Wpływ auksyn i gibereliny na intensywność transpiracji pomidorów

The influence of auxins and gibberellin on transpiration intensity of tomatoes

M. MICHNIEWICZ

Dane, jakie znajdujemy w literaturze odnośnie wpływu substancji wzrostowych na transpirację, nie są zgodne.

Szereg prac wskazuje, że pod wpływem tych substancji następuje obniżenie transpiracji. Brown (1946) spryskując siewki fasoli roztworem 2,4-D o stężeniu 0,1% stwierdził obniżenie transpiracji o 34% w stosunku do roślin kontrolnych. Player (1950) osiągnął podobny efekt spryskując ręcznik roztworem kwasu indoliloctowego o tym samym stężeniu. Tonzig i Trezzi (1954) stwierdzili obniżenie natężenia parowania o 20—25% pod wpływem zadziałania na roślinę kwasem indoliloctowym o stężeniu 10^{-4} M. Podobne rezultaty uzyskał Tarłowski (1955). Wykazał on, że opryskiwanie fasoli 0,3% roztworem 2,4-D hamowało transpirację już po trzech dniach po zabiegu.

Znane są jednak badania, w których wykazano, że substancje wzrostowe wzmagają parowanie.

Amstrong (1943) mocząc przed siewem nasiona szeregu roślin uprawnych (pomidora, marchwi, buraka cukrowego) w roztworach soli sodowej i potasowej kwasu naftyloctowego stwierdził, że rośliny wyrosłe z nasion doświadczalnych charakteryzowało intensywniejsze parowanie w porównaniu do roślin kontrolnych. Silniejsze parowanie u roślin doświadczalnych było wynikiem zwiększenia ilości szparek oddechowych na jednostkę powierzchni liści.

Wzmogoną transpirację pod wpływem opryskiwania roślin roztworami substancji wzrostowych o wysokim stężeniu (herbicydami) zaobserwowali Kennedy i współautorzy (1954). Stwierdzili oni, że siano z roślin opryskiwanych na kilka dni przed ścięciem wysychało znacznie szybciej. Zjawisko to tłumaczą tym, że pod wpływem preparatu następuje zwiększenie odpływu wody z łądy do liści.

Również Popow i współautorzy (1954), którzy opryskiwali jabłonie i morele roztworami 2,4-D o stężeniu 0,05% obserwowali wzmogoną transpirację i uwodnienie liści.

Znacznie mniej wiemy o wpływie gibereliny na proces transpiracji.

Nieliczne prace, jakie poruszają to zagadnienie, wskazują, że związek ten wzmacnia parowanie rośliny. Stwierdził to Sivadijan (1957) na przykładzie fasoli oraz Coulombe i Paquin (1959) na pomidorach. Efekt, jaki wywarło spryskanie pomidorów roztworem gibereliny, okazał się jednak krótkotrwały.

Niewątpliwie duży wpływ na parowanie ma stopień rozwarcia szparek oddechowych. Wpływ substancji wzrostowych na ruch szparek badało szereg autorów. Boysen Jensen 1935 (cyt. Johansen 1954) wprowadzał naturalną auksynę w ogonki liściowe gorczycy białej i bzu czarnego nie uzyskując zmian w stanie otwarcia szparek. Zbliżone wyniki miał Player (1950), który opryskiwał liście kukurydzy roztworem 2,4-D.

Inni autorzy jak Ferri i Lex (1948), Ferri i Rachid (1949), Brandbury i Ennis (1949 i 1952), obserwowali zamykanie szparek pod wpływem zadziałania substancjami wzrostowymi. Podobne rezultaty otrzymała Maciejewska-Potapczyk (1955) działając solą sodową kwasu 2,5-D na *Pelargonium*. Działanie stosowanego przez nią preparatu tłumaczy odwadnianiem komórek zamykających.

Johansen (1954) w doświadczeniach nad gorczycą białą uzyskał zamykanie szparek tylko wtedy, gdy substancję wzrostową wprowadzał do gleby. Opryskiwanie roślin lub zanurzanie ogonków liściowych w roztworze kwasu indoliloctowego nie wpływało na stan otwarcia szparek.

Jak podaje Sivadijan (1957), giberelina nie wywiera wpływu na stopień rozwarcia szparek oddechowych wzmagając jedynie transpirację kutikularną.

Duże zainteresowanie wzbudza problem współdziałania auksyny i gibereliny w procesach fizjologicznych. Z przeglądu literatury zebranej na ten temat w publikacjach Briana (1959) i Michniewicza (1960) widać, że zagadnienie to nie jest jednak w pełni wyjaśnione, a wyniki uzyskane przez różnych autorów nie są zgodne. Stwierdzono bowiem, że jednoczesne traktowanie rośliny auksyną i gibereliną może wywoływać zarówno zjawiska synergizmu, jak i antagonizmu.

