Badania nad uprawą *Asparagus sprengeri*

Recherches sur la culture de l'*Asparagus sprengeri*

Z. GUMIŃSKA, M. LISIAK, G. LUDWIKOW, I. MICHALSKA

Ogród Botaniczny Instytutu Botaniki i Biochemii Uniwersytetu Wrocławskiego

Z. Gumińska, M. Lisiak, M. Ludwikow, I. Michalska
(Botanical Gardens, Wrocław University, Kanonia 6/8, Poland)

Research on cultivation of Asparagus sprengeri

Abstract

The best annual crop was obtained when the concentration of modified Hampe nutrient used to replenishing the hydroponic was 0,66‰ at annual dose 50 g of the salt per plant, or the concentration was 0,22‰, but KNO_3 was doublet (1,2 g per liter). When nutrient dose was too small or too high addition of humate to the nutrient was beneficial. Mixture of peat and coal slag provide the best substratum. Gibberelin sprays 100 ppm caused significant increase of percentage of stems longer than 40 cm.

WSTĘP

Na temat asparagusów w literaturze ogrodniczej są bardzo skąpe wiadomości (Wóycicki 1968; Post 1952). Wiadomo, że asparagusy pochodzą z podzwrotnikowej Afryki i Azji, rośnie ich tam około 300 gatunków. W ogrodnictwie ozdobnym najbardziej rozpowszechnione są dwa gatunki: *Asparagus sprengeri* i *A. plumosus*.

Według Gericke'go (1946) *Asparagus sprengeri* optymalny plon daje w 4 tym roku uprawy — w pierwszym natomiast powstają liczne, krótkie i gęste pędy o małej wartości handlowej.

Ponieważ *Asparagus sprengeri* jest bardzo rozpowszechniony w ogrodnictwie z racji swych dekoracyjnych pędów, postanowiono dokładnie go przebadac.

W pracy Gumińskiej, Kukulczanki i Graczówny (1967) najlepsze wyniki uprawowe *A. sprengeri* uzyskano przy stałym dolewaniu do uprawy hydroponicznej zmodyfikowanej pożywki Hampe'a, tzw. wersalskiej o stężeniu 0,6‰, które w tym doświadczeniu było war-

tością graniczną. Praca niniejsza jest dalszym ciągiem stale opracowywanej metody hydroponicznej, uprzednio dokładnie opisanej (Gumińska 1965; Gumińska, Kukułczanka, Graczówna 1967; Gumińska, Augustyn, Graczówna i Sulej 1968).

Doświadczenia miały na celu zbadanie kilku zagadnień: 1) określenie optymalnego nawożenia w uprawie hydroponicznej oraz całkowitego zapotrzebowania soli w okresie roku; 2) zbadanie różnych metod uprawy i różnych podłoży; 3) znalezienie sposobu uzyskania wydłużonych pędów; 4) przebadanie wpływu humianu.

Zastosowanie humianu w oprysku opiera się na wynikach pracy Gumińskiej i współpracowników (1970), Prata (1963), Catsky'ego (1958).

W poszukiwaniu czynników wpływających na wydłużenie pędów zastosowano giberelinę, gdyż stwierdzono jej działanie stymulujące wydłużanie pędów wielu gatunków. Z uwagi na duże wymagania nawozowe *A. sprengeri* zastosowano metodę oprysku dodatkową pożywką 0,25% oraz odłuszczonym mlekiem, rozcieńczonym 10-ciokrotnie wodą. Doświadczenia przeprowadzone wcześniej przez Gumińską (nie opublikowane), polegające na opryskiwaniu pomidorów zaatakowanych przez wirusy wodnym roztworem mleka, pozwalały przypuszczać, że rośliny te wykorzystywały aminokwasy, których synteza w roślinie zaatakowanej wirusem była ograniczona.

METODYKA OGÓLNA

Doświadczenia przeprowadzano w 6 powtórzeniach, w szklarniach Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego w okresie od 1.II.1969 do 15.III.1970, przy temperaturze lata wahającej się od 15 do 30°C i temperaturze zimy 10 do 20°C, wilgotności względnej 70 do 80%.

1. Ściółki. Do wszystkich doświadczeń hydroponicznych użyto ściółki żużlowo-torfowej. Do doświadczenia mającego na celu zbadanie różnych podłoży zastosowano następujące ściółki: 1) torf + żużel, 2) torf, 3) torf + węgiel brunatny, 4) węgiel brunatny. Jako kontrolę wzięto uprawę ziemną (w doniczkach) z humianem i bez humianu.

Charakterystyka materiałów używanych jako podłoże przedstawia się następująco:

a) torf ogrodniczy, „balotowy” z torfowisk wysokich, którego pH doprowadzono do 6,5 przy pomocy ługu sodowego.

b) żużel pochodzący z pieców centralnego ogrzewania rozdrabniano do wielkości orzecha włoskiego, który przemywano wodą celem usunięcia siarczków.

c) węgiel brunatny z Turowa.

d) ziemia ogrodnicza o następującym składzie: 2 części ziemi inspektowej + 1 część przegniłego obornika + 1 część torfu + 1 część piasku.

Stosunki objętościowe ściółek mieszanych były następujące: torf : żużel = 2 : 1; torf : węgiel brunatny = 1 : 1.

2. P o ż y w k a. W doświadczeniach stosowano pożywkę wg Hampe'a, zmodyfikowaną przez Z. G u m i ń s k ą, o stężeniu trzykrotnie większym, co wynikało z poprzednich doświadczeń na *A. sprengeri* (G u m i ń s k a, K u k u ł c z a n k a i G r a c z ó w n a 1967).

	g/l
superfosfat	0,5
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,7
KNO_3	0,6
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,3
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	0,1

mikroelementy: H_3BO_3 , MnSO_4 , ZnSO_4 , CuSO_4 , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ po 0,6 mg/l.

Do doświadczenia, mającego na celu znalezienie czynnika wpływającego na wydłużenie pędów użyto nieco innej (stosując stężenie podwójne) poniżej podanej pożywki: w g/l l:

superfosfat	0,7
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,7
KNO_3	0,7
NH_4NO_3	0,1
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	0,1
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,25

Mikroelementy jak w poprzedniej pożywce.

pH pożywki utrzymywano w granicach 6 do 6,4, używając w miarę potrzeby do alkalizacji ługu sodowego, a do zakwaszania kwasu siarkowego. Stosunek $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O}$ pierwszej pożywki wynosił 1 : 0,50 : 1,44, a drugiej analogicznie 1 : 0,54 : 1,40.

