 <p>INSTITUT OGRODNICTWA - PIB</p>	<p>Zakład Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodnicznych</p>
---	--

Potencjalne możliwości diagnostyczne w nawożeniu cebulowych roślin ozdobnych

Autorzy:

Dr hab. Jadwiga Treder, prof. IO-PIB

Dr inż. Jacek S. Nowak

Opracowanie przygotowane w ramach zadania celowego 4.1.:
„Racjonalne nawożenie”

Finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi



Skierniewice, 2024 r.

1. Wstęp

Cebulowe rośliny ozdobne, takie jak tulipany, narcyzy, hiacynty czy lilie, odgrywają znaczącą rolę w produkcji roślin ozdobnych w Polsce. Są uprawiane zarówno na kwiaty cięte z pola, kwiaty pędzone pod osłonami jak również uprawiane na plantacjach reprodukcyjnych w celu sprzedaży cebul, bulw i kłaczy. Ich atrakcyjny wygląd, różnorodność barw oraz długość okresu kwitnienia sprawiają, że są one niezwykle cenione przez miłośników ogrodów i producentów roślin.

Prawidłowe nawożenie cebulowych roślin ozdobnych jest nieodzownym elementem technologii uprawy. Prawidłowe nawożenie roślin zapewnia ich dekoracyjność, intensywne i trwałe wybarwienie kwiatów, a także długi i obfity okres kwitnienia. Odpowiednia diagnostyka gleby oraz analiza stanu odżywienia i kondycji fizjologicznej roślin są podstawowymi kryteriami diagnostycznymi w opracowaniu strategii nawożenia roślin.

Zastosowanie nawożenia zgodnego z wymaganiami pokarmowymi roślin pozwala nie tylko osiągnąć najlepsze wyniki produkcyjne, ale także ograniczyć negatywny wpływ na środowisko naturalne. Optymalne zaopatrzenie roślin w makro- i mikroelementy, sprzyja ich wzrostowi i rozwojowi, minimalizując jednocześnie ryzyko wystąpienia chorób fizjologicznych oraz obniżenia wartości dekoracyjnej kwiatów.

Współczesne metody diagnostyki, takie jak analiza chemiczna gleby i liści, pozwala na precyzyjne monitorowanie poziomu składników pokarmowych oraz efektywne zarządzanie nawozami. Dzięki temu możliwe jest nie tylko zwiększenie wydajności produkcji, ale także ochrona środowiska poprzez ograniczenie strat składników mineralnych do wód gruntowych i powierzchniowych.

2. Diagnostyka gleby

2.1. Zawartości dostępnych form składników

Głównym kryterium oceny potrzeb nawozowych roślin jest analiza chemiczna gleby. Oznaczanie zawartości dostępnych form makro- i mikroelementów w glebie pozwala na oszacowanie możliwości ich pobierania przez rośliny. Regularne wykonywanie analiz zawartości składników w glebie zapobiega zarówno niedoborom, jak i nadmiarom składników pokarmowych w roślinie. W uprawach roślin cebulowych do oceny przyswajalnych form składników pokarmowych wykorzystuje się metodę uniwersalną (ogrodniczą), w której do

ekstrakcji używa się 0,03 n kwas octowy. Odczyn (pH) i zasolenie oznacza się w roztworze wodnym.

2.2. Odczyn gleby

Większość cebulowych roślin ozdobnych preferuje gleby o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym, w zakresie pH 6,0–7,0. Odczyn gleby ma kluczowe znaczenie dla dostępności składników pokarmowych dla roślin. Zbyt kwaśny odczyn gleby ogranicza dostępność fosforu, wapnia i magnezu, sprzyjając jednocześnie nadmiernej obecności pierwiastków toksycznych, np. glinu czy manganu. Z kolei gleby o odczynie zasadowym prowadzą do niedoborów żelaza, manganu, cynku i miedzi, co negatywnie wpływa na kondycję i wygląd roślin.

Regularne pomiary odczynu gleby umożliwiają wczesne wykrycie nieprawidłowości i wprowadzenie odpowiednich zabiegów korygujących, takich jak wapnowanie w przypadku gleb zbyt kwaśnych lub dodatek materiałów zakwaszających (np. siarki) w przypadku gleb o odczynie zasadowym. Utrzymanie optymalnego pH gleby sprzyja lepszemu rozwojowi roślin oraz efektywnemu wykorzystaniu zastosowanych składników z nawozów.

