330	0,221	0,57	0,115	0,428	0,085
3	NPK zdźbienie	60	27,1	26,9	43,9	1,01	80,5	27,8	2,5	2,7	7,4	6,1	612	1,7	331	18,3	12,65	1,70	0,363	0,219	0,73	0,126	0,454	0,112

Przedział ufnoci dla ziarna przy P = 0,05 = 1,1
Least significant difference for the grain

Wyniki zestawione w rubryce 7 wskazują na to, że dokarmianie stosowane w późniejszej fazie bardziej zwiększyło wysokość roślin. Dokarmianie azotem spowodowało bujniejszy wzrost liści (rubryka 8), których długość wzrosła prawie o 20% (1956 r.). Badania mikroskopowe wykazały ponadto, że w efekcie dokarmiania azotem, we wcześniejszej fazie, zmniejsza się ilość aparatów szparkowych na szóstym liściu. Kombinacja kontrolna posiadała 19 szparek w polu widzenia, natomiast kombinacja dokarmiana azotem w fazie krzewienia — 17,6 szparek, a w fazie żdźbienia — 19,0 szparek. Przy drugim terminie dokarmiania zbyt mała była odległość w czasie między terminem wprowadzenia azotu a wzrostem szóstego liścia, dlatego prawdopodobnie nie uzyskano efektu pod tym względem.

Dodatnią stroną dokarmiania azotem są zmiany w gospodarce wodnej roślin. W wypadku dokarmiania w pierwszym terminie (kombinacja 2,3 — rubryka 15) obniżył się współczynnik transpiracji o 18%, a przy drugim terminie dokarmiania nawet o 27% — 1956 r. (zbliżone efekty obserwuje się w 1955 roku). Dzięki obniżeniu współczynnika transpiracji roślina wyprodukowała znacznie większą masę przy zużyciu ilości wody równej kombinacji kontrolnej.

Pod wpływem dokarmiania azotem uległ również znacznym zmianom przebieg procesów związanych z reprodukcją. Świadczą o tym dane rubryki 4, 5, 13. Plon ziarna przy dokarmianiu w fazie krzewienia wzrósł o 39%, a o 53% przy dokarmianiu w fazie żdźbienia. Tak duży wzrost plonu należy przypisać nie tylko lepszemu wypełnieniu ziarn (o czym świadczy rubryka 5), lecz również zwiększonej ich ilości (rubryka 13). W kombinacji 2 jest ich więcej o 26%, a w kombinacji 3 o 44% (dane z 1956 r.). Powyższy fakt świadczy o dodatnim wpływie azotu na proces zapłodnienia, zawiązywanie się ziarn i ich wypełnienie.

Żaden z terminów dokarmiania nie wpłynął w sposób istotny na zmniejszenie ilości pyłków martwych. Opierając się o dane dotyczące procentu kłosów pustych, można wnioskować, że wykazane w badaniach ilości pyłków martwych wpływają w bardzo niewielkim stopniu na proces zapładniania. Należy więc przypuszczać, że azot wpłynął w sposób zasadniczy na wykształcenie i żywotność żeńskich komórek generatywnych oraz na optymalny przebieg zapłodnienia i dalsze procesy wiążące się z nim.

Poszczególne terminy dokarmiania azotem wpłynęły również na skład chemiczny ziarna i słomy (doświadczenie z 1956 r.). Późniejszy termin dokarmiania azotem spowodował w ziarnie większe nagromadzenie się azotu, a w słomie azotu i fosforu. Natomiast dokarmianie azotem we wcześniejszej fazie zdaje się wpływać na oszczędniejszą gospodarkę fosforem w ziarnie, a potasem i wapniem w słomie.

TABELA 8 - TABLE 8

Wpływ dokarmiania azotem i niskiej wilgotności gleby w fazie strzelenia w idźbło na jęczmień jary (1956, 1957 r.)
Influence of supplying additional nitrogen and of soil humidity at stage of stalling upon spring barley

Lp. kombinacji - No.	Sort of fertilizers	Faza rozwoju w której stosowano dokarmianie azotem w ilości dawki podstawowej Additional N at the stage of:	Wilgotność gleby w fazie strzelania w zddio w % kap.pojemn.wodnej gleby Water capillary capacity of soil at stage of stalling in percentage of total water	Współczynnik krzewienia w stosunku do roślin - Coefficient of spreading as relation to matures plants	Współczynnik krzewienia w stosunku do wszystkich roślin - Coefficient of spreading as relation to all plants	Procent niedojrzałych Percentage of immatures plants	Procent pyłków męskich Percentage of sterile pollen	Ilość ziarna - Number of seeds	Procent pustych kłosów Percentage of empty ears	Współczynnik transpiracji Coefficient of transpiration	% wody związanej w stosunku do ogólnej, po suszy - Percentage of bound water after the drought	Ciśnienie osmotyczne w atm. Osmotic pressure in atm.	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain				Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw								
													N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO						
1	2	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	1956 r. kontrolna control	60	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	23,1	2,0	2,1	4,8	5,0	426	0,0	451	14,7	11,85	1,45	0,351	0,215	0,52	0,106	0,441	0,105
2	2	kontrolna control	16	14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	19,1	1,1	1,4	21,4	10,8	272	0,0	457	17,1	14,45	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,139
3	3	krzewienie spreading	16	19,9	15,1	41,1	1,32	58,8	20,0	1,4	2,9	5,7	17,9	367	14,9	439	22,0	16,25	1,88	0,369	0,230	0,94	0,094	0,411	0,191
1	1	1957 r. kontrolna control	60	25,3	20,0	39,9	1,26	82,1	21,9	2,4	2,4	0,0	0,9	501	-	351	20,4	-	1,62	0,374	0,177	0,35	0,082	0,499	0,089
2	2	kontrolna control	16	22,3	15,6	36,0	1,43	74,2	13,0	1,4	2,2	36,3	13,6	433	-	393	26,1	-	1,79	0,414	0,211	0,56	0,035	0,458	0,130
3	3	krzewienie spreading	16	26,0	17,0	31,2	1,53	71,8	15,3	2,5	3,0	16,6	26,1	545	-	416	28,0	-	2,03	0,403	0,221	0,58	0,044	0,439	0,150
				+2,1		+1,2		+5,6						+22,0					+0,07						

Przedział ufności dla ziarna przy P = 0,05
Least significant difference
1956 r. = 1,1
1957 r. = 1,3

Przeprowadzone badania mają duży aspekt praktyczny. Wskazują bowiem, że nawet jęczmień (roślina o krótkim okresie wegetacji) bardzo korzystnie reaguje na dokarmianie azotem. Uzyskane wyniki zdają się sugerować, że dla podniesienia intensywności syntezy (a tym samym plonu) wymagane jest dokarmianie w terminie pośrednim do zastosowanych w badaniach. Jednakże z punktu widzenia praktycznego należałoby je stosować w pełni fazy krzewienia. W warunkach bowiem naturalnych przemieszczenie azotu w głąb gleby może trwać znacznie dłużej niż w warunkach doświadczenia wazonowego, gdzie rośliny są podlewane codziennie.

8. Zmiany zachodzące u jęczmienia jarego pod wpływem dokarmiania azotem i suszy w fazie strzelania w źdźbło

Problem powyższy zaliczyć należy do nierozpracowanych. Nieliczne wzmianki na ten temat nie wyjaśniają całkowicie zagadnienia (Aleksiejew, Gorjełow 1949), (Skazkin, Cwietkowa 1954), (Skazkin, Fontalina 1951).

We wcześniejszej pracy (Wojciechowski, Domański 1956) wykazano dodatni wpływ dokarmiania azotem w wypadku przechodzenia przez rośliny suszy w fazie żdźbienia. Celem doświadczenia przeprowadzonego w latach 1956—1957 było wyjaśnienie od strony fizjologicznej tego dodatniego wpływu dokarmiania azotem.

Wyniki odnoszące się do powyższych badań zestawiono w tabeli 8. Rzucają one światło na istotę wpływu dokarmiania azotem w warunkach przechodzenia przez rośliny suszy. Wyniki wskazują, że wpływ dokarmiania azotem (na rośliny odczuwające przez pewien okres niedobór wody) jest wszechstronny. Wykazują to zarówno badania 1956 jak i 1957 roku.

Poczynając od organów wegetatywnych stwierdzić można, że dokarmianie azotem (pomimo działania suszy) wpływa dodatnio na tworzenie się źdźbeł i liści. Można o tym wnioskować na podstawie porównania między sobą wyników poszczególnych kombinacji zestawionych w rubrykach 3, 7, 8, 9, 10 tabeli 8.

Zestawienie wyników kombinacji 2 z 3 wskazuje, że dokarmianie azotem spowodowało wzrost masy słomy o 30% — 1956 r. i 15% w 1957 r. Tak duży przyrost (w porównaniu do kombinacji niedokarmianej, a przechodzącej suszę) należy przypisać z jednej strony zwiększonemu krzewieniu (rubryka 9, 10), z drugiej strony powiększeniu się wielkości liści — nawet tych, które się kształtowały w czasie suszy (rubryka 8). Ograniczające działanie suszy na procesy syntezy i wzrostu zostało na skutek dokarmiania azotem w dużym stopniu zmniejszone.

Dokarmianie spowodowało również zmiany anatomiczne w liściach. Tak np. ilość szparek w polu widzenia (270-krotne powiększenie) w kombinacji kontrolnej wynosiła 19,0; natomiast przy samej suszy aż 23,3; przy dokarmianiu i suszy 18,9 (kombinacja 3). Nastąpił więc spadek ilości szparek do poziomu kombinacji kontrolnej. Zjawisko takie jest związane z polepszeniem się warunków dla wzrostu liści (M a k s i m o w 1952, Z a l e n s k i 1921).

Dokarmianie azotem spowodowało wzrost ilości niedogonów. Świadczy to o tym, że proces krzewienia został bardzo przedłużony. Powstałe w efekcie pędy nie zdążyły już przejść pozostałych faz rozwojowych wobec narastającego procesu starzenia się całego organizmu, pogłębionego przez suszę.

