

Bakterie i grzyby strzępkowe a plonowanie truskawki w kontenerach

Truskawka zajmuje wysoką pozycję wśród ważnych gatunków roślin uprawianych w Polsce na skalę towarową. Tych cennych owoców deserowych i przeznaczonych dla przetwórstwa produkujemy rocznie około 200 tys. ton. W warunkach klimatycznych Polski jest ona stabilna i w stosunku do innych gatunków roślin ogrodniczych przynosi producentom realne korzyści ekonomiczne. Duży wpływ na efekty produkcyjne ma dobór właściwej odmiany truskawki mało podatnej na choroby systemu korzeniowego i inne patogeny atakujące w czasie wegetacji owoce i liście. Nie bez znaczenia jest także sposób prowadzenia plantacji, w tym odległość między roślinami i metoda ich nawadniania.

Badania ostatnich lat prowadzone w różnych ośrodkach naukowych w kraju i zagranicą wskazują, że nie należy nawozić plantacji truskawki dużymi dawkami nawozów mineralnych stymulujących głównie wzrost wegetatywny roślin, a pogarszającymi jakość owoców. Ponadto nadmierne stosowanie chemicznych środków produkcji roślin zanieczyszcza środowisko, m.in. związkami azotowymi, co prowadzi do biodegradacji gleby i silnego jej zakwaszenia, ograniczając rozwój pożytecznych bakterii w ryzosferze i innych symbiotycznych mikroorganizmów, tj. arbuskularne grzyby mykoryzowe.

Doświadczenia z grzybami i bakteriami

Badania przeprowadzone w Zakładzie Mikrobiologii Instytutu Ogrodnictwa wykazały korzystny wpływ pożytecznych bakterii z rodzaju *Bacillus* i grzybów strzępkowych na wzrost i owocowanie roślin truskawki odmiany 'Onebor' Marmolada®. Doświadczenie prowadzono w warunkach polowych, w latach 2018–2019. Rośliny rosły w cylindrach ceramicznych wypełnionych około 120 litrami podłoża. Kontrolę bez nawożenia stanowiły kombinacje obejmujące grzyby strzępkowe i pożyteczne bakterie. Zastosowano mocznik wzbogacony o grzyby strzępkowe oraz Polifoskę 6 i Super Fos Dar 40 wzbogacone o bakterie z rodzaju *Bacillus*. Stosowano także nawozy mineralne w dawce pełnej (100%) i zredukowanej do 60%.

Rośliny nawadniano optymalnie (100%) oraz w dawce zredukowanej do 50%.

Oceniano wzrost wegetatywny i plonowanie roślin. W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje:

1. Kontrola (bez nawożenia) – gleba bielecowa (zawartość makroelementów w glebie była następująca: P – 7,5; K – 12,4; Mg – 5,8 mg/100 g, a mikroelementów: B – 2,4; Cu – 4,8; Fe – 862; Mn – 75,5; Na – 4,35; Zn – 3,7 mg/1000 g. Zawartość substancji organicznej w glebie wynosiła 1,2%).
2. Standardowe nawożenie NPK (N – 80 kg/ha; P₂O₅ – 30 kg/ha; K₂O – 100 kg/ha). Do każdego pojemnika przed sadzeniem roślin zastosowano 12 g granulowanego nawozu Super Fos Dar 40, 50 g soli potasowej i 35 g Mocznika. Mocznik w ilości 12 g na pojemnik zastosowano także w połowie lata. W sezonie 2019 pod roślinę zaaplikowano 4,2 g soli potasowej, 2,9 g Mocznika, 1 g Super Fos Dar 40 i Mocznik po zbiorze 1,7 g.
3. Kombinacja bez nawożenia – po posadzeniu roślin dodano pożyteczne grzyby strzępkowe, w ilości 5,25 g na cylinder, starannie mieszając je z glebą. Mieszanina pożytecznych grzybów strzępkowych zawierała dwa gatunki: *Aspergillus niger* i *Purpureocillium lilacinum*. W sezonie 2019 dodano mieszaninę grzybów strzępkowych w ilości 0,43 g pod roślinę.

4. Kombinacja bez nawożenia – po posadzeniu roślin dodano pożyteczne bakterie ryzosferowe w ilości 3,83 g na cylinder, starannie mieszając je z glebą. Mieszanina pożytecznych bakterii glebowych zawierała trzy szczepy należące do rodzaju *Bacillus* (*Bacillus* sp., *Bacillus amyloliquefaciens* i *Paenibacillus polymyxa*). W sezonie 2019 dodano 1 g mieszaniny pożytecznych bakterii pod roślinę.



