

ANTONINA RUMIŃSKA

## WPLYW WODY NA PRODUKTYWNOŚĆ I CECHY JAKOŚCIOWE NIEKTÓRYCH ROŚLIN LECZNICZYCH

Uprawa roślin typowo leczniczych jak również przyprawowych, olejkowych itp. zajmuje w Polsce około 17 tys. ha (bez maku), a w planie 5-letnim przewiduje się zwiększenie jej do ok. 20 tys. ha. Aby jednak z tej powierzchni uzyskać wystarczającą ilość surowca dla pokrycia potrzeb krajowych, jak i dla wzrastającego eksportu, zakłada się znaczną intensyfikację produkcji, a więc podniesienie wydajności z jednostki powierzchni.

W produkcji rolniczej intensyfikacja wiąże się przede wszystkim ze wzrostem plonu masy roślinnej, natomiast w omawianej grupie roślin sytuacja jest o tyle specyficzna, że decydującym czynnikiem jest jakość plonu, a mianowicie zawartość w nim niektórych substancji swoistych, tzw. ciał czynnych, jak olejki, glikozydy, alkaloidy, garbniki, witaminy itp. Nie bez znaczenia, zwłaszcza jeżeli chodzi o walory rynkowe, m. in. eksport, są również niektóre cechy morfologiczne i wizualne, jak np. wielkość i barwa poszczególnych organów rośliny, stanowiących surowiec (liście, kwiaty, owoce i inne).

Rośliny lecznicze zaliczamy do roślin tzw. małej uprawy, większość z nich przy tym należy do typu upraw intensywnych, wymagających dużego nakładu pracy ręcznej oraz inwestycji i dających stosunkowo wysoki dochód rolniczy, toteż zastosowanie intensywnych metod uprawy, a zwłaszcza wysokiego nawożenia i nawadniania wydają się w tej grupie roślin jak najbardziej celowe.

W wielu krajach, m. in. w ZSRR, USA, NRD stosuje się nawadnianie niektórych gatunków, głównie mięty pieprzowej, w skali produkcyjnej. W naszych warunkach dużą przeszkodę stanowi rozproszenie plantacji wśród drobnych gospodarstw. W związku jednak ze stałą tendencją do koncentracji upraw w określonych rejonach kraju oraz intensyfikacji produkcji, należy przypuszczać, że nawadnianie gatunków o wysokich wymaganiach wodnych jest na najbliższą przyszłość konieczne i opłacalne.

Podstawą do stosowania nawadniania musi być jednak dobra znajomość potrzeb wodnych roślin jak i skutków, jakie powoduje ono, zwłaszcza odnośnie składu chemicznego rośliny. Często bowiem wyraża się obawy, że rośliny lecznicze w warunkach intensywnej uprawy mogą utracić swoje cenne właściwości.

W ostatnich dziesiątkach lat przeprowadzono szereg badań, mających wyjaśnić wpływ wody wzgl. wody i nawożenia na wysokość i jakość plonu tej grupy roślin. Większość prac była prowadzona w warunkach doświadczalnych, stosunkowo mało badań dotyczy warunków polowych i produkcyjnych, niemniej uzyskane wyniki wskazują na kierunki przemian zarówno ilościowych jak i jakościowych, jakie mogą zachodzić w tej małej na ogół zbadanej a ważnej grupie roślin.

### *Gospodarka wodna roślin leczniczych*

Jednym ze wskaźników charakteryzujących gospodarkę wodną rośliny jest wartość transpiracji (współczynnik transpiracji względnie jej produktywność, tj. stosunek wyprodukowanej masy do ilości wytranspirowanej wody (współczynnik produktywności transpiracji). Typ gospodarki wodnej rośliny jest cechą charakterystyczną gatunku względnie odmiany, jednak w określonych genetycznie granicach wartość transpiracji podlega regularnym zmianom w ciągu ontogenezy, jak również jest modyfikowana przez czynniki środowiska, m. in. temperaturę, wilgotność, żyzność gleby itp.

