

## AUTOREFERAT

Dr inż. Katarzyna Dzida

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu  
Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych

### I Działalność naukowa

1. **Dane personalne:** Katarzyna Dzida

2. **Posiadane dyplomy i stopnie naukowe:**

W latach 1991-1996 studiowałam na Wydziale Zootechnicznym, Kierunek Ochrona Środowiska Akademii Rolniczej w Lublinie. W tym okresie udało mi się połączyć systematyczne zgłębianie wiedzy z odbyciem półtora miesięcznej praktyki (1995 r.) w gospodarstwie rolnoogrodniczym w Szwajcarii oraz z uczęszczaniem do Międzywydziałowego Studium Pedagogicznego. Po ukończeniu studium otrzymałam dyplom stanowiący dowód kwalifikacji pedagogicznych do pracy nauczycielskiej. Studia ukończyłam w 1996 roku uzyskując dyplom magistra inżyniera z wyróżnieniem na podstawie pracy magisterskiej „Zawartość metali ciężkich w ziołach w zależności od lokalizacji i fazy rozwoju roślin”, przygotowanej pod kierunkiem prof. dr hab. Eugeniusza Greli.

W latach 1997-2001 byłam słuchaczem studiów doktoranckich w Katedrze Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych na Wydziale Ogrodniczym Akademii Rolniczej w Lublinie. Dyplom doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa – nawożenie roślin ogrodniczych, Akademii Rolniczej w Lublinie otrzymałam w 2002 roku na podstawie dysertacji naukowej pod tytułem: „**Wpływ zróżnicowanych koncentracji soli w podłożu na skład chemiczny i plonowanie pomidora szklarniowego**”, której promotorem był prof. dr hab. Józef

Nurzyński. Od 1 marca 2002 roku do chwili obecnej jestem zatrudniona na etacie naukowo-dydaktycznym w Katedrze Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) w Lublinie. W tym okresie pod moją opieką naukową zostało przygotowanych i obronionych 15 prac magisterskich i 14 inżynierskich. Recenzowałam ponadto 2 prace magisterskie oraz 3 inżynierskie. Byłam również opiekunem dwóch doświadczeń olimpijskich z biologii, których autorzy otrzymali promocję części praktycznej egzaminu olimpijskiego z biologii w Liceum Ogólnokształcącym im. Staszica w Lublinie.

Moje zainteresowania naukowe koncentrują się na problematyce żywienia mineralnego roślin ogrodniczych w kontekście jakości otrzymanego surowca. Efektem prowadzonych przeze mnie badań są publikacje w liczbie 41 oryginalnych prac naukowych, w tym 25 prac ukazało się w czasopiśmie ujętych w wykazie Journal Citation Reports, 3 recenzowane artykuły naukowe ukazały się w materiałach konferencyjnych, a 11 artykułów popularno-naukowych w różnych czasopiśmie branżowych. **Łączna liczba punktów za publikacje naukowe jaką uzyskałam stanowi 530 pkt, zgodnie z aktualną listą czasopiśmie punktowanych o sumarycznym 5-letnim IF 15,147.**

Za działalność naukową zostałam wyróżniona Honorową Odznaką J.M. Rektora Akademii Rolniczej w Lublinie w 1996 roku oraz zespołową nagrodą I stopnia J.M. Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie za osiągnięcia naukowe w latach 2009 - 2010 i indywidualną nagrodą II stopnia J.M. Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie za osiągnięcia naukowe 2011 - 2012.

### **3. Wykazanie osiągnięcia stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego**

W latach 2005 - 2011 prowadziłam badania dotyczące wpływu żywienia mineralnego na plonowanie i wartość biologiczną tymianku i cząbrzu. Uzyskane wyniki badań przedstawiłam w monografii pt.: **Plon i wartość biologiczna ziela tymianku pospolitego (*Thymus vulgaris* L.) i cząbrzu ogrodowego (*Satureia hortensis* L.) w zależności od żywienia azotem i potasem**, jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm. Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365 oraz Dz. U. z 2011 r. nr 84, poz. 455).

## 4. Syntetyczny opis monografii pretendującej do rozprawy habilitacyjnej

### 4.1. Wprowadzenie

Roczna produkcja surowca zielarskiego w Polsce szacowana jest na około 20-22 tys. ton suchego materiału, z czego 80% pochodzi z upraw polowych, zaś pozostałe 20% jest zbierane ze stanu naturalnego. Produkcja roślin leczniczych i przyprawowych w kraju zajmuje powierzchnię około 30 tys. ha. W uprawie znajduje się obecnie prawie 70 gatunków roślin leczniczych, przy czym liczba ta w ostatnich latach wzrasta. W Polsce na dużą skalę uprawia się rumianek pospolity, kminek zwyczajny, koper włoski, kozłek lekarski, lubczyk ogrodowy, majeranek ogrodowy, melisę lekarską, mięętę pieprzową, szałwię lekarską oraz tymianek pospolity i cząber ogrodowy (Jambor 2007). Właściwości lecznicze i aromatyczne tymianku pospolitego i cząbrku ogrodowego sprawiają, iż gatunki te obok bazylii pospolitej i majeranku ogrodowego coraz częściej uprawia się także pod osłonami. Zainteresowanie surowcami zielarskimi wzrasta ze względu na coraz szersze wykorzystanie ich jako składników herbat ziołowych, suplementów diety, a także naturalnych dodatków do żywności. Surowce zielarskie zawierają bowiem wiele związków, które mają korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Kwasy fenolowe, flawony oraz witamina C mają działanie antyoksydacyjne, chronią przed wolnymi rodnikami, mikroorganizmami, ale także przed miażdżycą, rakiem i zaćmą. Przeciwdziałają także chorobom serca, układu krążenia i zakrzepicy, zapobiegają zwięzaniu się tętnic i uszczelniają naczynia włosowate (Bezić i in. 2005, Mahboubi i Kazampour 2011). Ponadto inne składniki surowców roślinnych, takie jak błonnik, kwas foliowy, czy chlorofilina, mają ochronne działanie w wielu schorzeniach nowotworowych.

W dostępnej literaturze światowej istnieją nieliczne publikacje odnoszące się do zrównoważonego nawożenia azotem oraz potasem tymianku pospolitego i cząbrku ogrodowego, jak również oddziaływanie tych pierwiastków na skład chemiczny surowca zielarskiego. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na plon oraz skład chemiczny roślin z rodziny Lamiaceae: tymianku pospolitego i cząbrku ogrodowego uprawianych w warunkach kontrolowanych.

Dla zrealizowania celu badań przeanalizowano wpływ:

- a) dawki azotu oraz rodzaju nawozu azotowego;
- b) dawki potasu oraz rodzaju nawozu potasowego;
- c) dawki azotu oraz rodzaju nawozu potasowego

na plonowanie, skład chemiczny oraz wartość biologiczną badanych roślin olejkowych. Ponadto dla oceny zawartości substancji biologicznie czynnych i składu chemicznego badanych

roślin przeprowadzono doświadczenia w warunkach polowych. Otrzymane wyniki pozwoliły na uzyskanie informacji o optymalnym żywieniu cząbrzu i tymianku.

### **Oddziaływanie nawożenia azotowego na plon oraz wartość biologiczną tymianku pospolitego i cząbrzu ogrodowego**

Azot jest istotnym dla roślin składnikiem pokarmowym, gdyż po pobraniu pełni w tkankach roślinnych rolę substratu w syntezie licznych związków organicznych. Zarówno nadmiar jak i niedobór tego pierwiastka prowadzi do wyraźnego zachwiania równowagi biologicznej oraz obniżenia ilości i jakości plonu (Acar i i. 2008, Biesiada i in. 2010, Golcz i in.2003). Optymalne dawki azotu zależą od szeregu czynników biotycznych, takich jak gatunek i odmiana danej rośliny, a ponadto są uwarunkowane szeregiem czynników abiotycznych subiektywnych (stanowisko, gleba) oraz obiektywnych, na które producenci nie mają wpływu (głównie przebieg warunków klimatycznych podczas okresu wegetacji).

W przypadku roślin zielarskich, będących przedmiotem niniejszych badań, zastosowanie niewłaściwej dawki azotu może prowadzić do degradacji cech takich jak smak, zapach, zawartość olejku eterycznego, soli mineralnych i witamin, które stanowią o walorach użytkowych rośliny. Jednocześnie zbyt wysoka dawka azotu powoduje nadmierny rozrost części nadziemnej, zwłaszcza łodyg, nie dając adekwatnej do zwiększonego nawożenia zwyczajki plonu liści, które są cenniejsze ze względów użytkowych.