Humian otrzymywano metodą opracowaną w Instytucie Chemii i Technologii Nafty i Węgla Politechniki Wrocławskiej przez dr D. Augustyni i mgr H. Martyniuk. Nitrowano węgiel brunatny mieszaniną kwasu siarkowego i azotowego (100 g węgla o wilgotności 20% rozdrobnionego do średnicy 0,2 mm traktowano 10 ml stężonego H_2SO_4 + + 100 ml 5 n HNO_3), następnie po godzinie półpłynną mieszaninę zobojętniano do $\text{pH} = 8$ 10% wodą amoniakalną, suszono przy temperaturze poniżej 80°C, rozdrabniano do wielkości poniżej 0,2 mm. Preparat ten zawierał 50% rozpuszczalnych w wodzie humianów. Aktywność biologiczna humianu była sprawdzana na teście nie wietrzonych kultur wodnych siewek pomidorów i porównywana z działaniem humianu otrzymana-

nego z kompostu w zakładzie Fizjologii Roślin (metodyka: Gumińska 1958). Humian stosowano według optymalnej dawki sprawdzonej w poprzedniej pracy (Gumińska Z., Augustyn D., Graczówna M. i Sulej J. 1968) w ilości 100 mg rozpuszczalnych humianów na 1 litr pożywki, w której rosły rośliny (czyli 200 mg wyżej opisanego preparatu).

4. Naczynia. W uprawach hydroponicznych używano słoje szklanych, tzw. „weków” o pojemności 1 litra i miseczek plastikowych z wywierconymi w dnie otworami. W miseczkach umieszczano ściółkę i rośliny. Słoje pomalowano z zewnątrz farbą czarną, a następnie białą, aby zabezpieczyć pożywkę przed działaniem światła i nagrzewaniem. W uprawie doniczkowej użyto doniczek o średnicy 11 cm, pojemności 1 litra. Rośliny w uprawach wiszących były wsadzane do koszyczków o wymiarach 13 cm × 13 cm × 9 cm. Były to drewniane szkielety wyłożone siatką nylonową, tak że objętość podłoża w koszyczkach wynosiła 1 litr.

5. Materiał. Nasiona kielkowano w piasku na początku lutego; po wykiełkowaniu przenoszono do torfu i podlewano pożywką. Rośliny o trzech pędach długości około 10 cm przesadzano 9.V. do odpowiednich upraw, do poszczególnych doświadczeń.

W ciągu 11 miesięcy uprawy dokonano dwukrotnie cięcia gałązek: po 6 i 11 miesiącach. Ścinano gałązki wykształcone i półdrewniałe. Ważono świeżą masę i liczono ogólną ilość gałązek, mierzono ich długość i wyróżniono trzy grupy: 1) poniżej 30 cm, 2) 30—40 cm, 3) powyżej 40 cm. W doświadczeniu mającym na celu znalezienie czynników wpływających na wydłużenie pędów mierzono długość międzywęźli i liczono ich liczbę.

W ciągu uprawy kultury kilkakrotnie opryskiwano przeciw owadom środkami systemicznymi na zmianę z kontaktowymi. Przy pierwszym oprysku środkami systemicznymi młode pędy uległy zniszczeniu.

6. Obliczenia statystyczne. Zastosowano wzór dla serii zmiennych niezależnych. Otrzymaną wartość mnożono przez współczynnik dla liczby stopni swobody, otrzymując tzw. przedział ufności.

WYNIKI

Optymalne stężenie pożywki w kulturze hydroponicznej

W doświadczeniu I (tab. 1) użyto pożywki podanej w metodyce ogólnej w stężeniu: 0,22‰, 0,44‰, 0,66‰ i 0,88‰ soli w pożywce. Powtórzono te same kombinacje z dodatkiem 100 mg rozpuszczalnych humianów.

Rośliny rosnące na pożywce o stężeniu 0,22‰ + humian najszybciej dosięgnęły korzeniami pożywki. W początkowym okresie rozwojowym ta niska koncentracja soli z dodatkiem humianu była dla roślin najkorzystniejsza, przy czym działanie humianu było istotne — statystycznie udo-

Tabela 1 — Tableau 1

Wpływ różnych stężeń pożywki i dodatku humianu w uprawie hydroponicznej na plon *Asparagus sprengeri*. Średnie z 6 powtórzeń
 Influence des diverses concentrations des solutions et de celles-ci avec humate dans la culture hydroponique sur la récolte d'*Asparagus sprengeri*. Moyennes de 6 répétitions

Stężenie pożywki % Concentration de la solution en %.	Pierwsze cięcie Première récolte			Drugie cięcie Deuxième récolte			Ogólny plon Récolte totale		
	Świeża masa Matière fraîche g	Sumaryczna długość pędów Longueur sommaire des pousses cm	% gałązek długich ponad 40 % des pou- sses de plus de 40 cm	Świeża masa Matière fraîche g	Sumaryczna długość pędów Longueur sommaire des pousses cm	% gałązek długich ponad 40 % des pou- sses de plus de 40 cm	Świeża masa Matière fraîche g	Sumaryczna długość pędów Longueur sommaire des pousses cm	% gałązek długich ponad 40 % des pou- sses de plus de 40 cm
0,22	31,9	621,0	10,3	19,6	260,0	12,4	51,5	881,0	10,5
0,22+humian	59,6	1022,6	24,2	28,0	437,0	29,1	87,6	1459,6	23,0
0,44	45,6	876,0	17,2	22,3	398,0	22,5	67,9	1274,0	18,4
0,44+hum.	37,2	734,0	12,4	16,4	205,6	13,5	53,6	939,6	12,4
0,66	58,1	893,0	21,3	36,1	565,0	34,4	94,2	1458,0	28,6
0,66+hum.	42,3	820,0	10,2	20,8	475,8	26,0	63,1	1296,2	19,1
0,88	28,5	508,8	16,2	21,5	314,1	15,3	50,0	812,9	15,8
0,88+hum.	29,8	643,3	9,3	27,5	312,0	10,8	57,3	955,3	9,8
Przedział ufności Intervalle de confiance	10,8	82,2		11,3	64,5		9,2	91,3	

wodnione. Najwyższy plon ogólny tak pod względem ciężaru gałązek, jak ich długości oraz największą liczbę gałązek długich (ponad 40 cm) uzyskano z roślin uprawianych na pożywce 0,66‰. W tym wypadku humian działał niekorzystnie. Jednak plon z kombinacji 0,22‰ + humian dorównywał plonowi z kombinacji 0,66‰ bez humianu.

