

ADAM DOLNICKI

*Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin**Oddział w Krakowie*WPLYW REGULATORÓW WZROSTU  
NA MROZODPORNOŚĆ ROŚLIN UPRAWNYCH

W poprzednich publikacjach omówiono rolę tempa wzrostu oraz dynamiki zawartości hormonów wzrostu w kształtowaniu się mrozoodporności roślin drzewiastych [44] i zielnych [42] jak również wpływ egzogennie stosowanych regulatorów wzrostu na mrozoodporność drzew [45]. W niniejszej pracy, na podstawie danych z literatury przedstawiono zagadnienie możliwości zmiany stopnia zahartowania roślin uprawnych poprzez oddziaływanie na ich procesy wzrostowe za pomocą stymulatorów i inhibitorów.

*Kwas 2,3,5-trójjodobenzoesowy (TIBA)*

TIBA uważany jest za antyauksynę typu homologicznego [7, 8, 132]. Wprawdzie w małych stężeniach, rzędu  $10^{-5}$ — $10^{-7}$  M TIBA może stymulować wzrost koleoptyli owsa pełniących rolę biotestów na auksyny [1, 2, 3, 8, 206], jednak w wyższych stężeniach na ogół hamuje procesy wzrostowe, działając antagonistycznie w stosunku do auksyn [1, 2, 28, 47, 54, 80, 96, 115, 141, 159, 193, 204, 209, 214, 221, 227]. Uważa się, że między TIBA a auksynami zachodzi konkurencja o te same centra reakcji [8, 206, 214]. TIBA może również powodować obniżenie poziomu auksyn [1, 8, 17, 212] prawdopodobnie przez blokowanie ich syntezy lub przyspieszanie rozkładu [2, 8]. Istnieją jednak obserwacje na temat hamowania wzrostu roślin przez TIBA bez równoczesnych zmian w metabolizmie auksyn [103, 165, 183]. W licznych pracach wykazano, że TIBA osłabia przewodzenie auksyn [17, 22, 52, 53, 57, 66, 92, 114, 119, 120, 139, 143, 144, 182, 219], co tłumaczy się m. in. zwiększeniem siły wiązania auksyn w komórkach [220, 233] oraz osłabieniem ich przenikania poprzez błony cytoplazmatyczne [53].

Należało się spodziewać, że osłabienie tempa wzrostu roślin pod wpływem TIBA będzie dodatnio wpływać na ich odporność na niekorzystne warunki środowiska. Šebanek [200, 201] uzyskał zwiększenie

odporności na suszę u dwuliściennych roślin opryskiwanych roztworem TIBA, czemu towarzyszyło zwiększenie siły wiązania wody w komórkach i zwiększenie zawartości cukrów oraz zmniejszenie ogólnego uwodnienia liści.

Natomiast w literaturze niewiele jest doniesień na temat wpływu TIBA na mrozoodporność roślin. Pierwsze prace z tego zakresu wykonano w latach 1963—1965 na pszenicy ozimej [35]. Rośliny siedmiu odmian pszenicy wyrosłe z ziarniaków moczonych przed siewem w roztworach TIBA o stężeniach 50—200 ppm, w stosunku do roślin kontrolnych były niższe, o krótszych, węższych, ciemno zielonych liściach. Substancja ta nie wpływała ujemnie na siłę kiełkowania ziarniaków. Osłabienie tempa wzrostu części nadziemnych siewek było najsilniejsze w początkowym okresie wegetacji, po czym różnice w wysokości w stosunku do roślin kontrolnych stopniowo malały. Hamowaniu wzrostu siewek przez TIBA towarzyszyło obniżenie uwodnienia liści, zwiększenie stężenia soku komórkowego w liściach i węzłach krzewienia oraz zwiększenie w nich zawartości cukrów w przeliczeniu na jednostkę suchej masy. Wystąpiło przy tym wyraźnie zwiększenie stopnia mrozoodporności roślin, proporcjonalne do obniżenia wysokości roślin, natomiast nie obserwowano związku między mrozoodpornością roślin, a tempem wzrostu w okresie bezpośredniego poprzedzającym przemrażanie. Dodatni wpływ TIBA na mrozoodporność był większy w doświadczeniach wazonowych prowadzonych na wiosnę w hali wegetacyjnej, przy temperaturach mniej sprzyjających hartowaniu, aniżeli w doświadczeniach jesiennych. Niestety TIBA słabo wpływał na stopień przezimowania roślin pszenicy rosnących w polu [35]. Wyniki uzyskane w latach 1963—65 zostały potwierdzone w następnych badaniach [39, 40, 43]. Stwierdzono również osłabienie wzrostu u siewek dziesięciu odmian jęczmienia pochodzących z nasion moczonych w roztworach TIBA. Jednak u jęczmienia dodatni wpływ tej substancji na mrozoodporność roślin wystąpił w o wiele słabszym stopniu niż u pszenicy i był obserwowany tylko u niektórych odmian [41]. Rzepak ozimy (odmiana Górczański) okazał się mało wrażliwy na przedsewne moczenie nasion w roztworach TIBA o stężeniu 50—150 ppm [38]. Natomiast reakcja siewek rzepaku na opryskiwanie roztworami TIBA zależała od wieku roślin — opryskiwanie roślin w fazie pierwszych liści roztworem TIBA o stężeniu 100 ppm silnie hamowało wzrost przy równoczesnym wystąpieniu tendencji do zwiększenia mrozoodporności, a opryskiwanie nieco starszych roślin na ogół powodowało stymulację wzrostu (i to tym silniejszą im wyższą stosowano koncentrację TIBA), czemu towarzyszyło obniżenie mrozoodporności siewek [38].

*Hydrazyd kwasu maleinowego (MH)*

Hydrazyd kwasu maleinowego należy do grupy syntetycznych inhibitorów wzrostu. W naturalnych warunkach nie występuje w roślinach, ale przy egzogennym stosowaniu wnika do roślin i jest przewodzony [187]. Wysokie stężenia MH hamują wzrost roślin drzewiastych [45] i zielnych [8, 16, 27, 65, 98, 152, 164, 169, 176, 189], głównie na skutek osłabienia tempa podziałów komórkowych [25, 31, 33, 56, 61, 62, 64, 125, 128]. Na temat mechanizmu działania MH zdania są podzielone. Istnieje pogląd, że MH obniża poziom auksyn w roślinach [1, 8, 19, 59, 78, 117, 118, 152, 169] hamując ich syntezę [19, 169] lub przyspieszając rozkład [8, 117, 137, 208]. Znane są jednak prace wskazujące na przypadki osłabienia wzrostu roślin przez MH bez zmiany lub nawet przy niewielkiej stymulacji zawartości auksyn [8, 16, 164], czy też giberelin [65, 109, 110, 123]. Obecnie przeważa pogląd, że MH hamuje wzrost roślin na skutek zaburzeń w syntezie kwasów nukleinowych [19, 60, 63, 91, 111, 125, 126, 168, 169, 170, 186], uszkodzeń chromosomów [1, 124, 127, 140, 142, 149, 177], obniżenie aktywności oddychania [58, 79, 146, 170, 174, 175, 177, 178], blokowania syntezy ATP [178]. Według Audusa i Thresh [8] MH może działać na procesy wzrostowe trzema drogami, przez: a) obniżenie zawartości auksyn, b) hamowanie mitoz na skutek zaburzeń w syntezie kwasów nukleinowych, c) niespecyficzne uszkodzenie protoplazmy i systemów enzymatycznych, zachodzące przy wysokich stężeniach inhibitora.