Dane, jakie mamy na temat współdziałania auksyny i gibereliny, odnośnie do ich wpływu na gospodarkę wodną rośliny, są bardzo skąpe. Znana mi jest tylko praca Durego i Jensena (1957), w której autorzy stwierdzili synergiczne oddziaływanie tych związków w procesie pobierania wody.

Jak wynika z przeglądu zreferowanej literatury, wpływ auksyn na proces transpiracji nie jest ostatecznie wyjaśniony. Bardzo mało wiemy także o wpływie gibereliny na przebieg transpiracji. Nie jest też znane zagadnienie współdziałania obu tych substancji w tym procesie. Wydaje się więc, że cel pracy niniejszej, polegający na zbadaniu wpływu auksyny i gibereliny oraz łącznego działania tych związków na proces transpiracji, jest w pełni uzasadniony.

METODYKA

Doświadczenia przeprowadzono na pomidorach odmiany „Karzelek Puławski”, będących w tym samym wieku (4—8 tygodni) i wyselekcjonowanych pod względem wielkości.

Natężenie transpiracji badano przy pomocy potometrów, którymi były wykalibrowane przy pomocy rtęci, rurki szklane w kształcie litery U. Potometry wypełnione wodą, bez roślin, służyły jako kontrolne i wskazywały ubytek wody wskutek bezpośredniego parowania powierzchni cieczy. Ilość wyparowanej wody przeliczano na świeżą lub suchą masę liści i na jednostkę czasu.

Rośliny poddawano działaniu soli potasowej kwasu 1-naftylooctowego (KNAA), kwasu 3-indoliloctowego (IAA) lub kwasu giberelinowego (GA).

Wiek pomidorów w doświadczeniach z KNAA wynosił 4 lub 8 tygodni. Końce uciętych roślin zanurzano w wodnych roztworach tej soli na przeciąg dwu godzin, a pomidory kontrolne moczo w wodzie. Po upływie tego czasu rośliny wyjmowano i po oplukaniu wodą umieszczano w potometrach wypełnionych wodą. Doświadczenia prowadzono w szklarni przy temperaturze 20—25°C i wilgotności względnej powietrza 50—55%.

W doświadczeniach z IAA i z GA rośliny, których wiek wynosił 6 tygodni, wkładano bezpośrednio po ucięciu do potometrów wypełnionych roztworami odpowiednich preparatów lub do potometrów z wodą. Co drugi dzień roztwory te zmieniano na świeże. Potometry umieszczano w pokoju na świetle naturalnym przy temperaturze 18—19°C i wilgotności względnej powietrza 50—55%.

Warunki doświadczenia, w którym badano wpływ IAA, GA i łącznego działania obu preparatów na proces transpiracji, różniły się tym, że potometry umieszczano w luminostacie o 12-godzinnym dniu, którego światło miało widmo bardzo zbliżone do widma światła naturalnego. Temperatura w luminostacie wynosiła 21°C, a wilgotność względna powietrza 68%.

Doświadczenia przeprowadzano na 8—10 roślinach w każdym wariancie, w powtórzeniu trzykrotnym.

Zbadano także wpływ auksyny i gibereliny na stopień rozwarcia szparek oddechowych, który określano metodą Lloyda (cyt. Curtis, Clark 1950). Pomiary przeprowadzono na dziesięciu roślinach w każdym wariancie, a próbki pobierano z 5—6 liści. Na każdym liściu obserwowano tyle szparek, ile się znajdowało w obrębie trzech pól widzenia mikroskopu, przy powiększeniu 400×. Stopień rozwarcia szparki mierzone przy pomocy podziałki mikrometrycznej.

Wyniki wszystkich doświadczeń poddano analizie statystycznej obliczając najmniejszą różnicę udowodnioną przy $P = 0,05$.

Doświadczenia z KNAA wykonano w roku 1955 w Ośrodku Biologii Stosowanej UMK w Koniczynie.

Eksperymenty z IAA i GA przeprowadzono w latach 1959—1960, w majątku UMK Piwnice pod Toruniem. Dane liczbowe przedstawione w niniejszej pracy, dotyczące wpływu obu tych preparatów na proces transpiracji, uzyskano z doświadczeń prowadzonych przez I. Furdynę. Wyniki innych identycznych doświadczeń były bardzo zbliżone.

WYNIKI

1. Wpływ auksyny na transpirację pomidorów

a. Doświadczenia z solą potasową kwasu 1-naftylooctowego. Wyniki obu doświadczeń nad wpływem moczenia pomidorów w roztworze KNAA na natężenie transpiracji, przedstawione są w tabeli 1 i na wykresie ryc. 1.