Dokarmianie azotem spowodowało obniżenie współczynnika transpiracji i innych wskaźników gospodarki wodnej u jęczmienia jarego przechodzącego suszę (dane rubryk: 15, 16, 17). W roku 1956 w efekcie dokarmiania azotem nastąpiła oszczędniejsza gospodarka wodna. Potwierdza się to w roku następnym, chociaż układ warunków atmosferycznych był w trakcie suszy odmienny. Wilgotność względna powietrza była bowiem (na skutek licznych zachmurzeń) wyższa.

Bezpośrednio po suszy dokonywano pomiarów ciśnienia osmotycznego oraz zawartości wody związanej w liściach. Uzyskane wyniki (rubryka 16, 17) zdają się wskazywać, że zmiany spowodowane dokarmianiem azotowym były dość głębokie, czego dowodem jest wzrost hydrofilności plazmy (której parametrami są: ciśnienie osmotyczne i woda związana).

Omawiane zmiany wywołane suszą dokonywały się w czasie, gdy w roślinie (zgodnie z jej fazami rozwojowymi) zaczęły się procesy generatywne. Nic więc dziwnego, że przebieg ich na skutek dokarmiania azotem został nieco zmieniony. Rubryka 4 zestawiająca plon ziarna wskazuje, że w efekcie dokarmiania podniosła się masa ziarna o 25% w roku 1956 i o 15% w roku 1957. Z analizy danych rubryk 5 i 13 wynika, że nastąpiło to na skutek znacznego zwiększenia się ilości ziarn średnio o 25%, choć wielkość ich nawet zmalała (w stosunku do kombinacji drugiej).

Dokarmianie azotem (przy równoległym działaniu suszy) wywołało również pewne niekorzystne zmiany w procesach generatywnych. Dowodem tego jest wzrost procentu pyłków martwych. Dane jednak rubryki 13 wskazują, że nie wpłynęło to na proces zawiązywania się ziarn, których ilość na skutek dokarmiania azotem wzrosła o 34%.

Do omówienia pozostają zmiany w składzie chemicznym ziarna i słomy, spowodowane dokarmianiem azotem i suszą. W wynikach obserwuje się dużą zmienność w zależności od roku. Przyczyną tej zmienności

mogą być zarówno różnice w terminie siewu, jak i w układzie warunków atmosferycznych.

Pod wpływem dokarmiania azotem ziarno zawierało większą ilość azotu, co świadczy o tym, że wzmogła się synteza białka, a z drugiej strony o tym, że w ziarnie nastąpiła zmiana stosunku białek do pozostałych organicznych związków zapasowych (na korzyść białek). Zawartość fosforu w ziarnie na skutek dokarmiania azotem i suszy spadła — w roku 1956 bardziej niż w 1957 roku. Natomiast zawartość potasu utrzymywała się w obu latach mniej więcej na tym samym poziomie.

Zawartość azotu, fosforu i potasu w słomie zmienia się w obu latach podobnie. Mianowicie dokarmianie azotem, przy równoległym działaniu suszy glebowej na roślinę, spowodowało wzrost procentowej zawartości azotu i fosforu, a spadek potasu. Zawartość wapnia wzrosła bardzo mocno w 1956 roku (kombinacja 3 porównana z drugą) i wzrosła też w 1957 r., ale w znacznie mniejszym stopniu.

9. Zmiany zachodzące u jęczmienia jarego pod wpływem dokarmiania azotem w formie NH_4NO_3 lub $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — oraz suszy w fazie strzelania w źdźbło

W praktyce rolniczej spotyka się zasilanie roślin azotem w postaci azotanu amonu lub azotanu wapnia. Teoretyczne uzasadnienie stosowania poszczególnych form w zależności od gleby i rośliny dał Priansznikow (1951). Jednakże analiza fizjologiczna oddziaływania wyżej przytoczonych związków azotowych na roślinę była przeprowadzona przy optymalnym zaopatrzeniu roślin w wodę. Z tych względów wydawało się celowe stwierdzenie reakcji jęczmienia jarego na suszę w zależności od formy azotu, jaką zastosowano w dokarmianiu.

Doświadczenie na ten temat przeprowadzono w 1956 r., a uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 9.

Rozpatrując kolejne dane zawarte w tej tabeli, widać, że plon słomy jest prawie identyczny przy dokarmianiu obu formami azotu. Przy zastosowaniu $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ rośliny były nieznacznie niższe. Mniej korzystny wpływ tej formy azotu daje się również zauważyć przy rozpatrywaniu współczynnika krzewienia (kombinacja 3, 4 — rubryka 9, 10). Zmniejszone krzewienie na skutek zastosowania formy $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dało w efekcie obniżenie procentu niedogonów i ilości kłosów pustych. Dane liczbowe dotyczące tych elementów są zdecydowanie niższe niż przy zastosowaniu dokarmiania w postaci NH_4NO_3 . Dokarmianie azotem w formie $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ podziało również na gospodarkę wodną jęczmienia (rubryka 15), obniżając pobranie wody o około 12% w stosunku do kombinacji kontrolnej.

Wpływ poszczególnej formy azotu uwidacznia się również przy roz-

TABELA 9 - TABLE 9

Wpływ formy azotu zastosowanej w dokarmianiu i niskiej wilgotności gleby w fazie strzelania w źdźbła na jęczmień jary (1956 r.)
Influence of form of supplying additional nitrogen, and of soil humidity at stage of stalling upon spring barley

Lp. - No.	Nazwa i rodzaj przedsiwzięcia - Sort of fertilizers	Faza w której dokarmiano rośliny azotem Additional N, P, at the stage of: 1 forma azotu	Wilgotność gleby w fazie strzelania w źdźbło Water capillary capacity of soil at stage of w % krep. pojem. wodnej gleby	Plon słomy w g - Yield of straw in g	Plon ziarna w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarn w g Weight of 1000 seeds in g	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	Długość roślin w cm Length of plants in cm	Wsparcznik krzewienia w stosunku do roślin dojrzających Coefficient of spreading as relation to matures plants	Wsparcznik krzewienia w stosunku do wszyst- kich roślin Coefficient of spreading as relation to all plants	Procent niedośpiałów Percent of immatures plants	Ilość ziarn - Number of seeds	Procent pustych kłosów Percent of empty ears	Wsparcznik transpiracji Coefficient of transpiration	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain					Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw				
															N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO			
1	NPK		60%	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	2,0	2,1	4,8	426	0,0	451	1,45	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,105			
2	NPK		16%	14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	1,1	1,4	21,4	272	0,0	457	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,139			
3	NPK krzewienie NH ₄ NO ₃ spreading		16%	19,9	15,1	41,1	1,32	58,8	1,4	2,9	51,7	367	15,9	439	1,88	0,369	0,230	0,94	0,094	0,411	0,191			
4	NPK krzewienie Ca(NO ₃) ₂ spreading		16%	19,7	14,2	36,0	1,39	57,6	1,4	2,3	39,1	395	11,7	383	1,78	0,408	0,206	0,57	0,111	0,406	0,207			
				±1,9		±0,9		±4,8				±16,5				±0,06								

Przedział ufnoci dla ziarna przy P = 0,05 - 1,2
Least significant difference for the grain

TABELA 10 - TABLE 10

Wpływ poziomu żywienia fosforem, dokarmianie azotem i niskiej wilgotności gleby w fazie strzelania w zbiórno na jęczmień jary (1956 r.)
 Influence of level of phosphorus fertilizers, of supplying additional nitrogen, and soil humidity at stage of stalling, upon spring barley

Lp. - No.	Nawożenie przedsiewne Sort of fertilizers	Faza w której zastosowano dokarmianie azotem Additional N at the stage of:	Wilgotność gleby w fazie strzelania w zbiórno w % Water capillary capacity of soil at stage of kcp. pojemn. wodnej gleby stalling in percentage of total water	Plon słomy w g - Yield of straw in g	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain				Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw			
																	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CeO	
1	NK + P	-	60%	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	2,0	2,1	4,8	5,0	426	0,0	451	1,45	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,105		
2	NK + 1/3 P	-	60%	21,6	17,5	39,6	1,24	73,3	1,9	2,1	9,5	9,8	441	0,0	409	1,35	0,337	0,206	0,40	0,047	0,456	0,156		
3	NK + P krzewienie spreading		16%	19,9	15,1	41,1	1,32	58,8	1,4	2,9	51,7	17,9	367	14,9	439	1,88	0,389	0,230	0,94	0,094	0,411	0,191		
4	NK + 1/3 P krzewienie spreading		16%	20,3	12,1	35,5	1,68	57,0	1,1	2,9	62,1	12,8	337	20,0	397	1,64	0,350	0,209	0,72	0,054	0,442	0,215		
				±2,1		±1,2		±5,1					±19,6			±0,08								

Przedział ufności dla ziarna przy P = 0,05 = 0,8
 Least significant difference for the grain

patrywaniu plonu ziarna. Rubryki 4, 5 wskazują, że w warunkach suszy forma azotanu wapnia okazała się mniej korzystna od azotanu amonu. Zarówno sama masa ziarn, jak i ich wypełnienie, jest słabsze przy dokarmianiu azotem w formie azotanu wapnia. Przy tym samym plonie ilość ziarn w związku z tym jest wyższa (przy $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), jednakże biorąc pod uwagę ciężar 1000 ziarn, widać, że są one słabiej wykształcone.

Wpływ omawianych form azotu uwidacznia się również w zmianach składu chemicznego ziarna i słomy. W ziarnie występuje (przy azotanie wapnia) spadek zawartości azotu i potasu, a wzrost fosforu. Zawartość azotu i fosforu w słomie kształtuje się podobnie, natomiast mniej wyraźne różnice obserwuje się w zawartości potasu. Zawartość zaś wapnia pod wpływem $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ nieznacznie wzrosła.