Przy stosowaniu MH na drzewa i krzewy uzyskano hamowanie ich wzrostu i w niektórych przypadkach również zwiększenie mrozoodporności, zwłaszcza przy stosunkowo niskich stężeniach substancji. Wyższe stężenia MH na ogół powodowały obniżenie mrozoodporności, prawdopodobnie na skutek zaburzeń w przemianie materii i osłabienia żywotności roślin. Zagadnienia te w odniesieniu do roślin drzewiastych zostały omówione w jednej z poprzednich prac [45].

Pierwsze badania nad wpływem MH na mrozoodporność roślin uprawnych przeprowadzili Tumanow i Trunowa [210a], którzy skrawki koleoptyle żyta odmiany Wiatka hartowali przez siedem dni przy temperaturze  $+3^{\circ}\text{C}$  i 3 dni przy  $-3^{\circ}\text{C}$  na 12% roztworze sacharozy bez MH (kontrola) oraz zawierającym MH w stężeniu 0,1 i 0,5%. Stężenie 0,1% MH tylko w niewielkim stopniu hamowało wzrost, ograniczało pobieranie cukrów z roztworu zewnętrznego i nie powodowało wyraźnych zmian w mrozoodporności skrawków koleoptyla. Przy wyższych stężeniach MH (0,5%) wzrost skrawków był silnie osłabiony (o 40%), przy tym zmniejszało się gromadzenie cukrów i obniżała mrozoodporność. Autorzy wysnuli wniosek, że MH niekorzystnie wpływa na pro-

cesy przemiany materii zachodzące przy hartowaniu, na skutek czego osłabienie wzrostu koleoptyli nie zwiększa ich mrozoodporności.

W badaniach przeprowadzonych w latach 1963—1965 w AR w Krakowie [36] rośliny pszenicy wyrosłe z nasion poddanych działaniu roztworów MH miały osłabiony wzrost, co uwidoczniło się w obniżeniu wysokości roślin i długości korzeni oraz ich suchej masy, przy czym im w wyższym stężeniu stosowano substancję, tym efekt był silniejszy. Wpływ MH na mrozoodporność roślin pszenicy zależał od stężenia. MH stosowany w niskich stężeniach (100—150 ppm) zwiększał mrozoodporność roślin w okresie kilku miesięcy, czemu towarzyszyło obniżenie uwodnienia liści, zwiększenie stężenia soku komórkowego, oraz zawartości cukrów redukujących i ogólnych w przeliczeniu na jednostkę suchej masy. Natomiast MH w wyższych stężeniach zwiększał zawartość cukrów i mrozoodporność roślin jedynie w pierwszych tygodniach wegetacji, po czym wskaźniki te ulegały obniżeniu w stosunku do roślin kontrolnych, i to tym gwałtowniej im silniejsze było początkowe zwiększenie odporności. Z powyższych badań wysnuto wniosek, że osłabienie wzrostu siewek pszenicy pod wpływem MH zwiększa mrozoodporność tylko wtedy, gdy nie towarzyszą temu zaburzenia w przemianie materii prowadzące do obniżenia żywotności i łatwego ich ginięcia. Zamieranie stożków wzrostu, liści i całych roślin poddanych działaniu MH w wysokich dawkach opisują liczni autorzy [1, 71, 98, 125, 145, 176, 184, 211].

Powyżej omówione wyniki wpływu MH na mrozoodporność siewek pszenicy zostały potwierdzone w późniejszych badaniach [40, 43]. O możliwości zwiększenia mrozoodporności roślin pszenicy pod wpływem roztworów MH o niskich stężeniach świadczą również opublikowane w 1969 r. przez Procenkę i wsp. [171] wyniki doświadczeń przeprowadzonych wiosną 1959 r. Mianowicie opryskiwanie ziarniaków pszenicy ozimej odmiany Biełocerkowska 198 roztworami MH o stężeniu 8—160 ppm dodatkowo wpływało na mrozoodporność wyrosłych z nich siewek, które przemrażane do temperatury  $-12^{\circ}$  przeżyły w 62—93%, podczas gdy siewki kontrolne w 46%.

Moczenie ziarniaków jęczmienia ozimego (odmiana Śląski I) w roztworach MH o stężeniu 100—500 ppm powodowało inhibicję wzrostu siewek, obniżenie świeżej i suchej masy liści i stopnia ich uwodnienia. Przy tym jęczmień okazał się mniej podatny od pszenicy na próby zwiększenia mrozoodporności na tej drodze [41].

Nasiona rzepaku odmiany Górczański były bardzo wrażliwe na przedsięwzięte moczenie w roztworach MH, co przejawiało się w znacznym obniżeniu siły kiełkowania po zastosowaniu na nie roztworów MH o stężeniu 250 i 500 ppm. Nie udało się uzyskać zwiększenia stopnia

mrozoodporności siewek rzepaku, nawet przy bardzo niskich stężeniach substancji (100 ppm). Opryskiwanie roślin rzepaku roztworami MH o stężeniu 500—2000 ppm nie spowodowało istotnych zmian w ich mrozoodporności [38].

### *Chlorek chlorocholiny (CCC)*

CCC jest najlepiej poznaną substancją z grupy retardantów wzrostu. W licznych pracach stwierdzono ujemny wpływ CCC na wzrost części nadziemnych wielu gatunków roślin uprawnych. Zagadnienie to zostało omówione w jednej z poprzednich publikacji [39]. U roślin poddanych działaniu CCC przeważnie obserwuje się obniżenie zawartości substancji giberelinowych [81, 151, 185, 197, 203] prawdopodobnie na skutek osłabienia ich syntezy [30, 32, 69, 76, 81, 93, 101, 133, 138, 147, 205, 228, 232] w czasie wytwarzania prekursora giberelin — kaurenu [4, 10, 172, 226]. Istnieją jednak informacje o przypadkach hamowania wzrostu roślin pod wpływem CCC przy równoczesnym obniżeniu tylko niektórych frakcji substancji giberelinopodobnych [133, 198] lub przy braku zmian, a nawet przy zwiększeniu zawartości tych substancji [29, 75, 179, 180]. Często uzyskiwano wyniki świadczące o obniżeniu poziomu auksyn [24, 72, 99, 101, 102, 112, 138, 150, 190, 191, 192, 196, 197, 202].

Osłabieniu tempa wzrostu pod wpływem CCC na ogół nie towarzyszą zaburzenia w przemianie materii obniżające żywotność i plenność roślin. Wręcz odwrotnie u roślin zielnych stwierdzono różne zmiany we właściwościach protoplazmy i metabolizmie komórek, które mogą sprzyjać zwiększeniu odporności tych roślin na działanie niekorzystnych warunków środowiska. CCC wpływa m. in. na zwiększenie hydrofilności koloidów [9, 20, 34, 68, 74, 77, 121, 166, 194], zwiększenie zawartości chlorofilu [46, 131, 134, 154, 155, 167, 194], siły jego wiązania w kompleksach z białkami i lipoidami [167] i odporności na czynniki rozkładające chlorofil [9, 95, 100, 134, 231].

CCC i inne retardanty wzrostu wykorzystywano z powodzeniem do zwiększenia mrozoodporności roślin drzewiastych, chociaż dodatni wpływ tej substancji może być ograniczony tym, że w następnym roku po zabiegu obserwuje się nieraz przyspieszenie rozwoju pąków. Zagadnienia te omówiono w jednej z poprzednich prac [45].

