Badania nad wpływem soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów

Research on the Influence of the Sodium Salt of 2,4-D
Acid on Cropping in Tomatoes

MARIAN MICHNIEWICZ i TERESA KENTZER

WSTĘP

Badania nad wpływem syntetycznych substancji wzrostowych na wzrost i rozwój pomidorów. były tematem licznych prac eksperymentalnych. Efekty dotyczące zarówno wielkości, jak i jakości plonu, jakie uzyskiwano działając na pomidory tymi substancjami były bardzo różne, uzależnione od odmiany, stężenia i rodzaju preparatu oraz od czynników klimatycznych (A v e r y 1947, T u m a n o w 1949, K ę p k o w a 1952, A u d u s 1953 i in.).

Wstępne doświadczenia założone na mikropoletkach w roku 1953 miały właśnie na celu zbadanie w jakim stopniu pomidory odmiany Immun Pudliszkowski reagują na sól sodową kwasu 2,4-D. Wyniki uzyskane w tym doświadczeniu rzuciły jednak pewne światło również i na problem dotyczący przyczyn wywołujących zmiany w plonie pomidorów poddanych działaniu substancji wzrostowej. Spostrzeżenia te stały się bodźcem do dalszych badań, które przeprowadzono w roku 1955 w doświadczeniu wazonowym.

Zdania autorów co do przyczyn wywołujących wyżkę plonu pomidorów, obserwowaną niejednokrotnie jako efekt zadziałania substancją wzrostową nie są jednolite.

Szereg badaczy jak B o b k o i J a k u s z k i n a (1945) (J a k u s z k i n a 1948 i 1949) oraz M a k s i m o w (1946) i in. tłumaczy, że wyżka ta zachodzi kosztem masy vegetatywnej, dzięki przemieszczaniu się substancji odżywczych z części vegetatywnych do organów reproduktywnych rośliny. Wskazują na to także dane autorów cytowanych przez M a k s i m o w a (1946) mianowicie: T u r i e c k i e j (1938), S t u a r t a (1938) oraz M i t c h e l l a i S t u a r t a (1939). Badacze ci wykazali, że umieszczenie dolnych części sadzonek w roztworze substancji wzrostowej wywoływało przepływ do tych części cukru i związków azotowych z górnych partii rośliny.

Jakuszkina (1949), która pod wpływem opryskania kwiatów pomidorów roztworem soli sodowej kwasu 2,4-D uzyskała 2½-krotną zwykłą plonu owoców, podaje, że zabieg ten nie zwiększył natężenia fotosyntezy, ani też nie wzmógł energii pobierania soli mineralnych. Istotnie, wiele prac wykonanych na różnych roślinach, bez względu na rodzaj substancji wzrostowej i stężenie, wykazuje bądź ujemny wpływ tych związków na fotosyntezę (Mitchell, Kraus i Whitehead 1940, Freeland 1949, 1950, Rhodes 1952, Loutstalot i Muzik 1953), bądź też brak jakiegokolwiek wpływu (Johansen 1954).

Niemniej jednak istnieje i inny pogląd na przyczyny wywołujące zwykłą plonu jako efekt działania substancji wzrostowej. W myśl tego poglądu (Chołodny 1947) zwykła ta następuje dzięki wzmoczeniu fotosyntezy i uaktywnieniu procesu pobierania soli mineralnych.

W literaturze istnieją dane potwierdzające również i to stanowisko. Fakty wzmoczenia fotosyntezy pod wpływem substancji wzrostowej podaje Chołodny i Gorbowski (1939, cyt. Johansen 1954), Mirimanjan (1949) i Skwarcow (1949). Także nie opublikowane dotychczas doświadczenia Michniewicza wskazują, że substancja wzrostowa wprowadzona do pomidorów, może w pewnych warunkach zwiększyć natężenie fotosyntezy w przeciągu kilku dni od momentu zadziałania tym związkiem. Ciekawe dane na ten temat przytaczają Wedding, Erickson i Brannaman (1954). Autorzy ci wykazali, że efektywność oddziaływania kwasu 2,4-D na fotosyntezę zależy od odczynu środowiska. W środowisku silnie kwaśnym, preparat ten kompletnie przerywał fotosyntezę, w środowisku kwaśnym hamował, a przy pH powyżej 6,5 nieco stymulował natężenie tego procesu.

Istnieją także dane, które świadczą, że substancje wzrostowe zwiększają siłę ssącą korzeni (Tagiejewa i Browcyna 1948 oraz cytowani przez nie Scoog, Broyer i Grosenbacher 1938 oraz Overbeek 1942) i wpływają na pobieranie soli mineralnych (Commoner i Mazia 1942, Commoner, Fogel i Muller 1943, Maksimow i Możajewa 1944 oraz Jakuszkina 1946 — cytowani przez Maksimowa 1946, Flierow i Mierdzanjan 1950 oraz Sułakadze 1951). Badania lat ostatnich (Pohl 1953, Guttentberg 1954, Söding 1954) wykazały z całą pewnością, że substancje wzrostowe zwiększają przenikliwość plazmy dla wody.

Interesujące dane na ten temat przytacza Skrypicyna (1950). Autorka wykazała, że preparat 2,4-D wywołuje zarówno przemieszczanie się asymilatów do organów reproduktywnych pomidorów jak też i wzmacnia pobieranie substancji odżywczych z gleby.

Drugi problem, który stanowił przedmiot naszych badań, wiążący się ponadto bezpośrednio ze stosowaniem substancji wzrostowych w prakty-

ce ogrodniczej, to zależność efektywności działania tych substancji od warunków środowiska. Dane z literatury wskazują mianowicie, że i pod tym względem, poglądy różnych autorów są niejednolite.

Jedni (Tumanow 1949, Rubin i Mietliczkiej 1949, Skrypcyna 1950, Rakitin 1953) przyjmują, że substancje wzrostowe mogą dać pozytywne efekty tylko w przypadku, gdy działać nimi będziemy na rośliny dobrze odżywione, będące w dobrych warunkach uprawy, obficie zaopatrzone w składniki mineralne i wodę.

Inni (np. Kępkowa 1952, Audus 1953 i in.) uważają za racjonalne i celowe stosowanie substancji wzrostowych tylko w złych i nienormalnych warunkach uprawy, tj. wówczas gdy roślina nie ma możliwości wyprodukowania dostatecznej ilości naturalnych auksyn. Wskazują na to także dane Iwanowskiej 1945, która wykazała, że pomidory reagują silniej na preparat 2,4-D w nienormalnych warunkach środowiska. Istnieje wiele faktów przemawiających na korzyść tego drugiego stanowiska. I tak Poruckiej (1948) podaje, że dodatni wpływ „hormonizacji” nasion zbóż miał miejsce tylko wówczas, gdy do doświadczeń użył nasion niepełnowartościowych. Söding, Bomke i Funke (1949, cyt. Audus 1953) donoszą, że „hormonizacja” nasion marchwi przyczyniła się do zwiększenia plonu, tylko w przypadku, gdy rośliny doświadczalne rosły w cieniu. Ratner i Akimoczkina (1951) wykazali, że preparat 2,4-D wpływał dodatnio na plonowanie roślin tylko w warunkach, w których był nadmiar lub brak azotu w glebie. Podobne dane przytacza Mazajewa (1951), która badała wpływ substancji wzrostowych w zależności od nawożenia fosforowego.