O wpływie poszczególnych form azotu na metabolizm mówi także zmiana wartości stosunku N : P w plonie słomy. Przy dokarmianiu azotem w postaci azotanu amonu wynosi on 10 (kombinacja 3), natomiast przy $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — tylko 5.

10. Zmiany zachodzące u jęczmienia jarego pod wpływem zmniejszonej dawki fosforu, dokarmiania azotem i suszy w fazie strzelania w źdźbło

Doświadczenie na powyższy temat założono, by uzyskać odpowiedź, w jakim stopniu efekty dokarmiania azotem są zależne od poziomu żywienia fosforem. Odnosi się to specjalnie do takich warunków, gdzie nastąpiło obniżenie wilgotności gleby w fazie strzelania w źdźbło. Doświadczenie to rozszerza problematykę omówioną w punkcie 6.

Do badań (jak podano w metodyce) użyto gleby stosunkowo zasobnej w fosfor, biorąc pod uwagę, że jęczmień jest rośliną wymagającą intensywnego nawożenia tym pierwiastkiem.

Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 10. Wskazują one, że przy stałej wysokiej wilgotności gleby rośliny reagowały bardzo słabo na zmniejszoną dawkę fosforu. Bardzo nieznacznie został zahamowany wzrost roślin, mocniej natomiast zmniejszył się współczynnik transpiracji. Ponadto obniżył się ciężar 1000 ziarn, co wskazuje, że na skutek oszczędniejszego nawożenia fosforem nastąpiły pewne zaburzenia w wypełnianiu się ziarna. Jednakże ciekawym objawem przy tym jest nieznaczny wzrost ilości nasion, przy równoległym wzroście procentu pyłków martwych.

Obniżona dawka fosforu wywołała podobnie niewielkie zmiany w składzie chemicznym ziarna i słomy. Tak w ziarnie jak i słomie spadała zawartość azotu. Wiąże się to bez wątpienia z udziałem fosforu w syntezie białek (Łapczyńska 1954, Prianisznikow 1951, Strebeyko

1956). Mocno obniżyła się zawartość fosforu w słomie, a wzrósł przy tym procent wapnia.

Ciekawe wyniki otrzymano przy obniżonym nawożeniu fosforowym w wypadku wprowadzenia suszy w fazie strzelania w źdźbło (kombinacja 4). Podobnie jak w dobrych warunkach wodnych nastąpiło zahamowanie wzrostu roślin, utrzymał się jednakże, na poziomie kombinacji 3, współczynnik krzewienia, wzrósł przy tym procent niedogonów. Przy suszy i obniżonym żywieniu fosforem spadł współczynnik transpiracji (kombinacja 4), podobnie jak przy dobrym zaopatrzeniu w wodę. Ten powtarzający się fakt zdaje się wskazywać, że być może słabsze nawożenie fosforem stwarza (w wymienionych warunkach glebowych i wodnych) podstawy do oszczędniejszej gospodarki wodnej roślin. Na marginesie tego faktu należy pamiętać, że gleba była stosunkowo zasobna w fosfor.

Przechodząc z kolei do analizy plonu i jakości ziarna, widać, że reakcja roślin na niższą dawkę fosforu przy suszy jest w tych warunkach bardziej wyraźna niż przy obfitym zaopatrzeniu w wodę. Obserwuje się znaczną obniżkę masy ziarna przy jednoczesnym obniżeniu ich wielkości, o czym świadczy ciężar 1000 ziarn. Obniżenie z kolei plonu ziarna podniosło znacznie stosunek słomy do ziarna. Ujemny efekt niedostatku fosforu uwidacznia się również w rubryce 13 i 14. Wskazują one, że omawiany czynnik wpłynął na zmniejszenie ilości ziarn, a jednocześnie spowodował wzrost procentowej zawartości kłosów pustych. Jak więc wynika z przytoczonych danych, niedostatek fosforu mocno wpłynął na kształtowanie się organów generatywnych, ale tylko przy niedostatku wody. Z powyższego należy wnosić, że mogły występować zaburzenia w procesie przemieszczania się związków organicznych.

Dalsze zestawienia wskazują, w jakim stopniu czynnik fosforu wpłynął na skład chemiczny ziarna i słomy. Okazuje się, że podobnie jak w dobrych warunkach wodnych nastąpiło w ziarnie obniżenie procentowej zawartości azotu, jednakże znacznie mniejsze. W warunkach suszy zawartość fosforu nieznacznie spadła. Spadek zawartości potasu był znacznie większy. W słomie zawartość azotu i fosforu obniżyła się podobnie jak w ziarnie, jednakże wzrosła przy tym zawartość potasu i wapnia.

11. Zmienność reakcji na suszę dwu odmian jęczmienia jarego przy dokarmianiu azotem

Doświadczenie naświetlające zagadnienie przedstawione w tytule założono w 1956 r. równoległe z badaniami przedstawionymi w punktach 1 i 2.

TABELA 11 - TABLE 11

Wpływ dokarmiania azotem i obniżonej wilgotności gleby w czasie strzelania w źdźbło na dwie odmiany jęczmienia jarego (1956 r.)
Influence of supplying additional nitrogen, and soil humidity at stage of stalling upon two sorts of spring barley

Lp. - No.	Nawożenie przedsiemne - Sort of fertilizers	Odmiana jęczmienia jarego Sort of spring barley	Pazę w której stosowano dokarmianie Additional N at the stage of:	Wilgotność gleby w czasie żdźbienia w % kep. Pot. wodnej gleby Water capillary capacity of soil at stage of stalling in percentage of total water	Plon słomy w g - Yield of straw in g	Plon ziarna w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarna w g - Weight of 1000 grain in g	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	Długość roślin w cm Length of plants in cm	Wskaźnik krzewienia w stos. do roślin dojrzałych Coefficient of spreading as relation to matures plants	Wskaźnik krzewienia w stos. do wszystkich roślin Coefficient of spreading as relation to all plants	Procent niedożarów Percentage of immatures plants	Ilość ziarna - Number of seeds	Procent pustych kłosów Percentage of empty ears	Wskaźnik transpiracji Coefficient of transpiration	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain						Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw					
																N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	
1			2a	2b	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
1	NPK	PZHR			14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	1,1	1,4	21,4	272	0,0	457	1,80	0,412	0,228	0,69	0,078	0,423	0,139					
2	NPK	Gładysz			19,1	14,1	43,9	1,35	54,4	1,2	2,7	55,5	321	11,8	358	2,02	0,415	0,226	0,75	0,084	0,498	0,163					
3	NPK	PZHR	krzewienie spreading		19,9	15,1	41,1	1,32	58,8	1,4	2,9	51,7	367	14,9	439	1,88	0,369	0,230	0,94	0,094	0,411	0,191					
4	NPK	Gładysz	krzewienie spreading		18,2	14,3	47,7	1,27	53,7	1,3	2,5	48,0	300	9,8	348	2,65	0,464	0,200	0,74	0,106	0,508	0,226					
					±2,2		±1,2		±6,1				±18,5			±0,06											

Przedział ufności dla ziarna przy P = 0,05 = 0,8
Least significant difference for the grain

W niniejszym ujęciu przytoczono najciekawszą część badań, pozwalającą na porównanie reakcji dwu odmian jęczmienia jarego na dwa jednocześnie działające bodźce, jakimi są: żywienie azotem i susza. Wilgotność gleby w czasie suszy była jednakowa we wszystkich przytoczonych kombinacjach i wynosiła 16% kapilarnej pojemności wodnej gleby. Dlatego też można przeprowadzić analityczne porównanie zmian u obu odmian w efekcie działania dokarmiania azotem. Porównując kolejne dane poszczególnych rubryk, dochodzi się do wniosku, że rzeczywiście czynnik azotu zróżnicował reakcję badanych odmian na suszę. Uwidacznia się to wyraźnie w plonie słomy, wysokości roślin, współczynnika krzewienia i ilości niedogonów. Tak więc podczas gdy odmiana Browarny — P.Z.H.R. (w omawianych warunkach wodnych) reagowała na dokarmianie azotem zwiększając plonu słomy, to u odmiany Gładysz zjawisko takie nie występuje. Podobnie dzieje się z wysokością roślin. Tu też odmiana Browarny — P.Z.H.R. reagowała na dokarmianie azotem dodatnio i w znacznie silniejszym stopniu niż odmiana Gładysz. Analogiczne zjawisko obserwuje się przy rozpatrywaniu rubryk 9, 10, 11, które odnoszą się do współczynnika krzewienia i procentu niedogonu.

Z powyższego wynika więc, że pod wpływem azotu zmieniła się bardzo reakcja na suszę organów wegetatywnych odmiany Browarny — P.Z.H.R. w porównaniu z odmianą Gładysz. Odmiana Gładysz reaguje na suszę w mniejszym stopniu, ale też i dokarmianie azotem w wypadku suszy nie daje u niej widocznych efektów.

Przytoczone zmiany w masie wegetatywnej (wywołane czynnikiem azotu) nie wpłynęły jednak na zmianę gospodarki wodnej obu odmian (rubryka 15). Różnice istniejące między odmianami w warunkach suszy (kombinacja 1, 2) zachowują się nadal przy dokarmianiu azotem i suszy. Odmienność procesów wzrostu u obu odmian (stwierdzono na podstawie danych odnoszących się do organów wegetatywnych) wywarła z kolei wpływ na tworzenie się organów generatywnych, o czym świadczą dane rubryk 4, 5, 12, 13, 14.

Podobnie jak poprzednio, w efekcie dokarmiania azotem zwiększyła się masa ziarna u odmiany Browarny — P.Z.H.R., natomiast u odmiany Gładysz dokarmianie nie dało pod tym względem efektu (rubryka 4). Różnice fizjologiczne istniejące między odmianami uwidaczniają się w ciężarze 1000 ziarn, a także w ilości ziarniaków (rubryka 5, 13). U odmiany Browarny — P.Z.H.R. pod wpływem dokarmiania azotem wzrosła ilość ziarn (o 34%), były one jednak słabiej wypełnione, o czym świadczy ciężar 1000 ziarn. Odwrotnie reagowała odmiana Gładysz, u której w efekcie dokarmiania azotem i suszy wzrósł ciężar 1000 ziarn, przy równoczesnym zmniejszeniu ilości ziarn o około 18%.