2.3. Struktura gleby

Diagnostyka gleby uwzględnia nie tylko chemiczne właściwości gleby, ale także jej strukturę i przepuszczalność. Struktura gleby ma kluczowe znaczenie dla jej zdolności do retencji wody i dostępności powietrza dla systemu korzeniowego. Cebulowe rośliny ozdobne najlepiej rosną w glebach o dobrej przepuszczalności, które nie zatrzymują nadmiaru wody. Nadmierne uwilgotnienie gleby prowadzi do gnicia cebul oraz rozwoju chorób grzybowych. Odpowiednie przygotowanie stanowiska pod uprawę roślin cebulowych (zastosowanie przedplonu, nawozy zielone, obornik) oraz nawożenie mineralne ma ogromny wpływ na końcową jakość cebul podczas reprodukcji oraz przy produkcji kwiatów ciętych.

3. Diagnostyka roślin

3.1. Analiza mineralna

Istotnym narzędziem diagnostycznym w nawożeniu cebulowych roślin ozdobnych jest analiza mineralna ich tkanek, zwłaszcza liści. Pobieranie próbek roślin w krytycznych fazach ich wzrostu pozwala określić aktualny stan odżywienia roślin oraz zidentyfikować ewentualne niedobory lub nadmiary składników pokarmowych. Wyniki takich analiz stanowią podstawę do korekty dawek nawozowych w trakcie sezonu wegetacyjnego.

Analiza liści najczęściej obejmuje oznaczenie całkowitej ilości danego składnika w ich tkankach, co nie zawsze w pełni odzwierciedla rzeczywisty stan odżywiania roślin. Dlatego coraz częściej diagnostyka zawartości składników w roślinie opiera się na oznaczeniu ich koncentracji w soku komórkowym.

Analizowanie zawartości azotanów, potasu, wapnia czy innych jonów w soku komórkowym za pomocą jonoselektywnych mierników do pomiaru składników pokarmowych w sokach roślin pozwala na szybkie i precyzyjne określenie dostępności składników pokarmowych w czasie rzeczywistym. Jest to szczególnie przydatne w przypadku, gdy rośliny rosną w zmieniających się warunkach środowiskowych. Metoda ta wymaga jednak dalszych badań w odniesieniu do upraw poszczególnych gatunków roślin cebulowych celem określenia optymalnych poziomów składników w soku komórkowym w krytycznych fazach wzrostu roślin. Jonoselektywne mierniki do pomiaru składników pokarmowych w sokach roślin pozwalające na analizowanie

3.2. Wizualna ocena kondycji roślin

Wizualna ocena stanu roślin jest prostym i szybkim sposobem diagnostyki. Charakterystyczne objawy, takie jak chloroza liści, nekrozy, deformacje liści i kwiatów, tempo wzrostu roślin, długość międzywęzli czy też liczba kwiatów, mogą wskazywać na problemy żywieniowe roślin. Należy jednak pamiętać, że objawy wizualne mogą być także wynikiem innych czynników stresowych, takich jak choroby, szkodniki czy nieodpowiednie warunki środowiskowe.

Aby właściwie zinterpretować symptomy wizualne na roślinie, warto wspomagać się dodatkowymi metodami diagnostycznymi, takimi jak analiza chemiczna gleby czy tkanek roślinnych. W ten sposób jest możliwość stwierdzenia rzeczywistych przyczyn wystąpienia pewnych objawów na roślinie oraz w konsekwencji implementację odpowiednich działań korekcyjnych.