Rośliny rosnące na pożywce o stężeniu 0,88‰ soli w pożywce nie tylko dały niższy plon, lecz miały wygląd roślin chorych — dużo pędów zasychało począwszy od wierzchołków, rośliny miały dużo krótkich gałązek koloru ciemnozielonego. W tej kombinacji humian działał raczej korzystnie, co nie zostało jednak statystycznie udowodnione.

Optymalne nawożenie na okres roku

W doświadczeniu II (tab. 2) zastosowano dawki roczne soli mineralnych na jedną roślinę w następujących ilościach: 40 g, 45 g, 50 g i 60 g, w stężeniu $\pm 0,3‰$ oraz te same kombinacje z dodatkiem humianu. 80‰ każdej z wyżej wymienionej dawki stosowano w okresie od 1.III. do 30.XI, a 20‰ w okresie od 1.XI do 1.III, uzupełniając pożywkę co 2 tygodnie. W razie konieczności zwiększenia objętości pożywki w naczyniu pożywkę uzupełniano w międzyczasie wodą. Rośliny kontrolne rosły w pożywce o stężeniu 0,66‰ oraz 0,66‰ + humian, do których w miarę ubytku pożywki dolewano stale pożywki 0,66‰.

Największy plon świeżej masy gałązek, jak też najwięcej gałązek i największą liczbę gałązek długich uzyskano z roślin rosnących na dawce rocznej 50 g. Dodatek humianu działał korzystnie tylko przy najniższej dawce rocznej. Rośliny z optymalnych dawek rocznych dały wyższe plony niż rośliny kontrolne rosnące przy dolewaniu stale pożywki o optymalnym stężeniu 0,66‰.

Badanie różnych metod uprawy i różnych podłoży

W doświadczeniu III (tab. 3) zastosowano trzy sposoby uprawy: wiszącą, doniczkową i hydroponiczną. W każdej uprawie użyto 4 rodzaje ściółek: 1) torf + żużel, 2) torf, 3) torf + węgiel brunatny, 4) węgiel brunatny. Jako kontrolę zastosowano uprawę ziemną w doniczkach z humianem i bez humianu. Skład ziemi i pożywki podano w metodyce ogólnej.

Uprawy wiszące i doniczkowe podlewano 50 ml pożywki 0,6‰ co drugi dzień, zimą podlewano co 4 dzień. W uprawach hydroponicznych stosowano tę samą pożywkę utrzymując jej poziom na połowie wysokości słoja, zapewniając w ten sposób dużą przestrzeń powietrzną. Do uprawy ziemnej z humianem stosowano raz na miesiąc 50 mg rozpuszczalnych humianów na doniczkę.

Tabela 2 — Tableau 2

Wpływ różnych rocznych dawek soli mineralnych i humianu na plon *Asparagus sprengeri*. Średnie z 6 powtórzeń. Kultura hydroponiczna
 Influence des diverses doses annuelles des sels minéraux et de celles-ci avec humate sur la récolte d'*Asparagus sprengeri*. Moyennes de 6 répétitions. La culture hydroponique

Dawka roczna w g Dose annuelle g	Pierwsze cięcie Première récolte			Świeża masa Matière fraîche g	Drugie cięcie Deuxième récolte			Ogólny plon Récolte totale		
	Świeża masa Matière fraîche g	Sumaryczna długość pędów Longueur sommaire des pousses cm		% gałązek długich ponad 40 % des pou- sses de plus de 40 cm	Świeża masa Matière fraîche g	Sumaryczna długość pędów Longueur sommaire des pousses cm		Świeża masa Matière fraîche g	Sumaryczna długość pędów Longueur sommaire des pousses cm	
40	33,3	645,7	28,3	26,9	402,0	24,6	60,2	1047,7	26,2	
40 + hum.	45,6	773,0	24,2	30,5	322,0	28,4	76,1	1095,0	27,3	
45	50,8	1045,0	29,0	29,5	539,0	27,5	78,8	1584,0	27,9	
45 + hum.	37,5	948,0	19,6	27,5	421,5	21,2	65,0	1369,5	18,9	
50	54,3	1012,0	32,2	40,0	582,0	29,4	94,3	1594,0	31,3	
50 + hum.	36,3	823,3	26,1	18,4	349,5	19,1	54,7	1172,8	22,6	
60	45,1	834,0	16,0	28,1	470,0	21,5	73,2	1304,0	18,4	
60 + hum.	49,5	705,4	14,5	22,0	479,0	20,6	71,5	1184,4	17,2	
Kontrola										
0,66% pożywka dole- wana	38,6	726,0	30,4	36,2	570,0	27,2	74,8	1296,0	29,1	
0,66% + hum.	48,8	709,0	24,2	27,1	484,0	14,6	75,9	1193,0	18,3	
Przedział ufności Intervalle de confiance	12,4	98,9		16,3	103,6		7,9	112,3		

Tabela 3 —

Wpływ różnych podłoży i różnych metod uprawy na plono-
Influence de diverses litières et méthodes de cultures sur

Metody uprawy Méthodes de culture	Podłoża Litières	Świeża masa g Matière fraîche en g Zbiór — Récolte			Ilość pędów Quantité des pousses Zbiór — Récolte		
		I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale
Wisząca Culture en suspension	1. Torf + żużel Tourbe et scories	58,5	72,0	130,5	29,6	20,6	50,2
	2. Torf Tourbe	11,3	24,9	36,2	19,6	17,0	36,6
	3. Torf + węgiel Tourbe et lignite	38,6	54,7	83,3	30,6	19,6	50,2
	4. Węgiel Lignite	15,5	46,8	62,3	22,8	18,6	41,4
Hydropo- niczna Culture hydropo- nique	5. Torf + żużel Tourbe et scories	33,1	38,0	71,1	31,8	15,6	47,4
	6. Torf Tourbe	24,4	34,6	59,0	23,8	12,2	36,0
	7. Torf + węgiel Tourbe et lignite	40,3	34,6	74,9	28,6	20,4	49,0
	8. Węgiel Lignite	56,6	41,6	98,0	39,4	13,8	53,2
Doniczkowa Culture en pots	9. Torf + żużel Tourbe et scories	52,1	22,9	75,0	28,0	11,6	39,6
	10. Torf Tourbe	18,5	8,1	26,6	22,8	11,2	34,0
	11. Torf + węgiel Tourbe et lignite	33,4	17,9	51,3	24,4	11,6	36,0
	12. Węgiel Lignite	24,1	21,0	45,1	25,2	11,0	36,2
Kontrola Témoin	13. Ziemia en terre	11,5	24,6	36,0	12,2	10,8	23,0
	14. Ziemia + hum. en terre + hum.	12,7	24,9	34,3	13,2	11,6	24,8
Przedział ufności Intervalle de confiance		12,8	12,1		7,2	5,2	

