

ZASTOSOWANIE SUBSTRATÓW SŁOMIASTYCH DO POPLONOWEJ UPRAWY SAŁATY MASŁOWEJ

Agnieszka Stępowska¹, Jacek S. Nowak²

¹Institut Warzywnictwa, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: astepow@inwarz.skierniewice.pl

²Institut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

Streszczenie. Celem badań było określenie możliwości wykorzystania substratów z prasowanej siewki ze słomy żytniej, pozostałych po wiosennej uprawie ogórka do poplonowej uprawy sałaty w tunelu foliowym. Sałatę masłową sadzono w dwóch cyklach następujących po sobie, z których pierwszy (cykl letni) rozpoczynano bezpośrednio po uprawie ogórka. Wykorzystano następujące substraty: siewka gruba, siewka drobna, mieszanki siewki drobnej z korą sosnową (w stosunku objętościowym 2:1 i 1:2) i z trocinami (2:1). Przed uprawą ogórka substrat formowano ciśnieniowo w płyty o wymiarach 100 x 20 x 10 cm i umieszczano w workach z folii czarno-białej. Pomiary właściwości fizycznych podłoży przeprowadzono przed i po zakończeniu uprawy ogórka, analizy chemiczne – po każdym cyklu. Określano masę i wygląd główki handlowej oraz zawartość azotanów w liściach. Jakość główki i zawartość azotanów zależała od właściwości fizycznych substratów i możliwości pobierania składników pokarmowych. Nowe płyty miały wysoką porowatość ogólną (>92 %) i niską zdolność retencyjną wody przy podciśnieniu –10 cm H₂O (ok. 30%), która jednak wzrastała po uprawie ogórka. Siewka mieszana z korą miała lepsze właściwości powietrzno-wodne niż podłoża jednorodne. Sałata rosnąca na tych mieszankach miała lepszą jakość mimo, że nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnią masą główki handlowej i zawartością w niej azotanów. Wyniki uzyskane w obu cyklach uprawy sałaty były zbliżone.

Słowa kluczowe: uprawa poplonowa, podłoże organiczne, słoma, sałata, tunel foliowy

WSTĘP

Wzrastająca akumulacja nawozów w glebie i wodach gruntowych oraz zakażenie gleb patogenami powodują, że wzrasta zainteresowanie uprawą roślin w substratach. Zmniejszanie się zasobów torfu, problemy z utylizacją wełny mineralnej i zmuszają do poszukiwania takich materiałów, które w jak najmniejszym stopniu sprzyjałyby degradacji środowiska naturalnego, a jednocześnie umożliwiłyby uzyskanie wysokiego plonu warzyw o bardzo dobrej jakości han-

dlowej i wartości spożywczej [16,17]. Naturalne materiały odpadowe jak kora czy słoma są biodegradowalne, stosując je jako substraty można sterować nawożeniem roślin i uzyskiwać bardzo dobre efekty uprawowe [12]. W odróżnieniu od dotychczas stosowanych balotów prasowanej słomy [6,8], Dyśko i Stępowaska [7] oraz Babik [1] stosowali do uprawy pomidora i ogórka płyty z prasowanej ciśnieniowo siewki słomianej i jej mieszanek z korą sosnową lub trocinami. Plonowanie i jakość owoców były porównywalne z wynikami uzyskanymi w uprawie na wełnie mineralnej. Kolejny etap badań dotyczył możliwości przedłużenia okresu użytkowania takich podłoży. Zdecydowano się na sałatę jako poplon po ogórku, ponieważ nie jest zalecane sadzenie ogórka po sobie, a uprawa sałaty od listopada (po przedłużonej uprawie pomidora) jest w naszych warunkach mało efektywna (niedobór światła, konieczność ogrzewania). Ze względu jednak na dość szybki rozkład słomy podczas uprawy ogórka, oczekiwano znacznych zmian właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych substratów, oddziałujących na możliwości pobierania składników a tym samym na wzrost roślin.

Celem pracy było więc określenie wpływu zmieniających się warunków powietrzno-wodnych w substratach słomianych na wzrost, plonowanie i jakość sałaty masłowej.