Pierwsze doświadczenia na temat wpływu CCC na mrozoodporność roślin uprawnych przeprowadził Appleby w 1960 r. na pszenicy i lnie, jednak ich wyników nie opublikowano, wspomina się o nich dopiero w 1966 r. [5].

W latach 1965—1966 pojawiło się kilka prac z tego zakresu. Jung

[82] w doświadczeniu wazonowym uzyskał zwiększenie stopnia przemierzania roślin pięciu odmian pszenicy wyrosłych z ziarniaków opudrowanych CCC lub rosnących na glebie zawierającej tę substancję. Również Kretschmer i Beger [106] obserwowali dodatni wpływ CCC na odporność roślin pszenicy na przemrażanie i polepszenie odrastania. W doświadczeniach Giacanelli [55] opryskiwanie roztworem CCC roślin pszenicy w fazie 5—7 liści zwiększyło ich odporność na niekorzystne warunki zimowania. Wünsche [224] zaobserwował wyraźne zwiększenie mrozoodporności siedemnastu odmian pszenicy ozimej opryskiwanych przed hartowaniem przez siedem dni roztworem CCC. W badaniach przeprowadzonych przez tego autora w regulowanych warunkach w komorach klimatyzowanych uzyskano zwiększenie mrozoodporności dochodzące do  $2,5^{\circ}$  u roślin pszenicy odmiany Starke wyrosłych na glebie z dodatkiem CCC w stężeniu  $4 \cdot 10^{-3}$  M. Natomiast Marth [129] opisuje lepsze zimowanie roślin kapusty opryskiwanych w fazie trzech liści roztworami CCC o stężeniu 2500—5000 ppm i pozostających po tym zabiegu przez 7 dni w szklarni, a od połowy października hartowanych w polu; rośliny te przemierzowały w 100%, podczas gdy rośliny kontrolne tylko w 50%.

W latach 1965—1967 opublikowano również wyniki pierwszych prac świadczących o możliwości zwiększenia pod wpływem CCC odporności na działanie niskich temperatur u roślin ciepłolubnych. Mianowicie Michniewicz i wsp. [135, 136] uzyskali podwyższenie stopnia odporności na przymrozki u roślin pomidorów i fasoli rosnących na pożywce Knopa zawierającej CCC w stężeniu 100 i 200 ppm, towarzyszyło temu zwiększenie zawartości kwasu askorbinowego i podwyższenie stężenia soku komórkowego. Powtórzenie badań na ośmiu odmianach pomidorów wykazało dodatnią reakcję na CCC u wszystkich odmian. Również doświadczenia polowe, w których CCC stosowano przed siewem na nasiona i do gleby potwierdziły korzystny wpływ retardanta na mrozoodporność pomidorów [94]. Birecka i Żebrowski [13] u roślin pomidorów odmiany Potentat po opryskiwaniu ich roztworem CCC obserwowali osłabienie wzrostu liści, mniejsze rozmiary komórek i zawartych w nich wakuoli oraz powstawanie mniejszych uszkodzeń po przemrażaniu przez 30 minut do  $-5^{\circ}$  niż u roślin nie opryskiwanych. W następnych latach dodatni wpływ CCC na odporność roślin ciepłolubnych na niską temperaturę został potwierdzony m. in. przez Ledowskiego i Bondarenkę [116] na roślinach pomidorów i Bucholcewa [18] na kukurydzy.

W latach 1966—1968 przeprowadzono badania [39] mające na celu porównanie wpływu CCC i TIBA na wzrost i mrozoodporność roślin pszenicy ozimej. Siewki wyrosłe z ziarniaków moczonych w roztworach CCC o stężeniu 500—7500 ppm były niższe od roślin kontrolnych,

o liściach krótszych, ale szerszych i grubszych. Dodatni wpływ CCC na odporność roślin ujawnił się silniej w zimie w hali wegetacyjnej w warunkach powodujących nie tylko przemrażanie, ale również wysuszenie roślin, natomiast słabiej przy działaniu tylko mrozem w zamrażarce. Zwiększenie odporności roślin pszenicy przy CCC wystąpiło słabiej aniżeli pod wpływem TIBA, pomimo, że obie substancje hamowały wzrost roślin w zbliżonym stopniu. Po zastosowaniu na ziarniaki pszenicy mieszaniny zawierającej CCC i TIBA obserwowano współdziałanie tych substancji w hamowaniu wzrostu siewek i w zwiększaniu ich mrozoodporności [39, 40].

Możliwość zwiększenia stopnia zimotrwałości i mrozoodporności pszenicy pod wpływem egzogennie stosowanych roztworów CCC potwierdzili w następnych latach liczni autorzy [12, 21, 83, 84, 217, 218, 225 i in.]. Według badań Tomana i Mitchella [207] przeprowadzonych na pszenicy ozimej (odmiany Minterki i Ponka) rośliny opryskiwane roztworem CCC były bardziej odporne na niską temperaturę tylko w jesieni i w zimie, natomiast na przedwiośniu wcześniej rozpoczynały wegetację, co ujemnie wpływało na ich odporność na spóźnione mrozy. Astaszczenko [6] stwierdził jednak, że przy odpowiednim doborze stężeń CCC i terminu stosowania można zwiększyć odporność roślin pszenicy na niekorzystne warunki środowiska również w okresie wiosennym. Krużylin i wsp. [108] obserwowali ponadto dodatni wpływ CCC na odporność roślin pszenicy na wyprzenie.

Liczne prace poświęcone wyjaśnieniu przyczyn zwiększania się zimotrwałości roślin pszenicy, na które działano CCC. Za jeden z głównych powodów wielu autorów uważa dodatni wpływ CCC na głębokość zalegania węzła krzewienia. Jak wykazały badania Zadoncewa i wsp. [230] im głębiej w glebie znajduje się węzeł krzewienia tym mniej jest narażony na działanie silnych mrozów. Głębszemu zakładaniu węzłów krzewienia sprzyja niska temperatura w okresie kiełkowania i wschodów, obniżenie wilgotności gleby, silne naświetlenie roślin i inne czynniki osłabiające wzrost podziemnego międzywęzła. Cechę tę starano się regulowania przez głębokość siewu, jednak okazało się, że najgłębiej zalegają węzły krzewienia przy siewie na głębokość 5—6 cm, ponieważ dalsze zwiększanie głębokości siewu powoduje powstawanie dodatkowego węzła między ziarniakiem a węzłem krzewienia. Poddanie ziarniaków pszenicy działaniu CCC hamuje wzrost hypokotyli (pierwszego międzywęzła podziemnego) skracając jego długość nawet kilkakrotnie, tak, że węzły krzewienia mogą znajdować się tuż nad ziarniakiem [51, 97, 105, 107, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 216, 229, 230]. Zostało to potwierdzone m. in. przez Kirjana [97] na 250 odmianach pszenicy i *Triticale*.

Jung [83] uważa, że zwiększenie stopnia przezimowania roślin pszenicy poddanych działaniu CCC jest spowodowane zmianą reakcji roślin na długość dnia i hamowaniem procesu jaryzacji, przez co rośliny stają się bardziej podatne na hartowanie. Pogląd ten nie znalazł jednak potwierdzenia w dalszych badaniach.