Przeprowadzone badania z tymiankiem i cząbrem miały na celu określenie wpływu zróżnicowanych dawek azotu (0,2; 0,4; 0,8 g·dm<sup>-3</sup>) w postaci saletry wapniowej, saletry amonowej oraz mocznika na plon, skład chemiczny i zawartość olejku eterycznego. Zastosowane nawożenie azotowe oddziaływało istotnie na plon tymianku, natomiast rodzaj zastosowanego nawozu azotowego nie miał znaczącego wpływu na plon ziela. Niezależnie od stosowanego rodzaju nawozu azotowego we wszystkich obiektach doświadczalnych, odnotowano zwiększenie świeżej masy roślin tymianku i cząbrzu pod wpływem zwiększenia dawki azotu o 100% tj. z 0,2 do 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża. Dalszy wzrost dawki N przyczynił się do zmniejszenia ich masy. Zawartość kwasu L-askorbinowego w badanych roślinach była wyrównana i w ziele tymianku pospolitego wahała się od 40,83 do 58,1 mg·100 g<sup>-1</sup> św.m., zaś w ziele cząbrzu ogrodowego od 41,59 do 59,48 mg·100 g<sup>-1</sup> św.m. Istotnie mniej białka miały natomiast rośliny żywione saletrą wapniową. Rośliny tymianku i cząbrzu żywione azotem w formie zredukowanej gromadziły więcej białka w ziele w porównaniu z żywionymi azotem w formie azotanowej. Odnotowano także istotny wpływ dawki i rodzaju nawozu azotowego na zawartość

azotu ogółem w ziele tymianku i cząbrzu. Stosowanie wzrastających dawek azotu: 0,2; 0,4 i 0,8 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża spowodowało istotny wzrost zawartości azotu ogółem i azotanów w badanych roślinach. Rośliny żywione saletrą wapniową gromadziły najwięcej azotanów, mniej tych związków zawierały przy stosowaniu saletry amonowej, a najmniej po aplikacji mocznika. Zawartość potasu, wapnia i magnezu w ziele otartym badanych roślin była również uzależniona od dawki azotu. Przy wzrastającej ilości azotu mineralnego w podłożu odnotowano zmniejszenie się zawartości potasu w roślinach tymianku i cząbrzu oraz zwiększenie ilości wapnia i magnezu w ziele tymianku. Zawartości składników pokarmowych w roślinach były współzależne, co potwierdza ujemna korelacja między zawartością azotu ogółem, a ilością potasu w badanych gatunkach. Przy wzrastającej ilości azotu mineralnego w podłożu, odnotowano wzrost zawartości azotanów i siarczanów w roślinach tymianku i cząbrzu. Zwiększona koncentracja siarki w otartym ziele badanych roślin wpływała natomiast na kumulację azotanów w roślinach.

Zastosowane czynniki badawcze, czyli rodzaj nawozu azotowego i dawka azotu, istotnie różnicowały zawartości olejku eterycznego w roślinach tymianku i cząbrzu. Najwięcej olejku odnotowano po zastosowaniu 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża w ziele tymianku (3,73%), gdy do żywienia roślin stosowano mocznik oraz w ziele cząbrzu (3,0%) przy tym samym poziomie azotu w nawożeniu saletrą wapniową. Stwierdzono również istotną interakcję między analizowanymi czynnikami a zawartością olejku w ziele badanych roślin. W olejku tymiankowego wykazano obecność 80 związków a w olejku cząbrzu 30. Dominującym składnikiem olejku tymiankowego był tymol. Koncentracja tego związku zmieniała się pod wpływem żywienia roślin azotem. Niezależnie od dawki N, rodzaj zastosowanego nawozu azotowego również różnicował zawartość tymolu w olejku tymianku. Największą koncentrację tego związku odnotowano przy stosowaniu saletry wapniowej, mniejszą po podaniu saletry amonowej, a najmniejszą mocznika. Olejek eteryczny cząbrzu charakteryzował się największą zawartością karwakrolu, którego ilość była także zależna od nawożenia azotem. W obiektach z saletrą amonową koncentracja karwakrolu zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki azotu. Odwrotną zależność stwierdzono analizując koncentrację  $\gamma$ -terpinenu, drugiego, co do zawartości, związku w olejku. Stosując wzrastające dawki saletry amonowej otrzymano zwiększenie zawartości  $\gamma$ -terpinenu. Wykazano także wysoką dodatnią korelację między plonem świeżego ziele a zawartością olejku eterycznego w badanych roślinach oraz zawartością tymolu w tymianku i karwakrolu w cząbrze. Potwierdzeniem wpływu rodzaju nawozu azotowego na skład jakościowy olejku eterycznego badanych roślin są wysokie współczynniki determinacji dla karwakrolu i p-cymenu (cząber) oraz dla tymolu i p-cymenu (tymianek).

## **Oddziaływanie nawożenia potasowego na plon oraz wartość biologiczną tymianku pospolitego i cząbrzu ogrodowego**

W grupie głównych składników żywieniowych potas zajmuje wyjątkową pozycję pod względem znaczenia dla wzrostu i rozwoju roślin, gdyż wpływa bezpośrednio na gospodarkę wodną i aktywuje ponad 50 enzymów oraz zwiększa odporność rośliny na stres. Potas obok innych składników, warunkuje właściwy przebieg procesów metabolicznych w komórkach, a w konsekwencji uzyskanie optymalnego plonu. Działa również jako katalizator dla wielu przemian enzymatycznych w roślinie, które są konieczne dla jej prawidłowego wzrostu. Użytkiwany w wyniku fotosyntezy przyrost materii organicznej jest ściśle związany z obecnością odpowiedniej ilości potasu w środowisku korzeniowym roślin (Lester i in. 2010). Przy deficycie potasu następuje pogorszenie się bilansu węglowego w roślinie, co łączy się z obniżeniem fotosyntezy, a wzrostem intensywności oddychania. Inną kluczową rolą potasu jest osmoregulacja. Jon  $K^+$  zwiększa potencjał osmotyczny komórki, utrzymuje ją w stanie turgoru i ułatwia przenikanie do niej wody. W warunkach braku jonów potasu, tkanki tracą zdolność zatrzymywania wody, a więc następuje wzmożone jej wyparowywanie, przy jednoczesnym obniżeniu plonu i wzroście współczynnika transpiracji. Proces ten wpływa na transport wody w ksylemie, utrzymanie turgoru komórek, wydłużanie ich oraz reguluje otwieranie i zamykanie aparatów szparkowych, co z kolei oddziałuje na transpirację i wykorzystywanie dwutlenku węgla dla fotosyntezy (Boroomand i Sadat 2012).

Przeprowadzone badania z tymiankiem i cząbrem miały na celu określenie wpływu zróżnicowanych dawek potasu (0,6; 0,9; 1,2 g·dm<sup>-3</sup>) w postaci KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1 na plon roślin, ich skład chemiczny i zawartość olejku eterycznego. Stwierdzono istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia potasem na wielkość świeżej masy oraz wysokość roślin. Najwyższy plon uzyskano z roślin żywionych siarczanem potasu po zastosowaniu dawki 0,9 g K·dm<sup>-3</sup> podłoża. Odnotowano spadek masy roślin wraz ze wzrostem dawkowanego potasu, gdy do żywienia roślin stosowano chlorek potasu oraz mieszaninę KCl+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Wartość biologiczna roślin zależy między innymi od zawartości witaminy C. Stwierdzono, że ilość kwasu L-askorbinowego w roślinach tymianku zmieniała się w istotny sposób pod wpływem zastosowanej dawki potasu, podczas gdy rodzaj nawozu potasowego nie różnicował istotnie zawartości tego związku. Zawartość białka w roślinach tymianku i cząbrzu zależała od dawki potasu i była porównywalna między badanymi gatunkami. Największą ilością białka charakteryzowały się rośliny żywione potasem w dawce 0,6 g·dm<sup>-3</sup>. Po zastosowaniu większych dawek potasu, niezależnie od rodzaju nawozu potasowego, odnotowano zmniejszenie zawartości

białka w roślinach. Analiza zawartości składników pokarmowych w częściach nadziemnych tymianku i cząbrzu wykazała szereg interesujących zależności. Zawartość azotu ogółem i azotanów w ziele badanych roślin była istotnie zależna od dawki i rodzaju stosowanego nawozu potasowego. Odnotowano istotne zmniejszenie ilości azotanów w roślinach pod wpływem wzrastającej dawki potasu. Analizując wpływ zastosowanych nawozów potasowych na zawartość azotanów w roślinach, stwierdzono najmniej tych związków w ziele otartym tymianku i cząbrzu z roślin żywionych chlorkiem potasu. Stwierdzono istotne różnice w zawartości potasu w badanych gatunkach roślin przyprawowych. Istotnie największą ilością tego składnika odznaczały się rośliny żywione największą dawką potasu. Rodzaj nawozu potasowego także wpływał na kumulację tego pierwiastka w roślinach. Najwięcej potasu stwierdzono w roślinach tymianku nawożonych chlorkiem potasu, a w roślinach cząbrzu po podaniu siarczanu potasu. Zaznaczył się także istotny wpływ rodzaju i dawki stosowanego nawozu potasowego na korelację między zawartością azotu ogółem, a ilością azotu w roślinach. Zależność między badanymi składnikami pokarmowymi była ujemna i wynosiła  $R = -0,827$  dla tymianku i  $R = -0,849$  dla cząbrzu. W ziele tymianku oznaczono mniej wapnia i magnezu niż w ziele cząbrzu. Odnotowano antagonistyczny wpływ potasu na pobieranie przez badane rośliny wapnia i magnezu.

Przeanalizowano także wpływ dawki potasu oraz rodzaju nawozu potasowego na zawartość olejku eterycznego i jego jakość w tymianku i cząbrze. Zróżnicowane nawożenie potasowe wpływało na zawartość olejku eterycznego w badanych roślinach. Odnotowano istotny wzrost ilości olejku po zwiększeniu dawki potasu z  $0,6$  do  $0,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża. Największą ilością olejku charakteryzowały się rośliny żywione potasem, w dawce  $0,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża, w postaci siarczanu potasu. Stwierdzono również różnice w zawartości olejku w ziele pod wpływem stosowania różnych nawozów potasowych, chociaż w przypadku cząbrzu nie były to różnice istotne. Badane rośliny kumulowały najwięcej olejku po zastosowaniu siarczanu potasu, a jego skład ilościowy i jakościowy zmieniał się pod wpływem stosowanego nawożenia potasowego. W olejku tymianku zidentyfikowano 45 składników, a w olejku cząbrzu 52. Dominującym związkiem olejku tymianku był tymol. Stwierdzono dodatni wpływ wzrostu dawki potasu z  $0,6$  do  $0,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  na wzrost koncentracji tymolu w olejku roślin żywionych solą potasową i mieszaniną  $\text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4$ . Olejek tymianku bogaty był również w:  $\gamma$ -terpinen, p-cymen,  $\alpha$ -terpinen, karwakrol. Spośród 52 oznaczonych związków olejku cząbrzu, największą ilością wyróżniał się karwakrol, którego najwięcej odnotowano w olejku roślin żywionych potasem w dawce  $0,9 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża w postaci siarczanu potasu. W olejku roślin żywionych  $\text{KCl}$  oraz  $\text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4$ , koncentracja karwakrolu ulegała zmniejszeniu pod