Dane dotyczące procentu kłosów pustych wskazują również na róż-

nice między odmianami. Dokarmianie azotem wywołało u odmiany Browarny — P.Z.H.R. wzrost ilości kłosów pustych, natomiast odmiana Gładysz przy obu poziomach żywienia azotem cechowała się zbliżoną procentową zawartością kłosów pustych.

Zmiany ilościowe przytaczane tak dla ziarna, jak i dla słomy znalazły swój wyraz w stosunku słomy do ziarna (rubryka 6). W omawianych warunkach żywienia i suszy różnie się on kształtuje u każdej z odmian; a mianowicie pod wpływem dokarmiania azotem wzrasta u odmiany Browarny — P.Z.H.R., a maleje u odmiany Gładysz.

Wyrazem zmienności reakcji odmian na żywienie azotem i suszę są także różnice w składzie chemicznym ziarna i słomy. Podobnie jak przy rozpatrywaniu poprzednich danych tak i w tym wypadku obserwuje się, że w warunkach suszy w fazie strzelania w źdźbło odmiany różnie reagują na dokarmianie azotem. Tak np. w ziarnie wzrasta zawartość azotu u odmiany Browarny — P.Z.H.R. tylko o 4%, a u odmiany Gładysz aż o 30% (rubryka 16) — w słomie wzrasta zawartość azotu tylko u odmiany Browarny — P.Z.H.R. Zawartość fosforu w ziarnie pod wpływem dokarmiania azotem spada u odmiany Browarny — P.Z.H.R., a wzrasta u odmiany Gładysz. Natomiast u obu odmian dokarmianie azotem wywołało wzrost zawartości fosforu w słomie.

Zawartość potasu w ziarnie pod wpływem dokarmiania azotem utrzymuje się u odmiany Browarny — P.Z.H.R. na tej samej wysokości co bez dokarmiania, a spada u odmiany Gładysz. Natomiast w słomie — nieznacznie obniża się u odmiany Browarny — P.Z.H.R. i nieznacznie wzrasta u odmiany Gładysz.

Jedynie zawartość wapnia pod wpływem azotu zmienia się u obu odmian dość proporcjonalnie, tzn. wzrasta w kombinacjach dokarmianych azotem.

12. Wpływ przedsiewnego moczenia i podsuszania nasion lub dokarmiania roślin azotem w fazie strzelania w źdźbło na reakcję jęczmienia jarego na suszę

Fizjolog radziecki P. A. Genkel (1955) sugeruje, że rośliny znacznie słabiej reagują na suszę, o ile nasiona zostaną przed siewem namoczone, a następnie podsuszone.

Dokarmianie azotem też ma na celu osłabienie wpływu suszy na rośliny. Postanowiono więc przebadąć, który z zabiegów daje lepsze efekty. Doświadczenie na powyższy temat założono w 1956 r. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 12. Wskazują one wyraźnie, że dokarmianie azotem daje znacznie lepsze rezultaty. Uwidacznia się to w procesach wzrostu, od których zależy wykształcenie organów wegetatywnych. Plon

T A B E L A 12 - T A B L E 12

Wpływ obniżonej wilgotności gleby w fazie strzelenia w dżdżo na rośliny jęczmienia jarego dokarmiane azotem w fazie strzelenia w dżdżo lub wyrosłe z nasion moczonych i poduszonych przedsewne (1956r.)
Influence of wetting of the grain in H₂O and drying of them, of supplying additional nitrogen and reduced soil humidity at stage of etalling, upon spring barley

Lp. - No.	Nazwa przedsiwzięcia - Sort of fertilizers	Treść kombinacji - Combination	Łozom wilgotności gleby w fazie zadbienia W % kap. pojem. wodnej gleby Water capillary capacity of soil at stage of stalling in percentage of total water	Plon słomy w g - Yield of straw in g	Plon ziarna w g - Yield of grain in g	Masa 1000 ziarna w g Weight of 1000 seeds in g	Stosunek słomy do ziarna Relation of straw to the grain	Długość roślin w cm Length of plants in cm	Współczynnik krzewienia w stos. do roślin dojrzających - Coefficient of spreading as relation to matures plants	Współczynnik krzewienia w stos. do roślin wszystkich - Coefficient of spreading as relation to all plants	Procent niedożoń Percentage of immatures plants	Ilość ziarna - Number of seeds	Procent pustych kłosów Percentage of empty ears	Współczynnik transpiracji Coefficient of transpiration	Zawartość procentowa w ziarnie Percentage of capacity in the grain					Zawartość procentowa w słomie Percentage of capacity in the straw				
															N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO			
1	2	2a	2b	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1	NPK	kontrola - control	60 %	21,6	17,5	40,8	1,24	75,0	2,0	2,1	4,8	426	0,0	451	1,45	0,351	0,216	0,52	0,106	0,441	0,105			
2	NPK	kontrola - control	16 %	14,9	12,4	45,5	1,26	56,3	1,1	1,4	21,4	272	0,0	457	1,80	0,412	0,228	0,63	0,078	0,423	0,139			
3	NPK	nasiona przed wysiewem moczzone i poduszane - Wetting of the grain in H ₂ O and drying of them	16 %	14,9	12,3	43,1	1,30	57,1	1,1	1,3	15,4	282	2,0	400	1,90	0,392	0,205	0,78	0,099	0,460	0,155			
4	NPK	dokarmianie N w fazie krzewienia Additional N at stage of spreading	16 %	19,9	15,1	41,1	1,52	58,8	1,4	2,9	51,7	367	14,9	439	1,88	0,369	0,230	0,94	0,094	0,411	0,191			
				± 2,3		± 1,2		± 5,5				± 19,3			± 0,08									

Przedział ufności dla ziarna przy P - 0,05 - 0,9
Least significant difference for the grain

słomy, wysokość roślin, współczynnik krzewienia i procent niedogónów — świadczą o dużym wpływie tego zabiegu (komb. 4). Natomiast wyniki kombinacji 3 (gdzie nasiona przed wysiewem moczono i podsuszano) nie odbiegają od kombinacji kontrolnej (drugiej).

Przytoczone dane wskazują, że intensywność procesów wzrostowych roślin dokarmianych azotem (kombinacja 4) była znacznie wyższa niż u roślin pochodzących z nasion przedsewnie moczonych i podsuszonych. Dodatkim natomiast efektem „zabiegu” stosowanego przez Genkla było obniżenie współczynnika transpiracji (rubryka 15).

Analiza danych dotyczących plonu ziarna wskazuje na istnienie podobnych zależności jak w plonie słomy. Masa ziarna w kombinacji 4 (dokarmianie azotem) jest prawie o 25% wyższa niż w kombinacji 3 lub 2. Spadł co prawda ciężar 1000 ziarn, jednakże jest on na dość wysokim poziomie. Ponadto wzrosła ilość ziarn (rubryka 13).

Dokarmianie azotem wywarło wpływ na skład chemiczny ziarna i słomy. Dzięki dokarmianiu obniżyła się zawartość fosforu w ziarnie, i to znacznie silniej niż przy „zabiegu” Genkla. Natomiast zawartość potasu w ziarnie porównywanych kombinacji była najniższa przy zabiegu przedsewnego moczenia i podsuszania nasion. Analiza danych dotycząca składu chemicznego słomy wskazuje, że porównywane ze sobą zabiegi wywarły pewien wpływ. U roślin obu zestawianych kombinacji wzrosła w słomie zawartość azotu i wapnia. Jednakże wzrost ten jest znacznie wyższy w kombinacji, gdzie stosowano dokarmianie roślin azotem. W porównaniu do kombinacji kontrolnej — drugiej — na skutek wprowadzonych zabiegów wzrosła zawartość fosforu. Natomiast na skutek „zabiegu” Genkla uzyskano zwyżkę zawartości potasu w słomie, podczas gdy przy dokarmianiu azotem zawartość jego nieco się obniżyła.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Badania przeprowadzone w latach 1955—1957, nad wpływem suszy i dokarmiania azotem na jęczmień jary, wskazują na szereg ciekawych zjawisk. Odnoszą się one do całokształtu procesów życiowych rośliny. O niektórych z nich można mówić na podstawie uzyskanych wyników, o przebiegu innych można wnioskować ze znajomości powiązań istniejących między poszczególnymi procesami żywymi.

Wyniki wskazują, że susza w wysokim stopniu zahamowała procesy wzrostu. Podobne wyniki podawane są w literaturze (Crafts, Currier, Stocking 1949, Maksimow 1952, Strebeyko 1956). Uzyskane dane wymagają jednak głębszej interpretacji fizjologicznej. Biorąc pod uwagę stosunkowo dużą stabilność procesów oddechowych, należy sądzić, że na skutek okresowo złego zaopatrzenia w wodę w bar-

dzo mocnym stopniu zahamowane zostały procesy syntetyczne. Wiadomo bowiem, że procesy syntezy wymagają odpowiedniego uwodnienia plazmy (Crafts, Currier, Stoking 1949, Strebeyko 1956). Na skutek suszy został przypuszczalnie w bardzo silnym stopniu zmieniony stosunek syntezy do rozkładu, w kierunku tego ostatniego procesu, co w efekcie wpłynęło na zahamowanie wzrostu.

Działanie okresowej suszy spowodowało (po jej zakończeniu) powstawanie niedogonów, co można uważać za stymulację procesu regeneracji. Susza wywołała również zwiększenie ilości pyłków martwych. Wynika z tego, że efekty fizjologiczne suszy sięgały bardzo głęboko w procesy życiowe rośliny.