4. Innowacyjne technologie w diagnostyce

4.1. Obrazowanie multispektralne

Obrazowanie multispektralne, najczęściej przy użyciu dronów lub zdjęć satelitarnych, stanowi zaawansowaną technologię, która umożliwia szybkie i precyzyjne ocenianie kondycji roślin na dużych obszarach uprawnych. Analiza odbicia światła o różnych długościach fal, takich jak pasma widzialne, bliskiej podczerwieni oraz czerwonej krawędzi, pozwala na

identyfikację obszarów dotkniętych stresem, takich jak niedobory składników pokarmowych, jeszcze przed pojawieniem się widocznych objawów. Dzięki tej technologii można precyzyjnie określić niedobory azotu, fosforu i potasu, wykorzystując specyficzne wskaźniki wegetacyjne, np. SPAD (ang. Soil Plant Analysis Development, tzw. indeks zieloności liści), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) lub NDRE (Normalized Difference Red Edge Index). Obrazowanie multispektralne wspiera podejmowanie właściwych decyzji agronomicznych, umożliwiając tym samym optymalizację nawożenia.

4.2. Sensory gleby

Nowoczesne technologie, takie jak sensory gleby umożliwiają w sposób ciągły monitorowanie kluczowych parametrów, takich jak wilgotność, zasolenie i poziom azotu w glebie, temperatura powietrza, nasłonecznienie czy tempo wzrostu roślin. Te zaawansowane urządzenia dostarczają precyzyjnych danych w czasie rzeczywistym, co pozwala na szybką reakcję na zmieniające się potrzeby roślin.

W uprawach polowych do pomiarów właściwości chemicznych gleby wykorzystuje się sensory elektrochemiczne. Używanie sensorów zmniejsza ryzyko przenawożenia lub niedoboru składników pokarmowych, umożliwia precyzyjne dawkowanie nawozów i wody oraz prowadzi do optymalizacji warunków wzrostu zgodnie z potrzebami roślin.

Inwestycja w innowacyjne technologie, takie jak sensory gleby stanowi kluczowy krok w kierunku zrównoważonego rolnictwa i zwiększenia efektywności produkcji. Zastosowanie takich rozwiązań wspiera złożone decyzje agronomiczne.

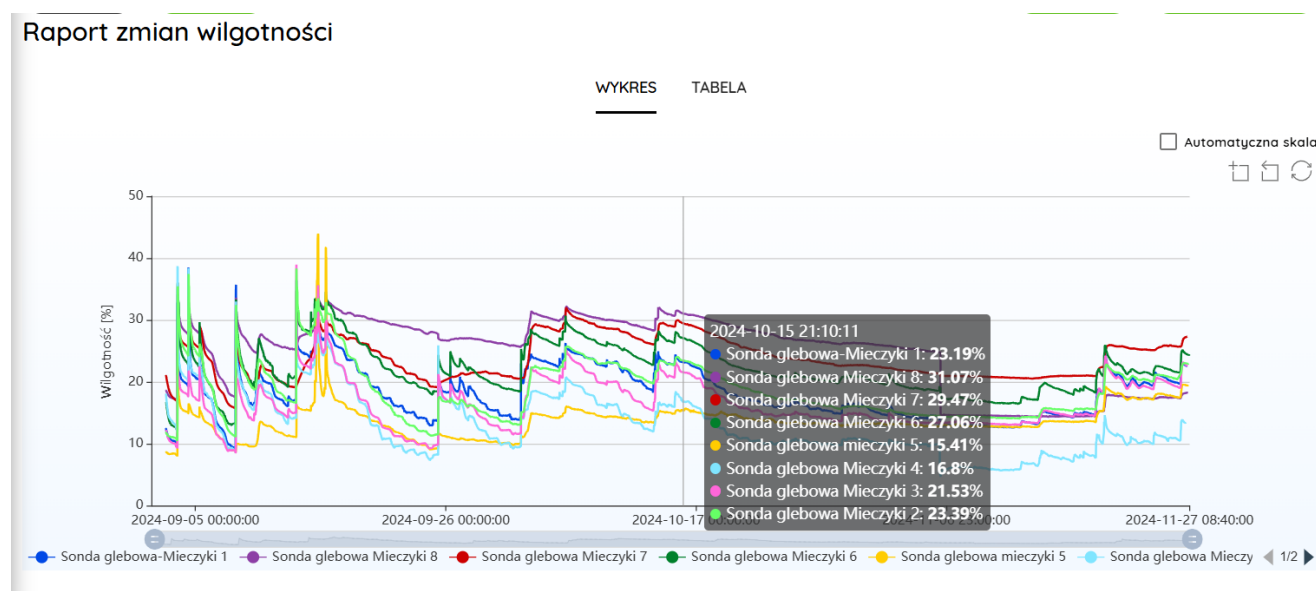
W celu oceny możliwości wykorzystania sensorów gleby w nawożeniu cebulowych roślin ozdobnych przeprowadzono badania na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa - PIB w Skierniewicach. Obiektem doświadczalnym były dwie odmiany mieczyków tj. 'Serena' i 'Costello'. Materiałem nasadzeniowym były bulwy o obwodzie 11-14 cm, które posadzono 18 czerwca 2024 na glebie typu płowej o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego, mającej odpowiedni odczyn (pH 7,0) oraz optymalne ilości dostępnych makroskładników (87 mg N-NO₃ dm⁻³, 67 mg P dm⁻³, 128 mg K dm⁻³, 87 mg Mg dm⁻³, 1254 mg Ca dm⁻³).