wpływem zwiększonej dawki potasu na poziomie  $0,9 \text{ g K} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża, przy czym dalszy wzrost potasu w podłożu nie powodował dalszego spadku zawartości tego składnika w olejku. Rodzaj stosowanego nawozu potasowego w niewielkim stopniu różnicował zawartość karwakrolu w olejku cząbrzu, jednak najczęściej tego związku stwierdzono po zastosowaniu siarczanu potasu, zaś mniej w obiektach nawożonych mieszaniną chlorku potasu z siarczanem potasu i chlorkiem potasu. Olejek cząbrowy bogaty był również w:  $\gamma$ -terpinenu,  $\alpha$ -terpinen, p-cymen oraz myrcen. Zróżnicowane nawożenie potasowe cząbrzu i tymianku wpływało na skład jakościowy olejku eterycznego badanych roślin, potwierdzają to współczynniki determinacji między dawką potasu, a zawartością tymolu i  $\gamma$ -terpinenu w olejku tymiankowym. Podobnie ilość p-cymenu i  $\alpha$ -terpinenu (cząber) oraz  $\gamma$ -terpinenu i p-cymenu (tymianek) zależna była od rodzaju nawozu potasowego. Aplikacja roślinom zwiększonych dawek potasu w postaci różnych nawozów potasowych spowodowała szereg zależności między badanymi cechami. Zawartość olejku eterycznego badanych roślin była silnie skorelowana z plonem świeżej masy tymianku i cząbrzu. Wysokie zależności odnotowano również między zawartością tymolu w olejku eterycznym, a plonem świeżej masy, jak również ilością olejku, a zawartością w nim tymolu (tymianek) oraz między koncentracją olejku eterycznego cząbrzu, a zawartością w nim karwakrolu, a także między zawartością olejku eterycznego i ilością karwakrolu w badanym olejku (cząber).

### **Oddziaływanie nawożenia azotowego-potasowego na plon oraz wartość biologiczną tymianku pospolitego i cząbrzu ogrodowego**

Potas wpływa na wiele ważnych procesów zachodzących w roślinie, między innymi bierze bezpośredni udział w gospodarce azotowej oraz transportuje jony azotowe w ksylemie. Prawdopodobnie synteza białka jest pierwszym procesem ulegającym zahamowaniu na skutek braku jonów  $\text{K}^+$ , w wyniku czego gromadzone są w roślinie rozpuszczalne, organiczne połączenia azotowe, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości związków białkowych. Niedobór potasu w roślinie powoduje więc ograniczenie transformacji azotu mineralnego do białek (Lebaudy i in.2007). Przy niedoborze potasu wzrost roślin zostaje zahamowany, przyrosty są małe, a międzywęzła skrócone. W przypadku żywienia roślin zielarskich azotem i potasem, cecha ta jest szczególnie ważna, gdyż wiąże się bezpośrednio z wysokim standardem jakościowym surowca.

Przeprowadzone badania z tymiankiem i cząbrem miały na celu określenie wpływu zróżnicowanych dawek azotu ( $0,2; 0,4; 0,8 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) oraz rodzaju nawozu potasowego (KCl,



K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1) na plon roślin, ich skład chemiczny i zawartość olejku eterycznego. Odnotowano istotny wpływ zastosowanej dawki azotu na plon świeżej masy tymianku i cząbrku. Tymianek żywiony mieszaniną KCl+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i siarczanem potasu odznaczał się istotnie większym plonem w porównaniu z roślinami nawożonymi chlorkiem potasu. Wykazano natomiast brak istotnego wpływu rodzaju nawozu potasowego na plon świeżej masy cząbrku. Badane rośliny odznaczały się dużą zawartością kwasu L-askorbinowego, w granicach 47,5-55,5 mg·100 g<sup>-1</sup> św.m. dla tymianku i 47,8-56,4 mg·100 g<sup>-1</sup> św.m. dla cząbrku.

Synteza kwasu L-askorbinowego w roślinach była istotnie zależna od rodzaju nawozu potasowego, a także od dawki azotu. Zwiększenie dawki azotu z 0,2 do 0,4 g·dm<sup>-3</sup> podłoża powodowało wzrost, natomiast zastosowanie 0,8 g·dm<sup>-3</sup> podłoża obniżyło zawartość kwasu L-askorbinowego w roślinach tymianku i cząbrku, niezależnie od podawanego nawozu potasowego. Rośliny tymianku zawierały od 17,2 do 23,4% białka, a cząbrku od 17,9 do 28,8%, w zależności od stosowanej dawki azotu. Odnotowano istotny wzrost zawartości białka w badanych roślinach oraz ilości azotu w ziele otartym wraz ze wzrostem dawki N. Rodzaj nawozu potasowego wpływał istotnie na gromadzenie białka w roślinach tymianku, a najwięcej odnotowano go w roślinach nawożonych siarczanem potasu. Podobną tendencję stwierdzono w roślinach cząbrku. Zawartość składników pokarmowych w roślinach tymianku i cząbrku była istotnie uzależniona od stosowanego nawożenia azotowo-potasowego. Ilość azotu ogółem mieściła się w zakresie 2,75 - 3,74% s.m. dla tymianku i wzrastała pod wpływem dawki azotu oraz nawożenia siarczanem potasu. Dla cząbrku wartość ta wynosiła 2,87 - 4,61% s.m., zależąc w istotny sposób od dawki azotu. Odnotowano różnice w kumulowaniu azotanów między badanymi gatunkami. Tymianek gromadził średnio 0,09% N-NO<sub>3</sub> s.m., a cząber 0,16% N-NO<sub>3</sub> s.m. Ponadto stwierdzono istotne zwiększenie koncentracji azotanów w badanych roślinach wraz ze wzrostem ilości azotu amonowego i azotanowego w podłożu. Rodzaj nawozu potasowego nie wpływał istotnie na zawartość azotanów w roślinach cząbrku. Zawartość potasu w roślinach tymianku wynosiła średnio 2,65% s.m. i była istotnie zależna od rodzaju nawozu potasowego i dawki azotu. Cząber zawierał średnio 2,3% K w suchej masie ziela, ilość ta była istotnie uzależniona od zastosowanego nawozu potasowego. Niezależnie od rodzaju nawozu potasowego, stwierdzono ujemny wpływ zwiększonej dawki azotu na zawartość potasu w roślinach tymianku i cząbrku. Wyraźnie zaznaczyła się zależność między zawartością azotu, a ilością potasu w badanych roślinach. Stwierdzono ujemną korelację między zawartością głównych składników pokarmowych, a badanymi parametrami plonu tymianku i cząbrku. Zawartość wapnia w roślinach uzależniona była istotnie od rodzaju nawozu potasowego i dawki azotu. Najwięcej wapnia kumulowały rośliny tymianku żywione

KCl+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oraz rośliny cząbrzy żywione KCl. Stosowanie wzrastających ilości azotu działało stymulująco na pobieranie wapnia. Najwięcej siarki gromadziły rośliny żywione siarczanem potasu, mniej mieszaniną KCl+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, a najmniej przy zastosowaniu chlorku potasu. W ziele tymianku istotnie więcej siarki stwierdzono w przypadku roślin intensywnie nawożonych N, dawką 0,4-0,8 g·dm<sup>-3</sup>, podczas gdy w cząbrze ogrodowym zależność ta nie wystąpiła.

Wykazano istotny wpływ rodzaju nawozu potasowego na zawartość olejku eterycznego w roślinach tymianku i cząbrzy. Największą kumulacją olejku wyróżniały się rośliny tymianku żywione siarczanem potasu, natomiast rośliny cząbrzy zawierały najwięcej olejku po zastosowaniu chlorku potasu w połączeniu z siarczanem potasu. Odnotowano również wpływ zastosowanego azotu na koncentrację olejku w częściach nadziemnych badanych roślin. Największą ilość olejku wyizolowano z roślin tymianku żywionych najmniejszą dawką azotu w połączeniu z siarczanem potasu. Rośliny cząbrzy reagowały w odmienny sposób na intensywne nawożenie azotem. Niezależnie od podawanego nawozu potasowego cząbrzy kumulowały więcej olejku po zastosowaniu 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża.

W olejku eterycznym tymianku oznaczono 59 związków. Zarówno skład jakościowy, jak i ilościowy olejku różnicowany był przez zastosowane żywienie azotowo-potasowe. Spośród wszystkich oznaczonych składników olejku w przeważającej ilości występował tymol, a jego ilość była zmienna w zależności od nawożenia azotowo-potasowego. Odnotowano odmienny wpływ wzrastającej dawki azotu na koncentrację tego związku w poszczególnych obiektach nawożenia potasowego. Stosując chlorek potasu otrzymano stabilną zawartość tymolu przy żywieniu azotem na poziomie 0,2 i 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża, dalszy wzrost dawki, do 0,8 g·dm<sup>-3</sup> podłoża, powodował obniżenie koncentracji tymolu w olejku. W obiektach nawożonych mieszaniną KCl+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> odnotowano zwiększenie stężenia tymolu po zwiększeniu dawki azotu do 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża, przy dalszym zwiększaniu dawki, do 0,8 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża, ilość tymolu obniżyła się. W olejku eterycznym tymianku odnotowano również zwiększoną ilość  $\gamma$ -terpinenu, p-cymenu i  $\alpha$ -terpinenu. W olejku cząbrzy, wykazano obecność 35 związków, wśród których dominował karwakrol. Koncentracja tego związku w obiektach nawożonych chlorkiem potasu, siarczanem potasu oraz mieszaniną chlorku potasu w połączeniu z siarczanem potasu zwiększyła się pod wpływem żywienia azotem na poziomie 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża. Po zastosowaniu 0,8 g N·dm<sup>-3</sup> podłoża ilość karwakrolu w olejku cząbrzy zmniejszała się. Zawartość  $\gamma$ -terpinenu kształtowała się również na wysokim poziomie i była nieco mniejsza w obiektach, w których źródłem K był wyłącznie chlorek potasu. Inne związki, które odnotowano w większych ilościach w olejku eterycznym cząbrzy to:  $\alpha$ -terpinen i p-cymen. Stosowane do żywienia roślin nawożenie azotowo-potasowe różnicowało skład

jakościowy i ilościowy olejku eterycznego tymianku i cząbrzu. Odnotowano zależność między dawką azotu, a zawartością tymolu, p-cymenu i  $\alpha$ -terpinenu w olejku tymiankowym oraz p-cymenu w olejku cząbrowym. Współczynnik determinacji między rodzajem nawozu potasowego a głównymi związkami olejku eterycznego badanych roślin był wysoki. Stwierdzono wysoką zależność między rodzajem nawozu potasowego a zawartością tymolu i  $\gamma$ -terpinenu w olejku tymiankowym oraz karwakrolu i  $\alpha$ -terpinenu w olejku cząbrowym. Ponadto odnotowano ujemną korelację między zawartością tymolu w olejku eterycznym tymianku a ilością azotu ogółem w badanej roślinie oraz między koncentracją karwakrolu w olejku cząbrowym i zawartością potasu w roślinie.