Niewątpliwie, jednym z najważniejszych czynników wpływających w bardzo silnym stopniu na charakter środowiska jest woda. Uwzględniając to, założono w roku 1954 doświadczenie wazonowe, które miało wykazać jak zareagują na substancję wzrostową pomidory uprawiane w warunkach optymalnej i zmniejszonej wilgotności, a więc w środowisku sprzyjającym i nie sprzyjającym życiu rośliny.

METODYKA BADAŃ

Materiałem doświadczalnym były pomidory odmiany Immun Pudliskowski, prowadzone na jeden pęd. Sól sodową kwasu 2,4-D wprowadzano przez opryskiwanie kwiatostanów wodnymi jej roztworami o różnych stężeniach, w granicach 0,01—0,0005%. Rośliny kontrolne opryskiwano wodą. Kwiatostany opryskiwano jednorazowo wówczas, gdy rozwinęły się na nich 2—3 kwiatki. Zabieg ten wykonywano wieczorem, przy pomocy małego ręcznego rozpylacza. Na opryskanie jednego kwiatostanu zużyto około 0,5 ml roztworu.

Doświadczenie prowadzone w roku 1953 założono w Toruniu, na mikropoletkach, metodą losowanych bloków, w powtórzeniu dwunastokrotnym. Na poletku wielkości $0,5 \text{ m}^2$ rosła tylko jedna roślina. Odległości pomiędzy poszczególnymi pomidorami wynosiły 70 cm. Uprawę prowadzono na glebie piaszczystej wyjałowionej, nawiezionej tylko torfem ogrodowym. Innych nawozów nie stosowano. Do podlewania używano wody wodociągowej.

W latach 1954—1955 wykonano dwa doświadczenia wazonowe w hali vegetacyjnej w Koniczynie. Jako wazonu służyły donice gliniane, wyparafinowane od wewnątrz. Pomidory uprawiano w kulturach piaskowych na pożywce Hellriegela. Każdy z wazonów zawierał 5 kg piasku. Połowę ilości soli mineralnych przewidzianej w pożywce wprowadzano przy założeniu doświadczenia, drugą zaś część dawano roślinom tuż przed rozpoczęciem pełnego kwitnienia. Podlewanie do stałej wagi wykonywano codziennie, co najmniej jednorazowo. W okresie wzmożonego parowania części. Doświadczenia wazonowe zakładano w powtórzeniu 10-krotnym.

Po opryskaniu roślin roztworem soli sodowej kwasu 2,4-D poddawano je obserwacjom morfologicznym; określano szybkość dojrzewania, masę i ilość owoców, masę vegetatywną roślin oraz oznaczano zawartość cukrów redukujących metodą Hagedorna—Jensena i procent suchej masy w soku owoców przy pomocy refraktometru Abbego. Badano również wpływ zabiegu na morfologię owoców, a w doświadczeniu z roku 1954 określano także zdolność ich do przechowywania.

Wyniki poddano analizie statystycznej. Obliczono najmniejszą różnicę udowodnioną przy poziomie ufności $P = 0,05$. W tabelach podano tylko wartości średnie. Różnice istotne w stosunku do kontroli wyróżniono tłustym drukiem.

WYNIKI DOŚWIADCZEN

W y n i k i d o t y c z ą c e p r z y c z y n w y w o ł u j ą c y c h
z m i a n y w p l o n i e p o m i d o r ó w p o d d a n y c h
d z i a ł a n i u s u b s t a n c j i w z r o s t o w e j

1. Doświadczenia z roku 1953. Doświadczenia te przeprowadzone na mikropoletkach miało cztery warianty. Dwa dolne kwiatostany opryskano roztworami soli sodowej kwasu 2,4-D o stężeniu 0,005, 0,001 i 0,0005% lub wodą. Zabieg ten wykonano 20 czerwca, w trzy tygodnie po posadzeniu roślin do gruntu.

Obserwacje wykazały, że około 30% owoców pochodzących z kwiatów poddanych działaniu preparatu o stężeniu 0,005 i 0,001% charakteryzowało specyficzne wydłużenie, najsilniej wyrażone u roślin opryskanych

roztworem o najwyższym stężeniu. U roślin kontrolnych żadnych zmian morfologicznych owoców nie stwierdzono (ryc. 1).

Ryc. 1. U góry — owoce pochodzące z pomidorów poddanych działaniu 0,005% roztworu soli sodowej kwasu 2,4-D, u dołu — owoce z roślin kontrolnych

Sprzęt owoców rozpoczęto 11 sierpnia. Sól sodowa kwasu 2,4-D przyspieszyła dojrzewanie owoców od 4 do 6 dni. Oznaczono oddzielnie plon

Ryc. 2. Wpływ soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów. Wyniki doświadczenia na mikropoletkach z roku 1953. (Wartości kontrolne przyjęto za 100%). 1 — plon z grom opryskanych; 2 — plon z grom nie opryskanych; 3 — ogólny plon owoców. Kółko nad słupkiem — różnica istotna w stosunku do roślin kontrolnych

owoców z dwóch pięter dolnych — opryskiwanych i oddzielnie z gron pozostałych. Wyniki obrazujące plon pomidorów przedstawione są w tabeli 1 i na wykresie (ryc. 2).

Z danych tych widać, że sól sodowa kwasu 2,4-D nie wywoływała istotnych zmian w ogólnym plonie owoców. Jeżeli jednak porównamy plon uzyskany oddzielnie z gron opryskiwanych i nie opryskiwanych, to stwierdzimy, że u roślin poddanych działaniu roztworu o najwyższym stężeniu, plon z gron opryskiwanych był znacznie wyższy aniżeli w wariancie kontrolnym, natomiast masa owoców z pięter wyższych — nie opryskiwanych okazała się niższa w stosunku do kontroli.

