Organogeneza w tkance korzenia cykorii w zależności od obecności sacharozy i azotu w pożywce

*Organogenesis in succory root tissues depending on the presence
of nitrogen and saccharose*

J. ROGOZIŃSKA

WSTĘP

Porównując wzrost eksplantatów, pochodzących z korzeni i bulw korzeniowych trzech roślin z rodziny *Compositae*, topinambura, salsefii i cykorii, Gautheret (1941) stwierdził, że zachowują się one w hodowli *in vitro* w różny sposób. Eksplantaty cykorii w odróżnieniu od pozostałych tworzą nie tylko obfite kalusy, ale równocześnie korzenie i ulistnione pędy. Dużą zdolność cykorii do tworzenia ulistnionych pędów i korzeni można zahamować stymulując równocześnie wzrost kalusów stosując odpowiednie stężenia heteroauksyn. Zahamowanie (Gautheret 1947) staje się widoczne począwszy od stężenia 10^{-8} do 10^{-7} kwasu naftalenooctowego i jest całkowite przy stężeniu 10^{-5} , a w przypadku kwasu indolylooctowego — przy stężeniu 10^{-4} . Szczególnie skutecznie hamuje powstawanie pączków kwas 2,4-dwuchlorofenoksyoctowy i naftoksyoctowy, a to przy stężeniu 10-krotnie słabszym niż kwas naftalenooctowy. Intensywność hamowania regeneracji pędów i korzeni zależy również od części eksplantatu, na który działa heteroauksyna. Całkowite zablokowanie powstawania pączków w eksplantatach, odwróconych i umieszczonych morfologicznie górną częścią korzenia w pożywce, zachodzi przy stężeniu 10^{-6} 2,4-D, podczas gdy w eksplantatach umieszczonych w pozycji normalnej następuje przy stężeniu 10-krotnie silniejszym. Przewodzenie heteroauksyn w tkankach odbywa się tu w kierunku liść $\rightarrow$ korzeń.

Poza heteroauksynami wpływ na organogenezę ma szereg innych substancji i czynników. Badania przeprowadzone przez Skooga (1944) na hodowanej tkance tytoniu wykazały, że można wpływać na powstawanie organów przez zmianę czynników zewnętrznych. Intensywne światło, wysoka temperatura i zestalona pożywka sprzyjają utrzymaniu hodowli w stanie nie zróżnicowanym. Natomiast słaba intensywność światła, stosunkowo niska temperatura i płynna pożywka sprzyjają tworze-

niu organów. Z dalszych doświadczeń Skooga (1950) przeprowadzonych na tkance i segmentach łodygi tytoniu oraz na segmentach korzenia chrzanu wynika, że o wzroście samej tkanki, jak i tworzeniu pączków, decyduje odpowiedni stosunek zasad purynowych do kwasu indolyllooctowego oraz obecność innych substancji takich, jak np. sacharozy i fosforanów. Wpływ na wzrost oraz organogenezę wywierają wyżej wymienione substancje znajdujące się zarówno w pożywce, jak i w tkance. W swej pracy z roku 1954 Skoog podkreśla, że zarówno kwas indolyllooctowy, jak i siarczan adeniny zwiększają wzrost segmentów łodygi tytoniu oraz wywołują tworzenie organów w tkankach poprzez wpływ na metabolizm kwasów nukleinowych. Dalej Skoog (1955) badał współzależność kwasu indolyllooctowego i kwasów nukleinowych oraz wpływ tej współzależności na wzrost segmentów łodygi tytoniu oraz na morfogenezę. Zaznacza on również, że dodanie kwasu trójjodobenzoesowego zwiększa liczbę tworzonych liści.

Spośród badanych substancji rakotwórczych o-amino-azotoluen miał najsilniejsze właściwości hamowania zarówno wzrostu, jak i organogenezy tkanki korzenia cykorii (Rogozińska 1958).

Wydawało się interesujące porównanie zachowania się eksplantatów cykorii w hodowli *in vitro* na pożywce pełnej oraz pozbawionej źródła węgla lub azotu. Ciekawy również wydawał się skład azotowy eksplantatów oraz różnicujących się organów w obecności cukru i azotu jak i w głodowej przemianie materii.