MATERIAŁ I METODY

Uprawę prowadzono w Instytucie Warzywnictwa w latach 2002-2003, w tunelu foliowym typu Multispan. Rozsadę sałaty masłowej odm. Herman i Canion wyprodukowaną w pierścieniach o średnicy 6 cm z substratem torfowym sadzono na podłożach organicznych pozostałych po uprawie ogórka. Wykorzystano następujące substraty na bazie słomy żytniej: siewka gruba (odcinki 1 cm) – Sg, Siewka drobna (odcinki 0,5 cm) – Sd, siewka drobna mieszana z leżakowaną korą sosnową w stosunku objętościowym 2:1 – Sd/K1 i 1:2 – Sd/K2, siewka drobna mieszana z trocinami w stosunku objętościowym 2:1 – Sd/T. Specjalnie opracowana maszyna, formowała, sprasowywała (pod ciśnieniem 3 MPa) i foliowała substraty. Gotowe płyty miały wymiary 100 cm x 20 cm x 10 cm ogórek był uprawiany od marca do końca lipca, przy zastosowaniu tej samej fertygacji (poprzez kapilarny system nawadniania) na wszystkich badanych podłożach. Letni cykl uprawy sałaty (cykl I) rozpoczynał się w pierwszych dniach sierpnia i trwał 4 tygodnie. Jesienny cykl (cykl II) trwał 7 tygodni (od początku października do przełomu listopada i grudnia. W obu okresach uprawy sadzono po 6 roślin sałaty na płycie. System nawodnieniowy po uprawie ogórka (2 kapilary na płytę) pozostawiono bez zmian, dlatego każda z kapilar nawadniała trzy rośliny sałaty. Skład roztworu podawanego roślinom ($80-180 \text{ mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$, $25-40 \text{ mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$, $115-240 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$, $15-52 \text{ mg Mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, $95-190 \text{ mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$) i jego stężenie ($\text{EC} = 1-2.1 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) zmieniano okresowo, dostosowując je do fazy wzrostu

sałaty. Przez 5 dni przed zbiorem rośliny podlewano wodą ($EC = 0.5 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$). Dawki nawodnieniowe były ustalone tak aby zminimalizować odpływ wody drenarskiej w celu łatwiejszej oceny stopnia wykorzystania składników z podłoża, zapewniając jednocześnie roślinom odpowiednią jego wilgotność. Dzienna dawka nawodnieniowa dla 1 rośliny wynosiła 300 cm^3 w lecie i 200 cm^3 jesienią.

Fizyczne właściwości substratów były oznaczane przed i po uprawie ogórka. Charakterystyka fizyczna nowych płyt była określana zgodnie ze standaryzowanymi metodami CEN [20]. W celu oznaczenia zmian parametrów fizycznych, w płytach umieszczano pierścienie PCV o pojemności $192,3 \text{ cm}^3$ (wysokość 5 cm, średnica wewnętrzna 7 cm), które wyjmowano po uprawie. Porowatość ogólną oznaczano z zawartości materii organicznej po spaleniu w 600°C . Pozostałe właściwości oznaczano metodami, opisanymi przez Leijn van Dijk i de Bes [14] i Wevera [19]. Odczyn i stężenie soli w podłożu oznaczano w roztworze wodnym 1:2. Składniki mineralne w podłożach oznaczano w ekstrakcie po zakończeniu kolejnych cykli uprawy (w ekstrakcie w 0,03 N kwasie octowym): N- NO_3 , P- PO_4 kolorymetrycznie na autoanalyzerze przepływowym Sanplus (Skolar), K, Ca, Mg na spektrometrze plazmatycznym ICP Atom Scan (Thermo Jarrel Ash). Po zbiorze sałaty określano średnią masę główki (wagowo), stopień jej związania i konsystencję liści (skala 1-3^o) oraz azotanów (met. potencjometryczna). W celu prawidłowego opracowania wyników przeprowadzono analizę wariancji (test t-Sudenta) dla dwuczynnikowego doświadczenia w układzie niezależnym. Litery w tabelach oznaczają istotność różnic. Takie same litery oznaczają brak istotnej różnicy między średnimi dla danej cechy.

WYNIKI

W czasie dwuletniego doświadczenia, co roku stwierdzano te same tendencje w badanych parametrach podłoży i roślin, dlatego w tabelach 1-3 zamieszczono średnie wartości z okresu badawczego.