Wśród roślin leczniczych stosunkowo najwięcej badań nad gospodarką wodną rośliny poświęcono mięcie pieprzowej ze względu na jej silną reakcję na nawadnianie, jak i stosunkowo dużą powierzchnię uprawy. W Polsce mięta jest uprawiana na ok. 5 tys. ha, co stanowi przeszło 30% powierzchni pod wszystkimi roślinami leczniczymi.

Badania wskazują, że współczynnik transpiracji u mięty jest stosunkowo niski. Według Schrödera (16) wynosi on w porównaniu z innymi roślinami w tych samych warunkach (przy 60% MPW) jak następuje:

mięta pieprzowa odmiana Multimentha	— 203 — 192
„ „ „ Herrnhuter	— 209
cwies na zielonkę	— 259 — 249
lucerna na zielonkę	— 259
kukurydza, dojrzałość mleczna	— 123

Jak widać, ilość wody potrzebna na wyprodukowanie jednostki suchej masy jest u mięty niższa niż owsa i lucerny. Podobnie jak u innych roślin również u mięty współczynnik transpiracji zmienia się w zależności od zaopatrzenia w wodę, wieku rośliny itp. I tak np. Kerekes (10) podaje dla warunków węgierskich dla mięty 312—342 w zależności od gleby.

Jak podaje Schröder (16), w początkowej fazie rozwoju rośliny, aż do wytworzenia pączków — współczynnik wynosi 148, w fazie pączków wzrasta do 190, a w fazie kwitnienia wynosi już 204. Zależność współczynnika transpiracji od zasobności gleby w wodę przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Procentowy udział liści w ziele i powierzchnia liści w różnych warunkach wilgotności gleby

Roślina % MPW	Proc. liści w ziele				Powierzchnia liści cm <sup>2</sup>	
	mięta		szałwia	majeranek	mięta	szałwia
	wg Schrödera (16)	wg Matusiewiczza (12)	wg Schrödera (16)		wg Schrödera (16)	
30	63	—	63	78	16	6,6
40	62	62	60	65	19	12,9
50	—	56	—	—	—	—
60	56	55	50	61	27	15,1
70	—	49	—	—	—	—
80	53	47	51	60	26	18,9
90	53	47	51	64	26	20,4

Produktywność transpiracji kilku ważniejszych gatunków roślin leczniczych przedstawiają dane tabeli 2.

Tabela 2

Współczynnik produktywności transpiracji niektórych roślin leczniczych przy różnej wilgotności gleby

Roślina % MPW	Mięta pieprzowa (wg Schrödera) 16		Kozłek lekarski (wg Berbecia) 2		Szałwia	Majeranek	Kminek (wg Busz- czaka) 4
					(wg Schrödera) 16		
	Multi- mentha x 3-letnie	Hernhuter x 3-letnie	wazonowa	polowa	x 2-letnie	x 3-letnie	x 2-letnie
30	5,917	5,555	4,01	2,69	4,418	5,434	—
40	5,586	5,050	3,96	2,80	3,868	5,434	1,56
60	4,926	4,785	4,04	2,61	3,487	3,558	1,90
80	4,545	4,167	3,39	1,99	3,052	3,484	2,80
90	4,065	4,065	—	—	3,226	3,236	—

Jak widać, najwyższą produktywność transpiracji wykazuje mięta, dająca stały odrost pędów, najniższą — kminek, będący rośliną dwuletnią i dostarczającą jako surowca owoców. U większości roślin, za wyjątkiem kminku, produktywność transpiracji spada w miarę zwiększania się wilgotności gleby.

Obszerne badania nad gospodarką wodną roślin, w których wiele miejsca poświęcono roślinom leczniczym, przeprowadził w latach 1950—1960 Penka (13). Badania dotyczyły głównie zmian intensywności i wysokości transpiracji w ciągu ontogenezy i były prowadzone na roślinach nawadnianych i nie nawadnianych w warunkach polowych.