MATERIAŁ I METODYKA

Materiał wyjściowy, otrzymany od doc. Kuźdowicza z IHAR-u z Bydgoszczy, stanowiły korzenie cykorii diploidalnej odmiany „Polanowickiej” i tetraploidalnej odmiany „Fredonia C₂”. Cykoria poliploidalna otrzymana była przez kolchicynowanie. Eksplantaty wyszczepiono na początku maja 1960 r. Termin ten podają ze względu na sezonową zmienność zdolności regeneracji cykorii.

Celem otrzymania jednorodnych eksplantatów materiał do wyszczepień pierwotnych brano tylko z 1/3 górnej części korzenia mającego długość 18–23 cm. Po godzinnej sterylizacji korzeni 0,2% roztworem sublimatu i kilkakrotnym płukaniu sterylną wodą wycinano eksplantaty korkoborem o Ø 6 mm i krajano na odcinki o długości 10 mm. Eksplantat obejmował kambium oraz równe ilości łyka i drewna. Eksplantaty umieszczano w normalnej pozycji morfologicznej, zagłębiając je na około 3 mm w pożywce. Stosowano pożywkę Hellera zawierającą 3% sacharozy oraz 0,9% agaru. Ilość azotu w agarze wynosiła 0,26%. W pożywkach pozbawionych azotanu sodu bądź sacharozy zastępowano je dla zrównoważenia ciśnienia osmotycznego odpowiednią ilością chlorku so-

du. W chwili izolowania eksplantatów oraz po 2, 4 i 6 tygodniach inkubacji w temperaturze 24—27°C w ciągłym świetle jarzeniowym oznaczano świeżą i suchą masę oraz azot całkowity i rozpuszczalny eksplantatów po 6 tygodniach.

Celem szybkiego zabicia komórek i inaktywacji enzymów, eksplantaty umieszczano na 10 minut w temperaturze 80°C, po czym suszono do stałej wagi w temperaturze 60°C. Azot całkowity oznaczano metodą mikro-Kjeldahla podobnie jak w jednej z poprzednich prac (Rogosińska 1960). Azot rozpuszczalny natomiast oznaczano w supernatancie po strąceniu białek kwasem tróchlorooctowym (końcowe stężenie 4%) i odwirowaniu. Azot białkowy wyliczano z różnicy azotu całkowitego i rozpuszczalnego. Redukcji azotanów nie przeprowadzono i azot rozpuszczalny azotanów nie obejmuje.

Dane dotyczące diploidów stanowią średnią z 70 eksplantatów, natomiast tetraploidów średnią z 18 eksplantatów.

Błąd średni średniej arytmetycznej eksplantatów wynosił 3,2%, natomiast poszczególnych oznaczeń 1,9%.

I. SKŁAD AZOTOWY CYKORII DI- I TETRAPLOIDALNEJ

Wstępne analizy korzeni cykorii wykazały większą zawartość azotu u cykorii tetraploidalnej. Bliższe dane o rozmieszczeniu form azotu w łyku, drewnie oraz w kambium wraz z sąsiadującymi z nim równymi ilościami łyka i drewna przedstawia tabela 1.

Podobnie Menoret (1957) w pracy przeprowadzonej na korzeniu marchwi stwierdził największą ilość azotu ogólnego w kambium, następnie w drewnie, a najmniejszą w łyku.

II. WZROST EKSPLANTATÓW CYKORII

Na wykresach (ryc. 1, 2) przedstawione są bliższe dane dotyczące eksplantatów w momencie założenia hodowli oraz po 2 tygodniach eksplantatów wraz z pędami, po upływie zaś 4 i 6 tygodni oddzielnie dla pędów i eksplantatów, z pominięciem korzeni, ponieważ występowały one sporadycznie.