Zespół Wasilewej i Chisamutdinowej z Instytutu Biologii Kazańskiego Oddziału AN ZSRR przeprowadził badania nad mechanizmem wpływu CCC na właściwości roślin pszenicy sprzyjających mrozoodporności [21, 217, 218]. Stwierdzono, że u roślin pszenicy ozimej wyrosłych z ziarniaków poddanych działaniu CCC zwiększa się zawartość cukrów i białek rozpuszczalnych w wodzie oraz następuje zwiększenie asymetrii białek i wzmacnia się ich hydrofilność. Dzięki temu zwiększa się siła wiązania wody i przy niskich temperaturach jest utrudnione jej zamarzanie, a powstające cząstki lodu są zdeformowane, amorficzne, przez to mniej szkodliwe dla komórek [217, 218]. CCC wpływa dodatnio na strukturę błon plazmatycznych, tak, że mrozy powodują mniejsze zaburzenia w ich budowie i aktywności; przejawia się to m. in. w słabszym hamowaniu przenoszenia elektronów w błonach chloroplastów w reakcji Hilla i w mitochondriach w reakcjach towarzyszących oddychaniu aerobowemu oraz w osłabieniu rozkładu chlorofilu. Dzięki temu zostaje zabezpieczony lepszy stan energetyczny komórek ułatwiający ich hartowanie [21].

Również inni autorzy obserwowali u pszenicy poddanej działaniu CCC takie zmiany jak zwiększenie zawartości cukrów [97, 229] i białek rozpuszczalnych w wodzie [229].

Pod wpływem CCC udało się osiągnąć osłabienie procesów wzrostowych i zwiększenie odporności na niską temperaturę u roślin żyta [50], kapusty [86, 129], lucerny [153], grochu [104], ziemniaków [14, 15, 48, 130, 148, 195, 222, 223]. Natomiast u jęczmienia moczenie ziarniaków w roztworach CCC w słabym stopniu wpłynęło na ich odporność na niekorzystne warunki zimowania [41], a opryskiwanie siewek roztworem tej substancji nie zmieniło ich mrozoodporności [158].

Liczne prace poświęcono wpływowi CCC na mrozoodporność roślin rzepaku. Chromiński i wsp. [23] uzyskali niewielkie zwiększenie przezimowania rzepaku odmiany Górczański po opryskiwaniu siewek w fazie czterech liści roztworem CCC o stężeniu 500 ppm. Stosując podobny zabieg Belt [11] stwierdziła istotne zwiększenie zimotrwałości tylko u jednej z szesnastu badanych odmian rzepaku. Również Fábry [49] uzyskał tylko niewielkie zwiększenie zimotrwałości u roślin rzepaku o wzroście osłabionym pod wpływem CCC, SADH i fosfonu D, natomiast Voškeruša [213] obserwował wyraźne zwiększenie mrozoodporności rzepaku poddanego działaniu CCC. Na szczególną uwagę zasługują



badania prowadzone przez zespół Kacperskiej-Palaczowej [85—90] na rzepaku ozimym odmiany Górzeński. U siewek rzepaku z nasion kielkowanych w roztworach retardantów o stężeniu  $3 \cdot 10^{-3}$  M wystąpiło silne zahamowanie wzrostu hypokotylu pod wpływem fosfonu D, słabsze przy SADH i AMO 1618, a prawie żadne przy CCC. W tych doświadczeniach obserwowano zależność między stopniem zahamowania wzrostu, a zwiększeniem mrozoodporności [87]. Kilkuletnie doświadczenia wykazały, że CCC zwiększa mrozoodporność siewek rzepaku tylko w warunkach niekorzystnych dla hartowania (przy temperaturze  $20^{\circ}\text{C}$ ). Towarzyszy temu podniesienie zawartości cukrów i białek rozpuszczalnych w wodzie, jednak bez zmian w ich składzie, oraz zwiększenie przepuszczalności błon cytoplazmatycznych dla wody wychodzącej przy przemrażaniu z komórek do przestworów międzykomórkowych. Ponadto CCC powoduje zmiany właściwości fizyko-chemicznych protoplazmy i zwiększa odporność jej struktury na odwodnienie [86, 88, 89, 90].

### *Inne inhibitory wzrostu*

Zwiększenie stopnia mrozoodporności roślin zielnych można również uzyskać stosując na nie roztwory kwasu abscysynowego (ABA) i innych substancji hamujących wzrost. Tak np. u odpornej odmiany lucerny rosnącej w warunkach niekorzystnych dla hartowania ABA jak gdyby imitował warunki hartowania, sprzyjał rozetowatej formie wzrostu, hamując rozwój generatywny roślin, obniżał zawartość substancji gibberelinopodobnych i zwiększał mrozoodporność [215]. Również siewki lucerny rosnące na pożywce zawierającej ABA miały osłabiony rozwój generatywny i zwiększoną mrozoodporność [181]. Sokołowa [188] stwierdziła lepsze zimowanie oraz wyższą jakość katalazy u roślin pszenicy ozimej (odmiany *Lutescens* 329 i *Ulianowka*) wyrosłych z nasion moczonych w słabych roztworach kwasu bursztynowego.

### *Kwas gibberelowy ( $\text{GA}_3$ )*

Liczne prace poświęcono badaniu roli egzogennie stosowanych giberelin w kształtowaniu się mrozoodporności roślin drzewiastych. Zagadnienie to omówiono w poprzedniej publikacji [45]. Tego rodzaju badań prowadzonych na roślinach zielnych jest o wiele mniej. Stymulację wzrostu i obniżenie mrozoodporności roślin pod wpływem  $\text{GA}_3$  obserwowano m. in. u pszenicy [26, 37, 40, 210, 224], jęczmienia [41], rzepaku [87, 173], kapusty [153]. Jak relacjonuje Szczygielski [199] na

konferencji odbytej w styczniu 1961 r. w Moskwie wielokrotnie podkreślano ujemny wpływ  $GA_3$  na mrozoodporność roślin wieloletnich i ozimych. Jedynie Lo Szi-wej i wsp. [122] donoszą, że  $GA_3$  wprawdzie obniża odporność na niską temperaturę roślin grochu, fasoli i brukwi, ale może również wpływać dodatnio na tę cechę u roślin kolendra, selera i szpinaku.

Wydaje się, że obserwowany na ogół ujemny wpływ egzogennie stosowanego  $GA_3$  na mrozoodporność roślin zielnych jest spowodowany uintensywnieniem wzrostu, zwiększeniem zawartości endogennych stymulatorów wzrostu, zmniejszeniem tempa gromadzenia substancji ochronnych, m. in. cukrów na skutek szybkiego rozchodowania na wytwarzanie nowych elementów komórek i towarzyszące temu intensywne oddychanie. Ponadto  $GA_3$  wpływa ujemnie na hydrofilność koloidów, powoduje zwiększenie zawartości wody wolnej w tkankach, obniża stężenie soku komórkowego, zmniejsza przepuszczalność błon cytoplazmatycznych dla wody wychodzącej z komórek podczas przemrażania oraz ogólnie biorąc utrudnia zachodzenie procesu hartowania [37].

### *Cytokininy*

Cytokininy stosowane egzogennie na rośliny powodują zwiększenie ich mrozoodporności; Kuraishi i wsp. [113] obserwowali dodatni wpływ opryskiwania roślin grochu, kukurydzy, rzepy, rzodkiewki i szpinaku roztworami 6-N-benzyloaminopuryny. W badaniach Tumanowa i wsp. [210] stosowanie tych substancji na siewki pszenicy zapobiegało zanikaniu zdolności do hartowania u roślin przebywających przez dłuższy czas w ciemności.