Tabela 1 — Table 1

Wpływ soli potasowej kwasu 1-naftylooctowego na natężenie transpiracji pomidorów
The influence of potassium salt of 1-naphthaleneacetic acid on transpiration intensity of tomatoes

Doświadczenie 1* — Experiment 1

Ilość mg wody wyparowanej na 1 godz i na 1 g świeżej masy liści Water loss in mg per 1 hr and per 1 g fresh weight of leaves						Ilość wyparow. wody w % przyjmując wartość kontrolną = 100% Water loss in p.c. Control = 100 p.c.		
W godzinach In hours od do from to	Stężenie preparatu w % Concentration in p.c.				Najmn. różn. udowod. The least signific. differ. P = 0,05	Stężenie preparatu w % Concentration in p.c.		
	0	0,0005	0,001	0,005		0,0005	0,001	0,005
0— 3	540,0	503,3	536,6	690,0	89,71	93,2	99,3	127,7
3— 8	602,1	572,0	692,4	662,4	78,52	95,0	114,9	110,0
8— 28	358,3	349,1	424,9	387,0	58,41	97,4	118,5	108,0
28— 52	766,6	783,3	883,3	783,3	85,61	102,1	115,2	102,1
52— 76	841,6	875,0	941,6	800,0	97,24	103,9	111,8	95,0
76—100	750,0	758,3	787,5	650,0	96,47	101,1	105,0	86,6
100—124	666,6	679,2	720,8	587,5	75,21	101,8	108,1	88,1
124—148	633,3	620,8	641,6	566,6	86,47	98,0	101,3	89,4

* Doświadczenia przeprowadzono w okresie 10—25. VIII. 1955.
Wiek roślin 8 tygodni.

Experiment period 10—25 VIII 1955.
Age of plants 8 weeks.

Doświadczenie 2** — Experiment 2

W przeliczeniu na suchą masę — Calculated per dry weight

0— 6	4167	4700	5700	5833	1247,3	112,7	136,7	139,9
6— 26	2675	2598	2782	3055	685,1	97,1	104,0	114,2
26— 50	3271	2821	2660	2378	724,4	86,2	81,3	72,6
50— 74	3822	3574	3203	2095	1021,1	93,5	83,8	54,8
74— 98	2978	2901	2648	1787	985,5	97,4	88,9	60,0
98—122	3242	2954	2727	1693	1347,0	91,1	84,1	52,2
122—146	2911	2889	2655	2009	857,6	99,2	91,2	69,0
146—170	3021	2991	2961	2251	862,0	99,0	98,0	74,5

** Doświadczenie przeprowadzono w okresie 31. VIII. do 20. IX. 1955.
Wiek roślin 4 tygodnie.

Experiment period 31.VIII—20.IX. 195
Age of plants 4 weeks.

Ryc. 1. Wpływ soli potasowej kwasu 1-naftylooctowego na natężenie transpiracji pomidorów (Ilość wyparowanej wody w %. Wartość kontrolna = 100%)

a — doświadczenie 1; b — doświadczenie 2. 1 — stężenie: 0,0005%; 2 — stężenie: 0,001%; 3 — stężenie: 0,005%. Słupki wcięte — różnice istotne

The influence of potassium salt of 1-naphthaleneacetic acid on transpiration intensity of tomatoes (Water loss in p.c. Control = 100 p.c.)

a — experiment 1; b — experiment 2. 1 — concentration: 0,0005%; 2 — concentration: 0,001%; 3 — concentration: 0,005%. Indented columns — significant differences

Dane uzyskane w doświadczeniu 1 wskazują, że w 3 godziny po zadziałaniu substancją wzrostową o stężeniu 0,001% transpiracja uległa wzmożeniu. Stan taki trwał 3 dni. Po tym terminie natężenie transpiracji roślin doświadczalnych i kontrolnych wyrównało się.

Preparat o najwyższym stężeniu (0,005%) wzmógł transpirację bardzo silnie, ale tylko w ciągu pierwszych trzech godzin po zadziałaniu. Po tym czasie obserwuje się spadek nasilenia transpiracji tak, że w okresie 4 i 5 doby trwania doświadczenia ilość wyparowanej wody u roślin doświadczalnych była istotnie niższa w stosunku do kontroli. Ostatni pomiar wskazuje, że natężenie transpiracji znów zbliża się do wielkości charakterystycznej dla roślin kontrolnych.

Moczenie pomidorów w roztworze o stężeniu najniższym (0,0005%) nie wpłynęło tu w sposób istotny na natężenie transpiracji.

Istotne zwiększenie intensywności parowania w doświadczeniu 2 stwierdzono tylko w okresie pierwszych 6 godzin po zadziałaniu substancją wzrostową o stężeniu 0,001 i 0,005%. W dalszym okresie natężenie transpiracji roślin moczonych w roztworze o stężeniu 0,001% wykazywało pewne obniżenie w stosunku do transpiracji roślin kontrolnych, zniżka ta była jednak nieistotna.

Ryc. 2. Wpływ kwasu 3-indoliloctowego na natężenie transpiracji pomidorów (Ilość wyparowanej wody w %). Wartość kontrolna = 100%)

1 — stężenie: 0,0001%; 2 — stężenie: 0,0005%; 3 — stężenie: 0,001%. Słupki wcięte — różnice istotne

The influence of 3-indolylacetic acid on transpiration intensity of tomatoes (Water loss in p.c. Control = 100 p.c.)