Diploidy

1. Na pożywce pozbawionej sacharozy i azotanu sodu.

W miarę upływu czasu eksplantaty wykazywały stały rozwój: kalusa, ulistnionych pędów i korzeni i stały przyrost świeżej masy. Po upły-

Rozmieszczenie różnych form azotu w korzeniu diploidnej i tetraploidnej odmiany cykorii
The distribution of different forms of nitrogen in roots of diploid and tetraploid varieties of succory

Odmiana Variety	mg N catk./1 g s. m. mg N total/1 g dry weight		mg N rozp./1 g s. m. mg N soluble/1 g dry weight				tyko kam- bium drewno phloem	tyko kam- bium drewno phloem cam- bium xylem	drewno xylem
	tyko phloem	tyko kam- bium drewno phloem cam- bium xylem	drewno xylem	tyko phloem	tyko kam- bium drewno phloem cam- bium xylem	drewno xylem			
„Polanowicka” var. „Fredonia” var. 4n	6,4 8,3	10,5 15,2	8,9 10,8	1,5 1,7	2,4 3,7	2,5 1,8	4,9 6,6	8,2 11,5	6,4 9,0

Ryc. 1. Świeża masa eksplantatów po 1, 2, 4, 6 tygodniach hodowli na pożywkach: 1 — (—)sacharoza (—)NaNO₃; 2 — (—)sacharoza (+)NaNO₃; 3 — (+)sacharoza (—)NaNO₃; 4 — (+)sacharoza (+)NaNO₃; a — eksplantat + kalus; b — pędy
Wet weight of explants after 1, 2, 4, 6 weeks of cultivation on mediums: 1 — (—)saccharose (—)NaNO₃; 2 — (—)saccharose (+)NaNO₃; 3 — (+)saccharose (—)NaNO₃; 4 — (+) saccharose (+)NaNO₃; a — explantat + callus; b — shoots

Ryc. 2. Sucha masa eksplantatów po 0, 2, 4, 6 tygodniach hodowli na pożywkach: 1 — (—)sacharoza (—)NaNO₃; 2 — (—)sacharoza (+)NaNO₃; 3 — (+)sacharoza (—)NaNO₃; 4 — (+)sacharoza (+)NaNO₃; a — eksplantat + kalus; b — pędy
Dry weight of explants after 0, 2, 4, 6 weeks of cultivation on mediums: 1 — (—)saccharose (—)NaNO₃; 2 — (—)saccharose (+)NaNO₃; 3 — (+)saccharose (—)NaNO₃; 4 — (+)saccharose (+)NaNO₃; a — explantat + callus; b — shoots

Ryc. 3. Eksplantaty cykorii odmiany „Polanowickiej” 2n po 6 tygodniach hodowli na pożywkach: 1 — (—)sacharoza (—)NaNO₃; 2 — (—)sacharoza (+)NaNO₃; 3 — (+)sacharoza (—)NaNO₃; 4 — (+)sacharoza (+)NaNO₃

Explants of succory var. „Polanowicka” 2n after 6 weeks of cultivation on mediums: 1 — (—)saccharose (—)NaNO₃; 2 — (—)saccharose (+)NaNO₃; 3 — (+)saccharose (—)NaNO₃; 4 — (+)saccharose (+)NaNO₃

Ryc. 4. Eksplantaty cykorii odmiany „Fredonia” 4n po 6 tygodniach hodowli na pożywkach: 1 — (—)sacharoza (—)NaNO₃; 2 — (—)sacharoza (+)NaNO₃; 3 — (+)sacharoza (—)NaNO₃; 4 — (+)sacharoza (+)NaNO₃

Explants of succory var. „Fredonia” 4n after 6 weeks of cultivation on mediums: 1 — (—)saccharose (—)NaNO₃; 2 — (—)saccharose (+)NaNO₃; 3 — (+)saccharose (—)NaNO₃; 4 — (+)saccharose (+)NaNO₃

wie 4 tygodni na wszystkich eksplantatach rozwinęły się liście, korzenie natomiast tylko na niektórych. Sucha masa eksplantatów wykazywała stałe zmniejszenie w stosunku do wagi wyjściowej.

2. Na pożywce pozbawionej sacharozy.

Wzrost eksplantatów na pożywce zawierającej azotan sodu był lepszy, szczególnie pędów, niż na pożywce pozbawionej zarówno sacharozy, jak i azotanu sodu; przyspieszone było tworzenie pędów, a nieco opóźnione korzeni.