Właściwości fizyczne substratów

Najwięcej materii organicznej zawierały jednorodne substraty z siewki (gruba – 95,2%, drobna – 95,3%) – tabela 1. Miały jednocześnie najmniejszą gęstość objętościową ($52,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i $61 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) i pojemność wodną. Pojemność wodna oznaczona przy podciśnieniu $-3,2 \text{ cm H}_2\text{O}$ była najniższa w siewce grubej (38,1%), w pozostałych substratach wynosiła 52-57,5%. Po 6 miesiącach uprawy ogórka, pojemność wodna wzrosła i przy takim samym podciśnieniu była wyższa aż o 123% w substracie z siewki grubej (Sg), a tylko o 15% w mieszance z trocinami (Sd/T). Przy wyższym podciśnieniu ($-10 \text{ cm H}_2\text{O}$), a więc w warunkach niższej

Tabela 1. Niektóre właściwości fizyczne substratów organicznych na bazie siewki ze słomy żytniej
Table 1. Some physical properties of organic substrates based on chaff of cereal straw

Substrat Substrate	Materia organiczna Organic matter (%)	Gęstość objętościowa Bulk density (g·cm ⁻³)	Porowatość ogólna Total porosity (%)		Zawartość wody przy ciśnieniu słupa wody Water content under pressure head of H ₂ O (%)				Zawartość powietrza przy ciśnieniu słupa wody Air content under pressure head of H ₂ O (%)	
			Nowe Fresh	Używane Used	Nowe – Fresh		Używane – Used		Nowe – Fresh	
					–3,2 cm	–10 cm	–3,2 cm	–10 cm	–3,2 cm	–10 cm
Sg CC	95,2 a	52,2 d	96,7 a	94,2 a	38,1 c	22,3 b	85,0 a	55,4 b	58,7 a	74,4 a
Sd FC	96,3 a	61,0 c	96,1 a	95,5 a	52,0 b	27,7 ab	90,2 a	64,0 a	44,1 b	68,5 b
Sd/K1 FC/B1	92,9 a	96,2 b	93,7 ab	90,5 b	53,4 b	31,2 a	61,6 c	52,1 b	38,9 c	62,8 b
Sd/K2 FC/B2	92,4 a	121,9 a	92,4 b	95,0 a	58,2 a	34,6 a	79,1 b	34,7 c	35,8 c	57,8 c
Sd/T FC/S	92,4 a	93,4 b	94,3 ab	92,4 ab	57,5 a	30,9 a	88,4 a	58,9 ab	34,9 c	63,4 b

wilgotności pojemność wodna substratów jednorodnych (Sg i Sd) i mieszanki z niewielką ilością kory (Sd/K1) wzrosła w stosunku do wartości początkowej prawie dwukrotnie. W przypadku pozostałych mieszanek nie stwierdzono zmian tej cechy po 6 miesięcznym okresie użytkowania.

Składniki pokarmowe

Po zakończeniu uprawy ogórka, w czterech podłożach stwierdzono dość wysokie stężenie soli $1,3 \text{ g NaCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ – $2,5 \text{ g NaCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 2). Jedynie w substracie z siewki mieszanej z trocinami (Sd/T) było niższe i wynosiło $0,8 \text{ g NaCl} \cdot \text{dm}^{-3}$. Po I cyklu uprawy sałaty było już znacznie niższe ($0,5$ - $1,0 \text{ g NaCl} \cdot \text{dm}^{-3}$) i utrzymało się na takim poziomie w ciągu II cyklu.