### **Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plon, skład chemiczny i wartość olejku eterycznego cząbrzu – uprawa polowa**

W celu dokładniejszego prześledzenia zmian w składzie chemicznym cząbrzu przeprowadzono doświadczenie polowe nad wpływem zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na wielkość i jakość plonu roślin. Azot zastosowano w postaci saletry amonowej w dawkach: 4, 8 i 12 g·m<sup>-2</sup>, potas podano w postaci siarczanu potasu w dawkach: 5, 10 i 15 g K·m<sup>-2</sup>. Stwierdzono istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plon i wartość biologiczną roślin cząbrzu. Zwiększenie dawek azotu i potasu powodowało istotne zwiększenie plonu świeżego i suchego zieleń cząbrzu, przy czym nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnimi plonami po zastosowaniu najmniejszej i średniej dawki azotu 4 i 8 g·m<sup>-2</sup>. Wysokość roślin cząbrzu była istotnie większa przy największej dawce azotu pomimo, iż zawartość azotu mineralnego była na podobnym poziomie jak w innych obiektach. Może to świadczyć, iż rośliny pobrały azot i wbudowały go w związki organiczne. Potwierdzeniem tej zależności jest także największa zawartość białka w roślinach przy tym nawożeniu. Wzrastające nawożenie potasem oddziaływało istotnie na wysokość badanych roślin. Wzrastające nawożenie azotem powodowało natomiast obniżenie zawartości kwasu L-askorbinowego w częściach nadziemnych cząbrzu. Istotny wzrost kwasu L-askorbinowego odnotowano po zwiększeniu dawki potasu z 5 do 10 g·m<sup>-2</sup>. Zastosowane dawki azotu i potasu wpływały w istotny sposób na zawartość azotu ogółem w roślinach. Odnotowano wzrost koncentracji azotu ogółem w cząbrzu pod wpływem wzrastających dawek azotu z 4 do 8 g·m<sup>-2</sup>. Odwrotną zależność stwierdzono po zastosowaniu potasu, wraz ze wzrostem zawartości potasu w roślinie ilość azotu ogółem zmniejszała się. Rośliny pobierają azot przede wszystkim w formie amonowej i azotanowej. W badanych roślinach nie stwierdzono obydwu form azotu, co może

być spowodowane wbudowaniem ich w struktury organiczne. W przedstawionych badaniach potwierdzeniem współzależności pobierania składników pokarmowych jest ujemny współczynnik korelacji między zawartością azotu ogółem, a ilością potasu ( $R = - 0,788$ ) w badanych roślinach cząbrzu. Koncentracja potasu i wapnia w istotny sposób uzależniona była od badanych czynników. Wraz ze wzrostem zawartości potasu w glebie odnotowano zwiększenie zawartości potasu, a obniżenie wapnia w roślinach cząbrzu. Średnia zawartość tych składników w badanych roślinach była istotnie uzależniona od ilości stosowanego azotu. Stwierdzono pewne tendencje w kierunku zmniejszania się koncentracji tych składników wraz ze zwiększeniem dawek nawozu azotowego. Zawartość siarki w badanych roślinach cząbrzu również zmieniała się w zależności od zastosowanych czynników. Odnotowano wzrost zawartości siarki w otartym ziele cząbrzu po zastosowaniu wzrastających ilości siarczanu potasu.

Przeprowadzone doświadczenia w warunkach polowych wykazały, iż zróżnicowane nawożenie azotowo-potasowe wpływało na koncentrację olejku eterycznego w cząbrze. Istotny wzrost zawartości olejku w ziele uzyskano po zastosowaniu  $10 \text{ g K} \cdot \text{m}^{-2}$ . Nie odnotowano natomiast istotnego wpływu dawki azotu na zawartość olejku w ziele cząbrzu. Po wykonaniu analizy jakościowej olejku cząbrowego stwierdzono obecność 49 związków. Dominującym związkiem w badanym oleju był karwakrol. Zastosowane wzrastające nawożenie azotem w postaci saletry amonowej powodowało obniżenie poziomu karwakrolu, podczas gdy wzrastające dawki potasu nie różnicowały koncentracji tego związku w oleju cząbrowym. W uprawie polowej cząbrzu odnotowano wysoką zależność między zawartością p-cymenu w oleju eterycznym, a dawką podawanego azotu. Jego zawartość w oleju była największa przy intensywnym nawożeniu azotem.

### **Dynamika zmian parametrów wartości biologicznej ziela tymianku**

#### **– uprawa polowa**

Badania polowe z tymiankiem pospolitym miały na celu prześledzenie dynamiki zmian parametrów wartości biologicznej roślin w okresie wegetacji. Po głównym zbiorze roślin (17 października) oznaczono plon świeżej masy tymianku oraz plon suchego ziela, który wynosił odpowiednio  $1,88 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  i  $350 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ . Wysokość tymianku wzrastała wprost proporcjonalnie przez cały okres wegetacji, osiągając wysokość 27,6 cm w czasie zbioru roślin. Wraz ze wzrostem i rozwojem tymianku zawartość kwasu L-askorbinowego i białka zwiększały się, osiągając maksimum koncentracji 20 września, po czym w kolejnych terminach zmniejszała się. Skład chemiczny tymianku w istotny sposób zależny był od terminu zbioru części nadziemnych. Odnotowano systematyczny wzrost poziomu azotu ogółem i wapnia

w roślinach do 20 września, fosforu i potasu do 23 sierpnia, a chloru do 7 września. W dalszych terminach zawartość składników pokarmowych w ziele zmniejszała się. Badania z tymiankiem przeprowadzone w warunkach polowych, wykazały, iż zawartość olejku eterycznego w roślinach uzależniona była istotnie od terminu zbioru. W czasie wegetacji olejek eteryczny był kumulowany w ziele roślin w różnych ilościach. Odnotowano istotne zwiększenie zawartości olejku w tymianku do 20 września, w którym to terminie koncentracja substancji lotnych wynosiła 3,64%. W późniejszym okresie ontogenezy stwierdzono obniżenie zawartości olejku w tymianku. Wykonana analiza jakościowa olejku tymiankowego odzwierciedla wpływ terminu zbioru roślin na skład ilościowy oznaczanych związków. Potwierdzeniem tej zależności jest wysoka korelacja między terminem zbioru a zawartością tymolu,  $\gamma$ -terpinenu, p-cymenu i  $\alpha$ -terpinenu w olejku eterycznym tymianku. Spośród 52 oznaczonych związków badanego olejku największą ilość stanowił tymol. Koncentracja  $\gamma$ -terpinenu i w mniejszym stopniu  $\alpha$ -terpinenu, zmniejszała się wraz ze wzrostem i rozwojem roślin, a p-cymenu zwiększała się przez cały okres uprawy tymianku.

## Podsumowanie

Tymianek i cząber należą do roślin zielarskich, których plonowanie i jakość surowca zależą od nawożenia mineralnego, przede wszystkim azotem i potasem. Skład jakościowy i ilościowy olejku eterycznego tymianku i cząbrzu zmieniał się pod wpływem zastosowanych czynników. Zawartość tymolu w olejku tymiankowym była najwyższa po zastosowaniu średniej dawki azotu, dalszy wzrost ilości azotu powodował zaś obniżenie koncentracji tymolu. Średnia zawartość karwakrolu w olejku cząbrowym ulegała obniżeniu po zastosowaniu wzrastających dawek azotu. Najwyższą zawartością tymolu (tymianek) i karwakrolu (cząber) charakteryzowały się rośliny żywione saletrą wapniową. Najkorzystniejsze wartości dotyczące wielkości i jakości plonu tymianku i cząbrzu otrzymano po zastosowaniu 0,2 i 0,4 g N·dm<sup>-3</sup> oraz 0,6 i 0,9 g K·dm<sup>-3</sup> podłoża, co miało swoje odzwierciedlenie w zawartości przyswajalnych składników w podłożu torfowym po uprawie tymianku w ilości 140-240 mg·dm<sup>-3</sup> N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> i 250-570 mg K·dm<sup>-3</sup>, natomiast cząbrzu 170-220 mg N-NH<sub>4</sub>+N-NO<sub>3</sub> ·dm<sup>-3</sup> i 390-700 mg K·dm<sup>-3</sup>. Uzyskane wyniki pozwalają na ocenę wartości biologicznej tymianku i cząbrzu oraz wnoszą cenne informacje na temat żywienia i użytkowania tych roślin.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Profil moich zainteresowań badawczych obejmował wiele zagadnień, głównie z zakresu szeroko pojętego wpływu żywienia mineralnego roślin na wartość biologiczną warzyw, owoców i ziół. Realizowana przeze mnie tematyka naukowo-badawcza obejmuje następujące zagadnienia:

- 5.1. Wpływ dokarmiania pozakorzeniowego oraz zróżnicowanego żywienia azotowo-potasowego roślin na plon i skład chemiczny sałaty, pietruszki naciowej, pomidora, ogórka i papryki.
- 5.2. Charakterystyka wartości biologicznej roślin w zależności od podłoża użytego do ich uprawy.
- 5.3. Oddziaływanie zróżnicowanego nawożenia mineralnego na wartość biologiczną warzyw liściowych.
- 5.4. Analiza związków biologicznie czynnych oraz składu chemicznego roślin przyprawowych i leczniczych w zależności od odmiany i zróżnicowanych czynników żywieniowych.