3. Na pożywce pozbawionej azotanu sodu.

Rozwój eksplantatów na pożywce pozbawionej azotanu sodu wybitnie różnił się od rozwoju eksplantatów na 2 poprzednio wymienionych pożywkach. Różnice te objawiały się wybitnym zahamowaniem tworzenia pędów, a obfitym rozrostem kalusa. Drobne liście wykazywały chłozę i niektóre usychały. W odróżnieniu od poprzednio wymienionych eksplantatów, obok zwiększenia świeżej masy, następował tu wzrost również i suchej masy. Część eksplantatu zanurzona w pożywce oraz krótkie grube korzenie były zbrunatniałe.

4. Na pożywce zawierającej azotan sodu i sacharozę.

Rozwój eksplantatów na pożywce pełnej był oczywiście najlepszy. Znacznie przyspieszone było różnicowanie pędów i korzeni. Na wszystkich poprzednio wymienionych pożywkach eksplantaty tworzyły korzenie po 6 tygodniach w 52–70%, natomiast na pożywce pełnej, począwszy już od 4 tygodni hodowli, wszystkie eksplantaty rozwijały obfite i długie korzenie.

Tetraploidy

1. Na pożywce pozbawionej azotanu sodu i sacharozy.

Eksplantaty wykazują nieco silniejszy wzrost, zwłaszcza pędów, niż diploidy na analogicznej pożywce. W głodowej przemianie materii cyklorii tetraploidalnej również następuje zwiększenie masy świeżej, a zmniejszenie masy suchej.

Tabela 2—Table 2

Rozwój pędów i korzeni odmian 2n i 4n na trzech pożywkach przedstawiony procentowo w porównaniu z ich rozwojem na pełnej pożywce
The development of shoots and roots of 2n and 4n varieties on 3 different media in comparison to the development on full medium

Odmiana Variety	Dni Time in days	— sacharoza — NaNO ₃ — saccharose — NaNO ₃		— sacharoza + NaNO ₃ — saccharose + NaNO ₃		+ sacharoza — NaNO ₃ + saccharose — NaNO ₃		+ sacharoza + NaNO ₃ + saccharose + NaNO ₃	
		% pędów % of shoots	% korzeni % of roots	% pędów % of shoots	% korzeni % of roots	% pędów % of shoots	% korzeni % of roots	% pędów % of shoots	% korzeni % of roots
„Polanowicka” var. 2n	14	50	27	77	7	37	19	87	27
	28	100	39	100	31	100	27	100	100
	42	100	52	100	56	100	70	100	100
„Fredonia” var. 4n	14	100	—	100	—	77	—		
	28	100	17	100	17	100	5		
	42	100	25	100	44	100	38		

Tabela 3 — Table 3

Procentowa ilość świeżej i suchej masy pędów i korzeni w mg w stosunku do świeżej i suchej masy eksplantatu
 % of wet and dry weight of shoots and roots in mg/wet and dry weight of explant

Odmiana Variety	Dni Time in days	— sacharoza — NaNO ₃ — saccharose — NaNO ₃		— sacharoza + NaNO ₃ — saccharose + NaNO ₃		+ sacharoza — NaNO ₃ + saccharose — NaNO ₃		+ sacharoza + NaNO ₃ + saccharose + NaNO ₃	
		pędy shoots	korzenie roots	pędy shoots	korzenie roots	pędy shoots	korzenie roots	pędy shoots	korzenie roots
„Polanowicka” var. 2n świeża masa — wet weight sucha masa — dry weight	28	10,4	0,5	24,7	0,5	4,7	0,2	20,1	3,1
	42	8,5	0,3	35,5	0,5	1,6	0,8	19,9	2,7
	28	8,2	0,4	19,6	0,6	3,8	0,2	13,7	3,5
	42	10,5	0,4	29,1	0,4	2,2	1,2	14,7	4,3
„Fredonia” var. 4n świeża masa — wet weight sucha masa — dry weight	28	17,8	—	21,9	0,04	3,1	0,2		
	42	11,8	0,2	23,2	0,1	2,3	0,6		
	28	14,3	—	20,0	0,1	2,3	0,3		
	42	11,9	0,3	22,7	0,2	1,8	0,7		

2. Na pożywce pozbawionej sacharozy.

W porównaniu z eksplantatami hodowanymi na pożywce, pozbawionej zarówno azotanu sodu, jak i sacharozy, eksplantaty te charakteryzują się lepszym rozwojem liści. Poza tym wybitnych różnic w przyroście świeżej masy nie ma.