W wyniku ich stwierdzono, że intensywność transpiracji i ilość zużytej przez roślinę wody ulega określonym zmianom w ciągu ontogenezy i jest charakterystyczna dla poszczególnych gatunków. Niektóre dane, dotyczące zużycia wody na transpirację przez różne gatunki, ilustrują dane tabeli 3.

Tabela 3

*Zużycie wody (w l) na transpirację przez jedną roślinę w warunkach nawadniania i bez nawadniania w ciągu całej wegetacji (według Penki-13)*

Roślina	Nawadniane	Nie nawadniane
Pszenica jara	1,2	0,8
„ ozima	1,5	1,0
Anyż	0,8	0,5
Kolendra	1,0	0,8
Lubczyk	1,2	1,2
Rumianek	2,2	1,8
Mak	4,1	3,5
Kminek: pierwszy rok	4,9	4,3
drugi rok	2,1	1,5

Tabela 2, w której rośliny uszeregowane są według zużycia wody na transpirację, pokazuje jak duże różnice istnieją pod tym względem między gatunkami, przy czym w porównaniu do pszenicy w tych samych warunkach, szereg roślin leczniczych, jak mak i kminek, wykazują 4—6-krotnie wyższe zużycie wody, kolendra i lubczyk — zbliżone, a tylko anyż, roślina kserofityczna — nieco niższe.

#### *Wpływ wody na niektóre cechy morfologiczne roślin leczniczych*

Przeprowadzone badania wykazują, że woda może wpływać na szereg cech morfologicznych, poprawiając jakość surowca, np. powiększając powierzchnię liści, ciężar nasion itp. względnie wpływając ujemnie np. przez zmniejszenie procentowego udziału liści w plonie ziela. Niektóre dane przytoczono w tabeli 4.

Tabela 4

Zmiany ciężaru nasion przy różnym poziomie wilgotności gleby  
(ciężar 1000 nasion g)

% MPW	Kminek 2-letni wg Buszczak (4)	Kminek 1-roczny wg Rumińskiej i Lewkowicz (14)	Kolendra wg Rumińskiej i Ulatowskiej (15)
25	—	—	7,3
40	1,75	1,55	—
50	—	1,73	7,7
60	2,37	—	—
65	—	2,28	—
70	2,53	—	—
80	2,65	1,91	5,9
95	—	1,87	—

### Wpływ wody na wysokość plonu

Wpływ poziomu wilgotności na plon niektórych gatunków roślin leczniczych przedstawiają dane tabeli 5 oraz wykres.

Tabela 5

Plony roślin przy różnym poziomie wilgotności gleby

Roślina % MPW	30	40	50	60	70	80	90
Mięta — ziele p.s.m. g/wazon	13,4	18,1	—	29,8	—	37,3	37,0
wg Schrödera (16) %	35,92	48,52		79,89		100	99,20
Mięta — ziele ps.m. g/wazon	—	5,49	17,30	23,79	38,09	44,17	46,03
wg Matusiewicza (12) %		11,93	37,58	58,68	82,75	96,96	100
Kminek dwuletni — owoce g/wazon		6,04	—	62,89	86,45	112,39	—
Kminek jednoroczny — owoce g/wazon		0,66	11,25	12,56	—	14,14	13,10
wg Buszczak (4) %	—	5,37		50,76	76,92	100	
wg Rumińskiej i Lewkowicz (14) %	—	4,67	79,56	88,83		100	92,64
Kolendra — owoce g/wazon	16,50	—	—	18,60	—		13,00
wg Rumińskiej i Ulatowskiej (15) %	88,70	—	—	100			69,80
Majeranek — ziele g/wazon	12,5	20,7	—	29,6	—	25,2	16,3
wg Schrödera (16) %	42,23	69,93		100		85,14	55,07
Szałwia — ziele g/wazon	16,35	27,10	—	39,7	—	38,0	37,9
wg Schrödera (16) %	41,18	68,26		100		95,72	95,47
Kozłek lekarski — korzeń i kłącze							
g/wazon	23,7	—	34,1	35,8	—	30,9	—
wg Berbecia	66,20		95,25	100		86,31	