I cięcie. W uprawach wiszących największy plon pod względem świeżej masy dała kombinacja, w której ściółką był torf + żużel, następnie ściółka torfowo-węglowa. Ściółka węglowa i torfowa dały odpo-

Tableau 3

wanie *Asparagus sprengeri*. Średnie z 6 powtórzeń
la récolte d'*Asparagus sprengeri*. Moyennes de 6 répétitions

Poniżej 30 cm % ogólnej ilości Moins de 30 cm % du totale Zbiór - Récolte			30—40 cm % ogólnej ilości 30—40 cm % du totale Zbiór - Récolte			Powyżej 40 cm % ogólnej ilości Plus de 40 cm % du totale Zbiór - Récolte		
I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale
55,1	19,8	40,6	29,0	21,5	26,5	14,8	58,6	32,9
93,7	41,8	69,8	4,9	31,9	17,3	1,4	26,2	12,8
66,8	20,3	47,4	25,0	26,0	25,4	8,1	53,6	27,1
89,0	45,9	67,8	9,5	20,5	14,8	1,5	33,6	17,3
75,0	32,4	59,5	19,0	33,3	24,2	6,0	34,3	16,3
67,4	38,3	56,2	21,7	34,6	26,7	10,8	27,1	17,1
63,7	25,7	50,0	24,2	33,6	27,7	12,1	40,7	22,3
63,3	31,6	54,2	25,2	18,4	23,1	11,6	50,0	21,1
52,9	34,6	46,8	25,1	20,5	23,6	22,0	44,8	29,9
79,0	88,1	82,0	16,9	6,8	13,7	4,1	5,1	4,4
59,3	42,7	54,1	25,7	26,7	26,0	15,0	30,6	20,0
63,9	45,9	57,6	25,0	21,6	23,9	11,1	32,4	18,3
79,0	43,2	61,9	14,8	38,1	22,5	6,2	25,7	15,5
82,0	48,0	65,8	12,0	20,0	15,8	6,0	32,0	18,3

wiednio cztero- i pięciokrotnie niższy plon w porównaniu z najlepszą. Ze względu na liczbę i jakość gałązek również mieszanina: torf + żużel i torf + węgiel okazały się najbardziej korzystne w tej metodzie uprawy.

W uprawie hydroponicznej ściółka węglowa okazała się najlepsza, dając największą świeżą masę, największą liczbę i najlepszą jakość gałązek. Ściółka torfowa była najmniej korzystna.

W uprawach doniczkowych stwierdzono podobne zależności plonu ściółek, jak w uprawie wiszącej.

Ziemia i ziemia + humian dały najniższy plon ze wszystkich kombinacji i ze względu na świeżą masę, jak też na liczbę gałązek. Podobnie niski plon dała tylko kombinacja ze ściółką torfową w uprawie wiszącej. Różnice między kombinacjami ziemia i ziemia + humian leżą w granicach błędu doświadczalnego.

Porównując plony z poszczególnych upraw widać, że najkorzystniej wypadły uprawy hydroponiczne. Różnice w plonach świeżej masy pomiędzy poszczególnymi ściółkami są mniejsze, a liczba gałązek jest nieco większa niż w uprawie doniczkowej i wiszącej.

Między uprawą wiszącą a doniczkową nie było większych różnic, tak pod względem świeżej masy, jak i liczby gałązek; dosyć duże jednak różnice wystąpiły w jakości plonu. Uprawa doniczkowa dała procentowo więcej gałązek długich, tzn. dłuższych od 40 cm.

Każda z wyżej omawianych upraw dawała lepsze wyniki niż uprawa kontrolna (ziemia i ziemia + humian).

II cięcie. (tab. 3) W uprawach wiszących, tak jak przy pierwszym cięciu, najlepszy efekt dały ściółki: torf + żużel i torf + węgiel brunatny. Znacznie podwyższył się plon na ściółce węglowej; nie było już tak wielkiej różnicy między ściółką torfowo-żuźlową a węglową, jak przy pierwszym cięciu.

W uprawach hydroponicznych, podobnie jak przy pierwszym cięciu, najwyższy plon otrzymano na ściółce węglowej. Świeża masa z pozostałych ściółek jest jednak nie wiele niższa i leży w granicach błędu.

Ciekawy wynik uzyskano w uprawie doniczkowej. Wszystkie cztery rodzaje ściółek dały gorszy plon niż uprawy ziemne (lecz niektóre w granicach błędu). Nie było różnic w liczbie gałązek między poszczególnymi kombinacjami podłoży w tej uprawie, lecz jakościowo lepsze, to znaczy najdłuższe otrzymano na ściółce torf + żużel.

Przy drugim cięciu wystąpiły większe różnice między poszczególnymi uprawami. Najlepszą okazała się uprawa wisząca, dając najwięcej gałązek i największą świeżą masę.

Uprawa hydroponiczna była nieco gorsza od wiszącej, ale nie wystąpiły tu prawie żadne różnice w świeżej masie przy poszczególnych ściółkach, w przeciwieństwie do uprawy wiszącej, gdzie różnica między plonem najlepszym a najgorszym była duża, (ciężar świeżej masy ze ściółki torfowej trzy razy mniejszy od ciężaru świeżej masy ze ściółki torfowo-żuźlowej).

Uprawa doniczkowa wypadła bardzo niekorzystnie, bo i pod wzglę-

dem świeżej masy i ilości gałązek nie przewyższała kontroli, a nawet w przypadku ściółki torfowej była znacznie gorsza.

Analizując sumaryczne plony (tab. 3) z poszczególnych kombinacji widać, że najlepszą kombinacją była ściółka : torf + żużel w uprawie wiszącej, następnie węgiel brunatny oraz węgiel brunatny + torf w uprawie hydroponicznej. Ściółka torfowa we wszystkich uprawach dała najniższy plon. Kombinacja ziemia i ziemia + humian nie różniła się między sobą.

Z uprawy hydroponicznej otrzymano stosunkowo wysoki plon przy wszystkich rodzajach ściółki.

Uprawa wisząca i doniczkowa dały bardzo zróżnicowany plon w zależności od rodzaju ściółki, z tym, że uprawa wisząca ogólnie dała wyższy plon od doniczkowej.