3. Na pożywce pozbawionej azotanu sodu.

Podobnie jak eksplantaty diploidów na analogicznej pożywce eksplantaty tetraploidów wykazują również wybitne zahamowanie różnicowania i rozwoju pędów i przyrost zarówno świeżej masy, jak i suchej.

Bliższe dane o procentowym rozwoju ilości pędów i korzeni di- i tetraploidów jak i % świeżej i suchej masy pędów i korzeni w stosunku do masy eksplantatu na poszczególnych pożywkach, przedstawione są w tabelach 2 i 3.

III. ILOŚĆ AZOTU OGÓLNEGO, BIAŁKOWEGO I ROZPUSZCZALNEGO W EKSPLANTATACH JAK I PĘDACH PO 6-TYGODNIOWYM OKRESIE WZROSTU

Dane dotyczące azotu ogólnego, białkowego i rozpuszczalnego eksplantatów na poszczególnych pożywkach przedstawione są na rycinie 5. Ilość azotu ogólnego jak i białkowego w pędach największa jest u eksplantatów hodowanych na pożywce zawierającej azotan sodu, a pozbawionej sacharozy, najmniejsza natomiast w pędach eksplantatów hodowanych na pożywce zawierającej sacharozę, a pozbawionej azotanu sodu.

U tetraploidów natomiast ilość azotu ogólnego, jak i białkowego, jest najmniejsza u eksplantatów hodowanych na pożywce pozbawionej zarówno azotanu sodu, jak i sacharozy, natomiast u eksplantatów na pozostałych pożywkach utrzymuje się mniej więcej na tym samym poziomie. Podobnie jak u diploidów największą ilość azotu ogólnego stwierdzono w pędach eksplantatów hodowanych na pożywce zawierającej azotan sodu, a pozbawionej sacharozy, najmniejszą zaś w pędach eksplantatów hodowanych na pożywce zawierającej sacharozę, a pozbawionej azotanu sodu. Ze względu na ograniczoną ilość materiału, w pędach tetraploidów oznaczano tylko azot całkowity.

Ilość azotu białkowego i ogólnego u eksplantatów odmiany tetraploidalnej, począwszy od wartości wyjściowej, po 6-tygodniowym okre-

Ryc. 5. Azot całkowity, białkowy i rozpuszczalny w eksplantatach po 6 tygodniach hodowli na pożywkach: 1 — (—)sacharoza (—)NaNO₃; 2 — (—)sacharoza (+)NaNO₃; 3 — (+)sacharoza (—)NaNO₃; 4 — (+)sacharoza (+)NaNO₃; a — N białkowy eksplantatów wraz z kalusem; b — N rozpuszczalny eksplantatów wraz z kalusem; c — N całkowity pędów; d — N rozpuszczalny pędów

Total, protein and soluble nitrogen in explants after 6 weeks of cultivation on mediums: 1 — (—)saccharose (—)NaNO₃; 2 — (—)saccharose (+)NaNO₃; 3 — (+)saccharose (—)NaNO₃; 4 — (+)saccharose (+)NaNO₃; a — protein N of explants with calluses; b — soluble N of explants with calluses; c — total N of shoots; d — soluble N of shoots

się wzrostu na analogicznych pożywkach, była również wyższa niż u odmiany diploidalnej.