Jak wynika z danych tabeli 5 reakcja badanych gatunków na wodę jest bardzo różna. Do gatunków najmniej wymagających należy kolendra i kozłek, które już przy 30% MPW dają 65—89% maksymalnego plonu, podczas gdy mięta i kminek dają najwyższe plony dopiero przy 80—90% MPW. Dwie ostatnie rośliny uprawia się w warunkach nawadniania.

Do roślin nawadnianych w warunkach produkcyjnych należy mięta pieprzowa.

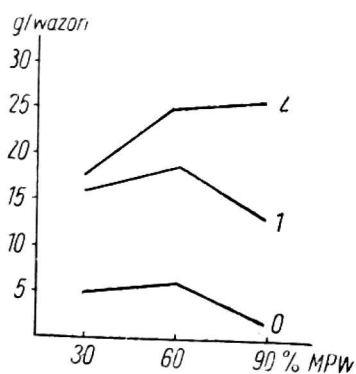
Doświadczenia przeprowadzone na Wozniesińskiej Stacji Doświadczalnej Roślin Olejkowych w latach 1961/62 z miętą dały następujące wyniki (wg Buzinowa (5)):

wyszczególnienie	plon ziela q/ha	plon olejku kg/ha
przy nawadnianiu	70,9	141,0
bez nawadniania	42,2	76,6

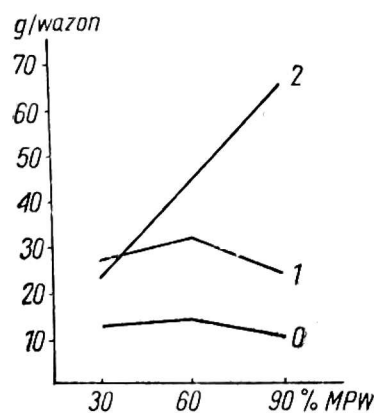
Przy nawadnianiu na Płn. Kaukazie uzyskiwano w drugim roku po posadzeniu dwa zbiory, a plon rozłogów wzrastał 1,5—2-krotnie, dochodząc do 300 q/ha.

Watson (18) oraz Guenther (9) podają, że w Stanach Zjednoczonych uprawia się miętę w okręgach o silnym nasłonecznieniu i małej ilości opadów, stosując stałe nawadnianie, co daje wyżkę plonu około 3 razy wyższą od plonów uzyskiwanych w okręgach o stosunkowo większej ilości opadów i nawadnianiu okresowym. Również w NRD na wielu plantacjach uprawia się miętę przy stałym względnie okresowym nawodnieniu.

Mówiąc o wymaganiach wodnych roślin należy mieć na uwadze, że istnieje ścisła zależność między potrzebami wodnymi rośliny a pozostałymi czynnikami środowiska m. in. nawożeniem, które może radykalnie modyfikować wpływ wody. Jako przykład mogą służyć wyniki doświadczenia nad działaniem wody i nawożenia na kolendrę w warunkach wazonowych (15). Wykresy 1, 2 i 3 obrazują wpływ wody i nawożenia na plony owoców, słomy i zawartość olejku w owocach kolendry: 0 — bez nawożenia, 1 — N 0,4 g/wazon, 2 — N 0,8 g/wazon.