Po uprawie ogórka, w substratach z grubej i drobnej siewki oraz w mieszance z trocinami (Sg, Sd, Sd/T) stwierdzono śladowe ilości azotu azotanowego (tab. 2). Dzięki dostarczaniu tego składnika w czasie fertygacji, uzyskano jednak na tych podłożach główki sałaty o dużej masie i dobrej jakości. W podłożu z siewki mieszanej z trocinami (Sd/T), taką samą zawartość N-NO_3 wykazano zarówno przed rozpoczęciem I cyklu jak i po jego zakończeniu ($37 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Znaczne pozostałości azotu azotanowego stwierdzono natomiast w substratach jednorodnych. Zmniejszenie jego ilości zanotowano w obiekcie Sd/K1 (z $418 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ do $84 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$), natomiast w substratach jednorodnych i mieszance z korą Sd/K2 ilość azotu azotanowego była znacznie wyższa niż przed rozpoczęciem uprawy. W podłożach jednorodnych poziom fosforu oznaczony po uprawie ogórka był wyższy niż w pozostałych substratach i jego zawartość po I cyklu uprawy wzrosła w stosunku do początkowej aż o $307 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, podczas gdy w podłożu Sd/K2 tylko o $112 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ przy początkowej wartości zaledwie $65 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$. Przed letnim cyklem uprawy sałaty w podłożach jednorodnych zanotowano bardzo wysoki poziom potasu (ponad $1000 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$), znacznie niższy w mieszankach z korą (około $800 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$) a najniższy w mieszance z trocinami ($225 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$). Po uprawie poziom te uległy obniżeniu przyjmując wartości od $100 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$ do $275 \text{ mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Po drugim cyklu uprawy stwierdzono kumulację azotu w podłożach z siewki i jej mieszance z trocinami (największą w substracie Sd/T i Sd). W podłożu Sd/K2 końcowa zawartość azotu była znacznie niższa niż przed rozpoczęciem jesiennej uprawy sałaty (o $115 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), a w pozostałych substratach utrzymała się na tym samym poziomie. Zwiększenie ilości potasu po uprawie sałaty jesiennej stwierdzono w tych samych podłożach, w których wzrosła w tym czasie również zawartość azotu. Zanotowano spadek zawartości fosforu we wszystkich podłożach za wyjątkiem Sd/T, gdzie stwierdzono niewielki jej wzrost. Ilość magnezu oznaczanego w kolejnych analizach tych samych podłoży, utrzymywała się na podobnym poziomie. Sukcesywnie wzrastała zawartość wapnia od poziomu $300 \text{ mg Ca} \cdot \text{dm}^{-3}$ (po ogórkach) do ponad $2000 \text{ mg Ca} \cdot \text{dm}^{-3}$ (po ostatnim cyklu sałaty).

Tabela 2. Zawartość makroskładników w substratach oznaczona po zakończeniu każdego cyklu uprawy
Table 2. Macroelements content in substrates after each cultivation cycle

Substrat Substrate	pH			Stężenie soli Salinity (g NaCl·dm ⁻³)			N-NO ₃			P			K (mg·dm ⁻³)			Mg			Ca		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Sg CC	8.5	7.8	7.5	1.9	0.8	0.8	8	144	153	101	408	379	1678	188	283	393	318	259	393	1804	2179
Sd FC	8.3	7.7	7.5	1.5	0.5	0.7	7	57	124	97	422	355	1199	100	237	162	206	222	341	1872	2385
Sd/K1 FC/B1	7.5	7.3	7.5	1.3	0.6	0.5	411	84	76	75	297	216	845	202	171	211	203	227	564	1383	2245
Sd/K2 FC/B2	6.4	7.4	7.1	2.5	1.0	0.6	111	158	43	65	177	160	720	275	213	235	233	228	695	1183	2075
Sd/T FC/S	8.0	7.8	7.5	0.8	0.6	0.7	37	37	175	80	270	295	241	133	227	150	198	230	317	1830	2759

1/ po uprawie ogórka, 2/ po I cyklu uprawy sałaty, 3/ po II cyklu uprawy sałaty.

1/ after cucumber crop, 2/ after cycle I of lettuce cultivation, 3/ after cycle II of lettuce cultivation.