Powyższe dane, obejmujące masę wyjściową eksplantatu i rozwinięty w trakcie hodowli kalus, stanowią, jak zaznaczono na wstępie, średnią z 70 eksplantatów u diploidów, zaś u tetraploidów średnią z 18 eksplantatów. Oddzielnych analiz zawartości azotu w pojedynczych eksplantatach nie przeprowadzono.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

Rezultaty otrzymane w niniejszej pracy, przeprowadzonej na izolowanych fragmentach tkanki cykorii (odmiany „Polanowickiej” 2n i odmiany „Fredonia C₂” 4n), rośliny mającej olbrzymie możliwości regeneracyjne, wskazują, że na proces organogenezy wywiera duży wpływ odżywianie azotowe i cukrowcowe. Wyłączenie z pożywki zarówno sacharozy, jak i azotanu sodu objawia się zahamowaniem organogenezy zarówno pędów, jak i korzeni. Obecność azotanu sodu wpływa wybitnie dodatnio na powstawanie i rozwój pędów, przewyższając trzykrotnie suchą masę eksplantatów hodowanych na pożywce pozbawionej zarówno azotanu sodu, jak i sacharozy, przy czym sucha masa korzeni utrzymuje się na tym samym poziomie. Bardzo ciekawie objawia się wpływ sacharozy przy braku azotanu sodu w pożywce. Wybitnie zahamowana jest organogeneza pędów, stanowiąc 1/5 masy pędów w głodowej przemianie materii, natomiast procentowa ilość korzeni, wynosząca u eksplantatów na dwu poprzednich pożywkach 52—56%, wzrasta do 70%, a sucha masa korzeni zwiększa się trzykrotnie. Na pożywce pełnej rozwój eksplantatów i stosunek masy pędów do korzeni znacznie wzrasta. Korzenie rozwijają się począwszy już od 4 tygodnia hodowli na wszystkich eksplantatach.

Świeża masa eksplantatów wzrasta na wszystkich pożywkach. Sucha masa natomiast wzrasta tylko na pożywce zawierającej sacharozę oraz sacharozę i azotan sodu, maleje zaś u eksplantatów hodowanych na pożywce pozbawionej sacharozy lub sacharozy i azotanu sodu.

Tetraploidy, stanowiące w niniejszej pracy materiał mniej liczny, wykazują zupełną analogię w rozwoju na poszczególnych pożywkach.

Charakterystycznych różnic, objawiających się zazwyczaj w większej masie wegetatywnej poliploidów, nie stwierdzono.

Jak wynika z doświadczeń polowych, przeprowadzonych przez Łachowską (w druku) plon korzeni odmiany „Polanowickiej” jest większy i wynosi 181,6 q/ha, natomiast tetraploidalnej odmiany „Fredonii” 82,4 q/ha. Również plon liści jest prawie dwukrotnie większy. Procent inuliny natomiast w obu odmianach jest prawie równy.

Jak wynika z doświadczeń przeprowadzonych w niniejszej pracy, ilość azotu tak ogólnego jak i białkowego eksplantatów odmiany tetraploidalnej, począwszy od wartości wyjściowej, na poszczególnych pożywkach jest większa niż odmiany diploidalnej, co jest zgodne z badaniami przeprowadzonymi na innych roślinach rolniczo użytkowych.

(Wpłynęło: 3.6.1960 r.)

SUMMARY

Gautheret's experiments (1941, 1947) made on explants taken from roots and root bulbs of three plants of the *Compositae* family showed that the succory explants differed widely from the explants of Jerusalem artichoke and salsify. The explants of succory developed not only calluses but also stems with leaves and roots. It is possible to inhibit the great capacity of succory for producing shoots and roots by applying heteroauxins and to stimulate simultaneously the growth of calluses.

Besides heteroauxins many other substances and factors exercise an influence upon organogenesis (Skoog 1944, 1950, 1953, 1955).

Among the examined carcinogenic substances o-aminoozotoluene had the greatest capacity to inhibit growth and organogenesis of the tissues of succory roots (Rogozińska, 1958).

The aim of the present paper is to compare the succory explants (diploid variety Polanowicka and tetraploid variety „Fredonia C₂”) in cultures in vitro on a complete medium, with those devoid of sources of carbon and nitrogen. It was also investigated the amount of nitrogen (total N, protein N, soluble N) of the explants and of the developing organs after 6 weeks of cultivation in the presence of sugar and nitrogen as well as without these components.