TABELA 1

Wpływ soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów
Wyniki doświadczenia na mikropoletkach z roku 1953

Rodzaj pomiaru		Wartość	Stężenie preparatu w %				Najmniejsza różnica udowodniona. (Ilość stop. swobod. = 36)
			0	0,0005	0,001	0,005	
Plon owoców	z gron opryskanych	w kg	0,66	0,79	0,75	0,85 ¹⁾	0,136
		w % ⁺	100	119,6	113,6	128,7	—
	z gron nie opryskanych	w kg	1,08	0,97	0,93	0,90	0,142
		w % ⁺	100	89,8	86,1	85,5	—
	z wszystkich gron	w kg	1,74	1,76	1,68	1,75	0,174
		w % ⁺	100	101,1	96,5	100,5	—
Świeża masa organów wegetatywnych		w kg	0,21	0,23	0,22	0,26	0,045
		w % ⁺	100	109,5	104,7	125,8	—
Masa całej rośliny		w kg	1,95	1,99	1,90	2,01	0,185
		w % ⁺	100	102,0	97,4	103,0	—
Ilość suchej masy w soku owoców		w kg	4,01	3,94	4,67	5,51 ²⁾	0,533
		w % ⁺	100	98,2	116,4	132,6	—
Ilość cukru w owo- cach		w kg	2,12	2,31	2,74 ³⁾	2,79 ³⁾	0,395
		w % ⁺	100	108,9	129,2	151,6	—

+ — przyjmując wartość kontrolną = 100%,

1) — różnica istotna nawet przy $P = 0,01$ (najmn. różn. udowod. = 0,182),

2) — różnica istotna nawet przy $P = 0,001$ (najmn. różn. udowod. = 0,944),

3) — różnica istotna nawet przy $P = 0,01$ (najmn. różn. udowod. = 0,531).

Efektem działania preparatu było również zwiększenie wielkości owoców, a zmniejszenie ich ilości. Łączna ilość owoców z dwu najniższych gron i średnia ich masa przedstawia się następująco:

stężenie preparatu w ‰	0	0,0005	0,001	0,005
średnia ilość owoców na krzaku z gron opryskanych	17,1	18,0	15,9	14,1
masa jednego owocu w g	38,5	43,8	47,1	60,2

Znaczny procent, jak to ilustruje poniższe zestawienie, stanowiły owoce częściowo lub całkowicie partenokarpiczne:

stężenie preparatu w ‰	0	0,0005	0,001	0,005
ilość owoców partenokarpicznych w ‰ od ogólnego plonu	0	9,1	21,2	36,4

Ponadto okazało się, że wszystkie owoce charakteryzujące się specyficznym wydłużeniem były jednocześnie partenokarpiczne. Charakteryzowała je szczególnie duża zawartość cukru (do 3,9‰) i suchej masy w soku (do 5,5‰). U wszystkich owoców pochodzących z kwiatów poddanych działaniu soli sodowej kwasu 2,4-D ilość cukru i suchej masy była istotnie wyższa w stosunku do pomidorów kontrolnych.

W żadnym przypadku nie stwierdzono, aby substancja wzrostowa, w stosowanych stężeniach wywoływała tworzenie się owoców o pustych komorach lub też powodowała jakieś inne zmiany niekorzystne z gospodarczego punktu widzenia.

Na uwagę zasługuje fakt, że w wariancie o najwyższym stężeniu nastąpiła istotna zwyżka masy wegetatywnej rośliny, jednak istotnych różnic w masie całej rośliny w porównaniu do pomidorów kontrolnych nie było (tab. 1).

2. Doświadczenie z roku 1955. Pomidory wysiano 18 marca. W dniu 28 kwietnia przepikowano je do wazonów i umieszczono w szklarni, a 18 maja przeniesiono do hali wegetacyjnej. Wilgotność piasku utrzymywano na poziomie 60 procent od pełnego nasycenia.

Część roślin opryskiwano wodą, inne natomiast roztworem soli sodowej kwasu 2,4-D o stężeniu 0,005‰. Preparat wprowadzano więc tylko w takim stężeniu, które w dotychczasowych doświadczeniach okazało się najskuteczniejsze, wyniki doświadczenia z roku 1954 (przedstawione poniżej) wykazały bowiem, że preparat o wyższym stężeniu (0,01‰) działał już toksycznie. Podobnie jak w doświadczeniu z roku 1953 opryskiwano tylko dwa najniższe kwiatostany.

W warunkach doświadczenia, pomidory wytworzyły tylko 3 grona owoców. Sprzęt rozpoczęto 2 sierpnia. Owoce z roślin opryskanych substancją wzrostową dojrzewały w porównaniu do roślin kontrolnych o 6 dni wcześniej. W dalszym efekcie zmian wywołanych działaniem preparatu, obserwowano między innymi charakterystyczny lekko wydłużony kształt owoców, jednak zmiany te nie były tak wyraźne jak w doświadczeniu z roku 1953. Wpływ opryskiwania kwiatostanów preparatem 2,4-D na wielkość i jakość plonu przedstawia tabela 2.

TABELA 2

Wpływ soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów
Wyniki doświadczenia wazonowego z roku 1955

Rodzaj pomiaru		Wartość	Stężenie preparatu w %		Najmniejsza różnica udowodniona (Ilość stop. swobod. = 18)
			0	0.005	
Plon owoców	z gron opryskanych	w g	145,3	166,1	31,220
		w % ⁺	100	114,2	—
	z gron nie opryskanych	w g	22,5	23,5	4,643
		w % ⁺	100	104,4	—
	z wszystkich gron	w g	167,8	189,6	32,607
		w % ⁺	100	113,0	—
Świeża masa organów vegetatywnych		w g	47,5	78,5 ¹⁾	16,723
		w % ⁺	100	165,2	—
Masa całej rośliny		w g	215,3	268,1 ²⁾	18,886
		w % ⁺	100	124,5	—
Ilość suchej masy w soku owoców		w %	3,90	5,75 ³⁾	0,318
		w % ⁺	100	147,4	—
Ilość cukru w owocach		w %	2,20	3,12 ⁴⁾	0,229
		w % ⁺	100	141,1	—

+ — przyjmując wartość kontrolną = 100%.

1) — różnica istotna nawet przy P = 0,01 (najmn. różn. udowod. = 22,908).

2) — różnica istotna nawet przy P = 0,01 (najmn. różn. udowod. = 39,679).

3) — różnica istotna nawet przy P = 0,001 (najmn. różn. udowod. = 0,594).

4) — różnica istotna nawet przy P = 0,001 (najmn. różn. udowod. = 0,427).

Dane zestawione w tej tabeli wskazują przede wszystkim, że substancja wzrostowa wywołała bardzo dużą zwyżkę plonu masy vegetatywnej rośliny. Zwyżka ta okazała się istotna, nawet przy uwzględnieniu poziomu ufności P = 0,01.

Plon owoców z dwóch pięter najniższych, poddanych działaniu preparatu, był wyższy o 14,2% w porównaniu z pomidorami kontrolnymi. W świetle analizy statystycznej, zwyżka ta okazała się jednak nieistotna. Stwierdzono następnie, że zwiększenie plonowania w tym przypadku wystąpiło jako skutek zwiększenia się masy poszczególnych owoców, jak to ilustruje poniższe zestawienie:

stężenie preparatu w %	0	0,005
średnia ilość owoców na krzaku z gron opryskanych	45	44
masa jednego owocu	39,29	37,77

Masa III grona zarówno u roślin kontrolnych, jak i u doświadczalnych pozostała na tym samym poziomie.