Wszystkie trzy sposoby uprawy dały w początkowej fazie wzrostu *A. sprengeri* przyspieszenie w stosunku do kontroli. W dalszej fazie wzrostu kontrola ziemna wyrównała się z uprawą doniczkową.

Mimo że doświadczenie trwało tylko rok, zaobserwowano, podobnie jak w doświadczeniu Gerick'e'go (1946), że im starsza jest uprawa, tym mniej daje gałązek, lecz są one dłuższe. Dosyć wyraźnie widać to porównanie między pierwszym cięciem (dużo krótkich gałązek) a drugim (mniej gałązek, ale są one dłuższe).

Wpływ niektórych substancji chemicznych na wydłużenie pędów

Doświadczenie IV (tab. 4) prowadzono w uprawie hydroponicznej według drugiego składu pożywki podanej w metodyce ogólnej. Ponieważ w ogrodnictwie znane jest stosowanie gnojówki do nawożenia *Asparagus sprengeri*, zastosowano w tym doświadczeniu pożywkę, w której część azotu podano w formie amonowej.

Ad 1. Oprysk wodą w porównaniu do kontroli bez oprysku nie wpłynął na liczbę i długość międzywęźli, a tym samym na długość pędów (tab. 4), lecz wpłynął korzystnie na zwyczaję plonu świeżej masy, jak i liczbę pędów.

Ad 2. Oprysk pożywką nie dał statystycznie udowodnionej zwyczajki plonu, lecz wpłynął na jego jakość, dając duży procent pędów długich ponad 40 cm (drugie miejsce po giberelinie 0,1 mg na 1 l).

Ad 3. Oprysk mlekiem powodował nieznaczne zwiększenie długości oraz liczby międzywęźli (stwierdzone w I cięciu), lecz obniża plon.

Ad 4 i 10. Humian w postaci oprysku wpłynął na zwiększenie liczby międzywęźli, nie wpłynął na plon ogólny, ani na liczbę pędów, ani na ciężar świeżej masy. Humian dodany do pożywki, w której rosły rośliny, zwiększa długość międzywęźli, a także ich liczbę, zwłaszcza w początkowym okresie rozwoju (I cięcie), lecz nie wpływa na wysokość plonów.

Wpływ niektórych substancji chemicznych na ilość i długość między-
Influence de certains substances chimiques sur la quantité et la longueur des segments

Sposób stosowania Manier d'agir	Substancje chemiczne Substances chimiques	Międzywęzła w 2 zbiorach Des segments dans 2 récoltes				Długość pędów w 2 zb. Longueur des pousses dans 2 récoltes cm	
		Ilość Quantité		Długość Longueur mm		I	II
		I	II	I	II		
Oprysk Vaporisa- tion	1. Woda L'eau	27,0	34,2	8,8	8,4	23,8	28,7
	2. Pożywka Solution	28,6	36,6	8,5	9,2	24,2	33,7
	3. Mleko Lait	35,8	43,8	9,6	9,5	34,4	41,6
	4. Humian Humate	34,2	41,6	8,9	6,3	30,4	26,2
	5. Pożywka + hu- mian Solution + hu- mate	33,2	40,2	8,1	7,6	26,9	30,6
	6. Giberelina Giberelline 0,1 mg/l	29,8	39,8	8,8	10,9	26,2	43,4
	7. Giberelina Giberelline 1,0 mg/l	30,8	46,2	9,8	12,0	30,2	55,4
	8. Giberelina Giberelline 10,0 mg/l	32,0	30,8	8,7	9,1	27,8	28,0
	9. Kontrola bez oprysku Témoin sans vaporisation	31,4	40,0	8,8	10,3	27,6	41,2
W pożywce Dans la solution	10. Humian Humate	33,4	28,5	9,9	12,4	33,1	35,3
	11. Giberelina Giberelline 0,1 mg/l	27,2	29,6	8,3	6,7	22,6	19,8
	12. Giberelina Giberelline 1 mg/l	28,8	32,0	9,5	10,9	27,4	34,8
	13. Giberelina Giberelline 10 mg/l	24,2	30,8	6,2	7,6	15,0	23,4
Przedział ufności Intervalle de confiance		7,2	10,8				

* Mierzone w najdłuższym pędzie. Mesurés dans la plus longue pousse.

Tableau 4

węzli oraz na plon *Asparagus sprengeri*. Srednie z 6 powtórzeń
internodaux* et sur la récolte d'*Asparagus sprengeri*. Moyennes de 6 répétitions

Świeża masa g Matière fraîche en g Plon Récolte			Ilość pędów Quantité des pousses Plon Récolte			% długich pędów ponad 40 cm % des pousses de plus de 40 cm Plon Récolte		
I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale
42,8	21,4	64,2	33,7	17,4	55,1	11,8	36,4	19,3
33,6	35,2	68,8	28,0	13,4	41,4	21,1	39,7	39,7
30,6	25,5	56,1	26,8	15,6	42,4	21,5	41,3	29,3
31,4	27,5	58,9	33,0	15,8	48,8	6,6	24,0	24,0
23,4	18,5	41,9	21,6	12,0	33,6	4,4	17,4	9,1
21,2	21,8	42,8	21,4	11,8	33,2	14,6	45,2	45,2
33,3	15,3	48,6	24,4	9,4	31,8	23,8	48,3	39,9
28,6	18,6	41,2	25,2	11,4	36,6	12,8	16,2	13,5
25,7	16,4	42,1	24,0	9,6	33,6	20,1	50,0	29,3
32,9	13,4	46,3	28,6	10,4	39,0	14,5	13,4	14,3
16,5	9,5	26,0	21,0	8,8	29,8	5,1	11,3	6,5
17,5	12,3	29,8	20,0	6,6	27,4	11,4	26,9	14,8
3,7	4,3	8,0	14,8	6,0	20,8	0	13,3	3,8
10,2	12,6	20,3	6,2	7,4	9,3			

* Mierzone w najdłuższym pędzie. Mesurés dans la plus longue pousse.

Ad 5. Oprysk pożywką z humianem raczej obniżył plon (różnice w granicach błędu).

Ad 6, 7, 8. Wszystkie dawki gibereliny zastosowane w postaci oprysku wpływają na zwiększenie liczby międzywęźli w porównaniu z kontrolą, lecz różnice te nie są udowodnione statystycznie, z wyjątkiem dawki 1,0 mg/l. Wpływ gibereliny zastosowanej w stężeniu 1 mg/l wyraźnie zaznaczył się w II cięciu, szczególnie jeśli chodzi o długość międzywęźli (największa średnia długość pędów).