To obtain homogenous explants they were excised with a cork borer of 6 mm in diameter from 1/3 of the morphologically upper part of the root and cut into 10 mm long pieces. The explants contained cambium and equal parts of phloem and xylem. Heller's medium comprised 3% saccharose and 0.9% agar-agar. In media devoid of sodium nitrate or saccharose they were substituted by sodium chloride to equal the osmotic pressure. At the time of isolation and after 2, 4 and 6 weeks of incubation at temperatures of 24–27°C in continuous fluorescent light, the wet and dry weights of the explants were estimated. Total nitrogen and soluble nitrogen were determined by the micro-Kjeldahl method using a selen catalyser, after 6 weeks. Soluble nitrogen was determined in the supernatant after the precipitation of proteins with trichloroacetic acid (final concentration 4%) and after centrifugation.

The results obtained indicate that nitrogen and sugar nourishment have a great influence upon organogenesis. The absence of saccharose and sodium nitrate in the medium inhibits the growth of shoots and roots. On the medium with sodium nitrate the explants grow much better, and after 6 weeks the dry mass of their shoots exceed three times the mass of shoots of the explants cultivated on a starvation medium. The dry mass of the roots of the explants on both these media is on the same level. In the presence of saccharose and a lack of sodium nitrate the shoot organogenesis is prominently inhibited so that the dry mass of these shoots is only 1/5 of those that grow on the starvation medium. On both previously mentioned media the number of roots is 52–56% while on the medium with saccharose but without sodium nitrate it increases to 70%, and as regards the dry mass it increases three times more.

On the medium that contains both saccharose and sodium nitrate the roots of all the explants developed after four weeks. The dry mass of the shoots of the explants on this medium decreases only to half the dry mass of the shoot of explants cultivated on the medium with sodium nitrate but without saccharose.

The growth of tetraploids on different media is analogous.

The characteristic differences usually appearing in greater vegetative masses of the whole tetraploid plants were not confirmed (The detailed values corresponding

to the wet and dry weight of explants with calluses and shoots are represented in the diagrams).

The field experiments carried out by Łachowska (in press) on different varieties of succory proved that the yield of the roots and leaves of the „Polanowicka” variety is more than twice that of the tetraploid variety Fredonia. According to her investigations the percentage of inuline in both varieties is almost the same.

The amount of total nitrogen and protein nitrogen in the initial mass of the tetraploid explants is greater than in that of the diploids and it is greater too after 6 weeks of cultivation on different media; this is in accordance with investigations made on other cultivated plants.

LITERATURA

- Gautheret R. J., 1941, Sur repiquage des cultures de tissus d'Endive, de Salsifis et de Topinambour. *Comptes Rendus Ac. Sc.* 213: 317—318.
- Gautheret R. J., 1947, Action des acides 2,4-dichlorophénoxyacétique et naphthoxyacétique sur le développement de fragments de tissus de Carotte et d'Endive cultivés *in vitro*. *Comptes Rendus Soc. Biol.* 141: 475—477.
- Łachowska H., W druku, Wartość użytkowa cykorii poliploidalnej, *Biul. IHAR*.
- Menoret Y., 1957, Les acides aminés libres de la racine de Carotte et leur évolution au cours de la culture des tissus *in vitro*, *Comptes Rendus Ac. Sc.* 244: 488—499.
- Rogozińska J., 1958, Analiza wpływu substancji rakotwórczych na strukturę i biochemizm tkanek roślinnych hodowanych *in vitro*, *Acta Soc. Bot. Pol.* 27: 429—462.
- Rogozińska J., 1960, Zmienność frakcji azotowych w izolowanych zarodkach *Lupinus mutabilis* Sweet, *Acta Soc. Bot. Pol.* w druku.
- Skoog F., 1944, Growth and organ formation in tobacco tissue cultures, *Am. Jour. Bot.* 31: 19—24.
- Skoog F., 1950, Chemical control of growth and organ formation in plant tissues, *Ann. Biol.* 26: 545—562.
- Skoog F., Miller C., 1953, Chemical control of bud formation in tobacco stem segments, *Am. Jour. Bot.* 40: 768—773.
- Skoog F., 1955, Growth factors, polarity and morphogenesis, *Ann. Biol.* 31: 1—13.