1 — concentration: 0,0001%; 2 — concentration: 0,0005%; 3 — concentration: 0,001%. Indented columns — significant differences

Tabela 2 — Table 2

Wpływ kwasu 3-indoliloctowego na natężenie transpiracji pomidorów
 The influence of 3-indolylacetic acid on transpiration intensity of tomatoes

Ilość mg wody wyparowanej na 1 godz i na 1 g świeżej masy liści Water loss in mg per 1 hr and per 1 g fresh weight of leaves						Ilość wyparowanej wody w % przyjmując wartość kontrolną = 100% Water loss in p.c. Control = 100 p.c.		
W godzinach in hours od do from to	Stężenie preparatu w ‰ Concentration in p.c.				Najmn. różn. udowod. The least signific. differ. P = 0,05	Stężenie preparatu w ‰ Concentration in p.c.		
	0	0,0001	0,0005	0,001		0,0001	0,0005	0,001
0— 2	219,2	197,5	183,9	270,7	36,72	90,1	83,8	123,4
2— 4	184,0	172,2	183,3	205,2	20,34	93,5	99,6	111,9
4— 8	150,2	136,1	148,2	149,6	19,41	90,6	98,6	99,6
8— 12	105,8	92,1	89,6	100,4	19,00	87,0	85,1	94,8
12— 24	84,7	79,8	76,8	84,4	16,43	94,2	90,6	99,6
24— 48	68,0	58,3	51,5	48,4	18,92	85,7	75,7	71,1
48— 72	69,5	42,3	42,8	29,8	19,14	60,8	61,5	42,8
72— 96	59,2	39,5	37,4	28,2	21,35	66,7	63,1	47,6
96—120	55,4	40,5	37,0	22,7	16,05	73,1	66,7	40,9
120—144	45,8	35,5	34,9	18,5	20,58	77,8	76,5	40,5

Doświadczenie przeprowadzono w okresie 16. I — 6. II. 1960.

Wiek roślin 6 tygodni.

Experiment period 16. I — 16. II. 1960.

Age of plants 6 weeks.

Rośliny, poddane działaniu preparatu o stężeniu 0,005‰, parowały wyraźnie słabiej w okresie między 2 a 6 dniem trwania doświadczenia. Natężenie transpiracji po tym terminie, mimo iż jest słabsze niż u roślin kontrolnych, nie wykazało jednak różnic istotnych.

Początkowy wzrost transpiracji, a następnie jego spadek obserwujemy również u roślin poddanych działaniu roztworu o stężeniu najniższym (0,0005‰). Wszystkie różnice w stosunku do kontroli okazały się jednak nieistotne.

b. Doświadczenia z kwasem 3-indoliloctowym. Ze względu na to, że rośliny poddawane były tu działaniu auksyny przez cały czas trwania doświadczenia, użyto stężeń słabszych (od 0,0001 do 0,001‰). Preparat o wyższej koncentracji działał toksycznie.

Jak widać z tab. 2 i z wykresu ryc. 2, IAA stymulował proces transpiracji tylko w pierwszych godzinach po zadziałaniu. W późniejszym okresie preparat ten wpływał na transpirację hamująco. Najbardziej wyraźne efekty uzyskano stosując auksynę w stężeniu 0,001%. Najsilniejsze hamowanie obserwowano w okresie pomiędzy 2 a 3 dobą po zadziałaniu auksyną. Później hamujący wpływ wywoływał tylko preparat o najwyższym stężeniu.

Wyniki doświadczeń wskazują dalej, że w miarę trwania eksperymentu intensywność transpiracji bardzo wyraźnie malała.

Dane uzyskane w doświadczeniach z kwasem indoliloctowym odpowiadają zatem wynikom eksperymentów z solą potasową kwasu naftylooctowego.

2. Wpływ kwasu giberelinowego na natężenie parowania pomidorów

Dane uzyskane z doświadczeń nad wpływem GA na transpirację zebrane są w tab. 3 i na wykresie ryc. 3. Preparat ten bardzo silnie stymulował proces transpiracji, jednak efekt ten utrzymywał się tylko przez

Ryc. 3. Wpływ kwasu giberelinowego na natężenie transpiracji pomidorów (Ilość wyparowanej wody w %. Wartość kontrolna = 100%)

1 — stężenie: 0,0005%; 2 — stężenie: 0,001%; 3 — stężenie: 0,005%. Słupki wcięte — różnice istotne

The influence of gibberellic acid on transpiration intensity of tomatoes (Water loss in p.c. Control = 100%)

1 — concentration: 0,0005%; 2 — concentration: 0,001%; 3 — concentration: 0,005%. Indented columns — significant differences

Tabela 3 — Table 3

Wpływ kwasu giberelinowego na natężenie transpiracji pomidorów
 The influence of gibberellic acid on transpiration intensity of tomatoes