\*

\*

\*

Z powyższego przeglądu literatury wynika, że przez egzogenne stosowanie regulatorów wzrostu można oddziaływać również u roślin zielnych na tempo ich wzrostu oraz na mrozoodporność. Uzyskane efekty zależą od rodzaju i stężenia substancji, sposobu ich zastosowania, gatunku, odmiany, wieku i stanu fizjologicznego roślin oraz od warunków klimatycznych. Inhibitory wzrostu mogą sprzyjać hartowaniu się roślin na działanie niskiej temperatury w przypadku gdy osłabieniu tempa wzrostu nie towarzyszą zmiany obniżające żywotność roślin. Z tego względu łatwiej uzyskać dodatnie efekty przy zastosowaniu CCC czy TIBA, aniżeli MH.

Wyniki badań nad zagadnieniem roli egzogennych regulatorów

wzrostu w kształtowaniu się mrozoodporności roślin uprawnych mają znaczenie nie tylko dla wyjaśnienia mechanizmów tej odporności, ale znalazły również zastosowanie w praktyce rolniczej, np. w opracowanej przez Pikusza i wsp. [163] i wprowadzonej w ZSRR metodzie zwiększania zimotrwałości pszenicy poprzez skrócenie podziemnego pierwszego międzywęzła i zwiększenie głębokości zalegania węzła krzewienia pod wpływem CCC stosowanego do zaprawiania ziarna przed siewem.

## LITERATURA

1. Äberg B.: *Physiol. Plant.*, 6, 277—291, 1953.
2. Äberg B., Jönsson J.: *Kungl. Lantbr. Ann.*, 21, 401—416, 1955.
3. Äberg, B., Khalil A.: *Kungl. Lantbr. Ann.*, 20, 81—103, 1953.
4. Anderson J., Moore T.: *Plant Physiol.*, 42, 1527—1534, 1967.
5. Appleby A., Kronstad W., Rohde C.: *Agron. J.*, 58, 4, 1966.
6. Astaszczenko A.: *Naucz. Tr. NII S.-Ch. Centr. Rajonow Nieczernoziemn. Zony*, 29, 118—121, 1973 (Ref. *Žurn.* 2.55.250, 1974).
7. Audus L., Shipton M.: *Physiol. Plant.*, 5, 1952.
8. Audus L., Thresh R.: *Ann. Bot.*, 20, 79, 439—459, 1956.
9. Badanowa K., Lewina W.: [w:] *Fizjoł. zasuchoustojczivosti rastienij*, 86—91, Nauka, Moskwa, 1971 (Ref. *Žurn.* 4 G 5, 1972).
10. Barendse G., Kok N.: *Plant Physiol.*, 48, 476—479, 1971.
11. Belt H.: *Zesz. Naukowe UMK w Toruniu, Nauki Mat.-Przyr.*, Biol. 14, 229—237, 1971.
12. Bengtsson A., Wünsche U.: *Vaxt-närings-nytt*, 2, 3, 1968 (Ref. *Žurn.* 3.55.227, 1969).
13. Birecka H., Żebrowski Z.: *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Chem.*, 14, 367—373, 1966.
14. Bokariew K., Iwanowa R.: *Fizjoł. Rastienij*, 17, 1070—1075, 1970.
15. Bokariew K., Iwanowa R.: *Fizjoł. Rastienij*, 18, 365—368, 1971.
16. Bouillenne M.: *Bull. Soc. Royale Sci. Liège*, 9—10, 227—246, 1958.
17. Boyer N.: *C. R. Acad. Sci., D* 268, 1182—1185, 1969.
18. Bucholcew A.: [w:] *Jestest. pastwiszcza Zabajkalia i prijemy powysszenija ustojczivosti.*, Ulan-Ude, 1971.
19. Butenko R., Baskakow J.: *Fizjoł. Rastienij*, 7, 385—397, 1960.
20. Charanian N.: *Fizjoł. Rastienij*, 14, 548—551, 1967.
21. Chisamutdinowa W., Wasilewa I., Kuzmina G., Werszinin A.: *Fizjoł. Rastienij*, 22, 1048—1054, 1975.
22. Christie A., Leopold A.: *Plant and Cell Physiol.*, 6, 337—345, 1965.
23. Chromiński A., Belt H., Michniewicz M.: *Roczn. Nauk Roln.*, 95-A-2, 191—197, 1969.
24. Cleland R.: *Plant and Cell Physiol.*, 6, 7—15, 1965.
25. Compton W.: *Torrey Bot. Club Bul.*, 79, 3, 1952.
26. Corns W.: *Canad. J. Plant. Sci.*, 39, 293—296, 1959.

27. Czajłachian M., Chłopenkowa L.: Dokł. AN SSSR, 129, 454—457, 1959.
28. Czajłachian M., Łoźnikowa W., Babajan W.: Dokł. AN ArmSSR, 55, 4, 244—247, 1972.
29. Czumakowski N.: Tr. Sachalinsk. Kompleksn. N.-I. In-t, 19, 29—36, 1968 (Ref. Żurn. 7 G 186, 1969).
30. Dale J., Felipe G.: *Planta*, 80, 288—298, 1968.
31. Darlington C., McLeish J.: *Nature*, 167, 4245, 1951.
32. Dennis D., Upper C., West C.: *Plant Physiol.*, 40, 948—952, 1965.
33. Devson G., Rollen A.: *C. R. Acad. Sci.*, 233, 9, 1951.
34. Dmitruk A., Konopska L.: *Acta Soc. Bot. Pol.*, 34, 243, 1965.
35. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.*, 7, 2, 3—31, 1967.
36. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.* 8, 1, 63—82, 1968.
37. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.*, 8, 1, 83—109, 1968.
38. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.*, 9, 1, 77—98, 1969.
39. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.*, 10, 1, 65—90, 1970.
40. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.*, 15, 1, 3—28, 1975.
41. Dolnicki A.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.*, 18, 2, 1979 (w druku).
43. Dolnicki A., Piskornik Z.: *Acta Agr. et Silv., Ser. Agr.* 11, 2, 105—129, 1971.
44. Dolnicki A., Zalasiński J.: *Postępy Nauk Roln.*, 2, 19—28, 1976.
45. Dolnicki A., Zalasiński J.: *Postępy Nauk Roln.*, 3, 57—66, 1976.
46. Domańska H.: *Meded. Rijksfac. Landb. Gent*, 31, 1106—1116, 1966 (Ref. Żurn. 12.55.230, 1967).
47. Dostál R.: *Beitr. Biol. Pflanz.*, 45, 257—270, 1968.
48. Drozdow S., Kumulajnen A., Prusakowa L., Wołkowa R., Dmitriewa W.: [w:] *Wtor. Wses. Symp. „Fizjoł. osnovy ustojczivosti rastienij k zamorozkam i ponizennym temp.*, Izd-wo Karelskij Filiał AN SSSR, 75—76, Petrozawodsk, 1971.
49. Fábry A.: *Rostl. Výroba*, 17, 853—861, 1971.
50. Fajzullin A., Girfanow W., Wołodko M., Bałachoncewa T.: [w:] *Metody i prijemy powyszenija zimostojkosti ozimych ziernowych kultur*, 319—326, Kołos, Moskwa, 1975.
51. Foltyn J., Mikala F.: *Rostl. Výroba*, 1, 1971.
52. Fuente R., Leopold A.: *Plant Physiol.*, 46, 186—189, 1970.
53. Fnente R., Leopold A.: *Plant Physiol.*, 50, 491—495, 1972.
54. Galston A.: *Amer. J. Bot.*, 34, 356—360, 1947.
55. Giacanelli E.: *Tecn. Molit.*, 17, 12, 315—318, 1966 (Ref. Żurn. 2.55.199, 1967).
56. Gifford E.: *Amer. J. Bot.*, 43, 1, 1956.
57. Goldsmith M., Thimann K.: *Plant Physiol.*, 37, 492—505, 1962.
58. Gonczarik M., Marszakowa M.: [w:] *Fizjoł. i Biochim. Rastienij*, 31—39, Izd-wo ANBSSR, Minsk, 1962.
59. Goutheret R.: *C. R. Acad. Sci.*, 234, 2218, 1952.
60. Greulach V.: *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 71, 172, 1955.
61. Greulach V., Athinson E.: *Bot. Gaz.*, 114, 4, 1953.
62. Greulach V., Haeslop J.: *Amer. J. Bot.*, 41, 44—50, 1954.