Ze względu na to, że zwyżka masy wegetatywnej jaką uzyskano w efekcie działania substancją wzrostową była bardzo duża (65,2%), także i plon całych roślin poddanych ich działaniu okazał się istotnie wyższy w porównaniu do roślin kontrolnych (24,5%).

Opryskiwanie kwiatów pomidorów roztworem soli sodowej kwasu 2,4-D wpłynęło dodatnio na podniesienie zawartości suchej masy w soku i ilości cukru w owocach. Zwyżka ta okazała się istotna nawet przy poziomie ufności $P = 0,001$.

Część owoców z roślin poddanych działaniu soli sodowej kwasu 2,4-D była częściowo lub całkowicie partenokarpiczna. Ilość ich sięgała 37%. Owoców zdeformowanych, uszkodzonych czy też o pustych komorach nie notowano.

Efektywność działania soli sodowej kwasu 2,4-D w zależności od wilgotności gleby

27 kwietnia 1954 roku siewki pomidorów będące w fazie liścieni przepikowano do wazonów i umieszczono w szklarni. Do hali wegetacyjnej przeniesiono wazon 16 maja. Część roślin uprawiano na piasku, którego wilgotność wynosiła 60% od pełnego nasycenia, część zaś uprawiano przy 30% wilgotności. U wszystkich roślin pozostawiano tylko dwa dolne kwiatostany, resztę kwiatostanów usuwano.

W obrębie każdej grupy wilgotnościowej były 3 warianty — rośliny kontrolne, których kwiatostany opryskano wodą wodociągową oraz rośliny opryskiwane roztworami soli sodowej kwasu 2,4-D o stężeniu 0,005 i 0,01%. Pierwszy kwiatostan opryskano 15.VI, a drugi w 9 dni później.

W tydzień po dokonaniu zabiegu, na kwiatostanach opryskanych roztworami preparatu 2,4-D o najwyższym stężeniu, wystąpiły objawy zatrucia. Wyraziło się to pożółknięciem szypulek kwiatowych, a następnie ich brunatnieniem, opadaniem zawiązków, skręcaniem się łodyg i liści. Toksyczny wpływ preparatu ujawnił się u 7 roślin uprawianych w warunkach optymalnej wilgotności, a tylko u dwóch roślin z tych, które rosły w warunkach suszy.

U roślin wegetujących na glebie wilgotnej, opryskanych preparatem o najwyższym stężeniu, obserwowano także objawy psucia się owoców już na krzaku przed zbiorem. Symptomy psucia się w postaci brunatno-czarnych plam, zaobserwowano w tym wariantcie u 5 owoców.

Zauważono, że rośliny uprawiane przy 30% wilgotności wydały owoce o mniej intensywnej barwie (od bladuróżowej do żółtej), przy czym skórka owoców w wielu przypadkach wykazywała zmarszczenia w formie

skorkowaciałych smużek. Zjawisko to szczególnie silnie wystąpiło u roślin opryskanych roztworem o najwyższym stężeniu 2,4-D. Owoce z roślin uprawianych przy 60% wilgotności takich odchyłeń od normy nie wykazały.

Tak wielkich zmian w kształcie owoców, jakie uzyskano wskutek działania preparatem 2,4-D w roku 1953 nie obserwowano. Niemniej jednak, u roślin doświadczalnych uprawianych przy optymalnej wilgotności, ujawniły się tendencje do wydłużania się owoców w kierunku osi zwisu, a u pięciu procent owoców wystąpiły nawet charakterystyczne dzióbki na szczycie, podczas gdy u roślin kontrolnych, owoce zachowały kształt wyraźnie kulisty, lekko spłaszczony.

Sprzęt owoców rozpoczęto 28 lipca. Dojrzewanie owoców z roślin podanych działaniu preparatu 2,4-D było znacznie przyspieszone, zwłaszcza u tych, które rosły w warunkach zmniejszonej wilgotności. I tak u roślin uprawianych przy 60% wilgotności, preparat 2,4-D przyspieszył dojrzewanie owoców w stosunku do kontroli od 2 do 6 dni, a u roślin vegetujących przy 30% wilgotności od 4 do 8 dni.

Część owoców z roślin opryskanych preparatem okazała się całkowicie lub częściowo partenokarpiczna. Poniższe zestawienie podaje ilość owoców partenokarpicznych w % od ogólnego plonu:

stężenie preparatu w %	0	0,005	0,01
wilgotność gleby 60%	0	28,5	31,2
wilgotność gleby 30%	0	33,7	35,0

Blizsze dane dotyczące wielkości i jakości plonu zestawione są w tabeli 3 i przedstawione graficznie na wykresie (ryc. 3).

Dane te wskazują, że u roślin uprawianych przy 60% wilgotności roztwór 2,4-D o najwyższym stężeniu wywołał istotne obniżenie plonu owoców i istotne zwiększenie masy vegetatywnej rośliny. W wariancie tym obserwujemy jednak pewne obniżenie całego plonu rośliny, które przy uwzględnieniu poziomu ufności $P = 0,1$ okazało się istotne (najmniejsza różnica udowodniona = 59,123). U roślin, które vegetowały przy zmniejszonej wilgotności, bezwzględna wartość plonu owoców i masy vegetatywnej była niższa niż u pomidorów uprawianych w warunkach optymalnej wilgotności, jednak preparat nie wywoływał tu istotnych różnic ani w plonie owoców, ani w plonie masy vegetatywnej w stosunku do roślin, których kwiatostany opryskano wodą.

Porównanie zawartości suchej masy, a zwłaszcza cukru u roślin uprawianych w różnej wilgotności gleby, daje nam również pewien obraz co do efektywności oddziaływania preparatu na rośliny w warunkach optymalnej i obniżonej wilgotności. Dane przedstawione na wykresie

TABELA 3

Wpływ soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów
w zależności od wilgotności gleby

Wyniki doświadczenia wazonowego z roku 1954

Rodzaj pomiaru	Wartość	Wilgotność							
		60%				30%			
		Stężenie preparatu w %			Najmn. róż- nica udo- wod. (ilość stop. swob. = 27)	Stężenie preparatu w %			Najmn. róż- nica udo- wod. (ilość stop. swob. = 27)
		0	0,005	0,01		0	0,005	0,01	
Plon owoców	w g	458,3	443,3	340,0 ¹⁾	73,964	286,0	249,0	282,7	48,119
	w % ⁺	100	96,7	74,1	—	100	87,0	98,8	—
Świeża ma- sa organów wegetaty- wnych	w g	138,3	150,4	185,5 ²⁾	22,818	112,0	139,0	121,0	28,577
	w % ⁺	100	108,7	134,1	—	100	124,1	108,0	—
masa całej rośliny	w g	596,6	593,7	525,5	71,239	398,0	388,0	403,7	48,613
	w % ⁺	100	99,5	88,1	—	100	97,58	101,4	—
Ilość suchej masy w so- ku owoców	w %	5,72	6,62	7,17 ³⁾	0,552	5,36	7,05 ³⁾	7,40 ³⁾	0,498
	w % ⁺	100	115,7	125,5	—	100	131,5	138,0	—
Ilość cukru w owocach	w %	2,65	3,29	3,47 ⁴⁾	0,393	2,79	3,79 ⁶⁾	4,00 ⁵⁾	0,402
	w % ⁺	100	124,1	130,9	—	100	135,8	145,5	—