W celu zróżnicowania odżywiania roślin, zastosowano następujące warianty nawożeniowe: (I) bez nawożenia mineralnego - obiekt kontrolny; (II) nawożenie z użyciem nawozu mineralnego YaraMila Complex (12 % N; 11 % P, 18 % K, 2,7 % Mg m/m) przed sadzeniem roślin w dawce 40 g/m², (III) nawożenie z użyciem nawozu YaraMila Complex w dawce 40 g/m² przed sadzeniem roślin oraz siarczanem potasu (60% K₂O m/m) pogłównie (2 sierpnia) w dawce 20 g/m² oraz dwukrotne opryskiwanie roślin (w pierwszej połowie sierpnia)

stymulatorem wzrostu Seactiv Elite (wyciąg z alg brunatnych, 9% N, 6% K₂O, 12% CaO, 0,2% B) w stężeniu 0,3 % v/v, oraz (IV) nawożenie z użyciem nawozu YaraMila Complex w dawce 40 g/m² przed sadzeniem roślin, siarczanem potasu pogłównie w dawce 20 g/m² oraz zrębkami drzewnymi wzbogaconymi w makroskładniki (2,55% N, 0,45% P, 1,83% K m/m) w ilości 0,5 kg/m². W czasie uprawy, rośliny nawadniano systemem kropelkowym gdy potencjał wilgotności gleby spadał poniżej -0,03 MPa. Wilgotność gleby monitorowano za pomocą bezprzewodowych sond AM-100 (fot. 1, rys. 1).



Fot. 1. Sondy AM-100 pozwalające monitorować w sposób ciągły temperaturę, wilgotność i zasolenie gleby.