Ad. 5.1.

Na początku swojej działalności badawczej włączyłam się w tematykę realizowaną w Katedrze Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych. W trakcie studiów doktoranckich prowadziłam badania główne dotyczące wpływu zróżnicowanego stężenia soli w środowisku korzeniowym pomidora szklarniowego, co stanowiło trzon mojej rozprawy doktorskiej. Równocześnie prowadziłam dodatkowe badania dotyczące dokarmiania pozakorzeniowego sałaty i pietruszki naciowej (2.2, 2.3), które w kolejnych latach były kontynuowane z pomidorem, ogórkiem i papryką (1.5, 1.14, 1.33). Przedmiotem oceny był wpływ wzrastających dawek azotu i potasu oraz dokarmiania pozakorzeniowego nawozem płynnym EKOSOL (pietruszka), EKOSOL-N (sałata) na plon oraz skład chemiczny roślin. Największy plon sałaty uzyskano przy stosowaniu najniższych dawek nawozów, natomiast pietruszki po zastosowaniu najwyższej dawki azotu i potasu bez dokarmiania EKOSOLEm. Odnotowano większą zawartość witaminy C w liściach pietruszki oraz mniejszą koncentrację azotanów w liściach sałaty po zastosowaniu dokarmiania dolistnego. Kontynuując badania nad dokarmianiem pozakorzeniowym przeprowadzono także doświadczenia z grupą nawozów o działaniu żywieniowo-ochronnym dla roślin. Badano działanie Plonochronu: potasowego, magnezowego i wapniowego oraz różnych dawek azotu do dokarmiania pomidora i ogórka. Stwierdzono korzystny

wpływ dolistnego stosowania nawozów Plonochron na plon i wartość biologiczną badanych roślin. Największy plon owoców odnotowano w obiektach nawożonych wyższą dawką azotu przy jednoczesnym dokarmianiu Plonochronem magnezowym (pomidor) oraz przy dokarmianiu Plonochronem potasowym (ogórek). Stwierdzono duże zróżnicowanie zawartości składników mineralnych zarówno w liściach, jak i w owocach, w zależności od nawożenia doglebowego i dokarmiania pozakorzeniowego roślin pomidora i ogórka. Zarówno w uprawie pomidora, jak i papryki bardzo często może występować sucha zgnilizna wierzchołkowa owoców, choroba fizjologiczna, której siła porażenia uzależniona jest między innymi od zawartości wapnia w owocach. W celu przeanalizowania tego problemu uczestniczyłam jako wykonawca w projekcie badawczym pt. „Plonowanie i jakość owoców papryki słodkiej w zależności od dokarmiania pozakorzeniowego” nr N N310 037933, którego kierownikiem była dr hab. Zenia Michałojć, prof. nadzw. UP. W badaniach do żywienia roślin wykorzystano  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , Librel Ca, Wapnowit oraz dwie dawki wapnia. Stwierdzono brak istotnego wpływu zastosowanego dokarmiania wapniem na wielkość plonu owoców papryki, natomiast wykazano istotnie mniej owoców porażonych suchą zgnilizną wierzchołkową u roślin dokarmianych wapniem w postaci Librelu Ca w porównaniu z kontrolą. Wykazano korzystny wpływ dokarmiania Ca na zawartość cukrów redukujących i ogółem po zastosowaniu  $0,2 \text{ g Ca} \cdot \text{roślina}^{-1}$  w postaci Wapnowitu. Odnotowano istotnie większą zawartość witaminy C w owocach papryki dokarmianych pozakorzeniowo wapniem w porównaniu z kontrolą, ale nie wykazano jednoznacznego wpływu zastosowanych preparatów Ca na jej gromadzenie w owocach. Stwierdzono jednak, iż prawidłowo wykonane pozakorzeniowe dokarmianie roślin może zapewnić dostateczną dostępność składników pokarmowych, nawet w warunkach ograniczonego ich dostępu z gleby, czy podłoża, co jest gwarantem uzyskania wysokich plonów dobrej jakości.

#### Ad. 5.2.

Jednym z ważniejszych elementów uprawy roślin pod osłonami jest właściwy dobór podłoża. Do najbardziej popularnych podłoży stosowanych w Polsce należy nadal wełna mineralna. W ostatnim okresie coraz częściej do uprawy roślin wprowadzane są podłoża alternatywne, takie jak perlit, keramzyt, włókno kokosowe, czy słoma. Drugim czynnikiem wpływającym na ilość i jakość plonu uprawianych roślin jest nawożenie. Szczególnie istotnym pierwiastkiem jest azot, który decyduje o otrzymaniu plonu o wysokiej wartości biologicznej. Najstarszym podłożem ogrodniczym, charakteryzującym się jednocześnie bardzo dobrymi właściwościami uprawowymi jest torf. W kolejnym etapie moich badań skoncentrowałam się

na określeniu wartości biologicznej wybranych gatunków roślin uprawianych w różnych podłożach (1.2., 1.3.). W ramach prowadzonych doświadczeń określono wpływ różnych koncentracji soli na zawartość składników pokarmowych w podłożu z torfu przejściowego oraz skład chemiczny liści pomidora szklarniowego odmiany 'Terra F<sub>1</sub>' i 'Cunero F<sub>1</sub>' uprawianych w cyklu wiosennym i jesiennym. Do nawożenia roślin stosowano KCl i K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> oraz różne dawki nawozu azotowego. Zróżnicowane nawożenie azotowo-potasowe miało wpływ na zawartość N, K, S i Cl w podłożu i liściach pomidora. Największą koncentrację soli w podłożu (EC) w uprawie wiosennej otrzymano przy stosowaniu siarczanu potasu, a w uprawie jesiennej, chlorku potasu. Zarówno przy stosowaniu siarczanu, jak i chlorku wnoszony był do podłoża potas. Odnotowano, że to ten pierwiastek w największym stopniu wpływał na wartość EC, co potwierdzają istotne współczynniki korelacji zarówno w uprawie wiosennej jak i jesiennej. Torf to cenne podłoże ogrodnicze, jednak jego zasoby ulegają ciągłemu uszczupleniu. Z powyższego względu dominującym podłożem w uprawie bezglebowej jest wełna mineralna. Jednak z uwagi na długi okres rozkładu oraz brak jej utylizacji pozostaje uciążliwym odpadem poprodukcyjnym stąd nadal testowane są podłoża, które mogą zastąpić wełnę np. perlit i keramzyt. Przeprowadzone badania z wykorzystaniem zamkniętego systemu fertygacji, bez recyrkulacji pożywki, dowodzą braku istotnych różnic w plonie ogólnym i handlowym owoców pomidora odmiany 'Cunero F<sub>1</sub>' uprawianego w wełnie mineralnej, perlicie i keramzycie (1.6., 1.22.). W obiektach nawożonych pożywką o wyższej koncentracji makroskładników (EC = 3,6 mS·cm<sup>-1</sup>) odnotowano istotnie większy plon handlowy oraz większą masę jednostkową owoców w porównaniu z pożywką podstawową (EC = 2,4 mS·cm<sup>-1</sup>). Zawartość suchej masy, cukrów ogółem oraz składników mineralnych, za wyjątkiem potasu, w owocach, były statystycznie niezależne od badanych podłoży, natomiast koncentracja badanych parametrów zależała od stężenia podawanej pożywki. Największą ilością witaminy C charakteryzowały się owoce pomidora uprawianego w keramzycie (1.6.). Badano także dynamikę zmian składu chemicznego wyciągów ze środowiska korzeniowego oraz wód drenarskich w uprawie pomidora w omawianym schemacie podłoży i zróżnicowanych ilości makroelementów (1.22.). Analiza wyciągów oraz wód drenarskich wykazała istotnie więcej azotanów, fosforu, potasu, wapnia, magnezu, siarczanów i sodu w obiektach nawożonych pożywką zateżoną EC = 3,6 mS·cm<sup>-1</sup> (1.23.). Jednym z rozwiązań umożliwiających ograniczenie kosztów uprawy pomidora w systemie bezglebowym jest ponowne wykorzystanie tego samego podłoża uprawowego. Keramzyt klasyfikowany jest jako podłoże inertne, czyli bierne chemicznie i biologicznie, chociaż niektóre badania wskazują na możliwość występowania w trakcie uprawy w tym podłożu sorpcji wymiennej i adsorpcji jonów. Przeprowadzone badania miały na celu określenie



przydatności keramzytu, będącego odpadem poprodukcyjnym, w bezglebowej uprawie pomidora w cyklu wydłużonym (1.36., 1.37.). W badaniach zastosowano keramzyt nowy (I) jako kontrolę oraz keramzyt będący odpadem poprodukcyjnym z całosezonowej uprawy pomidora w następującym układzie: materiał odkażony chemicznie (II), materiał wypłukany w wodzie z usunięciem pozostałości starego systemu korzeniowego roślin i dodatkowo odkażony chemicznie (III) oraz materiał bez jakichkolwiek zabiegów modyfikujących (IV). W badaniach stwierdzono najmniejszy plon ogólny oraz handlowy owoców pomidora przy uprawie w keramzycie powtórnie użytkowanym bez żadnych zabiegów modyfikujących (IV), natomiast istotnie większy przy uprawie w materiale wypłukanym i dodatkowo odkażonym chemicznie (III). Owoce o największej masie jednostkowej zebrano z roślin uprawianych w keramzycie nowym (I), a istotnie mniejsze z obiektów z podłożem powtórnie użytkowanym płukanym i jednocześnie odkażonym chemicznie (III). Najwięcej suchej masy oraz cukrów ogółem zawierały owoce pomidora rosnącego w keramzycie powtórnie użytkowanym po płukaniu i odkażeniu chemicznym (III) natomiast witaminy C, cynku i miedzi owoce pomidora uprawianego w podłożu nowym (I). W keramzycie, będącym odpadem poprodukcyjnym, używanym ponownie jako podłoże nie odnotowano natomiast niekorzystnego zjawiska alkalizacji środowiska korzeniowego, charakterystycznego dla keramzytu nowego.