+ — przyjmując wartość kontrolną = 100%,

- 1) — różnica istotna nawet przy $P = 0,01$ (najmn. różn. udowod. = 99,880),
- 2) — różnica istotna nawet przy $P = 0,001$ (najmn. różn. udowod. = 41,032),
- 3) — różnica istotna nawet przy $P = 0,001$ (najmn. różn. udowod. = 0,992),
- 4) — różnica istotna nawet przy $P = 0,001$ (najmn. różn. udowod. = 0,704),
- 5) — różnica istotna nawet przy $P = 0,001$ (najmn. różn. udowod. = 0,892),
- 6) — różnica istotna nawet przy $P = 0,001$ (najmn. różn. udowod. = 0,722),

(ryc. 4) wskazują, że skuteczność działania preparatu pod tym względem wyższa była w warunkach suszy. Wzrost zawartości cukru i suchej masy w owocach roślin opryskiwanych preparatem, w stosunku do kontrolnych, był wyższy u roślin z uprawy przy 30% wilgotności niż u pomidorów uprawianych w optymalnych warunkach wilgotnościowych. Dla

Ryc. 3. Wpływ soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów w zależności od wilgotności gleby. Wyniki doświadczenia wazonowego w roku 1954. (Wartości kontrolne przyjęto za 100%). 1 — plon owoców; 2 — plon masy wegetatywnej; 3 — ilość suchej masy w soku owoców; 4 — ilość cukru w owocach.

Kółko nad słupkiem — różnica istotna w stosunku do roślin kontrolnych.

Ryc. 4. Porównanie efektywności działania 0,0005% roztworu soli sodowej kwasu 2,4-D na wielkość i jakość plonu pomidorów uprawianych w wazonach w sprzyjających warunkach wegetacji (rok 1954 — wilgotność gleby 60%) i w warunkach nie sprzyjających (rok 1955). (Wartości kontrolne przyjęto za 100%). 1 — plon owoców; 2 — plon masy wegetatywnej; 3 — masa całej rośliny; 4 — ilość suchej masy w soku owoców; 5 — ilość cukru w owocach. Kółko nad słupkiem — różnica istotna w stosunku do roślin kontrolnych

roztworu o stężeniu 0,005% analiza statystyczna wykazała istotność tych różnic (najmniejsza różnica udowodniona dla cukru wynosi 0,491, a dla suchej masy 0,433).

Owoce z roślin doświadczalnych były większe w stosunku do owoców z roślin kontrolnych, jednak ilość ich była wyraźnie mniejsza. Obniżenie plonu owoców, które wystąpiło u roślin uprawianych przy 60% wilgotności gleby jako skutek zadziałania roztworem o najwyższym stężeniu, polegało właśnie na niewykształceniu się większej ilości zawiązków.

Wpływ soli sodowej kwasu 2,4-D na ilość owoców i ich masę ilustruje podane zestawienie:

stężenie preparatu w ‰	0			0,005		0,01
wilgotność gleby w ‰	60	30	60	30	60	30
średnia ilość owoców na krzaku z gron						
opryskanych	13,3	8,9	9,1	6,0	8,1	6,4
masa jednego owocu w g	35,2	32,8	49,3	40,3	41,5	44,8

Owoce wszystkich roślin doświadczalnych odznaczały się większą ilością cukru i suchej masy, przy czym im wyższe było stężenie preparatu, tym różnice te w stosunku do kontroli były wyższe.

Bardzo znamienny jest fakt, że zwiększenie zawartości cukru i suchej masy w stosunku do kontroli, jakie obserwujemy w efekcie działania preparatu, okazało się wyższe u roślin, które rosły w warunkach zmniejszonej wilgotności aniżeli u pomidorów, które wegetowały przy 60% wilgotności.

Pod wpływem działania substancji wzrostowej, zmieniła się także zawartość soku w owocach roślin opryskiwanych. Stwierdzono mianowicie, że owoce z roślin uprawianych przy 30% wilgotności gleby, charakteryzowała mniejsza ilość cukru i przeciwnie, owoce z roślin wegetujących w warunkach optymalnej wilgotności zawierały więcej soku niż owoce z roślin opryskanych wodą.

Opisywane niekiedy zjawiska powstawania pod wpływem 2,4-D pustych komór w owocach, wystąpiło w tym doświadczeniu zaledwie u dwóch owoców.

Owoce zebrane w ostatnim terminie, jeszcze niedojrzałe, przechowywano w pomieszczeniu o temperaturze około 20° C dla zbadania wpływu 2,4-D na stopień psucia się owoców, co ilustruje dobrze poniższe zestawienie:

Procent zepsutych owoców po trzech tygodniach:

stężenie preparatu w ‰	0	0,005	0,01
wilgotność gleby 60%	53,3	59,2	78,3
wilgotność gleby 30%	65,4	71,0	98,1

W wyniku doświadczenia stwierdzono więc, że owoce roślin doświadczalnych, zwłaszcza z krzaków opryskanych roztworem o najwyższym

stężeniu, gorzej znoszą przechowanie aniżeli owoce z roślin kontrolnych. Widać także, że bardziej wrażliwe na psucie okazały się owoce pochodzące z roślin uprawianych w warunkach zmniejszonej wilgotności.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Jak już wspominaliśmy we wstępie, część autorów stoi na stanowisku, że zwyżka plonu owoców, jaką obserwuje się niejednokrotnie w efekcie zadziałania substancją wzrostową, następuje kosztem masy vegetatywnej, wskutek przemieszczania się materii odżywczej do miejsca, na które się działa preparatem, inni natomiast uważają, że substancje te zwiększają fotosyntezę i uaktywniają pobieranie soli mineralnych z gleby.

Zarówno doświadczenie na mikropoletkach z roku 1953, jak też i doświadczenie wazonowe z roku 1955 rzucają na to zagadnienie pewne światło. Wyniki doświadczenia na poletkach wskazują, że zwyżka plonu owoców z dwóch najniższych piętér, poddanych działaniu preparatu o stężeniu 0,005%, którą obserwujemy jako skutek działania substancji wzrostowej, nastąpiła kosztem owoców z piętér wyższych nie opryskiwanych. W ten sposób ogólny plon owoców z rośliny nie uległ istotnej zmianie. Na uwagę zasługuje fakt, że w wariancie, w którym nastąpiła zwyżka plonów owoców z piętér dolnych, nie tylko że nie obserwowano zmniejszenia się masy vegetatywnej, lecz wprost przeciwnie, masa organów vegetatywnych tych roślin okazała się istotnie większa w porównaniu do roślin kontrolnych.