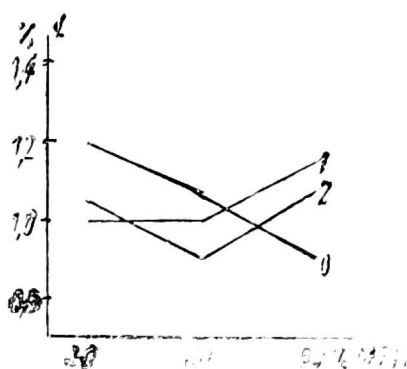
Wykres 1. Wpływ wody i nawożenia na plon owoców



Wykres 2. Wpływ wody i nawożenia na plon słomy

Jak wynika z przytoczonych danych, kolendra roślina o małym zapotrzebowaniu na wodę, reaguje przy niskim nawożeniu obniżką plonu masy i nasion na wysokie nawodnienie (90% MPW), jeżeli jednak zwiększymy radykalnie nawożenia, uzyskamy w tych samych warunkach wyżkę plo-

nu (wykres 1 i 2), jak również dodatni wpływ na procentową zawartość olejku (wykres 3).



Wykres 3. Wpływ wody i nawożenia na zawartość olejku w owocach

### Wpływ wody na zawartość olejku

Z przytoczonych danych w tabeli 6 wynika, że dla większości badanych gatunków optimum warunków wodnych dla syntezy olejku leży w granicach 40—60% MPW, przy czym zmiany warunków wodnych powodują stosunkowo nieduże przesunięcia w zawartości olejku, rzędu kilku do kilkunastu procent (przy dokładności metody oznaczania około 5%).

Dopiero w warunkach niekorzystnych dla rozwoju rośliny obserwuje się większe spadki procentowej zawartości olejku, dochodzące do 30—40%.

Tabela 6  
Zmiany zawartości olejku przy różnym poziomie wody w glebie

Roślina % MPW	30	40	50	60	70	80	90
Mięta — ziele							
wg Schrödera % olejku	2,28	2,55	—	2,62	—	2,55	2,56
% wg Matusiewicza % olejku	87,02	97,33	—	100	—	97,33	97,71
% wg Matusiewicza % olejku	—	3,98	3,89	3,89	3,86	3,72	3,55
% wg Matusiewicza % olejku	—	100	97,74	97,74	96,98	93,47	89,20
Kminek dwuletni % olejku	—	4,53	—	5,09	4,12	4,60	—
wg Buszczałk % wg Buszczałk %	—	89,00	—	100	80,94	90,37	—
Kminek jednoroczny % olejku	—	3,80	4,85	5,60	—	5,45	5,50
wg Rumińskiej i Lewkowicz % wg Rumińskiej i Lewkowicz %	—	67,86	86,61	100	—	97,32	98,21
Kolendra — owoce % olejku	1,0	—	1,0	—	—	—	1,15
wg Rumińskiej % wg Rumińskiej %	100	—	100	—	—	—	115
Majeranek — ziele % olejku	1,1	1,27	—	1,41	—	1,06	1,13
wg Schrödera % wg Schrödera %	71,73	90,07	—	100	—	75,18	80,14
Szałwia — ziele % olejku	1,63	2,09	—	2,26	—	2,17	2,05
wg Schrödera % wg Schrödera %	72,12	92,48	—	100	—	96,02	90,71
Kozłek — korzenie i kłącza % olejku	0,76	0,72	—	0,69	—	0,55	—
wg Berbecia % wg Berbecia %	100	94,74	—	90,79	—	72,37	—

Wyniki powyższe nie zgadzają się z hipotezami niektórych autorów (Lwoy cyt. Penka (13), Burmeister i Guttenberg (3), zgodnie z którymi intensywne syntezy olejków ma miejsce w warunkach beztlenowego oddychania m. in. w warunkach suszy, powodującej zamknięcie szparek oddychawczych, potwierdzają natomiast pogląd, że warunki optymalne dla wzrostu rośliny są równocześnie optymalnymi dla syntezy olejku.

Odnośnie wpływu wody na zawartość innych ciał czynnych m. in. alkaloidów i glikozydów jest stosunkowo mało prac.