Ilość mg wody wyparowanej na 1 godz i na 1 g świeżej masy liści Water loss in mg per 1 hr and per 1 g fresh weight of leaves						Ilość wyparowanej wody w %% przyjmując wartość kontrolną = 100% Water loss in p.c. Control = 100 p.c.		
W godzi- nach In hours od do from to	Stężenie preparatu w %/ Concentration in p.c.				Najmn. różn. udowod. The least signific. differ. P = 0,05	stężenie preparatu w %/ Concentration in p.c.		
	0	0,0005	0,001	0,005		0,0005	0,001	0,005
0— 2	88,7	125,9	157,9	150,0	28,41	141,9	178,0	169,1
2— 4	96,0	144,7	124,3	165,2	25,32	150,7	129,4	172,0
4— 8	61,9	105,0	110,5	134,4	26,45	169,6	178,5	217,1
8— 24	69,9	120,4	127,5	134,0	28,11	172,2	182,4	191,1
24— 48	51,1	89,1	77,0	93,6	21,75	174,3	150,6	183,1
48— 72	54,5	55,2	55,8	85,9	27,21	101,2	102,3	157,6
72— 96	36,8	40,5	43,4	56,6	19,72	110,0	117,9	153,8
96—120	27,7	31,7	26,2	37,6	18,97	114,4	94,5	135,7
120—144	21,3	28,8	22,3	29,5	12,38	135,2	104,6	138,4

Doświadczenie prowadzono w okresie 10—30 X. 1959.

Wiek roślin 6 tygodni.

Experiment period 10—30. X. 1959.

Age of plants 6 weeks.

cztery doby po zadziałaniu. W miarę trwania doświadczenia parowanie malało, a różnice w intensywności tego procesu między roślinami doświadczalnymi a kontrolnymi stopniowo zacierały się. Największy wpływ na proces transpiracji pomidorów wywarła giberelina stosowana w stężeniu najwyższym.

3. Wpływ łącznego działania kwasu indoliloctowego i giberelinowego na proces transpiracji

Doświadczenia te przeprowadzone zostały w stałych warunkach świetlnych, termicznych i wilgotnościowych. IAA użyto w stężeniu 0,001%, a GA w stężeniu 0,005%, tj. w tych koncentracjach, które wy-

wierały najsilniejszy wpływ na proces transpiracji. Wyniki doświadczeń przedstawione są w tab. 4 i na wykresie ryc. 4.

Widzimy tu, że w ciągu pierwszej doby auksyna pobudzała transpirację rośliny, a potem wywoływała jej obniżenie. Giberelina stymulowała ten proces przez dwie doby. Później związek ten nie wpływał na natężenie parowania w sposób istotny.

W okresie, w którym auksyna przyspieszała transpirację, stosowana jednocześnie z GA wzmacniała pobudzający efekt gibereliny. Później, gdy IAA wywoływał hamowanie parowania, wprowadzenie gibereliny zwiększało nieco hamujące działanie auksyny. Zgodnie z wynikami analizy statystycznej, zmiany natężenia transpiracji w tym okresie wywołane gibereliną nie były jednak istotne.

Ryc. 4. Wpływ auksyny i gibereliny na natężenie transpiracji pomidorów (Ilość wyparowanej wody w %. Wartość kontrolna = 100%)

1 — GA (0,005%); 2 — IAA (0,001%); 3 — GA + IAA
Słupki wcięte — różnice istotne

The influence of auxin and gibberellin on transpiration intensity of tomatoes (Water loss in p.c. Control = 100 p.c.)

1 — GA (0,005%); 2 — IAA (0,001%); 3 — GA + IAA
Indented columns — significant differences

Tabela 4 — Table 4

Wpływ auksyny i gibereliny na natężenie transpiracji pomidorów
The influence of auxin and gibberellin on transpiration intensity of tomatoes

Ilość mg wyparowanej wody na 1 godz i na 1 g świeżej masy liści Water loss in mg per 1 hr and per 1 g fresh weight of leaves						Ilość wyparowanej wody w %% przyjmując wartość kontrolną = 100 % Water loss in p.c. Control = 100 %		
W godzi- nach In hours od do from to	Rodzaj związku Kind of compound				Najmn. różn. udowod. The least signific. differ. P = 0,05	Rodzaj związku Kind of compound		
	H ₂ O	GA	IAA	GA + IAA		GA	IAA	GA + IAA
0— 2	218,5	236,8	263,4	289,3	9,21	108,3	120,5	132,4
2— 4	128,0	180,0	167,4	185,6	11,38	140,6	130,7	145,0
4— 8	102,5	136,8	122,5	156,7	10,81	133,4	119,5	152,8
8— 12	92,7	123,0	107,2	142,1	14,11	132,6	115,6	153,2
12— 24	73,4	108,0	91,2	117,1	15,34	147,1	124,2	159,5
24— 48	68,8	83,4	68,1	62,5	12,52	121,2	98,9	90,8
48— 72	49,1	46,9	32,6	28,4	11,88	95,5	66,3	57,8
72— 96	44,1	43,7	20,5	19,3	13,50	99,0	46,4	43,7
96—120	29,3	31,1	13,7	15,3	10,60	106,1	46,7	52,2
120—144	28,3	25,9	13,1	12,4	11,70	91,5	46,2	43,8

Doświadczenie prowadzono w okresie 16. II — 15. III, 1960.