Również w doświadczeniu wazonowych z roku 1955 nastąpiła pod wpływem preparatu 2,4-D zwyżka masy vegetatywnej o 65,2% w stosunku do roślin kontrolnych, która okazała się istotna nawet przy uwzględnieniu poziomu ufności $P = 0,01$. Wzrost masy vegetatywnej nie wywołał obniżenia plonu owoców. Masa owoców z roślin poddanych działaniu preparatu okazała się nawet o 13% wyższa w stosunku do kontroli. Różnica ta nie była jednak istotna.

Wyniki tych doświadczeń wskazują więc, że zwyżka plonu, jaką niejednokrotnie obserwuje się w wyniku działania substancji wzrostowej, zachodzić może kosztem plonu innych części nie poddanych działaniu preparatu. Z drugiej jednak strony, doświadczenia te dostarczyły oczywistych faktów świadczących, że pod wpływem substancji wzrostowej nastąpić może zwiększenie się plonu całej rośliny. Zjawiska tego nie można wytłumaczyć inaczej jak tylko przyjmując, że substancje wzrostowe wpływają na procesy prowadzące do tworzenia masy całej rośliny, takie jak fotosynteza, pobieranie wody i soli mineralnych.

W świetle wyników tych doświadczeń, stanowisko takich autorów jak Maksimowa (1946) czy Jakuszkiny (1949), którzy zwyżkę

plonu owoców pod wpływem substancji wzrostowej widzą jedynie w przemieszczaniu się masy odżywczej, uznać należy za skrajnie jednostronne i niezgodne ze stanem faktycznym. Jednostronne także będzie twierdzenie, że każda obserwowana wyżka plonu następuje wskutek działania substancji wzrostowej na procesy prowadzące do zwiększenia masy całej rośliny. Zapewne w zależności od warunków środowiska, stanu fizjologicznego rośliny, bądź też od innych jeszcze czynników, droga, która prowadzi do wyżki plonu może być różna. Substancja wzrostowa może prowadzić do zwiększenia plonu kosztem innych organów nie poddanych ich działaniu, może też jednak wpływać na procesy prowadzące do zwiększenia masy całej rośliny, może wreszcie wywoływać jednocześnie zarówno jedno jak i drugie zjawisko.

Drugi problem, na który wyniki uzyskane w tej pracy rzucają pewne światło to zależność efektywności działania substancji wzrostowych od warunków środowiska.

Fakty uzyskane w doświadczeniach przemawiają zdecydowanie za poglądem reprezentowanym przez tych autorów, którzy stoją na stanowisku, że substancje wzrostowe wywołują dodatni efekt tylko w złych i nienormalnych warunkach uprawy. Świadczą o tym przede wszystkim wyniki uzyskane w roku 1954 w doświadczeniu wazonowym, w którym działaniu substancji wzrostowej poddano pomidory uprawiane przy wilgotności optymalnej i warunkach zmniejszonej wilgotności.

Pomidory uprawiane na glebie o optymalnej wilgotności okazały się bardziej wrażliwe na działanie soli sodowej kwasu 2,4-D, tak że sól ta w stężeniu 0,01% okazała się wyraźnie toksyczna i przyczyniła się do istotnej obniżki plonu owoców. Pomidory uprawiane przy zmniejszonej wilgotności nie uległy szkodliwym wpływom preparatu 2,4-D. Podobną zależność podaje B e r e z o w s k i j (1954), który stwierdził, że im lepsze są warunki, w których rosną rośliny, tym bardziej są one wrażliwe i więcej cierpią od herbicydów.

Wyniki uzyskane w tym doświadczeniu wskazują dalej, że w warunkach zmniejszonej wilgotności substancja wzrostowa bardziej przyspieszała dojrzewanie owoców aniżeli u roślin rosnących na glebie o optymalnej wilgotności.

Zwyżki plonu owoców nie uzyskano w żadnym z wariantów doświadczeń, niemniej jednak pod wpływem substancji wzrostowej obserwowano znaczne zwiększenie zawartości suchej masy i cukru w soku owoców. Zwyżka tych wartości była znacznie większa u roślin, które rosły w warunkach zmniejszonej wilgotności.

Sól sodowa kwasu 2,4-D działała więc skuteczniej w przypadku, gdy opryskiwano nią pomidory rosnące w warunkach zmniejszonej wilgotności aniżeli wówczas, gdy rosły one na glebie o optymalnej wilgotności.

Uwzględniając zatem dane z literatury (cytowane we wstępie) należy przyjąć, że substancja wzrostowa wpływała na siłę ssącą korzeni ułatwiając w ten sposób roślinie pobieranie i wykorzystanie wody glebowej.

Porównanie wyników uzyskanych w doświadczeniach wazonowych z roku 1954 i 1955 wskazuje również, że preparat 2,4-D wpływał dodatnio tylko wówczas, gdy działano nim na rośliny znajdujące się w mniej korzystnych warunkach uprawy. I tak w doświadczeniu z roku 1955, w którym pomidory rosły w nie sprzyjających warunkach dla życia rośliny (na które złożyły się: panowanie niskich temperatur w ciągu kilku następnych dni po opryskaniu roślin, słabsze naświetlenie związane zarówno z okresem pochmurnych dni jakie notowano w tym czasie, jak również brak swobodnej przestrzeni i większego dostępu światła spowodowany zwartym ustawieniem wazonów), efektem czego był wyjątkowo niski plon owoców, opryskiwanie substancją wzrostową wywołało dużąwyżkę plonu całej rośliny, zwłaszcza jej organów wegetatywnych. Przeciwnie, w doświadczeniu z roku 1954, gdy warunki uprawy były pomyślne, zastosowanie substancji wzrostowej nie wywołało wyżki plonu owoców ani masy organów wegetatywnych. Pod wpływem zadziałania preparatem wzrosła tu jedynie zawartość suchej masy i cukru w owocach jednak w stopniu o wiele niższym, niż to miało miejsce w doświadczeniu z roku 1955 (wykres ryc. 4).

Wyniki naszych doświadczeń w całej rozciągłości potwierdzają więc tezę tych autorów, którzy uważają, że stosowanie substancji wzrostowych jest celowe jedynie w złych i nienormalnych warunkach uprawy, wówczas gdy roślina nie jest w stanie wyprodukować dostatecznej ilości naturalnych auksyn.