W obszernym przeglądzie wpływu czynników klimatycznych i glebowych na zawartość ciał czynnych, dokonanym przez Flückę w 1955 r. (8), zagadnieniu wody poświęcono stosunkowo mało miejsca, w tym zaledwie kilka wzmianek dotyczy roślin alkaloidowych. I tak np. Flück podaje, że drzewo chinowe zawiera więcej alkaloidów, w tym chininy w średnio-wilgotnych i wilgotnych warunkach niż w suchych, podobne zjawisko stwierdził Byszewski (6) w łubinie żółtym, natomiast Bawolska (1) obserwowała spadek nikotyny w tytoniu w miarę wzrostu wilgotności gleby. Badania Szpileni (17) na *Datura stramonium* i *D. inermis* wykazały, że wpływ wody na zawartość alkaloidów tropanowych jest różny w ciągu ontogenezy. I tak w początkowym okresie rozwoju brak jest różnic w zawartości alkaloidów, podczas pełni kwitnienia — obserwujemy nieco wyższą zawartość w roślinach zasuszonych, natomiast w okresie owocowania rośliny lepiej zaopatrzone w wodę (70% MPW) mają przewagę nad zasuszonymi (20% MPW).

Jeżeli chodzi o ważną grupę roślin leczniczych, dostarczających glikozydów nasercowych, to doświadczenia przeprowadzone w Rumunii przez Laza i współpracowników (11) wykazały, że naparstnica wełnista (*Digitalis lanata* Ehrh) w warunkach stepowych kraju daje na skutek nawadniania 2, 3-krotnie wyższy plon liści nie wpływając ujemnie na zawartość i skład glikozydów. Wysuwane często obawy co do obniżenia jakości surowca, przynajmniej jeżeli chodzi o rośliny olejkowe, wydają się w świetle uzyskanych dotychczas wyników, nieuzasadnione.

Dużej uwagi i badań wymaga natomiast sposób nawadniania. Jeżeli chodzi o rośliny, zawierające olejek w zbiornikach, znajdujących się na powierzchni liści względnie kwiatów (mięta, szalwia, rumianek i inne) to nie wskazane byłoby deszczowanie zwłaszcza silne, które powodowałoby wymywanie i uszkodzenia tych zbiorników. Jeszcze większe zastrzeżenia nasuwa deszczowanie roślin alkaloidowych czy glikozydowych, zawierających substancje czynne w nadziemnych organach (bieluń, lulek, pokrzyk). Związki te bowiem są rozpuszczone w soku komórkowym i mogą ulegać wypłukaniu.

Jakkolwiek brak jest w kraju danych dotyczących kosztów nawadniania i opłacalności tego zabiegu wydaje się, że zwyżki plonów uzyskane



w warunkach eksperymentalnych jak i doświadczenia niektórych krajów, wskazują na duże efekty ekonomiczne tego zabiegu.

### Wnioski

1. W grupie roślin leczniczych szereg gatunków wykazuje wysokie zapotrzebowanie w stosunku do wody. Do roślin tych należą przede wszystkim mięta pieprzowa i kminek, których plon pod wpływem odpowiedniego zaopatrzenia w wodę wzrasta kilka — a nawet kilkadziesiąt razy.
2. Również rośliny o mniejszych wymaganiach wodnych jak np. kolen-dra, reagują dodatnio zwyżką plonu (przy wysokiej zawartości olejku) na nawodnienie, o ile jest ono połączone z wysokimi dawkami NPK.
3. Procentowa zawartość olejku, jak i wielu innych ciał czynnych, kształtuje się na ogół najwyżej w optymalnych dla danego gatunku warunkach wodnych. Warunki niekorzystne, zarówno zbyt wilgotne jak i zbyt suche, powodują spadek procentowej zawartości olejku.
4. Nawadnianie niektórych gatunków roślin leczniczych wydaje się uzasadnione z punktu widzenia ekonomicznego, konieczne są jednak dalsze badania nad reakcją fizjologiczną roślin jak i nad techniką samego zabiegu w stosunku do poszczególnych gatunków.