#### Ad. 5.3.

Kolejnym przedmiotem moich badań były mało znane gatunki warzyw liściowych, charakteryzujące się znaczną wartością odżywczą i biologiczną. Od 2004 prowadzone są doświadczenia z burakiem liściowym (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.), cennym warzywem liściowym, które posiada wysoką wartość odżywczą, zwłaszcza dużą zawartość białka (do 25% s.m.), witaminy C,  $\beta$ -karotenu, witamin z grupy B, a także soli mineralnych. W początkowych badaniach z tą rośliną koncentrowano się na zróżnicowanym żywieniu azotem (1.12.). Największy plon otrzymano nawożąc rośliny najniższą dawką azotu przy stosowaniu saletry amonowej. Zawartość azotanów w suchej masie liści mieściła się w zakresie 0,59–1,27% w zależności od dawki i formy azotu. Najwięcej azotanów stwierdzono przy stosowaniu saletry potasowej, najmniej przy zastosowaniu saletry amonowej. W liściach buraka odnotowano zwiększoną ilość azotanów pod wpływem rosnącej dawki azotu. Zawartość witaminy C w roślinie zależała istotnie od badanych czynników. Przy rosnącej koncentracji azotu w podłożu, zawartość witaminy C w roślinie również wzrastała. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że największy plon części nadziemnych buraka liściowego oraz najmniejszą zawartość azotanów w liściach uzyskano po zastosowaniu 0,2 g

$\text{N} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża, niezależnie od formy azotu w nawozach. Kontynuując badania z burakiem liściowym stwierdzono, że rośliny bardzo dobrze rozwijały się przy żywieniu ich mocznikiem. Stwierdzono w nich najmniejszą ilość azotanów w suchej masie liści (1.26.). Uczestniczyłam również w badaniach ze zróżnicowanym nawożeniem azotowym kalarepy (1.11.), warzywa o wysokiej wartości odżywczej, które zawiera dużo białka, witaminy C oraz składników mineralnych. Częścią jadalną tej rośliny są zgrubienia łodygowe, jak również liście, które zawierają więcej witaminy C, białka, wapnia niż zgrubienia. Kalarepa, podobnie jak inne gatunki z tej rodziny, wymaga wyższych dawek azotu. Stąd też łatwo jest przekroczyć optymalną dawkę azotu, co łączy się między innymi z podwyższoną zawartością azotanów, mimo, że plon zarówno liści jak i zgrubień będzie wzrastał. Stwierdzono, iż zawartość azotu mineralnego w podłożu w uprawie wiosennej kalarepy powinna kształtować się w przedziale  $130\text{-}160 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Dalsze badania dotyczyły oceny wpływu potasu na plon i wartość odżywcza buraka liściowego (1.24). Niezależnie od rodzaju nawozu potasowego plon liści buraka był największy przy zastosowaniu  $0,6 \text{ g K} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Najmniej azotanów zawierały liście buraka nawożonego chlorkiem potasu, znacznie więcej natomiast nawożone  $\text{K}_2\text{SO}_4$  oraz  $\text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4$ . Wzrastające dawki potasu wpływały natomiast dodatnio na zawartość witaminy C w liściach roślin. Wykazano ujemny wpływ wzrastającej dawki potasu na masę jednostkową roślin, długość liści oraz zawartość azotu ogółem, białka i suchej masy w liściach, zwłaszcza przy stosowaniu chlorku potasu i siarczanu potasu. W uprawie buraka liściowego najkorzystniejsze było stosowanie  $0,6 \text{ g K} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża z uwagi na najwyższy plon świeżej masy liści, natomiast pod względem koncentracji witaminy C najlepszym okazało się podawanie  $1,8 \text{ g K} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża. Zarówno azot, jak i potas to podstawowe makroelementy w odżywianiu wszystkich roślin, dlatego też część badań poświęcona jest oddziaływaniu zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na wielkość i jakość plonu warzyw liściowych (1.4., 1.8., 1.28., 1.30.). Warzywa, których częścią użytkową są liście wzbogacają dietę człowieka w witaminę C, niezbędny egzogeny składnik pokarmowy. Stwierdzono, że niższa dawka azotu ( $0,4 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) wraz ze wzrastającymi dawkami potasu wpływały ujemnie, natomiast wyższa dawka azotu ( $0,6 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) i wzrastające dawki potasu, wpływały dodatnio na zawartość witaminy C w liściach buraka. Wykazano, że największy plon o najkorzystniejszych parametrach wartości biologicznej wydały rośliny nawożone  $0,6 \text{ g N}$  i  $1,5 \text{ g K}$  na  $\text{dm}^3$  (1.4.). Badając wpływ nawożenia azotowo-potasowego na jakość plonu sałaty, stwierdzono, że zwiększanie dawek azotu, spowodowało istotny wzrost azotanów w świeżym materiale, suchej masy, azotu ogółem oraz spadek zawartości potasu w liściach roślin. Stosując do nawożenia roślin  $\text{KCl}$  odnotowano istotnie mniej azotanów w sałacie w porównaniu z  $\text{K}_2\text{SO}_4$  oraz  $\text{KNO}_3$  (1.8.).

Następnie swoje zainteresowania naukowo-badawcze skupiłam na mało znanym w Polsce gatunku rośliny warzywnej, oleistej, leczniczej i przyprawowej, jaką jest rukieta siewna (*Eruca sativa* Mill.), uczestnicząc jako wykonawca w projekcie badawczym N N310 210537 (2009-2012) prof. dr hab. Renaty Nurzyńskiej-Wierdak. Realizowane badania dotyczyły wpływu azotu, potasu i siarki na wzrost, plon i skład chemiczny rukiety (1.28., 1.30.). Zwiększenie dawki azotu nie wpłynęło na wysokość roślin oraz liczbę liści rukiety, natomiast powodowało istotny wzrost plonu świeżej masy rozet liściowych, zwiększenie zawartości wapnia oraz zmniejszenie koncentracji chloru w roślinie. Zwiększona ilość potasu w środowisku odżywczym badanych roślin przyczyniła się do wzrostu świeżej masy rukiety, a także potasu i chloru. Analizując wzrost i plon roślin stwierdzono, że dobrym źródłem potasu jest zarówno siarczan jak i chlorek, natomiast, mając na uwadze skład chemiczny roślin, należy wskazać na siarczan potasu. Z drugiej strony należy uwzględnić fakt, że zwiększoną ilość azotanów odnotowano przy stosowaniu siarczanu potasu w porównaniu z chlorkiem potasu. Ponadto, wykazano, że optymalna ilość stosowanego potasu i azotu może w znacznym stopniu modyfikować nie tylko wielkość, ale i jakość plonu rukiety, zwłaszcza, że wraz ze wzrostem dawki nawozów potasowych, zawartość azotanów w częściach nadziemnych rukiety malała. Ważnym pierwiastkiem spośród głównych składników pokarmowych, który odpowiada za stan odżywienia roślin jest wapń. Kontynuując badania nad wpływem mineralnego żywienia roślin, przeprowadzono doświadczenia ze zróżnicowanym nawożeniem azotowo-wapniowym (1.15., 1.17., 1.31., 1.32., 1.40). Nawozy mineralne stosowane w uprawie roślin dostarczają potrzebnych składników pokarmowych, ale również oddziałują pośrednio na skład chemiczny gleby, wód oraz właściwości biologiczne roślin. Burak liściowy należy do roślin o małym zapotrzebowaniu na składniki pokarmowe. Roślina ta reaguje mocno na nawożenie azotowe. Wyższe dawki powodują wzrost plonu, zawartości białka, ale jednocześnie wzrost koncentracji azotanów i azotynów, czyli związków wpływających istotnie na pogorszenie jakości plonu. Stąd też badania koncentrują się nad wyborem formy azotu w nawozie pod kątem gromadzenia azotanów i azotynów w roślinie. Wapnowanie gleby wiąże się ze zmniejszeniem zakwaszenia, poprawą właściwości fizyko-chemicznych, a zwłaszcza zmiany w przyswajaniu składników pokarmowych przez rośliny oraz dostarczeniem wapnia jako składnika pokarmowego. Burak liściowy to warzywo należące do grupy roślin liściowych, dla których pobieranie wapnia jest ważne ze względu na występowanie fizjologicznej choroby zamierania brzegów liści. Badania miały na celu określenie zależności pomiędzy rodzajem nawozu azotowego, sposobem jego aplikacji oraz dawką węglanu wapnia, a masą jednostkową roślin i składem chemicznym buraka liściowego uprawianego w szklarni w okresie wio-