Doświadczenie w kamionkach na truskawkach odmiany 'Onebor' Marmolada®.

Tabela 1. Wpływ nawozów mineralnych wzbogaconych mikrobiologicznie na plon i masę 1 owocu truskawki odmiany 'Onebor' Marmolada® nawadnianych optymalnie – 100% dawki wody i 50% dawki wody na procent plonu, w porównaniu z kombinacją kontrolną (Doświadczenie wazonowe, Pole Doświadczalne, SGGW, Skierniewice, 2019 r.)

Traktowanie	100% wody		50% wody	
	procent plonu do K-1	procent masy 1 owocu do K-1	procent plonu do K-1	procent masy 1 owocu do K-1
Kontrola (bez nawożenia)	100%	100%	100%	100%
Kontrola NPK	115,28	98,00	77,50	84,00
Kontrola + szczepy grzybów	196,67	86,00	119,09	124,41
Kontrola + szczepy bakterii	126,07	100,00	97,00	107,00
NPK+ szczepy grzybów	123,68	98,62	129,24	129,63
NPK + szczepy bakterii	152,05	115,47	107,32	114,22
Polifoska 6 100% + szczepy bakterii	117,72	101,64	118,36	126,63
Mocznik 100% + szczepy grzybów	139,97	110,37	135,46	139,68
Polifoska 6 100% + szczepy bakterii	124,06	101,55	111,92	99,40
Super Fos Dar 40 100% + szczepy bakterii	98,85	85,73	116,36	130,54
Mocznik 60% + szczepy grzybów	121,91	106,05	111,00	131,85
Polifoska 6 60% + szczepy bakterii	99,50	113,39	139,69	107,44
Super Fos Dar 40 60% + szczepy bakterii	126,10	98,62	127,47	117,88

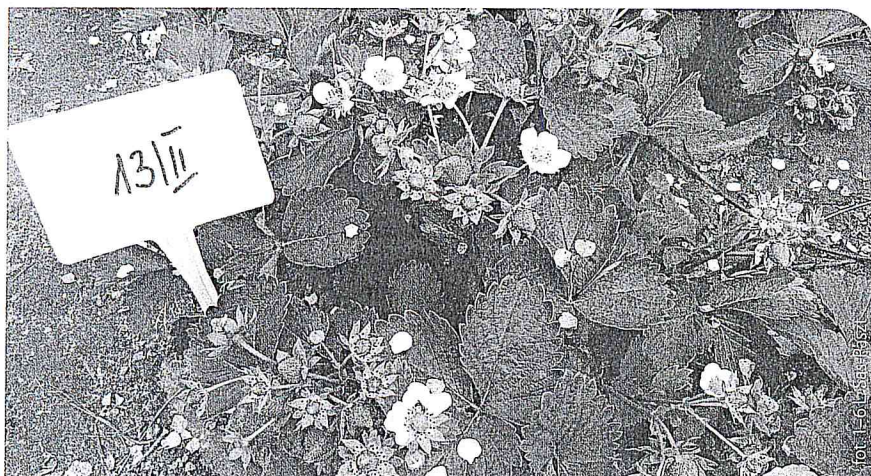
5. Standardowe nawożenie NPK, jak w punkcie 2, z dodatkiem grzybów strzępkowych jak w punkcie 3. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę 4,2 g soli potasowej, 2,9 g Mocznika, 1 g Super Fos Dar 40 i Mocznik po zbiorze 1 g.
6. Standardowe nawożenie NPK, jak w punkcie 2, oraz pożyteczne bakterie aplikowane do gleby w cylindrach, jak

w punkcie 4. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę 4,2 g soli potasowej, 2,9 g Mocznika, 1 g Super Fos Dar 40, szczepy bakterii 0,32 g oraz Mocznik – 1,7 g po zbiorze owoców.

7. Polifoska 6 w dawce 100% z trzema szczepami bakterii rodzaju *Bacillus*, które były połączone z nawozami fosforowymi w trakcie formowania granulek. Zaaplikowano przed sadzeniem roślin 26 g mieszaniny bakterii na cylinder. Mocznik w ilości 30 g zastosowano przed sadzeniem roślin oraz w dawce 20 g w połowie lata. Sól potasową w ilości 33 g zastosowano przed sadzeniem roślin. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę Polifoskę z bakteriami – 2,2 g, sól potasową 2,75 g, Mocznik 2,5 g i Mocznik po zbiorze owoców.
8. Mocznik w dawce 100% wzbogacony szczepami grzybów strzępkowych o składzie gatunkowym i ilościowym jak w punkcie 3. Przed sadzeniem roślin dodano 50 g soli potasowej, 35 g mocznika oraz 12 g nawozu Super Fos Dar 40 na cylinder. Mocznik w ilości 20 g stosowano także w połowie lata. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę mieszaninę grzybów 0,43 g, sól potasową 4,2 g, Mocznik 2,9 g, Super Fos Dar 40 1 g i Mocznik po zbiorze 1,7 g.
9. Polifoska 6 w dawce 100% wzbogacona o 3 szczepy bakterii z rodzaju *Bacillus*, w ilości i składzie gatunkowym jak w punkcie 4. Przed sadzeniem roślin zaaplikowano 26 g, soli potasowej 33 g