Wiek roślin 6 tygodni.

Experiment period 16. II — 15. III, 1960.

Age of plants 6 weeks.

GA w stężeniu 0,005%.

IAA w stężeniu 0,001%.

GA in concentration 0.005 p.c.

IAA in concentration 0.001 p.c.

4. Wpływ auksyny i gibereliny na ruch szparek oddechowych

W badaniach nad wpływem substancji wzrostowych na stan otwarcia szparek, użyto KNAA, IAA i GA we wszystkich stężeniach, jakie stosowano w doświadczeniach, których wyniki przedstawiono powyżej. Preparaty te, mimo iż wywierały znaczne zmiany w procesie transpiracji, nie wpływały na ruch szparek oddechowych. Ilustracją tego mogą być wyniki przykładowo podanego tu doświadczenia, zebrane w tabeli 5.

Tabela 5 — Table 5

Wpływ auksyny i gibereliny na stopień rozwarcia szparek oddechowych mierzony w μ

The influence of auxin and gibberellin on stomatal pore dimensions in μ

Rodzaj związku Kind of compound	Czas w godz po zadziałaniu Time in hrs after treatment			
	2	24	72	120
H ₂ O	1,73	2,45	2,82	2,59
GA	1,79	2,35	3,03	2,63
IAA	1,59	2,37	3,12	2,60
IAA + GA	1,61	2,37	3,05	2,73
Najmniejsza różnica udowodniona				
The least significant dif- ference	0,26	0,28	0,36	0,32

DYSKUSJA

Doświadczenia nad wpływem auksyn na proces transpiracji pomidorów zgodnie wykazały, że substancje te w pierwszym okresie po zadziałaniu wzmagają parowanie rośliny, następnie zaś wpływają na transpirację hamująco. Efekt, jaki wywiera auksyna, po pewnym czasie stopniowo zanika.

Zarówno początkowy okres stymulacji, jak i późniejsze hamowanie transpiracji wywołane auksyną, oraz wielkość efektu, różniły się w poszczególnych doświadczeniach bardzo wyraźnie. Zjawisko to tłumaczyć należy przede wszystkim różnymi warunkami zewnętrznymi, wiekiem roślin oraz rodzajem substancji i metodą jej wprowadzania. Warunki środowiska i wiek roślin mogły być także powodem znacznych odchyień w ilościach wyparowanej wody w poszczególnych doświadczeniach.

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy przyczyniają się więc w pewnym stopniu do wyjaśnienia sprzeczności, jakie istnieją w literaturze cytowanej w wstępie, dotyczącej wpływu substancji wzrostowych na proces transpiracji roślin. Poszczególne badania wykonywano bowiem na różnych roślinach niejednakowego wieku, w odmiennych warunkach środowiska, stosując przy tym różnorodne metody wprowadzania preparatów. Również pomiary intensywności transpiracji przeprowadzono w różnym okresie po wprowadzeniu substancji wzrostowej, co ma przecież zasadniczy wpływ na wynik doświadczenia.

Eksperymenty z gibereliną wykazały, że związek ten wzmacnia wyraźnie transpirację pomidorów, a w miarę trwania doświadczenia wpływ

jego stopniowo maleje. Dane te potwierdzają zatem obserwacje Sivadijana (1957) oraz Coulombe i Paquina (1959), którzy badali wpływ gibereliny na transpirację innych roślin i stosowali inne metody jej wprowadzania.

Fakt, że efekt, jaki wywiera tak auksyna jak i giberelina na proces transpiracji, trwa stosunkowo krótko i po pewnym czasie zanika, tłumaczyć można zapewne zaburzeniami w czynnościach fizjologicznych roślin wywołanych wprowadzeniem tych preparatów. Nie bez znaczenia jest niewątpliwie i to, że doświadczenia przeprowadzano na roślinach uciętych, pozbawionych korzeni, co również mogło wpłynąć na reakcję pomidorów pod wpływem substancji wzrostowych.

Wyniki uzyskane w tej pracy wskazują dalej na synergiczne oddziaływanie auksyny i gibereliny w procesie transpiracji. Zjawisko to ujawniło się jednak tylko wówczas, gdy oba preparaty stosowane oddzielnie wywoływały stymulację parowania. Godny podkreślenia jest fakt, że podobne współdziałanie obu tych związków stwierdzili Dure i Jensen (1957) w procesach pobierania wody.

W przypadku gdy auksyna nie wzmacniała transpiracji, wprowadzona z gibereliną obniżała efekt jej działania. W późniejszej fazie doświadczenia nie stwierdzono istotnego współdziałania obu preparatów.