Obok stwierdzenia różnej efektywności działania substancji wzrostowej w zależności od warunków środowiska, co ma niewątpliwie znaczenie praktyczne, również i inne wyniki uzyskane w pracy dają pewne wskazówki dotyczące praktycznych możliwości stosowania substancji wzrostowych w uprawie pomidorów. Stwierdzono bowiem, że sól sodowa kwasu 2,4-D jest efektywna w stosunku do pomidorów odmiany Immun Pudliszkowski i że najskuteczniej działa w stężeniu 0,005%. Stężenie wyższe wpływało już toksycznie. Preparat stosowany w stężeniu 0,005% nie wywołuje zmian szkodliwych. Pewne zmiany w kształcie owoców, wydłużanie się ich w kierunku osi zwisu, należy tłumaczyć za A u d u s e m (1953) wyższym stopniem uwodnienia owoców, a w związku z tym mniejszą spistością miąższu. Istotnie w doświadczeniu z roku 1954, owoce pomidorów uprawianych przy 60% wilgotności gleby były bardziej uwodnione i wykazywały tendencje do wydłużania się. Zmiany te nie umniejszają jednak jakości owoców i w związku z tym z gospodarczego punktu widzenia, nie są szkodliwe.

Sól sodowa kwasu 2,4-D nie wywoływała istotnej wyżki plonu owoców, przyspieszała jednak dojrzewanie owoców w granicach 2—8 dni i zwiększała w nich zawartość suchej masy i cukru. Zwyżka ta była bardzo wyraźna, tak że okazała się istotna nawet przy uwzględnieniu poziomu ufności $P = 0,001$.

W wyniku działania substancji wzrostowej wyeliminowane zostały owoce drobne, dzięki czemu owoce pozostałe odznaczały się większą masą w porównaniu do kontroli, a 1/3 z nich była częściowo lub całkowicie partenokarpiczna.

Realne perspektywy praktycznego stosowania soli sodowej kwasu 2,4-D, jak wykazały omówione doświadczenia, wynikają z możliwości przyspieszenia dojrzewania i wywoływania korzystnych zmian w jakości owoców pomidorów odmiany Immun Pudliskowski, tak jak to niejednokrotnie obserwowano u pomidorów innych odmian, w wyniku działania różnych syntetycznych substancji wzrostowych (np. A v e r y 1947, T u m a n o w 1949, K ę p k o w a 1952, A u d u s 1953).

Jak więc wskazują wyniki opisanych doświadczeń, stosowanie soli sodowej kwasu 2,4-D przy uprawie pomidorów odmiany Immun Pudliskowski można zalecać zwłaszcza w warunkach nie sprzyjających życiu rośliny.

Dane uzyskane przez nas wskazują jednak, że substancje wzrostowe nie są w stanie zrekompensować całkowicie ujemnego wpływu nie sprzyjających warunków uprawy na plonowanie i nie zastąpią starannej uprawy i pielęgnacji pomidorów.

WNIOSKI

W latach 1953—1955 badano wpływ opryskiwania kwiatostanów roztworami wodnymi soli sodowej kwasu 2,4-D na plonowanie pomidorów odmiany Immun Pudliskowski.

Wyniki doświadczenia na mikropoletkach i dwóch doświadczeń wazonowych w kulturach piaskowych na pożywcze Hellriegela poddane analizie statystycznej pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Sól sodowa kwasu 2,4-D okazała się efektywna w stosunku do pomidorów odmiany Immun Pudliskowski.

Preparat ten działał najskuteczniej w stężeniu 0,005%, nie wywołując przy tym żadnych zmian szkodliwych.

Zastosowanie preparatu 2,4-D nie wywołało istotnej wyżki plonu owoców, przyspieszało jednak ich dojrzewanie od dwóch do ośmiu dni i zwiększało w nich zawartość suchej masy (od 16,4 do 47,4%) i cukru (od 24,1 do 43,3%) w stosunku do roślin kontrolnych. Zwyżka ta była istotna nawet przy uwzględnieniu poziomu ufności $P = 0,001$.

W wyniku działania soli sodowej kwasu 2,4-D, wyeliminowane zostały owoce drobne, a około 1/3 z nich była częściowo lub całkowicie partenokarpiczna.

2. Duży wpływ na efektywność działania preparatu 2,4-D na plonowanie pomidorów miały warunki środowiska zewnętrznego.

Pomidory uprawiane w kulturach piaskowych przy 30% wilgotności, silniej reagowały na substancję wzrostową, aniżeli rośliny, które rosły w warunkach optymalnej wilgotności (60% od pełnego nasycenia).

Podobnie istotnąwyżkę w plonie całej rośliny, jako efekt działania substancji wzrostowej, uzyskano tylko w złych i nie sprzyjających warunkach uprawy. Także wpływ preparatu na podniesienie jakości owoców był w tym przypadku bardziej efektywny, aniżeli w optymalnych warunkach.

Wszystko to wskazuje zatem, że sól sodowa kwasu 2,4-D wpływa dodatnio na plonowanie pomidorów, przede wszystkim w warunkach nie sprzyjających życiu roślin.

Sól sodowa kwasu 2,4-D nie jest jednak w stanie zrekompensować całkowicie ujemnego wpływu nie sprzyjających warunków środowiska na plonowanie i nie zastąpi starannej uprawy i pielęgnacji pomidorów.

3. Wyniki doświadczeń pozwalają również na wyciągnięcie wniosku odnośnie różnie interpretowanych w literaturze przyczyn, wywołujących wyżkę plonu roślin, którą obserwowano niejednokrotnie w efekcie opryskiwania pomidorów substancją wzrostową. Stwierdzono mianowicie, że istota działania soli sodowej kwasu 2,4-D polegać może zarówno na zwiększaniu ilości materii odżywczej w jednych organach roślinnych, kosztem innych, nie poddanych jej działaniu, jak również na uaktywnieniu procesów prowadzących do podniesienia plonu całej rośliny.

*Zakład Fizjologii Roślin UMK w Toruniu
i Dział Fizjologii Roślin Ośrodka
Biologii Stosowanej UMK w Koniczynie*

(Wpłynęło dn. 3.V.1956 r.)

SUMMARY

The inflorescence of tomatoes of the Immun Pudiiszki variety was sprayed with water solution of the sodium salt of 2,4-D acid and the effect on the crop was observed. The experiments were carried out in the years 1953—1955.

The results assembled from small experimental plots and from two pot experiments in which the cultures were grown on sand with Hellriegel's nutrient were analysed statistically. The conclusions that can be drawn from this investigation are as follows:

1. Sodium salt of 2,4-D acid gave positive results with tomatoes of the Immun Pudliszki variety.

The solution proved most effective when concentration was 0,005 per cent and had no noxious effects.

The 2,4-D stimulant did not produce any increase in the fruit crop itself, but it caused the fruit to ripen 2 to 8 days earlier and stimulated an increase in the proportion of dry mass (by 16,4 to 47,4 per cent) and sugar (by 24,1 to 43,3 per cent) in respect to control plants. The increase was significant even if the confidence level were $P = 0,001$.

Treatment with the sodium salt of 2,4-D acid resulted in the elimination of small fruit and about 1/3 of the fruit was partially or entirely parthenocarpic.