63. Guillot A.: C. R. Acad. Sci., D 263, 358—361, 1966.
64. Haber A., Luippold H.: Plant Physiol., 35, 168—173, 1960.
65. Haber A., White J.: Plant Physiol., 35, 495—499, 1960.
66. Haissig B.: Plant Physiol., 49, 886—892, 1972.
67. Halevy A.: Plant Physiol., 38, 731—737, 1963.
68. Halevy A., Kessler B.: Nature (Engl.), 197, 4864, 310—311, 1963.
69. Harada H., Lang A.: Plant Physiol., 40, 176—183, 1965.
70. Heatherbell D., Howard B., Wicken A.: Phytochem., 5, 635—642, 1966.
71. Hoagland H., Elliott F., Rasmussen L.: Agron. J., 45, 10, 1953.
72. Hradilik J., Šebanek J.: Biochem. und Physiol. Pflanz., 161; 2, 178—182, 1970.
73. Hulewicz D.: Roczn. Nauk Roln., 86-A-3, 435—450, 1962.
74. Humphries E., Welbank P., Williams E.: Nature (Engl.), 215, 5102, 782, 1967.
75. Ivanova Y., Vassiliev G.: Dokl. Bolg. AN, 25, 1101—1104, 1972 (Ref. Žurn. 3 G 322, 1973).
76. Iwanowa I., Czajłachian M.: Dokl. Bolg. AN, 22, 795—798, 1969 (Ref. Žurn. 3 G 226, 1970).
77. Iwanowa O.: Sb. Tr. Aspirantow i młodych naucz. sotrudn. Wses. N.-i. In-t Rastieniew., 9, 74—79, 1968 (Ref. Žurn. 7.55.229, 1969).
78. Jaworska W.: Autoreferat kand. diss., Kijów, 1966.
79. Jermołajewa J., Kozłowa N., Backa P., Sziłowa M., Wasilewa M.: Tr. Botan. In-ta AN SSSR, ser. 4, 15, 120—132, 1962.
80. Johnson R., Anderson I.: Crop Sci., 14, 381—384, 1974.
81. Jones R., Phillips I.: Planta, 72, 53—59, 1967.
82. Jung J.: Z. Acker- und Pflanzenbau, 122, 1, 9—14, 1965.
83. Jung J.: Z. Acker- und Pflanzenbau, 125, 2, 1967.
84. Jung J.: Naturwiss., B 54, 14, 1967.
85. Kacperska-Palacz A.: Final report a modification of winter hardiness of plants with growth retardants, Inst. of Botan., Univ. of Warsaw, 1973.
86. Kacperska-Palacz A., Błaziak M., Wciślińska B.: Bot. Gaz., 130, 213—221, 1969.
87. Kacperska-Palacz A., Długolecka E.: Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol., 19, 537—541, 1971.
88. Kacperska-Palacz A., Egierszdoff S.: Bot. Gaz., 133, 355—360, 1972.
89. Kacperska-Palacz A., Wciślińska B.: Biol. Plant., 14, 39—47, 1972.
90. Kacperska-Palacz A., Wciślińska B.: Physiol. Végét., 10, 19—25, 1972.
91. Kalinin F., Łobow W., Jastermbowicz N., Miereziński J., Sarnacka W., Melnik J.: Regulacja metabolizmu rastitelnoj kletki, Naukowa Dumka, Kijów, 1973.
92. Keitt G., Baker R.: Science, 156, 3780, 1380—1381, 1967.
93. Kende H., Ninnemann H., Lang A.: Naturwiss., 50, 599—600, 1963.
94. Kentzer T., Michniewicz M.: Roczniki Nauk Roln., 93-A-3, 511—522, 1967.

95. Kessler B., Spiegel S., Zolotov Z.: *Nature*, 213, 5073, 311—312, 1967.
96. Kiermayer O.: *Österr. Bot. Z.*, 108, 2, 101—156, 1961.
97. Kirjan M.: *Selekcja i Siemienow.*, 32, 69—75, 1976.
98. Klien W., Leopold A.: *Plant Physiol.*, 28, 293—298, 1953.
99. Knypl J.: *Curr. Sci.*, 33, 518—519, 1964.
100. Knypl J.: *Naturwiss.*, 54, 6, 146, 1967.
101. Knypl J.: *Postępy Nauk Roln.*, 18, 3, 33—60, 1971.
102. Knypl J.: *Postępy Nauk Roln.*, 5, 43—60, 1971.
103. Kolek J.: *Biologia*, 16, 4, 249—255, 1961.
104. Kosikowa P.: [w:] *Sb. Tr. asprantow i młodych sotrudn. Wses. NI. In-t Rastieniew.*, 10, 14, 240—246, 1969.
105. Kowal S.: *Izw. Sib. Otd. AN SSSR, Ser. Biol.*, 10, 1970.
106. Kretschmer G., Beger B.: *Züchter*, 36, 7, 1966.
107. Kretschmer G., Beger B.: *Albrecht Thaer-Archiv.*, 14, 93—104, 1970.
108. Krużylin A., Szwedzka Z., Zubkova N.: *Fizjol. Rastienij*, 23, 593—599, 1976.
109. Kulescha Z.: *Comptes Rend.*, 236, 953, 1953.
110. Kulescha Z.: *Comptes Rend.*, 258, 1060, 1954.
111. Kulakli L., Kalinin F., Trojan W., Bołgowa N.: [w:] *Rost i ustojcziwost rastienij*, 1, 101—103, Naukowa Dumka, Kijów, 1965.
112. Kuraishi S., Muir R.: *Plant Physiol.*, 38, 19—24, 1963.
113. Kuraishi S., Tezuka T., Ushijima T., Tazaki T.: *Plant and Cell Physiol.*, 7, 705—706, 1966.
114. Kuse G.: *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto, Ser. B.*, 20, 207—215, 1953.
115. Kydriew T., Tiankowa I.: *Fizjol. Rastienij*, 9, 425—431, 1962.
116. Ledowski S., Bondarenko G.: *Dokładny WASChNIL*, 9, 15—17, 1974.
117. Leopold A., Klein W.: *Science*, 114, 9, 1951.
118. Leopold A., Klein W.: *Physiol. Plant.*, 5, 91—99, 1952.
119. Leopold A., Price C.: *Plant Physiol.*, 32, 520—525, 1957.
120. Libbert E.: *Planta*, 53, 612—627, 1959.
121. Listowski A., Jeśmanowicz A.: *Bull. Acad. Pol. Sci.*, 17, 61—63, 1969.
122. Lo Szi-wej, Chaun Wen-chuej, Tan Chuej-fen: *Acta Biol. Exptl. Sinica*, 8, 2, 150—154, 1963 (Ref. *Żurn.* 2 G 47, 1964).
123. Lockhart J.: *Plant Physiol.*, 37, 759—764, 1962.
124. Loveless A.: *Heredity*, 6, 293—298, 1953.
125. Łobow W.: *Autoreferat pracy doktorskiej*, Kijów, 1971.
126. Łobow W.: *Fizjol. Rastienij*, 18, 116—120, 1971.
127. Łobow W., Martyn G.: *Citol.*, 13, 1518—1519, 1971.
128. McManus M.: *Nature*, 185, 4705, 1960.
129. Marth P.: *J. Agric. Food. Chem.*, 13, 331—333, 1965.
130. Masztakow S., Dejew W., Szejknina N.: [w:] *Wtorej Wsesoj. Symp. „Fizjol. osnovy ustojcziwosti rastienij k zamorozkam i ponizennym temp.”* Izd-wo Karelski Filiał AN SSSR, Petrozawodsk, 1971.
131. Masztakow S., Szczerbakow W.: *Dokł. AN BSSR*, 11, 2, 169—173, 1967.
132. Michniewicz M.: *Postępy Nauk Roln.*, 4, 113—116, 1965.