Natężenie transpiracji związane jest niewątpliwie ze stopniem rozwarcia szparek oddechowych. W pracy niniejszej nie ujawniono jednak żadnej korelacji pomiędzy działaniem stosowanych tu substancji wzrostowych na intensywność parowania, a wpływem ich na ruch szparek. Stopień rozwarcia tych szparek był jednakowy zarówno u roślin kontrolnych, jak i u doświadczalnych. Podobne wyniki uzyskali także inni badacze cytowani we wstępie.

Nasuwa się więc przypuszczenie, że zmiany w intensywności transpiracji, wywołane działaniem substancji wzrostowych, spowodowane są wpływem tych preparatów na transpirację kutikularną. Przypuszczenie to znajduje swoje uzasadnienie w wynikach pracy Sivadijana (1957), który wykazał, że giberelina wywołuje zwiększenie transpiracji kutikularnej u fasoli nie wpływając na transpirację szparkową.

Zmiany natężenia transpiracji, przy traktowaniu roślin auksynami, mogą być spowodowane wpływem tych substancji na szybkość przenikania wody z komórek do przestworów międzykomórkowych. Sachar (1959) wykazał bowiem, że NAA i IAA hamowały przenikanie wody i rozpuszczonych w niej związków organicznych i mineralnych z komórek liści do przestworów międzykomórkowych u *Rheo discolor* i *Mesembryanthem* sp. Podobne rezultaty uzyskał także Chromiński (1961) u pomidorów w przypadku zastosowania IAA. Giberelina nie wpływała na przenikliwość komórek liści.

Oczywiście uwzględnić należy fakt, że metoda określania stopnia rozwarcia szparek, stosowana w niniejszej pracy, nie daje możliwości ścisłego uchwycenia różnic mniejszych od 1μ . Jak podaje Curtis i Clark (1950), szerokość szparki wielkości 1μ jest około 3000 razy większa niż średnica cząsteczki wody. Nie ma więc pewności, czy stosowane tu substancje wzrostowe nie wywoływały jakichś drobnych nieuchwytnych zmian w szerokości rozwarcia szparek i nie wpływały w ten sposób na natężenie transpiracji.

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Zbadano wpływ soli potasowej kwasu 1-naftylooctowego (KNAA), kwasu 3-indoliloctowego (IAA) i kwasu giberelinowego (GA) na intensywność transpiracji pomidorów odmiany „Karzełek Puławski”. Natężenie parowania określano przy pomocy potometrów.

W doświadczeniach z KNAA preparat wprowadzano przez zanurzanie końców uciętych roślin w roztworze, na okres dwu godzin bezpośrednio przed umieszczeniem w potometrach. W pozostałych doświadczeniach ucięte rośliny wkładano do potometrów wypełnionych roztworem substancji wzrostowej. Roztwory te co drugi dzień zmieniano na świeże.

Ilość wyparowanej wody przeliczano na gram świeżej lub suchej masy na godzinę.

Zbadano także wpływ substancji wzrostowych na stopień rozwarcia szparek oddechowych, który określano metodą Lloyd'a.

Doświadczenia przeprowadzano na 8—10 roślinach w każdym wariancie, w powtórzeniu trzykrotnym. Wyniki poddano analizie statystycznej obliczając najmniejszą różnicę udowodnioną przy $P = 0,05$.

W wyniku doświadczeń stwierdzono:

1. Auksyna wzmacniała intensywność parowania bezpośrednio po jej wprowadzeniu do rośliny, a następnie hamowała ten proces. Wpływ ten po pewnym czasie zanikał.

2. Giberelina wywoływała wzmożenie transpiracji pomidorów. Efekt ten jednak stopniowo malał.

3. Okres trwania stymulującego, czy też hamującego wpływu substancji wzrostowych zależał od warunków środowiska, wieku rośliny oraz metody ich wprowadzania.

4. Auksyna i giberelina wykazały synergizm w oddziaływaniu na proces transpiracji tylko wówczas, gdy oba preparaty stosowane oddzielnie wywoływały stymulację parowania. W przypadku gdy auksyna nie wzmacniała transpiracji, wprowadzona z gibereliną obniżała efekt jej działania.

5. Stosowane substancje wzrostowe, mimo iż wywoływały istotne zmiany w natężeniu parowania, nie wpływały na stopień rozwarcia szparek oddechowych.

(Wpłynęło dn. 5.10.1960 r.)

*Zakład Fizjologii Roślin
Uniwersytetu M. Kopernika
w Toruniu*

SUMMARY

A study has been made of the effect of potassium salt of 1-naphtylacetic acid (KNAA), indoleacetic acid (IAA) and gibberillic acid (GA) on the intensity of transpiration of the „Karzelek Puławski” variety of tomatoes. The intensity of this process was measured in potometers.

In the experiments with KNAA the compound was introduced by immersing the cut ends of the plants in the solution for a length of two hours just before putting them into the potometers. In the remaining experiments the plants after cutting were placed in potometers filled with a solution of the growth substance. Every other day the potometers were refilled with fresh solutions.