Niedostatek wody, jakkolwiek trwał tylko 18 dni, wywarł wpływ na kształtowanie się procesów zachodzących po suszy. Zawartość azotu w ziarnie oraz zmiany w składzie chemicznym ziarna i słomy są wystarczającym tego dowodem.

Fakt zwiększenia się ilości azotu białkowego w ziarnie pod wpływem suszy jest na ogół znany (Barbacki 1947, Maksimow 1952, Nehring 1938, Schorer 1939). Potwierdzają to badania własne. Jednakże analiza tego zjawiska od strony odporności roślin nasuwa myśl, że zwiększona w takich warunkach ilość białka w ziarnie może powodować zwiększenie odporności roślin na suszę w następnym pokoleniu. Powyższą sugestię potwierdza znany fakt zależności między zawartością białka w ziarnie a klimatem, o czym mówi Szarapow.

Badania wykazały dość duże różnice w reakcji na suszę dwu odmian jęczmienia. Są to odmiany o różnym przeznaczeniu użytkowym. Należy przypuszczać, że ich powstawanie w trakcie hodowli zachodziło w różnych warunkach, stąd tak duże różnice w reakcji na suszę. Istnieją one we wszystkich zasadniczych elementach. Utrzymują się zarówno w warunkach normalnego żywienia azotem, jak też i przy dokarmianiu roślin tym pierwiastkiem.

Odmiana Browarny — P.Z.H.R. znacznie silniej obniża plon ziarna pod wpływem suszy niż odmiana Gładysz. Jednakże dodatni wpływ dokarmiania azotem przy suszy jest u pierwszej z odmian zdecydowanie wyższy. Wskazuje to na większą plastyczność odmiany Browarny — P.Z.H.R. Natomiast zawartość azotu w ziarnie, pod wpływem suszy i dokarmiania azotem, wzrasta u odmiany P.Z.H.R. stosunkowo niewiele (w porównaniu do odmiany Gładysz). Przytoczone zjawisko wskazuje z kolei na dużą stabilność tej cechy u odmiany Browarny — P.Z.H.R., co niewątpliwie zostało osiągnięte drogą zabiegów hodowlanych. Tak więc wyżej przytoczone fakty oznaczają, że różnice między odmianami istnieją również w procesach fizjologicznych.

Liczne obserwacje przemian metabolicznych wykazują zależność istniejącą między funkcją a strukturą organizmu. Kursanow (1952), Oparin, Gielman (1952), Sisakjan (1940), Stocker (1956), Strebeyko (1956). Określone funkcje komórki, organu lub organizmu mogą być wykonywane tylko przy odpowiadającej im strukturze. Przekonują o tym również badania reakcji na suszę roślin opryskanych kwasem β -indolooctowym.

Znany fakt, że substancje wzrostowe powodują zmiany we właściwościach fizyko-chemicznych plazmy (Andersen 1954, Audus 1954, Burström 1954, Guttentberg 1954, Saratowa 1953, Genkel 1955), nasuwa myśl, że równocześnie z tym muszą zachodzić zmiany w strukturze plazmy. Pozwala to na wyjaśnienie oddziaływania substancji wzrostowych w warunkach suszy. Zastosowane stężenie kwasu β -indolooctowego w sprzyjających warunkach wodnych dałoby niewątpliwie efekt dodatni. W warunkach suszy uzyskano wyniki ujemne. Wiadomo bowiem, że kwas β -indolooctowy zwiększa przepuszczalność plazmy, pobieranie składników mineralnych i wody, wzrasta też pod jego wpływem proces syntezy i oddychania (dostarczający energii do budowy organizmu). Te zmiany (w warunkach niedoboru wody) prowadzą organizm do bardziej ujemnej reakcji na suszę.

Rośliny opryskane kwasem β -indolooctowym wykazywały ten sam współczynnik krzewienia co nie opryskane, jednakże cechowały się mniejszą ilością niedogonów. Ten fakt zdaje się wskazywać na to, że substancja wzrostowa przyspieszyła rozwój pędów bocznych, co nie dało jednak zwiększenia plonu.

W związku z powyższymi stwierdzeniami nasuwa się uogólnienie, że czynniki hormonalne przyspieszające wzrost nie mogą być zastosowane (na rośliny) jako środek przeciwdziałający skutkom suszy, ponieważ wywrą wręcz odmienny efekt.

Poznanie istoty działania suszy na roślinę wymaga śledzenia jej efektów w różnych warunkach żywienia mineralnego. Wyniki uzyskane w warunkach podwójnej przedświejnej dawki azotu i suszy wskazują, że obfite zaopatrzenie w ten pierwiastek wzmaga niedobór wody u jęczmienia. Rośliny doświadczalne zareagowały na suszę w znacznie większym stopniu niż rośliny rosnące w warunkach żywienia pojedynczą dawką azotu. Tłumaczyć to należy tym, że dynamika poszczególnych procesów życiowych ustala się w roślinie (w zależności od warunków zewnętrznych) w pierwszych okresach wegetacji (Arland 1953, Maksimow 1952, Strebeyko 1956). Przy niekorzystnych zmianach dla organizmu roślina z trudem może się przystosować do nowych warunków w otoczeniu, ograniczając w wysokim stopniu swój wzrost. Tak też należy tłumaczyć wyniki tabeli 5.

Intensywne żywienie azotem od początku wegetacji oraz dobre zaopatrzenie w wodę stworzyły podstawę dla intensywnych procesów syntetycznych. Ponadto obfite zaopatrzenie w azot nie sprzyja dobremu rozwojowi systemu korzeniowego (Bosemark 1954, Burström 1954). Wywołanie suszy (w tych warunkach) musiało, rzecz jasna, bardzo gwałtownie zmniejszyć pobieranie i przemieszczanie wody, co wpłynęło hamująco na procesy syntezy. Świadczy o tym wysoki plon słomy (kształtujący się w zasadzie do suszy) i niski plon ziarna. Ponadto analiza wyników (procent niedogonów, pyłków martwych, kłosów pustych) wskazuje, że na rośliny wpłynęło ujemnie obfite żywienie azotem i susza ze względu na zachodzący w tym czasie proces kształtowania się organów generatywnego rozmnażania.

Powstawanie po suszy dużej ilości niedogonów wskazuje na wzmożenie procesów regeneracyjnych. Jednakże znaną jest rzeczą, że młode tworzące się pędy, posiadając wyższą siłę ssącą, zabierają wodę starszym pędom (Kołosow, Szałdienkowa 1952, Konstantinow 1926, Maksimow 1952, Władymirow, Łapszyna 1952). To zjawisko spotęgowało zaburzenia suszowe i uwidoczniło się w zahamowaniu transportu asymilatów do tworzących i wypełniających się ziarn, stąd ciężar 1000 ziarn został obniżony.

Przy podwójnej przedsięwziętej dawce azotu i zmniejszonej dawce fosforu rośliny jeszcze silniej zareagowały na suszę. Fosfor jak wiadomo odgrywa doniosłą rolę w procesie oddychania, fotosyntezy, gospodarki energetycznej i w transporcie substancji organicznych (Łapszyna 1954, Oparin, Gielman 1950, Strebeyko 1956). Nic więc dziwnego, że niedobór fosforu (w warunkach wystąpienia suszy) wywołał niekorzystne zmiany we wszystkich rozpatrywanych procesach życiowych. Ujemne efekty uwidaczniają się przede wszystkim w procesach wzrostu i reprodukcji. Podobne objawy niedoboru fosforu uzyskano w warunkach suszy oraz przy dokarmianiu roślin azotem podczas suszy.

Efekty niedostatku fosforu szczególnie mocno uwidaczniają się w warunkach suszy. Ten fakt zdaje się wskazywać na to, że wykorzystanie fosforu z zapasów gleby jest uzależnione od ilości wody w glebie. Potwierdzeniem tego są badania Vorbrotta nad wykorzystaniem przez rośliny fosforu z fosforytów przy różnej wilgotności podłoża.

Pomimo słabszego zaopatrzenia roślin w fosfor w niektórych kombinacjach nasiona posiadały go dość dużo. Świadczy to z jednej strony o stabilności składu chemicznego ziarna, co przewijają się w całości badań, z drugiej strony wskazuje to na ważność tego pierwiastka w procesach rozwoju. Został on z pewnością przetransportowany z innych organów do ziarna dzięki wzmocnionemu procesowi reutylicacji.

Przeprowadzone badania wykazują wpływ dokarmiania azotem na

jęczmień jary odmiany Browarny — P.Z.H.R. Temat ten jest szeroko znany w ujęciu rolniczym. Jednakże wyniki są dość rozbieżne. Tak np. Ne h r i n g stwierdza, że u szeregu odmian dokarmianie azotem nie dało rezultatu, podczas gdy S c h a r e r i S e l k e uzyskali pozytywne efekty dokarmiania. Przedstawione wyniki, potwierdzające badania S c h a r e r a (1939), S e l k e g o (1941) i innych, pozwalają spojrzeć na to zagadnienie od strony fizjologicznej. Pozytywne efekty dokarmiania azotem można stwierdzić w całości procesów życiowych. Na specjalnie mocne podkreślenie zasługuje wpływ dokarmiania azotem na procesy reprodukcji. Znaczne zwiększenie ilości i ciężaru ziarna, a jednocześnie obniżenie stosunku słomy do ziarna wskazuje na to, że efekt dokarmiania jest ze wszechmiar korzystny. Mogło to nastąpić pod wpływem wzrostu intensywności procesów syntezy (w oparciu o wzmożoną fotosyntezę na większej powierzchni liściowej) oraz dzięki wzmożeniu przemieszczania się asymilatów z organów wegetatywnych do nasion (o czym świadczy wzrost ciężaru 1000 ziarn). Bardzo dodatnim objawem zabiegu dokarmiania, to obniżenie współczynnika transpiracji. Znane fakty zależności gospodarki wodnej od żywienia znajdują tu potwierdzenie (A l e k s i e j e w 1949, 1953, A r l a n d 1953).