Plonowanie i jakość

Średnia masa główki handlowej i zawartość azotanów liściach u sałaty odmiany Herman i Canion nie różniły się istotnie zarówno w uprawie letniej jak i jesiennej, dlatego też w tabeli 3 zamieszczono średnie dla obu odmian. Najmniejszą masę uzyskały główki sałaty uprawianej w mieszance siewki z trocinami (Sd/T) – 219 g w cyklu letnim i 224 g w cyklu jesiennym. Główki były jednak dobrze zawiązane, a liście jasne i delikatne. Nie stwierdzono istotnych różnic w masie główki w pozostałych obiektach. W uprawie letniej średnia masa główki wynosiła od 241 g do 260 g, w uprawie jesiennej 235-258 g. Sałata uprawiana na podłożu z samej siewki (Sg i Sd) nie zawiązała jednak główek a wytworzyła jedynie dużą i gęstą rozetę. W I cyklu uprawy zawartość azotanów w liściach sałaty była bardzo niska (205-371 mg·kg⁻¹ św. m.) i nie stwierdzono istotnych różnic między badanymi obiektami. Najniższa zawartość azotanów była w roślinach uprawianych na podłożu z siewki i kory (Sd/K2). W tym samym obiekcie, również w cyklu jesiennym sałata miała najmniej azotanów (579 mg·kg⁻¹ św. m.). Istotnie wyższy poziom stwierdzono w pozostałych obiektach (1133-2019 mg·kg⁻¹ św. m.).

Tabela 3. Średnia masa główki handlowej sałaty, jej jakość handlowa i zawartość azotanów w liściach
Table 3. Average head weight of lettuce, its marketable quality, and nitrate concentration in leaves

Substrat Substrate	Średnia masa główki Head weight (g)		Azotany Nitrates (mg NO ₃ ⁻ ·kg ⁻¹ FW)		Stopień zawiązania główki Head forming ¹ (scale 1-3 ^o)		Wygląd liści Leaves appearance ² (scale 1-3 ^o)	
	I st cycle	II nd cycle	I st cycle	II nd cycle	I st cycle	II nd cycle	I st cycle	II nd cycle
Sg CC	256 a	238 a	298 a	1133 b	2	2	2	2
Sd FC	237 a	235 a	371 a	1500 b	2	2	2	2
Sd/K1 FC/B1	260 a	258 a	205 a	2019 c	3	3	3	3
Sd/K2 FC/B2	241 a	256 a	221 a	579 a	3	3	3	3
Sd/T FC/S	219 b	224 b	322 a	1187 b	3	3	3	3

1/ skala zawiązania główki (1 – płaska rozeta, 2 – wzniesiona, gęsta rozeta, 3 – zwarta główka
scale of head forming (1 – flattened rosette, 2 – erect, dense rosette, 3 – compact head),
2/ skala wyglądu liści (1 – ciemnozielone, grube, 2 – jasnozielone, grube, 3 – jasnozielone, delikatne), scale of leaves appearance (1 – dark and stiff, 2 – light and stiff, 3 – light and fragile).

DYSKUSJA

Jedną z wielu zalet uprawy roślin w substratach jest możliwość sterowania nawożeniem. Przy prawidłowo opracowanym programie fertygacji można uzyskać wysoki plon o dobrej jakości handlowej, oraz niski poziom azotanów w częściach jadalnych co jest szczególnie ważne w przypadku warzyw liściowych [2]. Lokalnie występujące materiały, przydatne jako substraty do uprawy roślin są w wielu krajach, od dawna wykorzystywane zarówno do uprawy pomidora, ogórka jak i warzyw liściowych [5]. Substraty stosowane dotychczas w uprawie sałaty są albo trudne do utylizacji (wełna mineralna) albo ich zasoby są ograniczone (torf). Niektóre technologie należą do wysokonakładowych (systemy przepływowe) i trudne jest stosowanie ich na szeroką skalę w naszych warunkach gospodarczych. Wykorzystanie organicznych materiałów odpadowych np. słomy, znacznie zmniejsza te problemy. W uprawach pod osłonami wykorzystywano do niedawna tylko słomę balotowaną. Ze względu jednak na swoje właściwości fizyczne nie są one jednak w pełni przydatne do długotrwałej uprawy warzyw [9]. Opracowane w Instytucie Warzywnictwa [1,7] podłoża z siewki słomy żytniej, sprasowanej pod ciśnieniem 3MPa mają lepsze właściwości powietrzno-wodne. Podobną zależność stwierdzono także w badaniach nad włóknem drzewnym oraz chipsami i pyłem kokosowym [10,11,13].