### LITERATURA

1. B a w o l s k a M., D r z a s E.: 1966. Badania gospodarki wodnej tytoniu, Cz. II. Pamiętnik Puławski, nr 23.
2. B e r b e ć St.: 1965. Wpływ różnych poziomów wilgotności gleby i dawek wapnia na wzrost, plonowanie i jakość surowca kozłka lekarskiego (*Valeriana officinalis* L.), praca doktorska, Lublin, WSR.
3. B u r m e i s t e r J., G u t t e n b e r g H.: 1960. Die ätherischen Öle als Produktion eines partiel aneroben Stoffwechsels. *Planta Medica*, T. 8, 1—33.
4. B u s z c z a k T.: 1962. Studia nad kminkiem zwyczajnym cz. II, Pamiętnik Puławski, z. 7, 137—156.
5. B u z i n o w P. A.: 1967. Niekotoryje dannyje o wizdielywanii efierno-maslicznych kultur na oriszenii. *Masło-zirowaja prom.* nr 7, 28—30.
6. B y s z e w s k i W.: 1960. Wpływ wody i światła na wzrost roślin oraz zawartość alkaloidów w łubinie złotym (*Lupinus luteus* L.), cz. I. *Hodowla Roślin Aklim. i Nas.* t. 4, z. 1.
7. C h o t i n A. A.: 1963. Efiromaslicznyje kultury. Moskwa.
8. F l ü c k H.: 1955. The Infuence of Climate on the Active Principls in Medicinal Plants. *J. of Pharmacy a. Phalmacology*, z. 7, 361—383.
9. G u n t h e r E.: 1961. The Peppermint Industry in Oregon and Washington. *Perf. and Essent. Oil Record*, nr 10, 632—642.
10. K e r e k e s J.: 1960. Das Wasserverbrauch der Pfefferminze (*Mentha piperita* L.) A. Magyar Tudomayos Akademia, XVII, 1, 105—116.
11. L a z a A. i i n n i.: 1968. Cultivation of *Digitalis lanata* Ehrh. under Irrigation. *An. I.C.C.P.T. Fundulea, Ser. B, Vol. XXXIV*, 643—649.

12. Matusiewicz E.: 1961. Wpływ wilgotności gleby na plon mięty pieprzowej i zawartość olejku. Acta Pol. Pharm., z. 1.
13. Penka M.: Kvantita a kvalita sklizne zavlažovaných rostlin. Folia Fac. Scientiarum Natur. Univ. Purkynianae Brunensis, Sv, IV, Spis 7, 3—164.
14. Rumińska A., Lewkowicz-Mosiej T.: 1969. Wpływ wilgotności gleby i nawożenia mineralnego na rozwój i plon kminku jednorocznego (*Carum carvi* f. *annuus*), w druku.
15. Rumińska A., Ulatowska E.: 1969. Wpływ wysokości dawek NPK i terminu nawożenia przy różnym poziomie wilgotności gleby na rozwój oraz wysokość i jakość plonu kolendry siewnej (*Coriandrum sativum* L.), w przygotowaniu do druku.
16. Schröder H.: 1963. Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Wasser Versorgung auf Erträge, Gehalte an ätherischem Öl, Transpirationquotienten, Blattgrößen und relative Öldrüsendichte bei einigen Arten der Familie Labiataen. Die Pharmazie, J. 18, 47—, 150—, 241—.
17. Szpileńia S. J.: 1961. Wlijanie nedostatka wody poczwie na dynamiku nakoplenia alkaloidow u roda Datura. DAN SSSR, T. 141, nr 3, 751—753.
18. Waston V. K. and J. L. St. John: 1955. Relation of maturity and curring of peppermint hay to yeld and composition of oil J. Agric, a. Food Chem., Vol. 3.