Pod względem liczby pędów i ciężaru świeżej masy rośliny przyskane gibereliną dają niższy plon od kontroli (tab. 4). Giberelina w dawce 0,1 mg/l w oprysku dała najwyższą liczbę pędów długich, ponad 40 cm, czyli wpłynęła korzystnie na jakość plonu.

Ad 11, 12 i 13. Giberelina we wszystkich trzech stężeniach dodana do pożywki podziałała niekorzystnie obniżając plon, co zostało statystycznie udowodnione.

Wpływ różnych dawek KNO_3 na wydłużanie pędów

Doświadczenie V. Przy zastosowaniu pożywki pierwszej, podanej w metodyce ogólnej, o stężeniu 0,22‰ użyto wzrastających dawek KNO_3 i ułożono następujący schemat doświadczenia (tab. 5), dając na litr pożywki KNO_3 : 1) 0,6 g; 2) 0,6 g + humian; 3) 1,2 g; 4) 1,2 g + humian; 5) 1,4 g; 6) 1,4 g + humian; 7) 1,6 g; 8) 1,6 g + humian.

Rośliny, które rosły w pożywce zawierającej 1,2 g KNO_3 na 1 l pożywki dały największy plon, tak pod względem liczby pędów, jak też ciężaru świeżej masy (tab. 5). Wprawdzie różnice w zestawieniu z dawką 0,6 g KNO_3 mieszczą się w granicach błędu, lecz przeszło dwukrotnie większy procent długich pędów (powyżej 40 cm) przemawia za tym, żeby dawkę 1,2 g KNO_3 uznać za optymalną. Dawka 1,6 g KNO_3 wyraźnie obniżyła plon asparagusów ilościowo i jakościowo. Ta sama kombinacja z dodatkiem humianu daje wyższą świeżą masę niż kontrola. Plon jest lepszy także jakościowo (tab. 5). W początkowym okresie (I cięcie) działanie humianu jest tak korzystne w tej kombinacji, że uzyskuje się średnią długość pędów równą z optymalną dawką saletry potasowej wynoszącą 1,2 g. W drugim cięciu najwyższą średnią długość pędu uzyskano z najniższej dawki saletry potasowej przy dodatku humianu (tab. 5).

DYSKUSJA WYNIKÓW

Pierwsze dwa doświadczenia potwierdzają stwierdzenia Penninga i Felda, że *A. sprengeri* jest rośliną wymagającą bardzo silnego nawożenia. Optimum nawożenia okazało się przy dolewaniu stale pożywki 0,66‰, oraz przy dawce rocznej 50 g na 1 roślinę, podczas gdy optimum roczne-

Tabela 5 — Tableau 5

Wpływ różnych dawek saletry potasowej oraz humianu w pożywce na ilość i długość międzywęźli * oraz na plon *A. sprengeri*. Średnie z 6 powtórzeń

Influence des diverses doses de KNO_3 dans la solution et celle-ci avec humate sur la quantité et longueur des segments internodaux * et sur la récolte d'*Asparagus sprengeri*. Moyennes de 6 répétitions

Dawka saletry potasowej w g na 1 litr pożywki Doses de KNO_3 en g/1 l de solution	Międzywęźla Segments internodaux				Długość pędów Longueur des pousses cm		Świeża masa w g Matière fraîche en g Plon — Récolte		Ilość pędów Quantité des pousses Plon — Récolte		% pędów długich ponad 40 cm % des pousses de plus de 40 cm Plon — Récolte	
	Ilość Quantité		Długość Longueur cm		I	II	I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale
	I	II	I	II								
	I	II	I	II	I	II	I	II	Ogólny Totale	I	II	Ogólny Totale
0,6	34,2	31,2	6,8	6,9	23,2	21,5	28,3	12,1	40,4	26,0	7,4	33,4
0,6 + hum.	23,8	44,0	7,6	8,8	18,1	38,7	15,6	17,7	33,3	17,4	8,4	25,8
1,2	32,6	33,2	9,1	7,5	29,7	24,9	32,3	15,3	47,6	26,0	7,8	33,8
1,2 + hum.	27,4	42,8	7,1	6,5	19,5	27,8	18,0	21,0	39,0	16,8	8,6	25,4
1,4	27,0	39,0	9,3	7,3	25,1	28,5	21,2	15,9	37,1	20,6	6,8	27,4
1,4 + hum.	27,0	28,0	7,2	7,6	19,4	21,3	12,8	9,6	22,4	12,2	5,0	17,2
1,6	17,6	30,4	9,2	6,9	16,2	21,0	16,2	9,5	25,7	18,8	9,0	27,8
1,6 + hum.	30,6	33,0	9,7	8,0	29,7	26,4	31,3	12,6	44,2	19,8	9,6	32,4
Przedział ufności Intervalle de confiance	6,6	9,9					11,2	7,6	13,3	6,6	2,9	6,8

* Mierzone w najdłuższym pędzie — Mesurés dans la plus longue pousse.

go nawożenia w uprawie hydroponicznej dla goździka wynosi 25 g (Gumińska i Graczówna 1970).

Penningsfeld najwyższy plon świeżej masy uzyskał przy podlewaniu kultur piaszkowych pożywką o stężeniu 0,90‰, a najdłuższe pędy — przy pożywce 0,30‰ i 0,50‰. Objawy nadmiaru soli w tej pracy stwierdzono przy dolewaniu pożywki 0,88‰, a Penningsfeld obserwował je w kulturach piaszkowych przy pożywce 1,1‰. Penningsfeld stosował więc wyższe nawożenie. Być może, że różnice między kulturami piaszkowymi i hydroponicznymi polegają na lepszym wykorzystaniu soli w hydroponikach.

W wypadku zbyt niskiego stężenia pożywki, jak też zbyt wysokiego stwierdzono korzystne działanie humianu. W pierwszym wypadku działanie to było istotne (statystycznie udowodnione); przy za wielkim stężeniu soli efekt humusu pozostał statystycznie nie udowodniony. Efekt pierwszy potwierdza wyniki uzyskane przez Jurkowską (1961); oba wypadki potwierdzają wyniki Gumińskiej i współpracowników (1970). Korzystne działanie humianu na długość pędów stwierdzono też przy zbyt niskiej i zbyt wysokiej dawce saletry potasowej w doświadczeniu 5-tym. Humian przy za niskim stężeniu soli ułatwia ich wykorzystanie, a w wypadku zbyt wielkiego stężenia soli działa w pewnym sensie ochronnie — łagodzi toksyczne działanie.