A r l a n d (1953) twierdzi, że oszczędna gospodarka wodą zachodzi u roślin przy odpowiednim stosunku N:P:K. O ile weźmie się pod uwagę wysoką zasobność gleby w fosfor i potas, to można dojść do wniosku, że czynnik dokarmiania azotem mógł w tym wypadku decydować o tym procesie. Dodatkowa bowiem dawka azotu mogła zmienić stosunek N:P:K na bardziej zbliżony do optymalnego, co wpłynęło na obniżenie współczynnika transpiracji. Gospodarka wodna rośliny zależy w wysokim stopniu od właściwości fizyko-chemicznych komórki (A l e k s i e j e w 1937, 1950, A l e k s i e j e w G u s j e w 1950, C r a f t s, C u r r i e r, S t o c k i n g 1949, G u t t e n b e r g 1954, I l j i n 1953). Stwierdzenie wpływu dokarmiania azotem zarówno na wzrost procentowej zawartości wody związanej w liściach, jak i na wzrost ciśnienia osmotycznego, tłumaczy stronę fizjologiczną wewnętrznych zależności. Azot wpływając na powyższe właściwości plazmy spowodował wzrost sił utrzymujących wodę w komórkach, a tym samym nastąpiło obniżenie współczynnika transpiracji.

Uzyskana w badaniach zmienność współczynnika transpiracji wskazuje, że gospodarka wodna może się zmieniać w dość szerokich granicach. Jest ona oszczędniejsza u roślin dokarmianych azotem, i to w warunkach zarówno stałej wysokiej wilgotności gleby, jak i przy suszy w fazie żdźbienia. Rzecz oczywista, że zgodnie z wielu autorami (C r a f t s, C u r r i e r, S t o c k i n g 1949, S t r e b e y k o 1956, M a k s i m o w 1952, S t o c k e r 1956) nie należy przypuszczać, by niższy współ-

czynnik transpiracji oznaczał wzrost odporności roślin. Jest to bezsprzecznie ważny wskaźnik gospodarki wodnej rośliny, nie może on jednak być równocześnie kryterium procesu odporności.

Jednakże przy określonej ilości wody w glebie, a równym poziomie odporności na suszę, te rośliny pozostaną przy życiu, które cechują się oszczędniejszą gospodarką wodną.

Uogólniając należałoby wysunąć sugestię, że (zgodnie z teorią odporności roślin opartej na strukturze plazmy Crafts, Currier, Stocking 1949, Genkel 1955, Kramer 1956, Maksimow 1952, Strebeyko 1956, Szkolnik, Natanson 1953) tylko wtedy obniżenie współczynnika transpiracji może być uważane za wskaźnik wzrostu odporności, gdy jest wywołane zmianami fizyko-chemicznymi właściwości plazmy.

Niniejsza praca w dużym stopniu nawiązuje do problemu odporności. Należy stwierdzić, że jakkolwiek spotyka się bardzo dużo publikacji na ten temat, jednak zagadnienie jest nadal nie wyjaśnione. Genkel (1955), Stocker (1956) i inni stwierdzają, że odporność zależy od wielu właściwości plazmy i od jej struktury.

Obserwacje własne, jak również prace Maksimowa i wielu autorów wskazują na to, że stopień odporności roślin zmienia się w okresie wegetacji. W związku z powyższym nasuwa się myśl, że odporność jest procesem, którego przebieg uzależniony jest zarówno od czynników natury zewnętrznej jak i wewnętrznej (choćby od zmian strukturalnych plazmy obserwowanych przez wielu badaczy Sisakjan 1940, Stocker 1956). Powiązanie odporności roślin ze strukturą plazmy z jednej strony, a z drugiej strony związanie struktury plazmy z oddychaniem (Lepeszkina) wskazuje, że między roślinami odpornymi i nieodpornymi mogą istnieć różnice nie tylko w budowie plazmy, lecz również w procesie oddychania. Można przypuszczać, że u szeregu roślin odpornych w czasie działania suszy powinno być słabsze natężenie oddychania lub mocniejsze zahamowanie syntezy.

Istota problemu odporności tkwi prawdopodobnie w gospodarce energetycznej organizmu. Można sądzić, że organizmy odporne powinny utrzymywać swą strukturę plazmy kosztem niższych nakładów energii. Ta właściwość pozwoliłaby im lepiej przetrwać, np. suszę, pomimo niskiej wydajności energetycznej oddychania (przy obniżonej intensywności w warunkach suszy) w stosunku do roślin nieodpornych (Domanski 1958). Wydaje się również, że cechą charakterystyczną roślin odpornych powinno być bardzo mocne ograniczenie procesów syntezy w wypadku suszy. Prowadzi to oczywiście do obniżenia stosunku procesów syntetycznych do analitycznych w warunkach działania suszy, co również można by uważać za miernik odporności.

Powracając do dyskusji własnych wyników, należy stwierdzić, że późniejszy termin dokarmiania azotem dał lepsze efekty. Przypadł on mimo wszystko na stosunkowo wczesny okres wegetacji (29 dni od początku wegetacji), w którym zaczynały się procesy reprodukcji. Pozytywne efekty dokarmiania azotem w fazie strzelania w źdźbło wskazują na dużą zależność procesów generatywnych od zaopatrzenia organizmu w ten pierwiastek.

Dokarmianie azotem wpływa dodatnio na roślinę również wtedy, gdy przechodzi ona suszę. Przyczyna tego tkwi w istocie działania azotu na procesy fizjologiczne rośliny. Od zaopatrzenia rośliny w ten pierwiastek zależy np. intensywność procesu fotosyntezy (Nehring 1938, Prianisznikow 1951). Przy odpowiednim żywieniu azotem wzmacnia się w roślinie ten proces i pociąga za sobą w konsekwencji przyspieszenie wzrostu. Z powyższego wynika, że azot jest bardzo ważnym czynnikiem decydującym o wykorzystaniu energii promienistej przez roślinę. Podwyższenie plonu suchej masy roślin przez odpowiednie żywienie azotem (przy stałej ilości energii padającej na jednostkę powierzchni) świadczy o lepszym wykorzystaniu przez roślinę energii słonecznej pod wpływem tego pierwiastka (i to zarówno w warunkach dobrego, jak i złego zaopatrzenia w wodę).

Rzecz oczywista, że wynika to przede wszystkim z wpływu azotu na wzrost powierzchni asymilacyjnej, co zaznacza się w wynikach poszczególnych doświadczeń i ma swe potwierdzenie w biologii roślin motylkowatych, które będąc lepiej zaopatrzone w azot, wytwarzają znacznie większą masę. Dodatkowe nawożenie azotem zwiększa pobieranie wapnia przez roślinę. Na tę korelację wskazują wyniki szeregu doświadczeń. Należy przypuszczać, że za tym zjawiskiem kryje się autoregulacja procesów życiowych przez organizm. Omówiona poprzednio odrębność fizjologicznego oddziaływania tych pierwiastków powoduje w organizmie stan dynamicznej równowagi między azotem a wapniem. Zabezpiecza to bowiem odpowiedni poziom i kierunek procesów metabolicznych, a tym samym prawidłowość wzrostu i rozwoju.

P. A. Genkel [24, 25], sugeruje metodę uodparniania roślin przeciw suszy poprzez przedsiewne moczenie i podsuszanie nasion. Efekty jednak uzyskane przy zastosowaniu jego metody są znacznie słabsze od uzyskanych przez dokarmianie azotem. Powyższe wskazuje, że czynnik azotu wywiera znacznie większy wpływ na procesy fizjologiczne niż „zabieg” proponowany przez Genkla. Przy dokarmianiu azotem uzyskuje się podwyższenie plonu, i to zarówno w sprzyjających jak i niesprzyjających warunkach wodnych. Suszę także łatwiej można przewidzieć w trakcie wzrostu roślin aniżeli przed wysiewem. Ponadto sam zabieg moczenia

i podsuszania jest znacznie kłopotliwszy od dokarmiania. Stąd dokarmianie azotem nadaje się bardziej do polecenia praktyce rolniczej aniżeli metoda Genkla. Porównując jednakże obie metody należy sobie w pełni zdawać sprawę z faktu dużej zmienności w reakcji odmian na określony czynnik. W związku z powyższym wyższość dokarmiania azotem nad metodą Genkla należy rozpatrywać w odniesieniu do konkretnie badanej odmiany, tzn. do Browarny — P.Z.H.R.

Reasumując, uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że dokarmianie azotem niweluje skutki suszy. Pamiętać jednak należy, że badania prowadzono w kulturach wazonowych. W związku z tym, uzyskane efekty mogą się stać podstawą zaleceń agrotechnicznych dopiero po przeprowadzeniu na ten temat doświadczeń polowych.

Dokarmianie azotem w przypadku wystąpienia suszy działa na rośliny jak jej przeciwstawność. Susza ogranicza wzrost, azot go wzmacnia. Susza przyspiesza starzenie się roślin, azot opóźnia. Susza pozbawia roślinę wody, azot zwiększa siły utrzymujące wodę. Oddziaływanie na roślinę równocześnie dwu przeciwstawnych czynników daje wypadkową korzystną dla wzrostu i rozwoju roślin (Maksimow 1952, Nehring 1938, 1940, Prianisznikow 1951, Selke 1941, Siawawiejew 1953). Efekt zależy jednak od terminu stosowania azotu. W badaniach można porównać działanie dodatkowej dawki azotu zastosowanej: 1. przedsiwnie, 2. w fazie krzewienia lub 3. w fazie żdźbienia. Trzeci termin dokarmiania azotem okazał się najkorzystniejszy. Dodatni efekt dokarmiania azotem wynika z analizy całokształtu procesów życiowych rośliny. Dokarmianie azotem wpływa na prawidłowy przebieg procesów generatywnych, a przez swoje oddziaływanie na cechy fizykochemiczne plazmy wywołuje korzystne zmiany w gospodarce wodnej i składnikami mineralnymi rośliny. Pozytywnych efektów dokarmiania należało się spodziewać również dlatego, że umiarkowane zaopatrzenie roślin w azot w pierwszych okresach wegetacji pozwoliło na mocniejsze rozbudowanie systemu korzeniowego. Dzięki temu roślina w czasie suszy (uprzednio dokarmiana azotem) mogła być lepiej zaopatrzona w wodę. Ponadto zwiększenie uwodnienia plazmy (na skutek dokarmiania azotem) spowodowało, że roślina odczuła suszę znacznie słabiej.