sennym. Azot zastosowano w postaci siarczanu amonu i mocznika w formie zlokalizowanej (N-depozyt) oraz w postaci roztworu (1.17). Wapń podano w postaci węglanu wapnia w dawkach 5 i 15 g · dm<sup>-3</sup> podłoża. Oceniono długość liści, masę jednostkową roślin, wybrane parametry wartości użytkowej liści buraka oraz dokonano analizy podłoża po zbiorze roślin. Największą masę jednostkową roślin otrzymano stosując siarczan amonu w postaci roztworu z mniejszą dawką węglanu wapnia, w porównaniu z pozostałymi kombinacjami. Badane rośliny buraka liściowego odznaczały się dużą zawartością suchej masy, białka, azotu ogółem, potasu, wapnia i magnezu. Skład chemiczny liści był istotnie zróżnicowany w zależności od badanych czynników. Zawartość azotanów w suchej masie liści mieściła się w zakresie od 0,26 do 0,45%, w zależności od rodzaju nawozu azotowego oraz sposobu jego aplikacji. Zastosowane nawożenie azotowe w niewielkim stopniu wpływało natomiast na koncentrację azotanów w liściach buraka. Więcej azotanów zawierały rośliny żywione wyższą dawką węglanu wapnia w porównaniu z roślinami, którym podano niższą dawkę CaCO<sub>3</sub>. Największą zawartość witaminy C oraz najmniejszy udział azotanów w suchej masie liści otrzymano przy stosowaniu mocznika w postaci depozytu, z niższą dawką węglanu wapnia. Badania przeprowadzone z sałatą, z różnym nawożeniem saletrą amonową i węglanem wapnia (1.15.) dowodzą, że zawartość wapnia w liściach sałaty ulegała niewielkim zmianom od 0,8 do 1,3% s.m. Liście sałaty były zdrowe i nie wystąpiło zamieranie brzegów liści (tipburn), niezależnie od zawartości wapnia w podłożu oraz liściach. Seler liściowy to roślina, która również pozytywnie reagowała na zastosowaną zwiększoną ilość węglanu wapnia, wydając większy plon świeżej masy (1.40.). Wielkość i jakość plonu, jak również skład chemiczny warzyw liściowych modyfikowane są także poprzez nawadnianie i termin zbioru. Badania wykonane z selerem listkowym, rośliną o silnym aromacie, wykorzystywaną jako przyprawa na świeżo, po ususzeniu lub zamrożeniu, wykazały istotny wpływ ilości stosowanej wody do nawadniania na wysokość roślin, wielkość plonu ogółem, zawartość azotanów i chlorofilu ogółem. Termin zbioru natomiast wpływał na zawartość cukrów ogółem, azotanów i olejku eterycznego w liściach. Rośliny selera z pierwszego zbioru zawierały mniej cukrów ogółem, a więcej azotanów i olejku eterycznego (1.29.).

Przeprowadzone badania umożliwiają poznanie wartości biologicznej mało znanych, a coraz częściej pojawiających się w diecie człowieka warzyw. Częściami użytkowymi tych roślin są liście, więc gospodarka azotowa, potasowa oraz wapniowa jest bardzo ważnym zagadnieniem, pozwalającym na osiągnięcie surowca o najwyższej jakości.

#### Ad. 5.4.

Rozszerzeniem i pogłębieniem przeprowadzonych wcześniej badań były doświadczenia mające na celu określenie zmienności biologicznej roślin przyprawowych i leczniczych pod wpływem zróżnicowanego żywienia mineralnego. Obiektem moich badań były, między innymi, następujące gatunki roślin zielarskich: bazylia pospolita (*Ocimum basilicum* L.), majeranek ogrodowy (*Origanum maiorana* L.), tymianek pospolity (*Thymus vulgaris* L.), cząber ogrodowy (*Satureia hortensis* L.). Główną treścią moich pierwszych badań z wymienionymi gatunkami roślin było określenie stopnia gromadzenia składników mineralnych w zależności od zanieczyszczenia środowiska, co może mieć kluczowe znaczenie przy ocenie ich jakości (1.1.). Odnotowano zwiększoną kumulację cynku w roślinach pozyskiwanych z miejsc czystych ekologicznie, a sodu oraz metali ciężkich (Pb, Cd) w roślinach z miejsc skażonych pyłami z cementowni. Spośród analizowanych roślin najwięcej metali ciężkich gromadził wrotycz pospolity i dziurawiec zwyczajny. Zawartość składników mineralnych w glebie i roślinie budzi duże zainteresowanie producentów rolnych, żywieniowców oraz osób zajmujących się ochroną środowiska. Gleba jako pierwsze ogniwo łańcucha pokarmowego wpływa decydująco na skład chemiczny roślin, a w efekcie na ich wartość odżywczą i w efekcie na stan zdrowia ludzi. Badania przeprowadzone z babką lancetową i pokrzywą zwyczajną potwierdzają ogromny wpływ miejsca wzrostu i rozwoju roślin na ich skład chemiczny. Wymienione rośliny zebrane w pobliżu tras komunikacyjnych kumulowały zwiększoną ilość metali ciężkich. Miejsce zbioru ziół wywierało znaczny wpływ na zawartość Cd i Pb w roślinach, a także Zn, Mn, Mg, i K (2.1.).

Celem kolejnych badań było pogłębienie wiedzy na temat wpływu zmienności genetycznej i środowiskowej bazylii pospolitej na jej plonowanie, zawartość ciał biologicznie aktywnych oraz składu chemicznego (1.18., 1.19., 1.21., 1.25., 1.39.). Roślina ta pochodzi z klimatu tropikalnego, ale z powodzeniem jest uprawiana w klimacie umiarkowanym. Uprawa w Polsce prowadzona jest w polu i pod osłonami z powodu coraz większego zainteresowania konsumentów. W obrębie rodzaju *Ocimum* występuje około 200 gatunków, które wykształciły liczne odmiany i formy. Różnią się one zarówno zawartością i jakością olejku eterycznego, jak i wieloma cechami morfologicznymi. Największy plon otrzymano z roślin odmiany 'Kasia' przy zastosowaniu podwójnej dawki  $\text{CaCO}_3$  ( $12 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża). Badane czynniki, zarówno odmiana jak i dawka węglanu wapnia, w istotny sposób wpływały na zawartość witaminy C w świeżym ziele bazylii. Zwiększenie dawki  $\text{CaCO}_3$  z  $6 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  do  $12 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  spowodowało wzrost koncentracji witaminy C o 12,6%. Wyższą zawartością olejku eterycznego (1,33%) charakteryzowała się odmiana 'Kasia' w porównaniu z odmianą 'Wala', w której

oznaczono 1,03% olejku. Skład jakościowy wyizolowanego olejku zależał także od badanych czynników. Związkami dominującymi były: linalol, 1,8-cineol, geraniol, D germacren,  $\gamma$ -cadinen, Epi- $\alpha$ -cadinol (1.19). Skład chemiczny bazylii różnicowany był przez analizowane czynniki. Odnotowano istotny wpływ badanej odmiany na zawartość N-ogółem, natomiast dawka węgla wapnia nie różnicowała zawartości tego składnika w roślinie. Stwierdzono istotny wpływ dawki nawozu wapniowego oraz odmiany na zawartość potasu i wapnia w ziele bazylii. Większą koncentrację K i Ca stwierdzono w ziele odmiany 'Kasia' niż 'Wala'. Natomiast większą zawartością cynku, manganu i miedzi odznaczały się rośliny odmiany 'Wala' w porównaniu z roślinami odmiany 'Kasia'. Podwojenie dawki węgla wapnia spowodowało obniżenie koncentracji manganu, miedzi i żelaza w ziele bazylii w porównaniu z pojedynczą dawką, tylko w odniesieniu do cynku nie stwierdzona takiej zależności (1.18.).

Analizując rośliny zielarskie przeprowadziłam cykl badań dotyczących zróżnicowanego nawożenia azotowego (1.21., 1.25., 1.39.) i azotowo-potasowego na jakość pozyskiwanego surowca (1.7., 1.9., 1.10., 1.27., 1.34., 1.41.). Dokarmianie dolistne jest skutecznym sposobem dostarczenia roślinom składników pokarmowych, znacznie szybszym od doglebowego. Efektywność tego zabiegu może wynikać z szybkości wnikania i przemieszczania się w roślinie zastosowanych składników pokarmowych. Celem badań była ocena wpływu dolistnego stosowania azotu na plon świeżego i powietrznie suchego ziele bazylii odmian: 'Kasia', 'Wala', 'Genua Star' oraz 'Opal' uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym. Dokarmianie dolistne bazylii wykonano dozując 0,5% roztwór mocznika do całkowitego zwilżenia powierzchni blaszki liściowej. Wykazano wpływ odmiany oraz dokarmiania dolistnego mocznikiem na plon i skład chemiczny ziele bazylii. Największą koncentracją azotu ogółem, potasu, wapnia i białka, ale także azotanów charakteryzowały się rośliny odmiany 'Opal'. Spośród odmian zielonolistnych największą świeżą masą ziele odznaczała się odmiana 'Genua Star'. Racjonalna uprawa ziół pozwala podnieść ich jakość oraz otrzymać jednolity surowiec. Sprzedaż na rynku coraz większej ilości roślin przyprawowych i leczniczych w pojemnikach stwarza konieczność opracowania ścisłych zaleceń żywieniowych tak uprawianych roślin. Badania miały na celu określenie zmian zawartości olejku eterycznego i jego składu jakościowego, plonu oraz wartości biologicznej bazylii pospolitej pod wpływem zróżnicowanego żywienia azotowego (saletra wapniowa, saletra amonowa i mocznik) i odmiany (bazylia o liściach zielonych i fioletowych oraz o pokroju kulistym). Plon ziele bazylii pospolitej nie różnił się istotnie w zależności od stosowanych nawozów azotowych, natomiast odmiana w sposób istotny wpływała na wielkość świeżej masy roślin. Należy podkreślić, iż zastosowane czynniki badawcze w istotny sposób oddziaływały na koncentrację olejku eterycznego,

azotanów i witaminy C w ziele bazylii. Największą zawartością olejku eterycznego, przy najmniejszej ilości azotanów, charakteryzowała się bazylia o pokroju kulistym. Koncentracja linalolu w olejku zależała również od rodzaju zastosowanego nawozu azotowego i odmiany. Najwyższą zawartość tego związku odnotowano w bazylii o liściach zielonych, żywionej mocznikiem (1.25., 1.39.).