2. External environmental conditions influenced greatly the effectiveness of the 2,4-D stimulant.

In tomatoes grown in sand cultures with humidity maintained at 30 per cent the response to the growth substance was greater than in plants grown in conditions most favourable in respect to humidity, i. e. 60 per cent of saturation.

Similarly, a significant increase in the crop of the whole plant was caused by the growth substance only in plants grown in unfavourable conditions. In such conditions too the stimulant improved fruit quality more than in plants grown in the most suitable conditions.

These results indicate that the sodium salt of 2,4-D acid improves cropping in tomatoes primely when conditions are unfavourable for the growth of plants.

However, the sodium salt of 2,4-D acid is not capable to compensate fully the damagin effects on cropping of unfavourable environmental conditions and can not replace careful cultivation and good gardening practice.

3. From the present experimental results some conclusions can be made on the differences in the interpretation by various workers of the factors causing the increase in the yield of tomatoes frequently observed after spraying the plants with growth substance. It has been found that the mechanism underlying the effectiveness of the sodium salt of 2,4-D acid may consist in an increase of nutrient material in one plant organ at the expense of another organ not treated with the growth substance and in the activation of processes leading to increased cropping of plants.

LITERATURA

1. Audus L. J., 1953, Plant Growth Substances, London.
2. Avery G. S. a. Johnson E. B., 1947, Hormones and Horticulture, New York and London.
3. Bieriezowski M. Ja., 1954, O primienienij gierbicidow w sielskom chozajstwie, Agrobiologija, 2: 37—48.
4. Chołodnyj H. G., 1947, Czto możet dać mietod gormonizacji siemion, Bot. Żurn. 32, 6: 229—237.
5. Flierow A. F. i Mierdżenjan S. K., 1950, Wlijanije betaindoluksusnoj kisłoty na pogłoszczienije nitratow korniami czimy (Lathyrus sativus), Dokł. Ak. Nauk SSSR, 71, 5: 957—958.
6. Freeland R. D., 1949, Effects of growth substances on photosynthesis, Plant Physiol. 24: 621—628.
7. Freeland R. D., 1950, Effects of 2,4-D and other growth substances on photosynthesis and respiration in Anacharis, Bot. Gazette 111: 319—324.
8. Guttentberg H., 1954, Der Einfluss von wirkstoffen aus die Plasmapermeabilität, Huitième Congrès internat. de Botanique. Paris 1954: 158—161.
9. Iwanowska T. L., 1949, O diejstwi 2,4-dichlorfenoksiuksusnoj kisłoty na tomatnyje rastienija, Agrobiologija 5: 113—126.
10. Jakuszkin N. J., 1948, Fizjologiczieskie i biochimizieskie izmienienija, proischodiaszczije w rastienii pod wlijanijem obrabotki rostowymi wieszcziestwami, Dokł. Ak. Nauk SSSR 61 (5): 939—942.
11. Jakuszkin N. J., 1949, Wlijanije stimulatorow rosta na raspriedienije pitatielnych wieszcziestw w rastienii. Dokł. Ak. Nauk SSSR 69, (1): 101—104.
12. Johansen S., 1954, Effect of indole-acetic acid on stomata and photosynthesis. Physioll. Plant. 7 (3): 531—537.
13. Kępkowa A., 1952, Zastosowanie oprysków hormonowych Przegląd Ogrod. 4: 14—17.
14. Loutstalot A. J. and Muzik T. J., 1953, Effect of 2,4-D on apparent photosynthesis and developmental morphology of velvet bean, Bot. Gazette 115 (1): 56—66.
15. Maksimow N. A., 1946, Rostowyje wieszcziestwa, priroda ich diejstwija i prakticzieskoje primienienije, Uspiechi Sowr. Biol. 22, 2.
16. Mazajewa M. M., 1951, Effektiwnost stimulatorow rosta pri raznom urownie fosfatnego pitania rastienij, Dokł.-Ak. Nauk SSSR 80, (6): 957—960.
17. Mirimanjan W. A., 1949, Fizjologiczieskie diejstwije naftiluksusnoj kisłoty na limonnoje rastienije, Dokł. Akad. Nauk SSSR. 66, (4): 737—740.
18. Mitchell J. W., Kraus E. J. and Whitehead M. R., 1940, Starch hydrolisis in bean leaves following spraing with α -naphtalene-acetic acid, Bot. Gazette 102: 97—104.
19. Pohl R., 1953, Über die Wuchsstoffwirkung beim Streckungswachstum des Sprosses. Naturwissensch. 40, (3): 110—111.
20. Poruckij G. W., 1948, Gormonizacija niepołnowiesnych siemion, Dokł. Ak. Nauk SSSR, 60, (9): 1585—1588.
21. Rakitin Ju. W., 1953, Problema stimulacji rastienij w swiazi z zadaczami sielskiego chozajstwa, Uspiechi Sowr. Biol., 36, 3 (6): 289—314.
22. Ratner E. J. i Akimoczkin T. A., 1951, O wlijanii stimulatorow rosta na płodoobrazowanie u tomatow w swiazi s usłowiami minieralnogo pitania. Dokł. Ak. Nauk. SSSR, 79, (4): 689—692.

23. Rubin B. A. i Mietliczckij L. W., 1949, Problema powyszenia so-dierżanija suchich wieszczestw w płodach tomata, Biochimija płodow i owosz-czej, Sbornik 1, Moskwa—Leningrad.
24. Rhodes A., 1952, The influence of the plant growth regulator 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid on the metabolism of carbohydrate, nitrogen and minerals in *Solanum lycopersicum* (tomato), Journr. Exp. Bot., 3: 129—154.
25. Skripicyna N. E., 1950, Wlijanije 2,4-dichlorofienoksiuksusnoj kisloty na tomaty pri razlicznych wariantach minieralnogo pitania, Dokł. Ak. Nauk SSSR, 75 (3): 457—460.
26. Skworcow S. S., 1949, Wlijanije α -naftiluksusnoj kisloty na fotosintez, Dokł. Ak. Nauk SSSR, 67 (6): 1155—1157.
27. Söding H., 1954, Neue Erkenntniss der pflanzlichen Wundstoff-Forschung, Naturwiss. Rundsch. 7 (6): 232—235.
28. Sułakadze T. S., 1951, Osobiennosti postuplenija wody w tkani chloroznych rastienij i wlijanije stimulatorow rosta na etot process, Dokł. Ak. Nauk SSSR 76 (6): 941—944.
29. Tagiejewa S. W. i Browcyna W. L., 1948, Wlijanije rostowych wiesz-ciestw na pogłoszczienije i otdaczu wody rastitielnymi tkaniami, Dokł. Ak. Nauk SSSR, 60 (9): 1589—1592.
30. Tumanow W., 1949, Substancje wzrostowe, Warszawa PIWR.
31. Wedding R. T., Erickson L. C. and Brannaman B. L., 1954, Effect or 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on photosynthesis and respiration, Plant Physiol. 29 (1): 64—69.