WNIOSKI

Na podstawie analizy uzyskanych wyników można wysunąć następujące wnioski.

1. Susza w fazie strzelania w źdźbło ogranicza wzrost i rozwój jęczmienia jarego. Pod jej wpływem rośliny mniej ekonomicznie gospodarują wodą i wzrasta w nich zawartość składników mineralnych. Efekt

suszy jest tym wyraźniejszy, im niższa jest wilgotność gleby w czasie jej trwania.

a) Istnieją duże różnice w reakcji odmian jęczmienia jarego na suszę. Odmiana Gładysz w porównaniu do Browarnej — P.Z.H.R., znacznie słabiej reaguje na suszę.

b) Oprysk roślin kwasem β -indoloocetowym w przededniu wystąpienia suszy w fazie żdźbienia zwiększa skutki suszy.

c) Przedsiewne moczenie nasion w roztworze kwasu bornego nie zmniejszyło ujemnych skutków suszy występującej w fazie żdźbienia.

d) Podwojenie przedsiewnej dawki azotu w niewielkim stopniu zmniejsza ujemny efekt suszy.

e) Obniżona dawka fosforem przy równoczesnej podwójnej przedsiewnej dawce azotem powiększa działanie suszy.

2. Dokarmianie azotem w warunkach jednostajnej wilgotności gleby zbliżonej do optymalnej daje dodatnie wyniki. Z dwu porównywanych terminów dokarmiania lepsze efekty uzyskuje się przy stosowaniu dokarmiania w początkach fazy strzelania w żdźbło.

3. Dokarmianie azotem zastosowane w fazie krzewienia zmniejszyło ujemne skutki suszy działającej na rośliny w okresie krytycznym. Dodatni efekt dokarmiania w wymienionych warunkach wodnych przejawia się wzmożeniem procesów wzrostu, lepszym wykształceniem organów reprodukcji, oszczędniejszą gospodarką składnikami mineralnymi i oszczędniejszą gospodarką wodną.

4. Dokarmianie azotem w formie NH_4NO_3 lub $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ zmniejsza ujemne skutki suszy występującej w okresie krytycznym. Jednakże nieco lepsze rezultaty uzyskuje się przy stosowaniu dokarmiania w postaci NH_4NO_3 .

5. Dokarmianie azotem w wypadku niedoborów wody w okresie krytycznym daje znacznie lepsze rezultaty w warunkach dobrego zaopatrzenia roślin w fosfor.

6. Dokarmianie azotem w warunkach przechodzenia przez rośliny suszy daje znacznie lepsze rezultaty u odmiany Browarnej P.Z.H.R. aniżeli u odmiany Gładysz.

7. Dokarmianie azotem odmiany Browarnej P.Z.H.R. w dużym stopniu niweluje skutki suszy, podczas gdy zabieg przedsiewnego moczenia i poduszania nasion nie daje efektów.

SUMMARY

The aim of this investigation on spring barley was to assemble more information about the influence that the supplying of nitrogen had on counteracting the effects of drought. The experiments were made in the years 1955 to 1957. The experimental plants were grown in pots, as this was the best method of controlling the water economy of plants. The following conclusions were reached from the assembled results:

1. The onset of drought at the stage of shooting reduced the growth and the development of spring barley: the water economy of the plants was disorganized and the content of mineral constituents increased. The lower the soil humidity during the drought the more severe were its effects.

a. The particular varieties of spring barley differed very appreciably in their response to drought. The response of the Gładysz variety was much weaker than the response of the Browarny — P.Z.H.R. variety.

b. The spraying with β -indole-acetic acid on the eve of a drought occurring when the plants were in the blade magnifies the effects of the drought.

c. The soaking of seeds in a solution of boracic acid before sowing did not reduce the harmful effects of a drought on plants in the blade.

d. The doubling of the nitrogen dose applied before sowing had little influence on reducing the effects of a drought.

e. A reduced dose of phosphorus and a double dose of nitrogen applied before sowing increased the effects of a drought.

2. The supplying of nitrogen under conditions of uniform soil humidity at a level approaching the optimum gave good results. Of the two compared dates of supplying nitrogen better results were obtained at the stage when the stems began shooting.

3. Nitrogen supplied at the stage of propagation neutralized the harmful effects of a drought at the critical stage of the plants. The favourable influence of nitrogen given under the conditions of the water supply established for this experiment was reflected by the greater vigour of the growth processes, the better development of the reproductive organs, the more effective utilization of the mineral constituents, and an improved water economy.

4. Nitrogen given as NH_4NO_3 or $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ reduced the effects of a drought when its onset was during the critical period; somewhat better results were obtained with NH_4NO_3 .

5. Nitrogen supplied when the deficiency of water coincided with the critical period produced much better results if the phosphorus supply of the plants had been sufficient.

6. The results of supplying nitrogen to plants suffering from drought were much better in the case of the Browarny — P.Z.H.R. variety than of the Gładysz variety.

7. In the case of the Browarny — P.Z.H.R. variety the supplying of nitrogen largely counteracted the effects of a drought, and the soaking of the grains before sowing was without effect.

LITERATURA

1. Abolina G. J., 1949, Rost i strojenie listiew u zlakow w swjazi s minieralnym pitaniem i właznostju poczwry, Dokł. Ak. Nauk SSSR 68 (1).
2. Aleksiejew A. M., 1953, Wlijanje mineralnych udobrenij na wodnij riežim rastienij, Fizj. Rast. 8 (1): 375—379.
3. Aleksiejew A. M., 1937, Fizjologiczeskije osnovy wlijanja zasuchi na rastienia, Ucz. zap. Kazan. in-ta 97 cyt. za Maksimowem poz. (38).
4. Aleksiejew A. M., Gusjew N. A., 1950, Wlijanje sostojanja wady w listiach na proces transpiracji, Dokł. Ak. Nauk SSSR 71 (4).
5. Aleksiejew A. M., Gorjelow Z. P., 1949, Wlijanje urownia minieralno-pitanja na wodnyj riežim rastienij, Dokł. Ak. Nauk SSSR 67 (1).
6. Aleksiejew A. M., Gusjew N. A., 1949, Wlijanje fosfatow i nitratow na wodnyj riežim listiew pszenicy w usłowjach niedostatocznowo wodnosnobjenja, Dokł. Ak. Nauk. SSSR 65 (6).
7. Aleksiejew W. A., 1950, Wlijanje wodnowo režima na produkcju auxinow i rost rastienij, Dokł. Ak. Nauk. SSSR 74 (2).
8. Andersen Sigurd, 1954, Effects of 2,4-D on ear development in barley, *Physiol. Plantarum* 7 (3).
9. Arland A., 1953, Wasser ist alles.
10. Arvin Charles, 1954, The respiratory fluctuations of starving detaches leaves, *New Phytologist* 53 (1).
11. Audus L. J., 1954, The mechanism of auxin action, *Huitième Congrès International de botanique*, s. 138.
12. Bachtiejew F. H., 1955, Jaczmień, *Sielhozgiz*.
13. Barbacki Stefan, 1947, Dalsze badania nad dziedziczeniem i zmiennością zawartości azotu w ziarnie jęczmienia, *R.N.R.L.* 49.
14. Bosemark Nils Olaf, 1954, The influence of nitrogen on root development, *Physiol. Plantarum* 7 (3).
15. Bunker H., 1906, Über den Einfluss verschieden hohen Wassergehalts des Bodens in den einzelnen Vegetationsstadien bei verschiedene Nährstoffreichtum auf Entwicklung der Haferpflanzen, *Merseburg*.
16. Burström H., 1954, Growth regulators and cell-wall properties of roots, *Huitième Congrès International de botanique*, s. 161.
17. Cerling W. W., 1952, Wlijanje usłowij azotnowo pitanja na formirowanie urożaja jarowich chlebow, *Tr. Pocz. in-ta im. W. W. Dokuczajewa A. N. SSSR* 33.250.