Traktowanie roślin w kombinacji Mocznik 100% + szczepy grzybów strzępkowych przy optymalnym nawodnieniu 100% (a) i 50% (b)



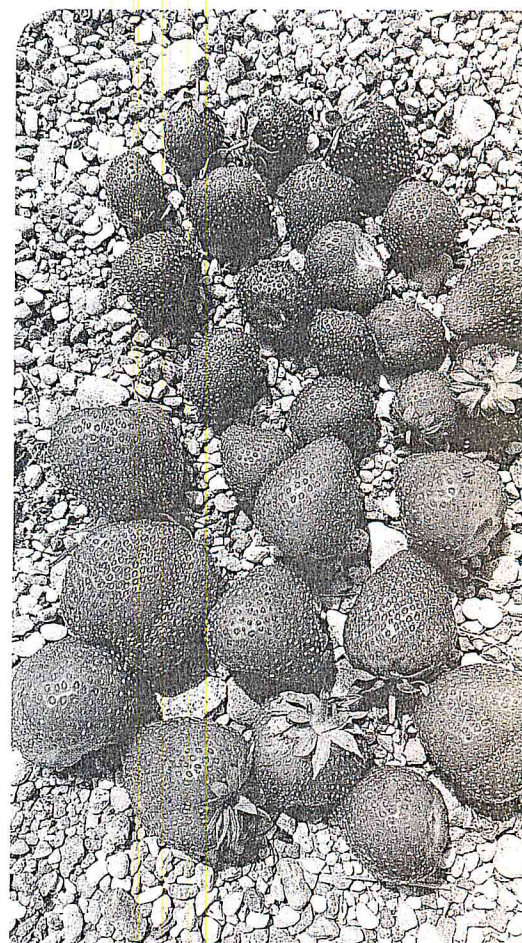
Efekty kombinacji Super Fos Dar w dawce 60% + szczepy bakterii przy pełnym nawodnieniu (100%)

i mocznika 30 g na cylinder. Mocznik w ilości 20 g stosowano także w drugiej dawce wysianej w połowie lata. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę Polifoskę wraz z bakteriami 2,2 g, sól potasową 2,75 g, Mocznik 2,5 g, Mocznik po zbiorze owoców 1,7 g.

10. Super Fos Dar 40 w dawce 100% wzbogacony trzema szczepami bakterii z rodzaju *Bacillus* w ilości 3,83 g na cylinder. Przed sadzeniem roślin glebę nawożono solą potasową w ilości 50 g, nawozem Super Fos Dar 40 w ilości 12 g i Mocznikiem – pierwszy raz w ilości 35 g przed sadzeniem roślin i drugi raz w dawce 20 g

w połowie lata. W sezonie 2019 pod roślinę zaaplikowano Super Fos Dar 40 wzbogacony bakteriami 1 g, sól potasową 4,2 g, Mocznik 2,75 g i Mocznik po zbiorze owoców 1,7 g.

11. Mocznik w dawce 60% wzbogacony szczepami grzybów strzępkowych, o składzie gatunkowym i ilościowym, jak w punkcie 3. Ponadto na każdy cylinder przed sadzeniem roślin zaaplikowano po 30 g soli potasowej i 20 g Mocznika oraz 7 g nawozu Super Fos Dar 40. Mocznik w ilości 12 g zaaplikowano także w połowie lata. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę szczepy