The amount of evaporated water was calculated per 1 gram of fresh or dry weight per hour.

The effect has also been studied of the growth substances on the stomatal pore dimensions, which were determined by Lloyd's method.

The experiments were made in three replicates on 8–10 plants in each variant. The results were subjected to statistical analysis to find the least significant difference at $P = 0.05$.

The following conclusions were reached:

1. Auxin increased the intensity of transpiration directly after being introduced into the plant, but later inhibited this process. After some time all effect disappeared.

2. Gibberellin intensified transpiration in tomatoes. This effect gradually diminished.

3. The length of time of the stimulatory or inhibiting effect of the growth substance depended on environment conditions, on the age of the plant and on the method of introducing the substance.

4. Auxin and gibberellin showed synergism in affecting the transpiration process only in cases when each of them applied separately stimulated evaporation. In case auxin did not increase transpiration, introduced together with gibberellin it reduced the effect of gibberellin.

5. The growth substances applied, though they produced essential changes in transpiration intensity, did not affect the stomatal pore dimensions.

*Department of Plant Physiology
Nicolaus Copernicus University
Toruń — Poland*

LITERATURA

- Amlong H. V., 1943, Über den Einfluss der Hormonisierung auf die Transpiration der Pflanze, *Naturwiss.* 3—4: 44.
- Brandbury D., Ennis W., 1949, Effect of ammonium — 2,4-dichlorophenoxyacetate on stomatal behaviour, *A. Journ. Bot.* 36: 821.
- Brian P. W., 1959, Effects of gibberellins on plant growth and development, *Biol. Rev.* 34 (1): 37.
- Brown J., 1946, Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid, the water relations, the accumulation and distribution of solid matter, and the respiration of bean plants, *Bot. Gaz.* 107: 332.
- Chromiński A., Effect of plant growth regulators on membrane permeability of tomato leaf cells, *Acta Soc. Bot. Pol.* (w druku).
- Coulombe L. J., Paquin R., 1959, Effects de l'acide gibberelique sur le metabolisme des plantes, *Canad. Journ. Bot.* 37 (5): 897.
- Curtis D. F., Clark D. G., 1950, An introduction to plant physiology. McGraw-Hill Book Company, New York, Toronto, London.
- Dure L. S., Jensen W. A., 1957, The influence of gibberellic acid and indoleacetic acid on cotton embryos cultured *in vitro*, *Plant Physiol. Suppl.*: 33.
- Ferri M., Lex A., 1948, Stomatal behavior as influenced by treatment with β -naphthoxyacetic acid, *Contrib. from Boyce Thomp. Inst.* 15: 283.
- Ferri M., Rachid M., 1949, Further information on the stomatal behaviour as influenced by treatment with hormon-like substances, *Anais Acad. Bras. Cienc.* 21: 155.
- Johansen S., 1954, Effect of indole-acetic acid on stomata and photosynthesis, *Physiol. Plant.* 7: 531.
- Kennedy W. K., Hesse W. H., Johanson C. M., 1954, The effect of herbicides on the drying rate of hay crops, *Agron. Journ.* 46 (5): 199.
- Maciejewska-Potapczyk W., 1955, Wpływ 2,4-D na enzymy komórek szparkowych, *Acta Soc. Bot. Pol.* 24 (3): 639.
- Michniewicz M., 1960, Wpływ auksyny i gibereliny na zawartość kwasu askorbinowego w okresie kiełkowania i wschodów pszenicy, *Zeszyty Nauk., UMK* 6:103.
- Player M., 1950, Effect of some growth regulating substances on the transpiration of *Zea mays* and *Ricinus communis*, *Plant Physiol.* 25: 469.
- Popow K., Dłow Ch., Petkow P., 1954, Za wlijaneto na 2,4-dichlorofenoksicentata kiselina (2,4—D) werchu transpiratijata i pr. pri kajsija i jabłka, *Izw. Inst. rast.* 2: 181. (Refer. *Żurnał*, 1956, 4: 101).
- Sacher J. A., 1959, Studies on auxin-membrane permeability relations in fruit and leaf tissues, *Plant. Physiol.* 34 (4): 365.
- Sivadijan J., 1957, L'augmentation de la transpiration cuticulaire sous l'influence du traitement glycérolé, *Bull. Soc. bot. France*, 104 (1—2): 40.
- Tarłowski J., 1955, Nowa metoda jednoczesnego oznaczania transpiracji i absorpcji wody przez rośliny w kulturach wodnych, *Acta Soc. Bot. Pol.* 24 (4): 705.
- Tonzig S., Trezzi F., 1954, Ricerche sulla fisiologia dell'acido ascorbico. VIII. Azione dell'acido indol-3-acetico e dell'acido ascorbico sull'assunzione e sulla perdita d'acqua da parte di tessuti vegetali, *Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. sci. fis. mat. e natur.*, 16 (4): 434. (Refer. *Żurnał*, 1955, 19: 102).