133. Michniewicz M.: *Naturwiss.*, 52, 4, 88, 1965.
134. Michniewicz M., Chromiński A., Belt H.: *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol.*, 16, 451—453, 1968.
135. Michniewicz M., Kentzer T.: *Experimentia*, 21, 4, 230—231, 1965.
136. Michniewicz M., Kentzer T., Kriesel K., Purzycka P.: *Acta Soc. Bot. Pol.*, 34, 2, 181—190, 1965.
137. Mielnikow N., Baskakow J., Bokariew K.: *Chemia środków chwastobójczych i roślinnych hormonów wzrostowych*, PWT, W-wa, 1956.
138. Moore T.: *Plant Physiol.*, 42, 677—684, 1967.
139. Morris D., Kadir G., Barry A.: *Planta*, 110, 173—182, 1973.
140. Mukherjee R.: *Nucleus*, 4, 145, 1961.
141. Napp-Zinn K.: *Züchter*, 33, 5, 201—212, 1963.
142. Nátrová Z., Hlaváč M.: *Biol. Plant.*, 17, 256—262, 1975.
143. Niedergang-Kamien E., Leopold A.: *Physiol. Plant.*, 10, 29—38, 1957.
144. Niedergang-Kamien E., Skoog F.: *Physiol. Plant.*, 9, 60—73, 1956.
145. Nieupokojewa N.: *Bul. Gł. Botan. Sada*, 68, 1968.
146. Nieupokojewa N.: [w:] *Niekotoryje woprosy sowrem. jestenoznawstwa*, 205—210, Rostow-na-Donu, 1971. (Ref. *Żurn.* 3 G 333, 1973).
147. Ninnemann H., Zeevaart J., Kende H., Lang A.: *Planta*, 61, 229—235, 1964.
148. Niupijewa K., Rodinow W., Morkowa L., Zacharowa L.: *Tezisy dokł. XII Miezdun. Botan. Kongress*, 484, Leningrad, 1975.
149. Nooden L.: *Physiol. Plant.*, 22, 260—270, 1969.
150. Norris R.: *Canad. J. Bot.*, 44, 675—684, 1966.
151. Okoloko G., Lewis L.: *Plant and Cell Physiol.*, 9, 259—266, 1968.
152. Palladina T.: *Fizjol. Rastienij*, 11, 321—324, 1964.
153. Paquin R., Belzile L., Willemot, St.-Pierre J.: *Can. J. Plant Sci.*, 56, 79—86, 1976.
154. Peterburgski A.: *Izw. Timir. S.-Ch. Akad*, 3, 134—140, 1967.
155. Peterburgski A., Kuliukin A.: *Izw. Timir. S.-Ch. Akad*, 85—89, 1967.
156. Peterson E., Irbe I.: [w:] *Regulacja rosta i pitanija rastienij*, 36—43, Zinatne, Ryga, 1976 (Ref. *Żurn.* 11.55.428, 1976).
157. Peterson E., Kristkalne S., Purwite I., Kreicberg O., Spolitis A., Ozol A.: [w:] *Kratkije doklady po woprosam zaszczity rastienij VIII Pribalt. Konf. po zaszcz. rast.*, Cz. 1, 37—38, Kaunas 1972 (Ref. *Żurn.* 9.55.211, 1972).
158. Petr I., Durdikowa I., Fiala I.: *Sielskoch. Bioł*, 3, 3, 1968.
159. Pierwowa J.: *Fizjol. Rastienij*, 12, 126—133, 1965.
160. Pikusz G., Duda G., Budionnij J.: *Agrochim. i Gruntozn.*, 28, 37—40, 1975 (Ref. *Żurn.* 7.55.294, 1976).
161. Pikusz G., Grinczenko A.: [w:] *Prijemy powyszenija produktiwnosti kukuruzy i ozimój pszenicy w stepii USSR*, 149—154, Dniepropietrowsk, 1974 (Ref. *Żurn.* 9.55.381, 1975).
162. Pikusz G., Grinczenko A., Lebied A.: *Agrochimja*, 11, 144—154, 1973.