Ponieważ ogórki nie wykazywały objawów zaburzeń spowodowanych nadmiarem azotu amonowego w podłożu Sd/K2 i potasu w substratach jednorodnych (Sg i Sd), uznano, że być może nie są one dostępne dla roślin ze względu na warunki powietrzno-wodne panujące w podłożach, które miały bardzo wysoką zdolność retencyjną. Przy podciśnieniu $-3,2 \text{ cm H}_2\text{O}$ ich pojemność wodna wynosiła aż 85% co może oznaczać, że w warunkach stałej fertygacji w podłożu znajduje się zbyt dużo roztworu a zbyt mało powietrza i korzenie mają zmniejszoną zdolność pobierania składników pokarmowych. Zakładając, że sałata wymaga mniejszej wilgotności podłoża niż ogórek, a w początkowej fazie, większość korzeni znajduje się jednak w pierścieniu rozsadowym zdecydowano się na zmodyfikowanie pożywki opracowanej dla sałaty uprawianej na wełnie mineralnej przez Stępowską i Kowalczyka [18], zmniejszając stężenie roztworu wstępnego. Zaraz po sadzeniu sałatę podlewano wodą ($\text{EC} = 0,5 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) stopniowo zwiększając EC do $1,7 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ po silnym przekorzeniu się do substratu w worku. Przydatność pożywki opracowanej dla uprawy w wełnie stwierdzili Maas i Adamson [17] dla uprawy w trocinach i Nurzyński [15] dla uprawy na workach z ciętą słomą. W przypadku substratów z prasowanej słomy potwierdzono to w uprawie pomidora [17] i ogórka [1]. Pomimo znacznego zróżnicowania ilości azotu i potasu w podłożach, we wszystkich obiektach zastosowano fertygację sałaty pożywką

o identycznym składzie. Ze względu na znaczny rozkład słomy w ciągu sześciu miesięcy uprawy ogórka, w pracy pominięto aspekt biologicznej sorpcji azotu.

W I cyklu uprawy, w okresie ukorzenia, sałata najwolniej rosła w mieszance siewki z trocinami (Sd/T), w którym przed uprawą oznaczono najmniej wszystkich składników oraz w substracie z grubej siewki (Sg) o najniższym poziomie azotu. Kiedy korzenie przerosły podłoże, wzrost roślin następował najszybciej w obiektach o dużej zawartości materii organicznej i wysokiej pojemności wodnej (Sg, Sd, Sd/T). masa główki handlowej również była w tych obiektach największa, co nie zawsze oznaczało jednak jej wysoką jakość. Sałata uprawiana na podłożach jednorodnych wykształciła bowiem tylko duże rozety zamiast zwiniętych główek co obniżyło jej wartość handlową. Sałata rosnąca w mieszance z trocinami (Sd/T) wykorzystwała cały dostarczany jej azot (zawartość tego składnika po zakończeniu uprawy była na takim poziomie jak przed sadzeniem) główki były bardzo dobrej jakości, o niskiej zawartości azotanów, ale niestety miały też istotnie mniejszą średnią masę, co oznacza że taka uprawa wymaga jednak zwiększonego poziomu nawożenia, zwłaszcza podwyższenia poziomu N. Przyczyną słabego formowania się główek sałat uprawianych w substracie z siewki była duża dostępność azotu i słabe pobieranie fosforu mimo stałego dostarczania tego składnika (jego ilość stwierdzona po I cyklu uprawy była bardzo wysoka). Podobne problemy opisywał Bielinski i in. [3], a Gruda i in. [11] uważają że może to być spowodowane niedostateczną ilością tlenu w podłożu.

Główki sałaty o najlepszej jakości uzyskano w podłożach z siewki mieszanej z korą, zarówno w uprawie letniej jak i jesiennej. Miały największą masę, były prawidłowo ukształtowane, liście były jasne, delikatne i o niskiej zawartości azotanów. Na tych samych podłożach najlepiej plonowały również ogórki w uprawie poprzedzającej I cykl sałaty [1]. Dobremu plonowaniu sałaty sprzyjały najlepsze warunki powietrzno-wodne w tych podłożach, umożliwiające prawidłowe pobieranie i wykorzystanie składników pokarmowych. Wysoka wilgotność substratów o wyższej pojemności wodnej (Sg, Sg, Sg/T), powodująca ograniczenie pobierania azotu i potasu przyczyniła się do spowolnienia tempa wzrostu i wiązania główki oraz pogorszenia gospodarki azotanowej, zwłaszcza w cyklu następującym bezpośrednio po uprawie ogórka, aczkolwiek nie stwierdzono istotnych różnic między średnimi. Przy wysokiej intensywności światła sałata zawierała około 10 razy mniej azotanów niż dopuszczalna ilość tych związków w sałacie uprawianej latem pod osłonami ($3500 \text{ mg NO}_3 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ św. m.}$). Pogorszenie warunków świetlnych jesienią wpłynęło na zwiększenie kumulacji azotanów w sałacie. Do pogorszenia jakości przemian azotanowych przyczyniło się także zmniejszenie ilości tlenu dostępnego dla roślin w substratach, w których nastąpił znaczny rozkład materii organicznej i zagęszczenie podłoża, co stwierdził między innymi Burns i in. [4]. Znaczne podwyższenie poziomu azotanów, w stosunku do uprawy