W doświadczeniu mającym na celu przebadanie różnych metod uprawy, przy różnych podłożach, można stwierdzić silną reakcję korzeni *A. sprengeri* na warunki aeracji podłoża. Gdy podłoże stanowił torf, uzyskano najgorsze wyniki, albowiem torf zbijał się, stwarzając najgorsze warunki aeracyjne.

Węgiel brunatny, jako materiał bardzo luźny, był w początkowym okresie wzrostu rośliny w uprawie wiszącej niekorzystnym siedliskiem. W bardzo małym stopniu zatrzymywał wodę z solami mineralnymi, stąd plon przy pierwszym cięciu był niski. Dopiero z biegiem czasu, kiedy system korzeniowy rośliny rozrósł się, a węgiel uległ rozdrobnieniu, powstały lepsze warunki wodno-wyżywieniowe, a w konsekwencji lepszy wzrost *A. sprengeri*.

W podobny sposób dają się wytłumaczyć różnice między poszczególnymi kombinacjami w uprawie doniczkowej. Porównanie odpowiednich kombinacji wiszącej z doniczkową, wyraźnie przemawia na korzyść pierwszej.

Ściółka węglowa w uprawie hydroponicznej dała najlepsze rezultaty, bowiem wysychanie ściółki nie było groźne dla roślin, gdyż dolna część korzeni zanurzona była w pożywce. Zwykłą plonów w podłożu węglowym w uprawie hydroponicznej można tłumaczyć nie tylko dobrymi warunkami aeracyjnymi, lecz także stymulującym działaniem humianów

na wzrost korzeni, zwłaszcza w okresie początkowym. Węgiel brunatny zawiera bowiem około 20 razy więcej humianów aniżeli torf. Na ściółce węglowej i węglowo-torfowej *A. sprengeri* szybciej wytworzył nowe korzenie i pędy niż na innym podłożu.

Ściółka torfowo-żuźłowa okazała się najlepszą w uprawie wiszącej i doniczkowej, bo optymalnie zabezpieczała warunki wodno-aeracyjne.

Ściółka węglowo-torfowa w uprawie wiszącej i doniczkowej okazała się znacznie lepszą od samej ściółki torfowej i lepszą od samej ściółki węglowej — także z uwagi na lepsze warunki wodno-aeracyjne.

W uprawach doniczkowych i wiszących zarówno dostęp tlenu, jak i dostarczanie składników pokarmowych zależy od rodzaju ściółki. Ściółka torfowa w tych warunkach nie pozwalała na dostateczny dostęp powietrza do systemu korzeniowego, węglowa nie zapewniała dobrych warunków wodnych i wyżywieniowych, gdyż nie utrzymywała pożywki.

W drugim cięciu najlepsze wyniki dała uprawa wisząca, najgorsze — doniczkowa. Uprawa hydroponiczna dała mniej więcej taki sam plon, jak przy pierwszym cięciu, jednak lepszy jakościowo, to znaczy dała procentowo więcej gałązek najdłuższych.

Plon uprawy hydroponicznej był istotnie lepszy od uprawy doniczkowej, wagowo był niższy od plonu z uprawy wiszącej, ilościowo dorównywał uprawie wiszącej.

Drugie cięcie było rezultatem wzrostu roślin w okresie zimy, kiedy jest słabsze parowanie i transpiracja i niższa temperatura. Uprawa wisząca miała większą powierzchnię parowania, doniczkowa miała tę powierzchnię ograniczoną, w związku z czym było duże nasycenie ściółek wodą. To wpływało w dużym stopniu na warunki oddychania korzeni w jednej i drugiej uprawie.

Najniższe plony dała uprawa doniczkowa ziemna, przy czym humian stosowany nie dał w zasadzie żadnego efektu. Wynika to z faktu, że żyzna ziemia gnojowa użyta do tej uprawy posiada substancje próchniczne i dodatek humianu nie miał już znaczenia.

Penningsfeld (1960) podaje rezultaty przeprowadzonego doświadczenia w kulturach piaskowych przy różnym nawożeniu po okresie 1,5 roku (wyżej opisane doświadczenia prowadzono jeden rok). Optymalne plony z uprawy wiszącej przekraczają optymalny plon Penningsfelda o 50%, mimo półrocznej różnicy czasowej prowadzonych doświadczeń. Jakość plonu też okazała się znacznie lepsza z uprawy wiszącej aniżeli z uprawy piaskowej Penningsfelda. Stwierdzono w tej pracy wyższość uprawy wiszącej i hydroponicznej nad doniczkową i ziemną.

Z doświadczenia mającego na celu przebadanie czynników wpływających na wydłużenie pędów *A. sprengeri* w pierwszym roku uprawy stwierdzono, że ze wszystkich substancji użytych opryskowo giberelina

w stężeniu 0,1 mg/l i oprysk pożywką 0,25‰ spowodowały największą liczbę pędów o długości ponad 40 cm. Giberelina w stężeniu 1,0 mg/l w oprysku dała największe średnie długości pędów.

Giberelina we wszystkich trzech stężeniach zastosowana w pożywce, na której rośliny rosły, spowodowała zahamowanie wzrostu części „nadziemnych”, a stymulację wzrostu korzeni, co wskazywałoby na działanie gibereliny bezpośrednio w miejscu zadziałania. Nie stwierdzono stymulacji liczby pędów przez giberelinę, podobnie jak u frezji w pracy K u k u ł c z a n k i (1968).

Opryski mlekiem, humianem, gibereliną w dawce 1 mg/l i 10 mg/l wpływają być może na zwiększenie liczby międzywęzli, lecz efekt ten statystycznie jest nie udowodniony.

Podwójna dawka saletry potasowej, wynosząca 1,2 g/l pożywki (przy zastosowaniu pożywki pojedynczej 0,22‰) dała najwyższy plon, który okazał się większy niż uzyskany z kontroli poprzednio opisanego doświadczenia prowadzonego równocześnie w tych samych warunkach, gdzie stężenie pożywki wynosiło 0,51‰. Z tego wynika, że decydującym czynnikiem są azot i potas. Zamiast więc podwajać, czy potrajać całą pożywkę dla uzyskania optymalnego plonu, trzeba tylko podwoić dawkę saletry potasowej.

WNIOSKI

1. W uprawie hydroponicznej dolewanie pożywki o stężeniu 0,66‰ dało maksymalny plon, przy czym w okresie początkowym najkorzystniejsza była pożywka 0,22‰ + humian.

2. Najkorzystniejsza dawka roczna soli, z uwagi na wysokość plonu jak i jego jakość, wynosi 50 g na roślinę.

3. Najkorzystniejszą uprawą dla *Asparagus sprengeri* okazała się uprawa wisząca ze ściółką torfowo-żużlową tak pod względem ilości, jak i jakości plonu.