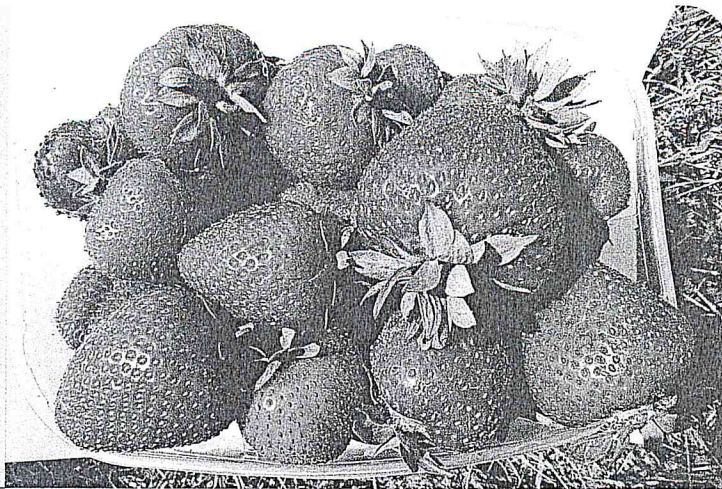


U góry truskawki odmiany 'Onebor' Marmolada® nawadnianej (50% dawki wody), na dole truskawki nawadniane optymalnie (100% dawka wody)

Tabela 2. Wpływ nawozów mineralnych wzbogaconych mikrobiologicznie na plon i masę 1 owocu truskawki odmiany 'Onebor' Marmolada® nawadnianych optymalnie – 100% dawki wody i 50% dawki wody oraz procent plonu i masy 1 owocu w odniesieniu do pełnego nawodnienia (Doświadczenie wazonowe, Pole Doświadczalne, SGGW, Skierniewice, 2019 r.)

Traktowanie	100% wody		50% wody		Różnica plonu	Różnica masy 1 owocu
	plon	masa 1 owocu	plon	masa 1 owocu		
Kontrola (bez nawożenia)	698,0	11,57	450,3	7,66	64,5%	42,03
Kontrola NPK	804,7	11,35	349,0	6,50	43,7 0	57,27
Kontrola + szczepy grzybów	835,3	9,96	536,3	9,53	64,2 0	94,90
Kontrola + szczepy bakterii	880,0	11,57	436,7	8,20	49,6 0	70,87
NPK + szczepy grzybów	863,3	11,41	582,0	9,93	67,40	87,02
NPK + szczepy bakterii	1061,3	13,36	483,3	8,75	45,53	65,49
Polifoska 6 100% + szczepy bakterii	821,7	11,76	533,0	9,70	64,84	82,48
Mocznik 100% + szczepy grzybów	911,0	12,77	610,0	10,80	66,96	85,03
Polifoska 6 100% + szczepy bakterii	866,0	11,75	504,0	7,20	58,20	64,18
Super Fos Dar 40 100% + szczepy bakterii	690,0	9,92	524,0	10,09	75,94	99,20
Mocznik 60% + szczepy grzybów	851,0	12,87	500,0	10,10	58,75	88,30
Polifoska 6 60% + szczepy bakterii	965,0	13,12	629,0	8,23	65,18	62,72
Super Fos Dar 40 60%+ szczepy bakterii	889,0	11,41	574,0	9,03	65,22	79,14

Plon truskawki odmiany 'Onebor' Marmolada® nawadnianej optymalnie (100%) – traktowanie Polifoska 6 100% – szczepki bakterii



- grzybów 0,43 g, sól potasową 2,5 g, Mocznik 1,7 g, Super Fos Dar 40 0,58 g i Mocznik po zbiorze owoców 1 g.
- 12.** Polifoska 6 w dawce 60% wzbogacona trzema szczepami bakterii z rodzaju *Bacillus*, podobnie jak w punkcie 9. Przed sadzeniem roślin zaaplikowano do cylindra 14 g Polifoski 6, 30 g soli potasowej i 18 g Mocznika. Mocznik w ilości 12 g był stosowany także w połowie lata. W sezonie 2019 zaaplikowano pod roślinę Polifoskę wzbogaconą bakteriami 1,14 g, Mocznik 1,5 g, sól potasową 2,5 g i Mocznik po zbiorze owoców 1 g.
- 13.** Super Fos Dar 40 w dawce 60% wzbogacony trzema szczepami bakterii z rodzaju *Bacillus*, podobnie jak w punkcie 12. Przed sadzeniem roślin do gleby w każdym pojemniku dodano 7 g nawozu Super Fos Dar 40, 30 g soli potasowej i 20 g mocznika. W połowie lata rośliny truskawki nawożono Mocznikiem w ilości 12 g na cylinder. W sezonie 2019 r. zaaplikowano pod roślinę Super Fos Dar 40 wzbogacony bakteriami 0,58 g, sól potasową 2,5 g, Mocznik 1,7 g i Mocznik po zbiorze owoców 1 g.