18. Coic M., 1950, Action de la fertilisation azotes utilisée pour la croissance sur les besoins ultérieurs en azote du blé. Consequences agromiques. C. r. Acad. agric. France 40 (2).
19. Crafts A. S., Currier H. B., Stocking C. R., 1949, Water in the physiology of plants, Waltham. Mass. Cronica Botanica CO.
20. Genkel P. A., 1955, Odporność roślin na suszę, metody jej określenia i podwyższenia (Referat zamieszczony w „Gospodarce wodnej roślin”), PWN. Warszawa.
21. Genkel P. A., Margolina P. P., 1951, O wjaskosti protoplazmy i żaroustojczowosti wegietatiwnych i gienieratiwnych organow u rastienij, Dokł. Ak. Nauk SSSR 76 (4).
22. Górski M., Moskal St., 1952, Przedsiewne i pogłównie stosowanie nawozów azotowych i fosforowych, Roczn. Nauk Roln. 59.
23. Guttenberg H., 1954, L'influence de substances actives sur le permeabilité cytoplasmatique, Huitième Congrès International de Botanique, Paris.
24. Iljin W. S., 1954, Influence of water upon absorbtion by plants of elements from the soil, Huitième Congrès International de Botanique. Sec. 11—12, Paris.
25. Iljin W. S., 1953, Causes of death of plants as a consequence of loss of water. Conservation of life in desicated tissuses, Bull. Torrey Bot. Club 80 (3): 166—177.
26. Jakuszkina, cz. I, 1952, Wlijanje rostowych wieszczestw na postuplenje wady i solej w kletki, A. N. SSSR Inst. Fizjoł. Rast. VI (1).
27. Kisselbach T., 1916, Transpiration as a factor in crop production, Agric. Exper. Station of Nebraska, Research. Bull. 6.
28. Kisser J. G., 1957, Wassermnsatz und Salzstoffwechsel, Encycl. of Plant Physiol. Ruhland t. III.
29. Kołosow I. J., Szoldjenkowa S. F., 1952, O roli zarodiszczewych i uźłowych korniej w snabżenii rastienja minjeralnymi pitatjelnymi wieczestwami i wodoj, Dokł. Ak. Nauk SSSR. 85 (1).
30. Konstantinow P. N., 1925, K woprosu transpiracji i zasuchoustoiczivosti rastienij, Naucz. Agrom. żurnał 2, 405, cyt. za Maksimowem (38).
31. Kramer P. J., 1956, Bound Water, Encyklopedia of plants physiologie, 1, Springer-Verlag.
32. Kursanow L. I., 1952, Badania procesów enzymatycznych w żywej roślinie, Postępy Wiedzy Rolniczej (8).
33. Kuryłowicz B., 1927, Studia nad zależnością rozwoju roślin od stanu uwilgotnienia gleby w różnych okresach wegetacji, R.N.R.L. 16.
34. Listowski A., 1955, Okresy krytyczne w gospodarce wodnej roślin, Zeszyty problemowe Nauki Polskiej, P.W.N. (3).
35. Listowski A., Czarnowski J., Kaczorkówna S., Sawicka G., 1956, Wrażliwość na suszę glebową odmian pszenicy jarej, jęczmienia jarego i owsa, Roczn. Nauk Roln. 72 (3).
36. Ljubarskaja L. S., 1950, Wlijanje właźnosti poczwy pri raznych usłowjach pitanja na intensiwnost fotosinteza u sachrnoj swjokły, Dokł. Ak. Nauk SSSR 72 (3).

37. Łapszyna A. N., 1954, Wlijanje wniekorniewego pitania Fosforom na sodierżanie w rastienjach azotistich wieszczestw sacharow i fosfornoj kisłoty, D.A.N. SSSR 95 (5).
38. Maksimow N. A., 1952, Izbrannyje raboty po zasuchoustoiczywosti i zimostoičnosti rastienij, Akad. Nauk, SSSR, Moskwa.
39. Meyer H., 1908, Über den Einfluss verschieden hohen Wassergehalt des Bodens in den einzelнем Vegetationsstadien bei verschiedener N-Düngung, Göttingen.
40. Moliboga A. J., 1927, Wlijanje usychania i uwlaźnienia poczwy w razlicznyje pieriody wegetacji na rost i urożaj chlebnych žlakow, Tr. po prikl. bot. gen. i siel. 17 (2).
41. Natanson N. J., 1952, Wlijanje niekatorych mikroelementow na wjaskost plazmy rastienij, Dokl. Ak. Nauk SSSR 87 (6).
42. Nehring K., 1938, Über den Einfluss von Wasser und Stickstoffversorgung auf den Eiweissgehalt verschiedener Gerstensorten (Nachbauversuche), Bodenkunde u. Pflanzenernährung 9/10.
43. Nehring K., 1940, Der Einfluss von Nährstoff — und Wasserversorgung auf den Eiweissgehalt verschiedener Gerstensorten, Bodenkunde und Pflanzenernährung 17:331.
44. Oparin A. J., Gielman N. S., 1952, K woprosu o swjazi dichanija s sintetieczskimi procesami u wyżsich rastienij, Dokl. Ak. Nauk SSSR 85 (6).
45. Prianisznikow D. N., 1951, Azot w życiu roślin, P.W.N., Warszawa.
46. Rissmann R., 1930, Der Mineralstoffwechsel grüner und etiolierter Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Magnesiums und chlorophyllbildung, Planta 9.
47. Rogaljew I. J., 1949, Djeistwiye kalija na sodierżanie swiazanej i swobodnej wady i wodoudierżiwajuszczaja sposobnost rastienij, Dokl. Ak. Nauk SSSR 66 (5).
48. Samygin G. A., 1954, Wlijanje maleinawogo gidrazida na rost i morozostoičnost siejancew limona, D.A.N. SSSR 95 (2).
49. Saratowa N. A., 1953, Wlijanje chimiczeskich stimulatorow na izmienieņie koloidno-chimiczeskich swoistw protoplazmy i aktywnost pieroksydazy w kłubniach kartofiela, A.A.N. SSSR 93 (6).
50. Scarth G. N., 1941, Dehydration injury and resistance Plant. Physiol. 16.
51. Scharrer K. 1939, Der Einfluss verschiedener Wasser und Stickstoffversorgung auf den Eiweissgehalt der Gerste. Forschungsdienst, Berlin (7): 127—140.
52. Schmidt K., 1941, Der Einfluss der KN u. H₂O Versorgung auf die Transpiration u. Assimilationsleistung des Hafers. Die Betailigung des Kaliums auf der Stofferzeugung der höheren Pflanze, Bodenkunde und Pflanzenernährung 25:279.
53. Schropp W., Arenz B., 1941, Gefäss — und Feldversuche über den Einfluss verschiedenartiger Düngung auf den Ertrag und die Eiweissbildung der Sommergerste bei verschieden hoher Wasserversorgung, Bodenkunde u. Pflanzenernährung 23 201 a.
54. Schropp W., Arenz B., 1941, Feldversuche über die Eiweissanreicherung des Getreides durch zusätzliche späte Stickstoffzufuhr, Bodenkunde und Pflanzenernährung 24 b.

55. Schmiel M., 1941, Zeitschrift der Kulturtechniker 44, wg Pflanzenernährung Schaffer Welte 1955.
56. Seelhorst V., 1911, Jour. f. Landw. (59) 261.
57. Selke W., 1941, Der Einfluss der Phosphorsäure und Kalidüngung auf die Wirkung später Stickstoffgabe und die Wirkung, später Phosphorsäure und Kaligabe zum Getreide, Bodenkunde u. Pflanzenernährung 20.
58. Sjemiakin K. S., 1936, Wlijanje razliczných sposobow zakalki rastienij na stoikost ich k zasuchie pri razliczných usłowiach minieralnowo pitania, Acta Instituti Botanici Academiae scientiarum URSS. Ser. IV, Fasc. 2.
59. Siergiejew L. Y., 1953, Wynosliwost rastienij, Gos. Izd. Sow. Nauki.
60. Siminowitsch D., Briggs D. R., 1953, Studies on the chemistry of the living bark of the black locusttree in relation to frost hardiness IV, Plant Physiol. 28: 177—200.
61. Simonowa E. F., 1954, Wiaskost plazmy i wodoudierżywajuszczaja sposobnost listiew sielskochoziajstwienných rastienij, D.A.N. 94 (5).
62. Sisakjan N. M., 1940, Biochemическая характеристика засухоустойчивости растений, A. N. SSSR.
63. Skazkin F. D., Cwietkowa N. N., 1954, Wlijanje azota na jaczmięń pri niedostatku wody w poczwie w razliczných pierody jewa diestwia, Dokł. Ak. Nauk SSSR 97 (3).
64. Skazkin F. D., Fontalina M. N., 1951, Atnoszenie jaczmienia k niedostatku wody w poczwie w swietowuju stadju rozwitja, Dokł. Ak. Nauk SSSR 81 (2).
65. Smosarski W., 1937, Klimat województwa poznańskiego, 42.
66. Stocker O., 1956, Durrersistenz. Encyklopedia of plant physiology, Springer-Verlag, 3.
67. Strebeyko P., 1956, Woda i światło w życiu rośliny, P.W.N. Warszawa.
68. Szkolnik M. Je., Natanson N. Je., 1953, Wjazkost protoplazmy u razliczných po zasuchoustoiczywosti sortow pszenicy i jaczmienia i wlijanje mikroelementow na nieju, Dokł. Ak. Nauk, SSSR 88 (6).
69. Szkolnik M. Je., Makarowa N. A., Plankjewicz F. Je., 1952, O priedposiewnom zakaliwanii rastienij k zasuchie w rastworie bornoj kisłoty, Dokł. Ak. Nauk SSSR 84 (4).
70. Szkolnik M. Je., Stjekłowa M. M., 1951, K woprosu o fizjologiczeskoj roli bora u rastienij, Dokł. Ak. Nauk SSSR 77 (1).
71. Tagmazjan I. A., 1951, Wlijanje srokow wniesienja azota w pitatjelnuju sred na rost i razwitje rastienij, Dokł. Ak. Nauk SSSR 16 (4).
72. Terlikowski F., 1924, Zależność rozwoju roślin od stanu uwilgotnienia gleby w różnych okresach wegetacji, R.N.R.L. 28.
73. Tumanow N. N., 1952, Fizjologia zimostoikosti citrusowych rastienij, Izd. Ak. Nauk SSSR.
74. Werke O., 1941, Untersuchungen zum Durreeffect. 2 Mitt. über den Kalium und Calcium — Gehalt feucht und trocken gezogener, Pflanzen. Flora (Jena).

75. Władimirow A. W., Łapszyna A. N., 1952, Wlijanje reakcji śriedy i istocznikow azota na protiekanie biochemicznych procesow w rastijeniech, Dokł. Ak. Nauk SSSR 83 (1).
76. Wojciechowski J., Domański R., 1956, Wpływ dokarmiania azotem na zmniejszenie skutków suszy u jęczmienia jarego, P.T.P.N. 3 (2).
77. Zabłuda G. W., 1951, O fazach formowania gienieratiwnych organow u owsa i jaczmienia. Dokł. Ak. Nauk SSSR 76 (6).
78. Zалenski W. R., 1921, U przyznakach kserofilnosti u rastienij Reziume dokłada na 3-im Wsieros. Selekc. ajezdzie 38, cyt. za Maksimowem.