letniej, w drugim cyklu uprawy sałaty zanotowano w uprawie na podłożach jednorodnych (Sg, SD) i o przewodzie „miękkich” części strukturalnych (Sd/K1, Sd/T). Nurzyński [15] stwierdził, że w ciągu kilkunastu tygodni użytkowania słoma w bardzo dużym stopniu ulega rozkładowi a proces ten wpływa na zagęszczenie podłoża, a więc zmniejszenie dostępności tlenu. Niewielki dodatek „twardych” komponentów jak kora czy trociny nie ma istotnego wpływu na zahamowanie niekorzystnych zmian. Zwiększenie udziału kory w substracie może je jednak ograniczyć, na co wskazują najbardziej stabilne w czasie uprawy ogórka właściwości fizyczne mieszanki z przewagą kory (Sd/K2). Można przypuszczać, że warunki powietrzno-wodne w tym podłożu nie pogorszyły się znacząco w ciągu kilku kolejnych tygodni i dlatego właśnie na tym podłożu uzyskano najlepsze efekty w jesiennej uprawie sałaty. Należy zatem przyjąć, że do długoterminowych upraw przydatne są substraty organiczne, które mają odpowiednie właściwości fizyczne nie tylko jako podłoże świeże ale zachowują je także w ciągu użytkowania. Zapewnia to bowiem utrzymanie prawidłowych warunków powietrzno-wodnych w strefie systemu korzeniowego, sprzyja racjonalnemu programowaniu nawadniania i nawożenia, a tym samym umożliwia bardzo dobre plonowanie roślin i uzyskiwanie przez nie wysokiej jakości.

WNIOSKI

1. Substraty organiczne na bazie siewki słomy żytniej, wykorzystywane do uprawy ogórka są przydatne do poplonowej uprawy sałaty.
2. W cyklu uprawy sałaty, następującym bezpośrednio po uprawie ogórka największą masę handlową, najlepszy wygląd i najmniej azotanów uzyskano na podłożu z siewki drobnej z 30% dodatkiem kory sosnowej (Sd/K1)
3. Podłożem najbardziej przydatnym do długoterminowego wykorzystania była mieszanka drobnej siewki z około 60% dodatkiem kory sosnowej (najlepsze plonowanie i jakość sałaty w drugim cyklu uprawy).

PIŚMIENNICTWO

1. **Babik J.:** Nowa metoda wykorzystania słomy zbożowej do uprawy ogórka pod osłonami. Ogólnopolska Konferencja Upowszechnieniowa „Nauka Praktyce”, IWarz, Skierniewice, 13-16, 2004.
2. **Benoit F.:** Vegetable growing in Belgium. *Chronica Hort.*, (35) 3, 10-12, 1995.
3. **Bielinski Santos M., Dusky J. A., Stahl W. M., Gilreath J.P.:** Effects of phosphorus fertilization on common lambsquarters (*Chenopodium album*) duration of interference in lettuce. *Weed Technology*, 18, 179-183, 2004.
4. **Burns I.G., Lee A., Escobar-Gutierrez A.J.:** Nitrate accumulation in protected lettuce. *Acta Hort.*, 633, 271-278, 2004.