4. Torf jest ściółką niekorzystną dla *Asparagus sprengeri* we wszystkich metodach uprawy.

5. W uprawie hydroponicznej stwierdzono mniejszą zależność od rodzaju ściółki aniżeli w uprawie wiszącej i doniczkowej, jednak najwyższy plon i najlepszej jakości uzyskano na ściółce z węgla brunatnego.

6. Oprysk gibereliną o stężeniu 0,1 mg/l oraz oprysk pożywką o stężeniu 0,25‰ spowodowały zwiększenie procentu długich pędów powyżej 40 cm.

7. Podwójna dawka saletry potasowej wynosząca 1,2 g/l pożywki, przy nie zmienionym składzie pozostałych soli dała najwyższy ciężar

świeżej masy i najwyższy procent długich pędów. Zamiast podwyższać stężenie całej pożywki wystarczy więc podwoić dawkę saletry potasowej.

8. Istnieje zależność między ilością i długością gałązek a wiekiem *Asparagus sprengeri*. Im starszy jest *A. sprengeri*, tym daje mniej gałązek, lecz gałązki te są dłuższe.

9. W warunkach za małej i za wysokiej dawki soli humian działa korzystnie wpływając tak na ilość, jak na jakość plonu *A. sprengeri*.

Autorki składają serdeczne podziękowanie dr D. Augustyn i mgr H. Martyniuk — pracownikom Instytutu Chemii i Technologii Nafty i Węgla Politechniki Wrocławskiej za przygotowanie i dostarczenie humianu z węgla brunatnego do doświadczeń niniejszej pracy, a mgr M. Gracz-Nalepce za pomoc w technicznym przeprowadzeniu doświadczeń.

(Przyjęto 20.XI.1971.)

RÉSUMÉ

Parmi les expériences ayant pour but de déterminer l'engraisement optimal pour l'*Asparagus sprengeri* dans la culture hydroponique, nous avons obtenu la récolte annuelle la plus élevée en ajoutant sans cesse une solution nutritive d'une concentration de 0,66‰ ainsi qu'avec une dose annuelle d'engraisement de 50 g de mélanges de sels minéraux par plante. Mais lors de la période initiale de culture, les jeunes plantes croissaient mieux avec une solution nutritive plus faible d'une concentration de 0,22‰. Nous avons constaté aussi un résultat semblable de récolte la plus élevée en utilisant tout le temps la solution nutritive normale (de 0,22‰) avec une double dose de nitrate de potassium s'élevant à 1,2 g/l litre.

Comparant trois méthodes de cultures: suspension, hydroponique et en pot, nous avons obtenu les résultats les meilleurs dans la méthode de culture en suspension avec une litière de tourbes et de scories. Dans la culture hydroponique, nous avons constaté une dépendance moindre du genre de litière que dans la culture en suspension et la culture en pot. Dans la culture hydroponique, la récolte la plus élevée et de la meilleure qualité a été obtenue avec une litière de lignite. La tourbe utilisée seule s'est avérée la moins bonne des litières dans toutes les trois méthodes de culture. Cependant la récolte la plus basse a été fournie par la culture en pot avec terre. Nous avons remarqué une grande sensibilité de l'*Asparagus sprengeri* à l'accès d'air aux racines.

Parmi les facteurs exploités afin de rallonger les pousses seules la vaporisation à la giberelline d'une concentration de 0,1 mg/litre et la vaporisation d'une solution d'une concentration de 0,25% ont causé l'accroissement du pourcentage de pousses longues au-delà de 40 cm.

Nous avons également constaté la dépendance entre le nombre et la longueur des pousses de l'*Asparagus sprengeri* et son âge; plus la plante est âgée, moins elle fournit de rameaux, mais plus ces rameaux sont longs.

Dans des conditions défavorables, avec une dose trop faible ou trop élevée de sel, l'humate exerce une influence favorable, aussi bien en ce qui concerne la quantité de la récolte qu'en ce qui concerne sa qualité.

LITERATURA

- Catsky 1958, Vliv oxyhymolitu na mineralni výživu rostlin, Československa biologie 7/2:11.
- Gericke W.F., 1946, The complete guide to soilless gardening, New York.
- Gumińska Z., 1958, Utlénione związki próchniczne jako stymulatory kiełkowania nasion, Acta Soc. Bot. Pol. 27:581.
- Gumińska Z., 1965, Teoretyczne podstawy upraw hydroponicznych, Acta Agrobotanica 15:77.
- Gumińska Z., Augustyn D., Gracz M., Sulej J., 1968, Badania wartości biologicznej ekstraktów huminowych z węgla brunatnego, Węgiel Brunatny, Górnictwo Odkrywkowe 10/4:306.
- Gumińska Z., Kukułczanka K i Graczówna M., 1967, Poszukiwania najodpowiedniejszego stężenia soli mineralnych w pożywce i ściółce upraw hydroponicznych dla niektórych roślin ozdobnych, Acta Agrobotanica 20:153.
- Gumińska Z., Graczówna M., Łukasiewicz B., Koniarek M., Osmelak M., Paluch B., 1970, Wpływ humianu z węgla brunatnego na rozwój roślin, Acta Agrobotanica (praca w druku).
- Gumińska Z. i Graczówna M., 1970, Optymalne nawożenie goździków w uprawie hydroponicznej, Ogrodnictwo 4:113.
- Hampe P., 1938, Les solutions nutritives pour cultures dans l'eau, Jardinage 26:23.
- Jurkowska H., 1961, Węgiel brunatny jako czynnik buforujący, Zeszyty Naukowe WSR, Kraków, nr 12:89.
- Kukułczanka K., 1969, Badania nad wpływem czynników chemicznych i fizycznych na zwiększenie współczynnika rozmnażania wegetatywnego bulw frezji, Acta Agrobotanica 22:325.
- Maciejewska-Potapczykowa M., 1967, Substancje wzrostowe roślin, PWRiL, Warszawa.
- Muromcev G.S., Pen'kov L.A., 1964, Gibereliny, PWRiL, Warszawa.
- Penningsfeld F., 1960, Die Ernährung in Blumen und Zierpflanzenbau, Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- Post K. Ph. D., 1952, Florist crop production and marketing, New York, Orange Judd Publishing Company, INC.
- Pratt S., 1963, Permeability of plant tissues to humic acid, Biologia Plantarum 5:279.
- Wóycicki S., 1968, Uprawa roślin ozdobnych, PWRiL, Warszawa.