W ramach kontynuacji badań z bazylią pospolitą uczestniczyłam w pracach zespołu prof. dr hab. Renaty Nurzyńskiej-Wierdak, badającego rolę oddziaływania czynników żywieniowych na plon, koncentrację olejku eterycznego i wartość biologiczną rośliny. Zastosowanie nawożenia azotem w istotny sposób różnicowało średnią wysokość oraz długość i szerokość blaszki liściowej roślin bazylii, które zmniejszały się wraz ze wzrostem dawki tego składnika. Rośliny żywione najmniejszą i średnią dawką azotu charakteryzowały się istotnie większą masą świeżego i powietrznie suchego ziele, w porównaniu z roślinami otrzymującymi dawkę najwyższą. Wielkość masy świeżego ziele badanych roślin pozostawała pod istotnym wpływem współdziałania odmiany i dawki azotu. Stwierdzono natomiast brak istotnego wpływu dawki potasu na badane cechy biometryczne roślin bazylii (1.27.). Badane ziele bazylii okazało się dobrym źródłem fosforu, wapnia, chloru i siarki. Wzrastająca dawka azotu powodowała zwiększenie koncentracji badanych składników mineralnych w roślinie. Koncentracja magnezu w suchej masie ziele bazylii nie była uzależniona od odmiany oraz dawki azotu, natomiast zwiększała się pod wpływem wzrastającej ilości potasu. Zwiększona ilość potasu nie modyfikowała udziału fosforu i siarki w badanym materiale roślinnym (1.34.). Badane czynniki różnicowały także ilość i jakość olejku eterycznego bazylii. Stwierdzono istotny wzrost zawartości olejku w roślinach wraz ze wzrostem dawki azotu i potasu. Uprawiane rośliny odmian 'Kasia' i 'Wala' charakteryzowały się największą zawartością linaloolu w badanym olejku. Uzyskane wyniki badań mają duże znaczenie praktyczne, głównie ze względu na szczególny charakter surowca jakim jest bazylia, mająca znaczenie przyprawowe, lecznicze oraz jako źródło olejku eterycznego i jego składników. Wysoka jakość surowca o tak wszechstronnym charakterze i zastosowaniu powinna być postrzegana zarówno w aspekcie zmienności genetycznej (odmiana, forma), jak i środowiskowej (warunki uprawy).

Kolejnym obiektem moich badań były inne gatunki roślin olejkodajnych: majeranek ogrodowy, tymianek pospolity, cząber ogrodowy. Badania dotyczące oceny wzrostu, plonu i składu chemicznego ziele wymienionych roślin w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego pozwoliły na stwierdzenie, że przy stosowaniu KCl wraz ze wzrostem dawki azotu następował wzrost zawartości olejku w ziele majeranku i tymianku,

w cząbrze zaś odnotowano największą ilość olejku po podaniu średniej dawki azotu. Również największy plon świeżej masy wszystkich badanych roślin uzyskano stosując średnią dawkę azotu ( $0,4 \text{ g N} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). Badane rośliny majeranku, tymianku i cząbrzy wykazały zwiększoną tendencję gromadzenia azotu ogółem, azotanów, wapnia i magnezu, a zmniejszenie kumulacji potasu w ziele pod wpływem wzrastającego nawożenia azotowego (1.7., 1.9., 1.10.). Do czynników, które modyfikują wartość biologiczną ziół należą między innymi: gęstość siewu, termin zbioru, warunki meteorologiczne (1.13., 1.16., 1.35.). Najmniejsze zagęszczenie sprzyjało rozkrzewianiu się i kwitnieniu roślin, co wpłynęło wyraźnie na wielkość plonu ziele. Rośliny rosnące w najmniejszym zagęszczeniu (rozstawa  $40 \times 40 \text{ cm}$ ) odznaczały się największym plonem świeżego i powietrznie suchego ziele. Ziele roślin rosnących w większym zagęszczeniu zawierało więcej azotu ogółem i azotanów oraz mniej potasu, niż roślin rosnących w mniejszym zagęszczeniu (1.13.). Zbiór ziele w fazie pełnego kwitnienia okazał się korzystny z uwagi na istotnie mniejszą koncentrację azotanów oraz istotnie większą zawartość olejku eterycznego, w porównaniu z ziele zbieranym w fazie tworzenia pąków kwiatowych. Więcej olejku gromadziły też rośliny rosnące w większym zagęszczeniu. Dominującymi składnikami olejku majerankowego okazały się hydrat transsabinenu i terpinen-4-ol. Wielkość opadów atmosferycznych miała istotny wpływ na wysokość roślin bylicy estragon oraz plon jej świeżego ziele (1.35.). W ziele estragonu stwierdzono największą zawartość azotu ogółem (3.20% d.m.) oraz potasu (2.88% d.m.). Zawartość olejku eterycznego w ziele wahała się od 0.75 do 0.95%. Stwierdzono obecność 35 związków w olejku eterycznym, z których większość stanowiły monoterpeny. Głównymi związkami olejku estragonowego były: elemicin (56.0%), sabinen (20.9%), metyleugenol (6.2%) i E-azaron (6.2%). Wykazano istotny wpływ terminu zbioru na plon świeżego, powietrznie suchego i otartego ziele, większy plon uzyskano w drugim terminie zbioru (początek września). Ziele zebrane na początku września zawierało także więcej olejku niż ścięte w połowie lipca. Zawartość azotu ogółem była istotnie większa w ziele majeranku z pierwszego niż drugiego zbioru (1.16.). Warunki w jakich rosną rośliny mają wpływ na właściwości lecznicze. Znaczenie ma tutaj rodzaj gleby, sposób jej nawożenia, warunki klimatyczne, właściwy termin zbioru i prawidłowe ich przechowywanie. Wyniki powyższych badań zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych polskich i zagranicznych, a także przedstawiane na konferencjach i sympozjach naukowych w postaci doniesień i posterów.



## Podsumowanie

Za najważniejsze osiągnięcia w dotychczasowym okresie mojej pracy naukowej, uważam wykazanie oddziaływania dokarmiania pozakorzeniowego oraz zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego roślin warzywnych oraz przyprawowych i leczniczych (1.4., 1.5., 1.8., 1.11., 1.12, 1.14., 1.15., 1.17., 1.24., 1.26., 1.28., 1.29., 1.30., 1.31., 1.32., 1.33., 1.40., 2.2, 2.3.) na wielkość i wartość biologiczną plonu. Cennym elementem moich badań jest ponadto ocena wartości biologicznej roślin ogrodniczych w zależności od podłoża zastosowanego do ich uprawy (1.2., 1.3., 1.6., 1.22. 1.23., 1.36., 1.37.). Uprawa roślin warzywnych oraz zielarskich przy optymalnym zaopatrzeniu w składniki pokarmowe, pozwala na otrzymanie wysokiego plonu świeżej masy, zawierającego znaczny udział suchej masy, białka, cukrów, witaminy C i składników mineralnych, a także ogranicza proces nadmiernej kumulacji azotanów w częściach jadalnych tych roślin. Szczególną uwagę należy zwrócić na rośliny zielarskie, których surowiec wykorzystywany jest nie tylko jako przyprawowy, ale służy także do produkcji fitofarmaceutyków. Jakość surowca zielarskiego, przy wysokiej zawartości substancji biologicznie aktywnych, jest obecnie najważniejszym elementem produkcji zielarskiej. Istotnym czynnikiem zmienności tych związków pozostaje odczyn i koncentracja soli w podłożu, jak również rodzaj zastosowanych nawozów (1.1., 1.7., 1.9., 1.10., 1.13., 1.16., 1.18., 1.19., 1.21., 1.25., 1.27., 1.34., 1.35., 1.39., 1.41., 2.1.). Udowodnienie powyższych zależności, na przykładzie wybranych gatunków roślin zielarskich, uważam za interesujące zarówno pod względem naukowym, jak i aplikacyjnym oraz stanowi istotne poszerzenie wiedzy w dziedzinie biosyntezy substancji biologicznie czynnych.

## Piśmiennictwo

- Acar B., Paksoy M., Türkmen Ö., Seymen M., 2008. *Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition*. Afric. J. Biotechnol., 7(24), 4450-4453.
- Bezić N., Skocibusić M., Dunkić V., 2005. *Phytochemical composition and antimicrobial activity of *Satureja montana* L. and *Satureja cuneifolia* Ten. essential oils*. Acta Bot. Croat. 64 (2), 313-322.
- Biesiada A., Nawirska-Olszańska A., Kucharska A., Sokół-Łętowska A., Kędra K., 2010. *The effect of nitrogen fertilization on nutritive value and antioxidative activity of red cabbage*. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 9 (2), 13-21.
- Boroomand N., Sadat H.G.M., 2012. *Macroelements nutrition (NPK) of medicinal plants: A review*. J. Med. Plants Res. 6 (12), 2249-2255.

- Golcz A., Markiewicz B., Seidler-Łożykowska K., 2003. *Zmiany zawartości składników mineralnych w podłożu i ziele bazylii wonnej (Ocimum basilicum L.) w zależności od nawożenia azotem.* Roczn. AR Pozn. Ogrodn. 36 (348), 15-21.
- Jambor J., 2007. *Zielarstwo w Polsce – stan obecny i perspektywy rozwoju.* Post. Fitoter. 2, 78-81.
- Lebaudy A., Very A.A., Sentenac H., 2007. *K<sup>+</sup> channel activity in plants: genes, regulations and functions.* FEBS Letters 581, 2357-2366.
- Lester G.E., Jifon J.L., Makus D.J., 2010. *Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: a condensed and concise review of the literature.* Better Crops 94 (1), 18-21.
- Mahboubi M., Kazempour N., 2011. *Chemical composition and antimicrobial activity of Satureja hortensis and Trachyspermum copticum essential oil.* Iran. J. Microbiol. 3 (4), 194-200.