Wnioski dla praktyki

◆ W porównaniu z kontrolą bez nawożenia zastosowanie samych grzybów strzępkowych, bez dodatkowego nawożenia mineralnego i przy optymalnym nawadnianiu (100%) wpłynęło na zwiększenie plonu roślin truskawki o ponad 90%, a przy deficycie wody (50% dawki) wielkość plonu wzrosła o 20%.

◆ Aplikacja 3 szczepów bakterii z rodzaju *Bacillus* przy optymalnym nawadnianiu i bez aplikacji nawozów wpłynęła na zwiększenie plonowania o 25%, natomiast przy deficycie nawadniania różnic w plonowaniu roślin nie stwierdzono.

◆ Standardowe nawożenie NPK w połączeniu z grzybami strzępkowymi przy optymalnym i zredukowanym poziomie nawadniania wpłynęło na zwiększenie plonowania roślin o ponad 25%.

◆ Zastosowanie standardowego nawożenia NPK, przy ograniczonym nawadnianiu roślin, wpłynęło na zwiększenie masy owoców o 30%, w porównaniu z kombinacją kontrolną.

◆ Nawożenie NPK w połączeniu z bakteriami, przy optymalnym nawadnianiu roślin, wpłynęło na zwiększenie plonowania o 50%, a przy ograniczonym nawadnianiu nawożenie to nie miało istotnego wpływu na wielkość owocu.

◆ Aplikacja Mocznika w dawce 100% wzbogaconego mikrobiologicznie o grzyby strzępkowe przy optymalnym nawadnianiu roślin wpłynęła na zwiększenie masy plonu o 40%. Pod wpływem Mocznika wzbogaconego mikrobiologicznie zastosowanego w dawce 100%, przy ograniczonym nawadnianiu roślin plonowanie wzrosło o 35%, a masa jednego owocu wzrosła o prawie 40%.

◆ Po zastosowaniu Mocznika wzbogaconego mikrobiologicznie w dawce 60% uzyskano plon zbliżony wielkością do plonowania roślin nawożonych Mocznikiem w dawce 100% bez mikroorganizmów.

◆ Aplikacja Polifoski 6 w dawce 100% wzbogaconej mikrobiologicznie w nieznacznym

stopniu wpłynęła na zwiększenie plonowania i masy owoców przy obydwu poziomach nawadniania roślin. Natomiast przy zredukowanej dawce nawozu Polifoska 6 do 60%, wzbogaconej mikrobiologicznie, odnotowano wyraźny wzrost plonowania roślin przy zredukowaniu nawadniania roślin (50% dawki wody).

◆ W porównaniu z kontrolą bez nawożenia, nawożenie nawozem Super Fos Dar 40 w dawce 100% wzbogaconym mikrobiologicznie przy optymalnym nawadnianiu nie miało wpływu na plonowanie roślin i wielkość owoców. Natomiast nawożenie nawozem Fos Dar 40 w dawce 100% wzbogaconym mikrobiologicznie przy ograniczonym nawadnianiu wpłynęło na zwiększenie masy owoców, w porównaniu z kontrolą. Nawóz ten zastosowany w dawce 60%, wzbogacony mikrobiologicznie, wpłynął na zwiększenie plonowania o 30%, przy obydwu poziomach nawadniania.

◆ Wyniki tego doświadczenia wskazują, że aplikacja nawozów mineralnych wzbogaconych mikrobiologicznie w warunkach zredukowanego nawadniania (50% dawki wody) wpływa na ograniczenie negatywnych skutków stresu suszy.

◆ Bakterie ryzosferowe i grzyby strzępkowe z SYMBIO BANK-u Instytutu Ogrodnictwa wpływają korzystnie na średnią masę owocu przy obu poziomach nawadniania roślin. Zredukowana dawka wody nie sprzyjała uzyskaniu wysokiej jakości plonu. Masa owoców roślin truskawki rosnącej w warunkach stresu suszy była przeciętnie mniejsza o 25–30% od tych, gdzie stosowano optymalne warunki nawadniania roślin. Zastosowanie Mocznika wzbogaconego mikrobiologicznie o grzyby strzępkowe oraz nawożenia NPK wzbogaconego o pożyteczne bakterie przy zredukowanej dawce wody korzystnie wpłynęło na plon owoców. Natomiast wyższą jakość owoców odnotowano u roślin truskawki rosnącej w optymalnych warunkach nawadniania. Badania nad wpływem nawozów mineralnych wzbogaconych mikrobiologicznie na plon roślin truskawki odmiany 'Onebor' Marmolada® będą kontynuowane w kolejnym sezonie wegetacyjnym, a ich wyniki publikowane w czasopismach naukowych.

Prof. dr hab. Lidia Sas-Pasz
Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach