

## **Sprawozdanie**

z realizacji zadania badawczego na rzecz rolnictwa ekologicznego w 2020 roku

### **pt.: Sadownictwo metodami ekologicznymi: Badania w zakresie wykorzystania substancji podstawowych w ochronie ekologicznych upraw sadowniczych**

Projekt realizowany przez Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
finansowany zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca  
2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących  
zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz 1170, z 2016 r. poz.1614 z 2017 r., poz.1470 oraz z  
2019 r. poz. 901 i poz. 1522) na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia  
08.04.2020 r.; nr JPR.re.027.9.2020)

**Wykonawcy:** dr hab. Edyta Górską-Drabik, prof. uczelni, dr hab. Katarzyna Golan, prof.  
uczelni, dr hab. Izabela Kot, dr hab. Katarzyna Kmiec, mgr inż. Joanna Samociuk

## Wstęp i cel projektu

Aronia czarnoowocowa pochodzi z Kanady i wschodnich stanów USA. Do Europy została sprowadzona na początku XIX wieku do ogrodów botanicznych, jako roślina ozdobna. W roku 1993 stała się pełnoprawnym gatunkiem sadowniczym, choć pierwsze duże plantacje w Polsce powstały w latach 80. XX wieku. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego (2018) Polska jest największym producentem (ok. 60-70% światowej produkcji) oraz eksporterem owoców i produktów z aronii. Powierzchnia uprawy aronii w Polsce wynosi ok. 4 tysiące ha, a zbiory roczne wahają się od 40 do 60 tysięcy ton. W ostatnich kilku latach aronia zyskała dużą popularność dzięki licznym badaniom wykazującym jej prozdrowotne właściwości, potwierdzone w licznych badaniach zarówno *in vitro*, jak i *in vivo*.

Owoce aronii wykazują właściwości lecznicze ze względu na bardzo silny potencjał antyoksydacyjny, który zawdzięczają wysokiej zawartości polifenoli, a zwłaszcza flawonoidów, antocyjanów i proantocyjanidyn, które stanowią główną grupę aktywnych biologicznie składników. Jednoczesna wysoka zawartość antocyjanów i garbników nadaje aronii unikalność składu chemicznego. Dla owoców i przetworów z tego gatunku rośliny stwierdzono najwyższe wartości pojemności antyoksydacyjnej (ORAC- $\mu\text{molTE/g}$ ). Owoce *A. melanocarpa* są również bogatym źródłem aminokwasów, witamin (głównie witaminy C) oraz składników mineralnych, wśród których dominuje potas, wapń i magnez. Gatunek tej rośliny charakteryzuje również wysoka zawartość kwasów hydroksycynamonowych, głównie kwasu chlorogenowego, wykazującego właściwości przeciwzapalne i przeciwnowotworowe.

Aronia czarnoowocowa przez kilka dekad od jej wprowadzenia do uprawy uważana była za roślinę wolną od pozostałości pestycydów, ponieważ nie zachodziła potrzeba chemicznej ochrony przed chorobami i szkodnikami. W roku 2004 wykazano obecność gąsienic omacnicy jarzębianki (*Acrobasis advenella* Zinck.) na plantacjach aronii czarnoowocowej w południowo-wschodniej Polsce, a kontynuacja badań potwierdziła obecność szkodnika na plantacjach we wszystkich rejonach uprawy aronii w Polsce (Górska-Drabik 2009, 2013). Jedna gąsienica omacnicy uszkadza średnio 20% pąków w kwiatostanie. Gąsienice zazwyczaj żerują pojedynczo, ukryte pomiędzy pąkami kwiatowymi. Przy dużym nasileniu występowania, w jednym kwiatostanie może żerować dwa, a nawet trzy osobniki. Zazwyczaj gąsienice opuszczają kwiatostany przed kwitnieniem aronii, ale można spotkać je jeszcze podczas kwitnienia i w okresie zawiązywania owoców. Dorosłe gąsienice opuszczają kwiatostany, schodzą do gleby i budują kokony, w których następuje przepoczwarczenie. Osobniki dorosłe pojawiają się w końcu czerwca, a samice składają jaja przy zagłębieniu kielichowym niedojrzałych owoców. Po wylęgu gąsienice wgrzyzają się do wnętrza owoców i wygryzają w nich płytkie korytarze. Żerowanie gąsienic w kwiatostanach i owocach stanowi zagrożenie dla wielkości i jakości plonu aronii. Należy dodać, że szczegóły biologii rozwoju tego gatunku owada w korelacji z warunkami pogodowymi nie zostały opracowane. Brak jest ważnej dla plantatorów informacji dotyczącej wpływu warunków pogodowych na termin pojawu gąsienic w okresie wiosennym. Znajomość sumy temperatur efektywnych (STE) dla pojawu gąsienic po diapauzie zimowej pozwala na prognozowanie oraz wyznaczenie optymalnego terminu ich zwalczania. Krótki okres żerowania gąsienic oraz ukryty tryb życia, utrudniają plantatorom stwierdzenie obecności szkodnika i przeciwdziałanie stratom w plonie.