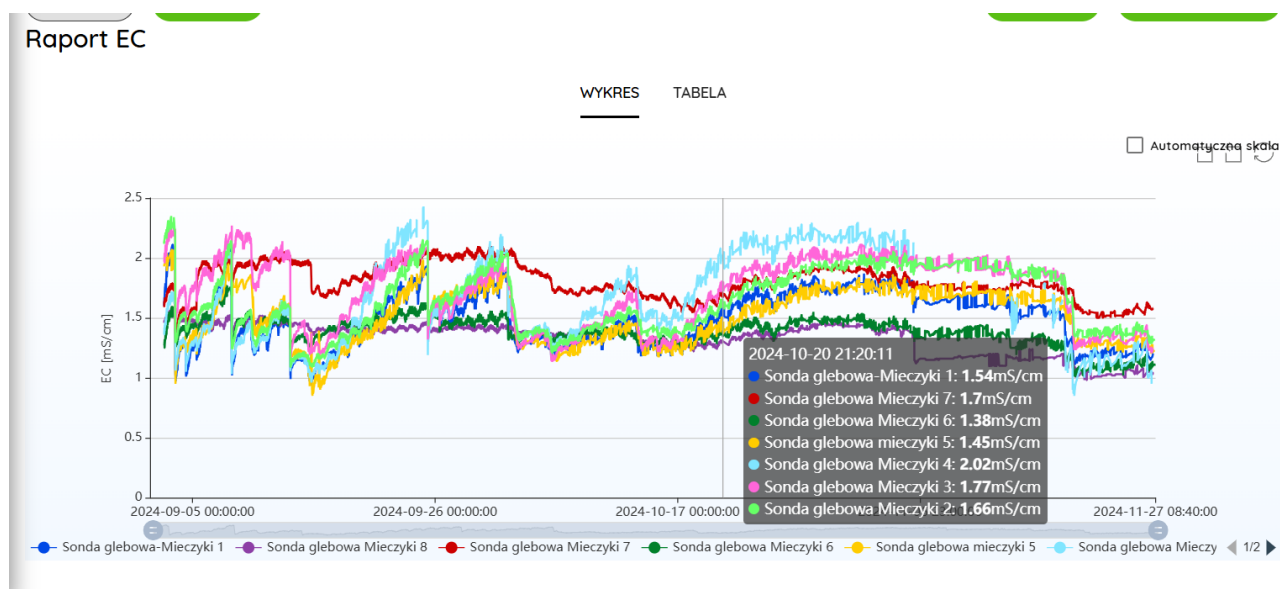


Rys. 1. Raport zmian wilgotności gleby w czasie uprawy mieczyków od początku września do połowy listopada (wykopywanie bulw).

Urządzenie to monitorowało także temperaturę (Rys. 2) oraz zasolenie (EC) gleby (Rys. 3).



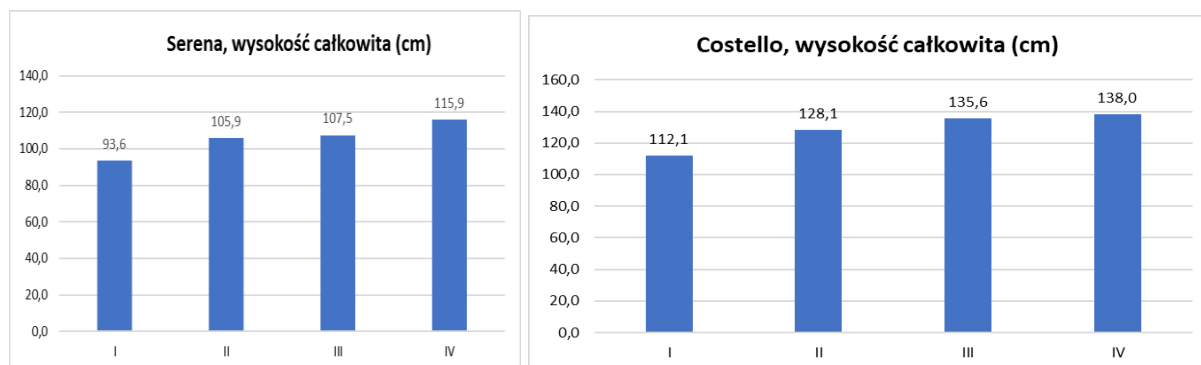
Rys. 2. Raport zmian temperatury gleby w uprawie mieczyków od początku września do połowy listopada (wykopywanie bulw).



Rys. 3. Raport zmian zasolenia EC gleby w uprawie mieczyków od początku września do połowy listopada (wykopywanie bulw).

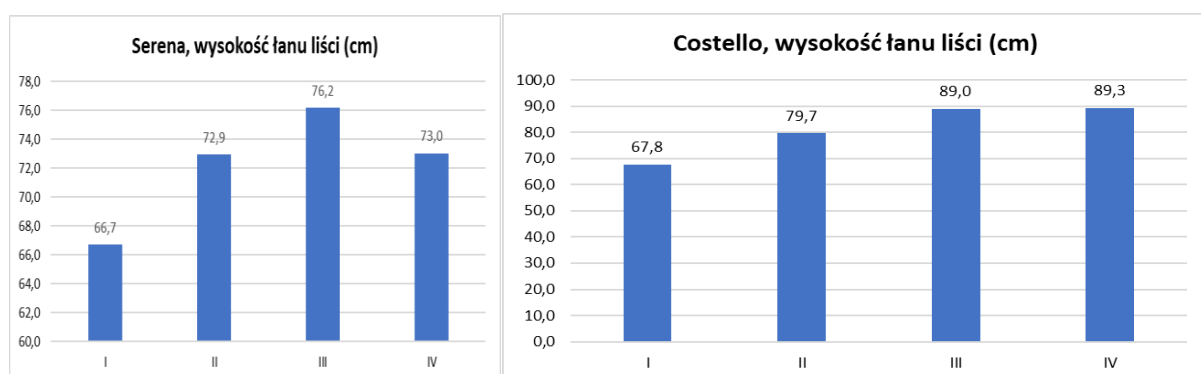
Na początku kwitnienia (gdy 2-3 kwiaty na pędzie były już rozwinięte) wykonano ocenę parametrów morfologicznych roślin oraz pobrano próbki gleby i liści do analizy. Pełnia kwitnienia mieczyków wystąpiła w okresie 10-15 września.

Brak nawożenia mineralnego w uprawie mieczyków miał negatywny wpływ na wielkość i jakość plonu. Rośliny niezasilane nawozami były niższe (rys. 4). U obu badanych odmian mieczyków, najwyższe rośliny stwierdzono na poletkach zasilanych nawozami mineralnymi wraz ze zrębkami drzewnymi (rys. 4).



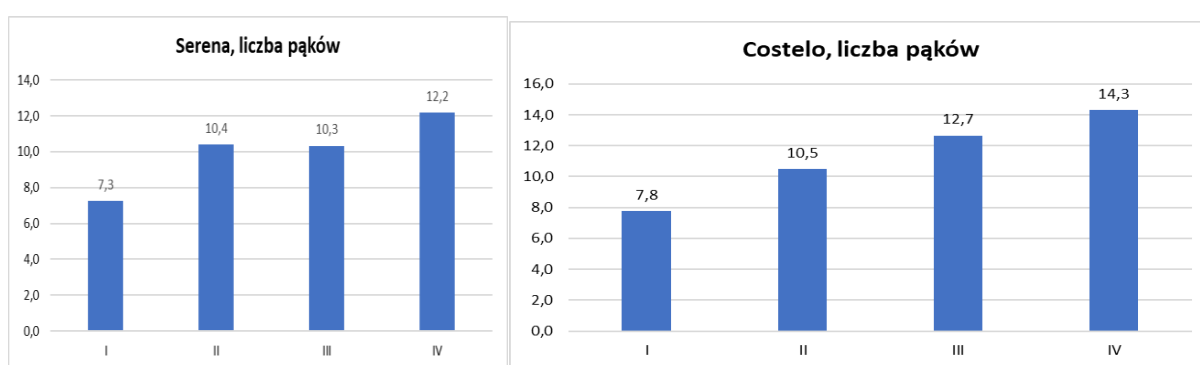
Rys. 4. Wysokość całkowita mieczyków

Nawożenie miało korzystny wpływ na wysokość łanu liści (rys. 5). Wysokość łanów liści była największa na poletkach gdzie stosowano nawożenie mineralne wraz z opryskiwaniem stymulatorem wzrostu; wpływ ten był szczególnie widoczny na odmianie 'Serena' (rys. 5).



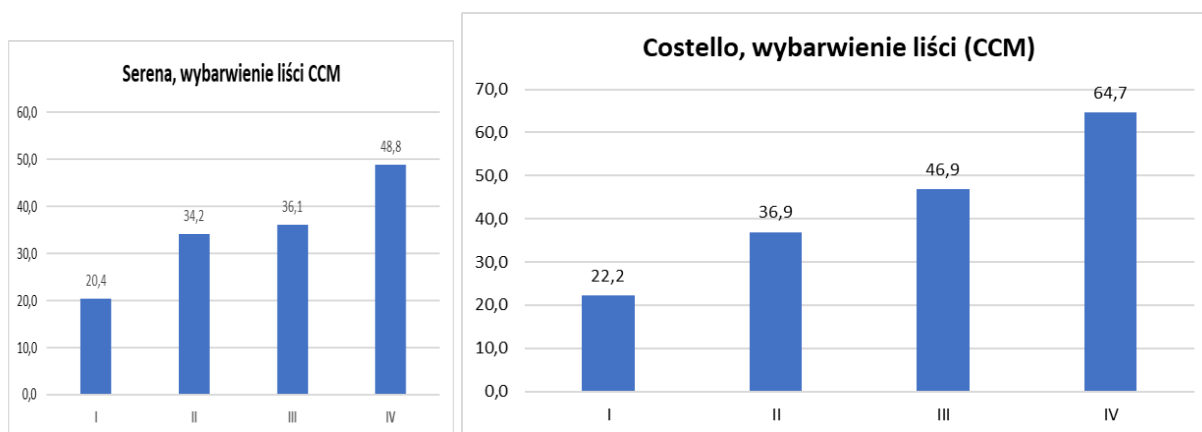
Rys. 5. Wysokość łanu liści mieczyków

Rośliny nietraktowane nawozami miały najmniejszą liczbę pąków kwiatowych na pędzie (rys. 6). Największą liczbę pąków kwiatowych zanotowano na poletkach, gdzie stosowano nawozy mineralne wraz ze zrębkami (rys.6).



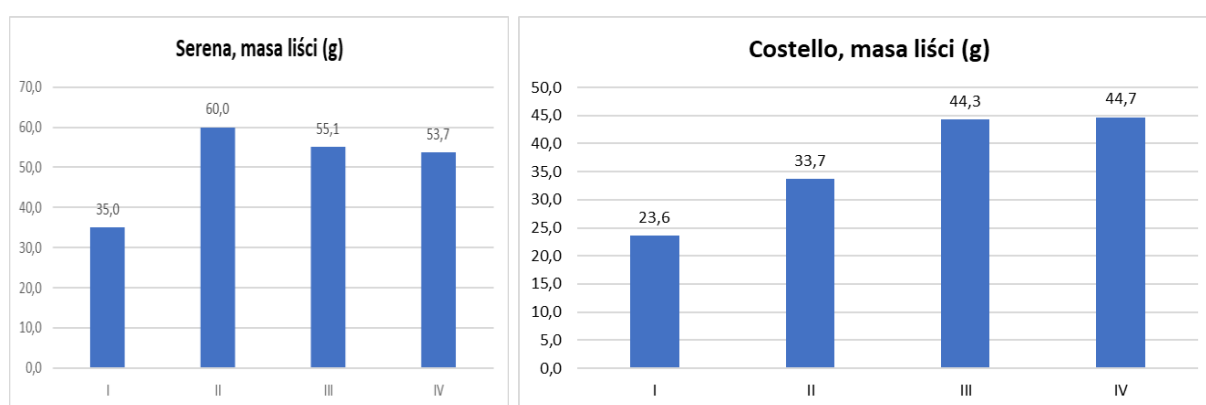
Rys. 6. Liczba pąków kwiatowych na pędzie mieczyków

Na jakość kwiatostanów wpływa także wybarwienie i masa liści na pędach. Wartości odczytu chlorofilometrem CCM wzrastała wraz z intensywnością nawożenia roślin, osiągając najwyższe poziomy u roślin zasilanych nawozami mineralnymi oraz zrębkami (rys. 7).



Rys. 7. Wybarwienie liści mieczyków z użyciem chlorofilometru CCM

Masa liści zależała od intensywności nawożenia roślin oraz uprawianej odmiany (rys. 8). Dla obu odmian mieczyków, najmniejsza masa liści wystąpiła na poletkach nienawożonych. U odmiany 'Serena', największą masę liści zanotowano na poletkach zasilanych nawozem wieloskładnikowym NKP. U odmiany 'Costello' największą masę liści stwierdzono na roślinach traktowanych nawozami mineralnymi oraz ze stymulatorem wzrostu lub zrębkami.



Rys. 8. Masa liści mieczyków

Wyniki analizy chemicznej próbek gleby pobranych w pełni kwitnienia roślin wykazały, że we wszystkich wariantach nawożenia zawartość azotu mineralnego była umiarkowana (tabela 13). Jednakże nawożenie podwyższało zawartość potasu w glebie, szczególnie na poletkach gdzie stosowano zrębki drzewne (tabela 13). Zasolenie było niskie we wszystkich kombinacjach co świadczy o dobrym wykorzystaniu składników z gleby przez uprawiane rośliny (tabela 1).

Tabela 1. Odczyn oraz zawartość składników w glebie mieczyków odmiany ‘Serena’ i ‘Costello’

Odmiana/ kombinacja	pH	Zasolenie (g NaCl/l)	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca	S-SO ₄	Fe	Mn	Cu	Zn
			mg/l gleby									
Serena - I kombinacja	7,4	0,18	70	142	48	134	1085	<10,0	148	16,1	3,37	11,6
Serena - II kombinacja	7,3	0,22	72	129	55	138	1049	15,4	152	16,0	3,64	12,0
Serena - III kombinacja	7,4	0,33	73	156	153	132	1068	35,0	151	18,2	3,24	12,1
Serena - IV kombinacja	7,0	0,34	69	150	180	120	934	26,6	164	20,9	3,50	11,7
Costello - I kombinacja	7,3	0,23	77	119	71	144	1089	13,4	145	17,4	3,74	9,99
Costello - II kombinacja	7,4	0,19	64	114	115	140	946	11,3	127	13,9	3,51	9,00
Costello - III kombinacja	7,4	0,24	74	115	169	122	913	<10,0	123	13,7	3,64	8,57
Costello - IV kombinacja	7,3	0,18	73	138	136	123	1054	<10,0	128	15,6	3,19	10,5

Wyniki zawartości składników w liściach wykazały, że nawożenie mineralne wpłynęło korzystnie na zawartość azotu (tabela 14), szczególnie u odmiany ‘Serena’ charakteryzującej się jasnymi liśćmi. U obu badanych odmian nawożenie zwiększało także zawartość potasu w

liściach (tabela 2). Pozostałe składniki w liściach nie były zróżnicowane między kombinacjami nawożeniowymi (tabela 2). W przypadku wapnia w liściach, stwierdzono jego większe ilości u odmiany ‘Costello’ niż u odmiany ‘Serena’ (tabela 2).

Tabela 2. Zawartość składników mineralnych w liściach mieczyków odmiany ‘Serena’ i ‘Costello’ w okresie pełni kwitnienia

Odmiana/kombinacja	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	% s.m								
Serena - I kombinacja	1,79	0,28	1,45	1,47	0,13	0,009	0,003	0,0003	0,0018
Serana - II kombinacja	1,62	0,27	1,54	1,38	0,14	0,010	0,002	0,0003	0,0016
Serena - III kombinacja	1,94	0,24	1,53	1,46	0,12	0,017	0,003	0,0004	0,0019
Serena - IV kombinacja	2,37	0,28	1,60	1,38	0,15	0,016	0,003	0,0005	0,0021
Costello - I kombinacja	1,40	0,23	1,31	1,92	0,12	0,006	0,002	0,0003	0,0017
Costello - II kombinacja	1,92	0,21	1,46	1,83	0,17	0,007	0,002	0,0004	0,0017
Costello - III kombinacja	2,35	0,25	1,47	1,80	0,17	0,008	0,002	0,0004	0,0019
Costello - IV kombinacja	2,73	0,29	1,44	1,82	0,15	0,010	0,002	0,0004	0,0019

W podsumowaniu można stwierdzić, że nawożenie makroskładnikami (NPK) w uprawie mieczyków znacząco poprawiło parametry jakościowe roślin, takie jak ich wysokość, wielkość kwiatostanów, liczba pąków kwiatowych na pędzie, a także intensywność wybarwienia liści. Wykazano także, że zastosowanie stymulatora wzrostu zawierającego wyciąg z alg brunatnych oraz zrębków drzewnych wzbogaconych w azot, fosfor i potas korzystnie wpływało na plon i jakość kwiatów.

Stały monitoring parametrów gleby w okresie wegetacji, uwzględniający temperaturę, zasolenie i wilgotność gleby, które bezpośrednio lub pośrednio wpływają na odżywianie roślin, może być skutecznie wykonywany celem opracowania optymalnej strategii nawożenia cebulowych roślin ozdobnych. Parametry te można mierzyć z użyciem sond AM 100 (AGREUS). W strategii nawożenia roślin cebulowych, monitoring wybranych parametrów gleby powinien być zintegrowany z danymi zawartości dostępnych składników mineralnych w glebie i składników w liściach, z oceną wizualną kondycji roślin oraz pomiarem intensywności zielonej barwy liści.

Wnioskuje się, że kompleksowa i zintegrowana diagnostyka jakości środowiska glebowego oraz odżywiania i kondycji roślin przez cały okres ich wzrostu wydaje się być najskuteczniejszym narzędziem w optymalizacji nawożenia roślin cebulowych.