163. Pikusz G., Grinczenko A., Lebie d A.: [w:] Prijemy powyszenija produktiwnosti kukuruzy i ozimoy pszenicy w stepii USSR, 154—159, Dniepropietrowsk, 1974 (Ref. Żurn. 9.55.330, 1975).
164. Pilet P.: *Physiol. Plant.*, 10, 791—793, 1957.
165. Pilet P.: *Physiol. Plant.*, 16, 299—310, 1963.
166. Plaut Z., Halevy A.: *Physiol. Plant.* 19, 1064—1072, 1966.
167. Polimbetowa F., Łukiczewa E., Biełoslidowa L.: *Izw. AN Kaz SSR*, 5, 56—61, 1968. (Ref. Żurn. 6.55.243, 1969).
163. Powołočka K.: *Izw. AN SSSR*, 250—255, 1961.
169. Powołočka K., Baskakow J., Chowańska I.: *Fizjoł. Rastienij*, 7, 73—89, 1960.
170. Powołočka K. Chowańska I.: [w:] *Gidrazid maleinowej kisłoty kak regulator rosta rastienij*, 234—246, Nauka, Moskwa, 1973.
171. Procenko D., Własiuk P., Kołosza O.: *Zimostojkost ziernowych kultur*, Kolos, Moskwa, 1969.
172. Radley M.: *Planta*, 86, 218—223, 1969.
173. Rajewski J.: *Zesz. Naukowe WSR Szczecin*, 37, 283—300, 1971.
174. Rakitin J.: [w:] *Gidrazid maleinowej kisłoty kak regulator rosta rastienij*, 5—39, Nauka, Moskwa, 1973.
175. Rakitin J., Gejden T., Garajewa K.: *j.w.*, 56—82.
176. Rakitin J., Potapowa A.: *Dokładny AN SSSR*, 126, 1371—1374, 1959.
177. Rakitin J., Powołočka K., Gejden T., Garajewa K., Chowańska I., Kalibernaja Z.: *Fizjoł. Rastienij*, 18, 608—613, 1971.
178. Rakitin J., Swarinska R.: *Fizjoł. Rastienij*, 4, 138, 1957.
179. Reid D., Crozier A.: *Planta*, 94, 95—106, 1970.
180. Reid D., Crozier A.: [w:] *Plant Growth Subst.*, 1970, 420—427, Berlin, 1972.
181. Rikin A., Waldman M., Richmond A., Dovrat A.: *J. Exp. Bot.*, 26, 91, 175—183, 1975.
182. Roblin G.: *Naturwiss.*, 63, 42—43, 1976.
183. Sabnis D., Audus L.: *Ann. Bot.*, 31, 122, 263—281, 1967.
184. Scurfield G.: *Austral. J. Sci.*, 24, 10, 417—419, 1962 (Ref. Żurn. 5 G 73, 1963).
185. Simpson G.: *Nature*, 182, 528—529, 1958.
186. Smirnow J., Fedorow A., Szkolnik M.: *Botan. Żurn.*, 56, 633—648, 1971.
187. Smith A., Zukel J., Stone G.: *J. Agric. Food. Chem.*, 7, 341—344, 1959.
188. Sokołowa S.: *Bul. Gł. Botan. Sada AN SSSR*, 65, 74—76, 1967.
189. Srinivasan K., Hammer C.: *Madras Agric. J.*, 49, 5, 139—144, 1962 (Ref. Żurn. 7 G 63, 1963).
190. Stanisławski J.: *Studia nad działaniem regulatorów wzrostu na fizjologię zbóż kłosowych*, IHAR, Radzików, 1967.
191. Stanisławski J.: *Hodowla Roślin, Aklim. i Nasienn.* 13, 2, 105—113, 1969.
192. Stanisławski J., Stanisławska A.: *Hodowla Roślin, Aklim. i Nasienn.*, 10, 5, 547—566, 1966.
193. Strube U., Fellenberg G.: *Planta*, 108, 59—66, 1972.
194. Supniewska J.: *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol.*, 11, 155—159, 1963.



195. Syczewa Z., Bałagurowa N., Wasiukowa W.: *Fizjol. Rastienij*, 22, 176—180, 1975.
196. Szczerbakow W.: *Dokl. AN BSSR*, 13, 1, 66—68, 1969.
197. Szczerbakow W.: [w:] *Obmien wieszczestw i pitanije rastienij*, 63—70, Nauka i Technika, Minsk, 1972 (Ref. *Žurn.* 8 G 262, 1972).
198. Szczerbakow W., Masztakow S.: *Dokl. AN BSSR*, 12, 1118—1121, 1963.
199. Szczygielski T.: *Postępy Nauk Roln.*, 5, 139—142, 1961.
200. Šebanek J.: *Sb. Vys. Skoly Zemed. a Les. v Brne, A*, 1—4, 53—91, 1953.
201. Šebanek J.: *Sb. Vys. Skoly Zemed. a Les. v Brne, A*, 529—538, 1959.
202. Šebanek J., Hradilik J.: *Biol. Plant.*, 11, 356—365, 1969.
203. Škopik P., Červinka M.: *Rostl. Vyroba*, 13, 547—558, 1967.
204. Tanner J., Ahmed S.: *Crop Sci.*, 14, 371—374, 1974.
205. Teltscherova L.: *Biol. Plant.*, 10, 305—310, 1968.
206. Thimann K., Bonner W.: *Plant Physiol.*, 23, 153, 1943.
207. Toman F., Mitchell H.: *J. Agr. Food. Chem.*, 16, 5, 1968.
208. Tupik N.: *Autoreferat pracy kandydackiej*, Kijów, 1967.
209. Turecka R., Kefeli W., Saidowa S.: *Fizjol. Rastienij*, 16, 825—831, 1969.
210. Tumanow I., Trunowa T., Smirnowa N., Zweriewa G.: *Fizjol. Rastienij*, 23, 132—138, 1976.
- 210a. Tumanow I., Trunowa T.: *Fizjol. Rastienij*, 5, 112—122, 1958.
211. Ugolik M.: *Roczn. Nauk Roln.*, 89-A-1, 1964.
212. Varga M., Balla E., Szendrő Z.: *Acta Biol. Seged*, 20, 1—4, 107—114, 1974. (Ref. *Žurn.* 11 G 194, 1975).
213. Voškeruša J.: *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 135, 3, 169—177, 1972.
214. Waard F.: *Kon. Nederland. Akad. Wetensch. Proc.*, 51, 1317, 1948 (Chem. Abstr. 43.2678f, 1949).
215. Waldman M., Rikin A., Dovrat A., Richmond A.: *J. Exp. Bot.*, 26, 95, 853—859, 1975.
216. Warenica J., Zimina T., Zacharow A.: *Sb. Naucz. Tr. NII S.-Ch. Centr. R-now Neczernoziemn. Zony*, 32, 96—102, 1974 (Ref. *Žurn.* 11.55.173, 1976).
217. Wasilewa I., Iszmuchametowa N., Chisamutdinowa W.: *Fizjol. i Biochim. Kult. Rastienij*, 6, 484—487, 1974.
218. Wasilewa I., Iszmuchametowa N., Galijewa N.: *Fizjol. i Biochim. Kult. Rastienij*, 8, 280—283, 1976.
219. Winter A.: *Physiol. Plant.*, 20, 330—336, 1967.
220. Winter A., Thimann K.: *Plant Physiol.*, 41, 335—342, 1966.
221. Wodzicki T., Witkowska-Żuk L.: *Acta Soc. Bot. Pol.*, 33, 323—333, 1964.
222. Wołkowa R., Prusakowa L., Drozdow S., Iwanowa R.: *Fizjol. Rastienij*, 21, 1287—1292, 1974.
223. Wołkowa R., Syczewa Z.: *Naucz. Tr. NII Kartof. Ch-wo*, 24, 36—44, 1975 (Ref. *Žurn.* 10.55.531, 1976).
224. Wünsche U.: *Naturwiss.*, 53, 15, 386—387, 1966.

225. Wünsche U.: Plant Husbandry, Uppsala, 25, 1970.
226. Wylie A., Ryugo K., Sachs R.: J. Amer. Soc. Hort. Sci., 95, 627—630, 1970.
227. Wynn P.: J. Exp. Bot., 7, 21, 381—386, 1956.
228. Yomo H., Linuma H.: Agr. and Biol. Chem., 26, 3, 201, 1962 (Ref. Žurn. 23 G 138, 1962).
229. Zadoncow A., Pikusz G., Grinczenko A.: Bul. Wses. N.-i In-ta Kukuruzy, 5, 1969.
230. Zadoncow A., Pikusz G., Grinczenko A.: Chlorcholinchlorid w rastieniewodstwie, Kolos, Moskwa, 1973.
231. Zadoncow A., Pikusz G., Pychtin N.: Fizjol. i Biochim. Kult. Rastienij, 2, 574—580, 1970.
232. Zeevaart J.: Plant Physiol., 41, 856—862, 1966.
233. Zwar J., Rijven A.: Austral. J. Biol. Sci., 9, 528—538, 1956.