5. **Chansetis C., Shinohara Y., Takagaki T., Maruo T., Hohjo M., Ito T.:** Application of capillary hydroponic system to lettuce growing under tropical climate conditions. *Acta Hort.*, 548, 401-408, 2001.
6. **Dobrzańska J.:** Uprawa ogórków pod osłonami., Hortpress Sp. z o. o., 91-101, 1997.
7. **Dyśko J., Stępowaska A.:** Możliwości wykorzystania słomy zbożowej i jej mieszanin z innymi materiałami organicznymi w szklarniowej uprawie warzyw. *Zeszyty Prob. Post. N. Roln.*, 485, 75-80, 2002.
8. **El-Aidy F.:** Preliminary results on the possibility of using straw as natural substrate for growing cucumber under plastic greenhouse. *Acta Hort.*, 323, 423-428, 1993.
9. **Fox R.:** In search of alternative substrates. *Practical Hydroponics and Greenhouses Magazine*, www.hydroponics.com.au, 1994.
10. **Gruda N., Schnitzler W.H.:** Physical properties of Wood Fiber Substrates and effect on growth of lettuce seedlings (*Lactuca sativa L. var capitata L.*) *Acta Hort.*, 548, 29-41, 2001.
11. **Gruda N., Sippel Ch., Schnitzler W.H.:** Investigation of physical properties of wood fiber substrates under press pot conditions. *Acta Hort.*, 554, 51-57, 2001.
12. **Hardgrave M., Harriman M.:** Development of organic substrates for hydroponic cucumber production. *Acta Hort.*, 401, 219-224, 1995.
13. **Kipp J.A., Wever G., de Kreij C.:** International Substrate Manual. Naaldwijk, 2000.
14. **Leijn-van Dijk F.M., de Bes S.S.:** Methods for physical analysis of potting soil and peat. Analytical procedures. PBG Naaldwijk, 1987.
15. **Nurzyński J.:** Plonowanie i skład chemiczny pomidora uprawianego w podłożu z wełny mineralnej oraz słomy. *Zeszyty Prob. Post. N. Roln.*, 485, 257-262, 2002.
16. **Riviere L-M., Caron J.:** Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Hort.* 548: 29-41, 2001.
17. **Rumpel J.:** Tradycyjne i nowe substraty uprawowe oraz problematyka ich stosowania. *Zesz. Prob. Post. N. Roln.*, 461, 47-66, 1998.
18. **Stępowaska A.J., Kowalczyk W.:** The effect of growing media on yield and nitrate concentration in lettuce (*Lactuca sativa L. var capitata L.*). *Acta Hort.*, 548, 503-510, 2001.
19. **Wever G.:** Physical analysis of peat and peat based growing media. *Acta Hort.*, 401, 561-567, 1999.
20. EN 13041.: Soil improvers and growing media. Determination of physical properties-dry bulk density, air volume, water volume, shrinkage value and total pore space, 1999.

STRAW SUBSTRATES FOR LETTUCE CULTIVATION

Agnieszka Stępowaska¹, Jacek S. Nowak²

¹Research Institute of Vegetable Crops, Department of Vegetable Cultivation and Nutrition
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: astepow@inwarz.skierniewice.pl

²Research Institute of Pomology, Department of Ornamental Plants
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

Abstract. Butterhead lettuce was cultivated on organic substrates in a greenhouse directly after a cucumber crop (summer cycle) and after a previous lettuce crop (autumn cycle). The following substrates were tested: coarse chaff of cereal straw (1cm pieces)-CC, fine chaff (0.5 cm pieces)-

FC, fine chaff with composted pine bark mixed at 2:1 (FC/B1) and 1:2 (FC/B2), fine chaff with pine saw-dust at 2:1 (FC/S). The substrates were pressed in the form of slabs 100 x 20 x 10 cm and covered with plastic film. The physical properties of the substrates were measured before and after the cucumber crop, and chemical analysis was performed after cucumber and both lettuce cycle. The head weight, its marketable quality, and nitrate accumulation in leaves were evaluated. The lettuce heads quality and nitrate accumulation were affected by the physical properties of substrates and by macroelements uptake. Due to the good air-water conditions in mixed substrates, the rate of lettuce growth was better than in coarse and fine chaff. In consequence, the appearance of heads was superior, although no significant differences between average head weights and nitrate accumulation on chaff or its mixture with pine bark were noted. The results from both lettuce cultivation cycles were comparable.

Key words: aftercrop, organic substrates, straw, lettuce, plastic tunnel