Aktualnie do ograniczania liczebności populacji szkodnika zarejestrowanych jest sześć preparatów chemicznych, których substancją czynną jest lambda-cyhalotryna lub deltametryna (<http://www.minrol.gov.pl/pol/>). Biorąc pod uwagę lecznicze właściwości owoców i ich wykorzystywanie przez przemysł farmaceutyczny i kosmetyczny wskazane jest, aby materiał roślinny był wolny od pozostałości pestycydów i pochodził z upraw ekologicznych, dla których obecnie nie ma zarejestrowanych preparatów zwalczających gąsienice omacnicy jarzębianki. Badania własne prowadzone w warunkach laboratoryjnych wskazały na duży potencjał biobójczy wrotycza oraz cząbr w stosunku do gąsienic omacnicy (Magierowicz i in. 2019, Magierowicz i in. 2020a i Magierowicz i in. 2020b).

Celem projektu było:

1. Ustalenie terminu zasiedlenia kwiatostanów aronii czarnoowocowej przez gąsienice omacnicy jarzębianki na podstawie sumy temperatur efektywnych;
2. Ocena wpływu wywarów z wrotycza pospolitego, cząbr ogrodowego oraz preparatu Ema5 z wrotyczem na zasiedlanie kwiatostanów aronii czarnoowocowej przez gąsienice omacnicy jarzębianki;
3. Ocena skuteczności substancji podstawowych (wywarów oraz olejków eterycznych z wrotycza i cząbr) oraz gotowego produktu Ema5 z wrotyczem na śmiertelność gąsienic w warunkach polowych;
4. Określenie fitotoksyczności różnych stężeń badanych substancji podstawowych oraz ich wpływu na wielkość i jakość plonu owoców aronii czarnoowocowej.

### Teren i metody badań

Badania terenowe przeprowadzono na plantacji aronii czarnoowocowej prowadzonej metodami ekologicznymi w miejscowości Samokłęski (województwo lubelskie, gmina Kamionka, powiat lubartowski).

### **Zadanie I**

Badania dotyczące wyznaczenia tzw. zera fizjologicznego oraz sumy temperatur efektywnych (STE) przeprowadzono w oparciu o dane literaturowe oraz dane pozyskane ze stacji meteorologicznej Vantage Pro2P (Davis Instruments Corp.). Dane zarejestrowane przez urządzenie (minimalna i maksymalna dzienna temperatura) zestawiono i poddano analizie. Określając sumę efektywnych temperatur dla wiosennego pojawu gąsienic w kwiatostanach posłużono się wzorem zawartym w pracy Stará i Kocourek (2004):

$$S = (T_{min} + T_{max})/2 - T_0,$$

gdzie:

$T_{min}$  – temperatura minimalna,

$T_{max}$  – temperatura maksymalna,

$T_0$  – zero fizjologiczne.

Temperatury efektywne były sumowane do czasu zaobserwowania pierwszych gąsienic na badanych krzewach. Jako zero fizjologiczne przyjęto wartość 8°C (Helsen i Blommers 1999). Obserwacje dotyczące pojawu gąsienic omacnicy jarzębianki w kwiatostanach aronii prowadzono 3-4 razy w tygodniu, w miesiącu kwietniu. W tym celu zbierano rozwijające się pąki kwiatostanowe (n=50) z losowo wybranych krzewów. W laboratorium przy użyciu mikroskopu stereoskopowego, przeglądano materiał roślinny pod kątem obecności szkodnika.

## **Zadanie II**

Doświadczenia przeprowadzono metodą bloków losowych w czterech powtórzeniach. Jedno poletko stanowił rząd krzewów o długości 5m. Wywary z wrotycza pospolitego (*Tanacetum vulgare* L.) i cząbrzu ogrodowego (*Satureja hortensis* L.) zostały przygotowane wg proporcji: 10 l wody i 75 g rozdrobnionego suszu 24 godziny przed zabiegiem. Następnie zostały one odsączone i rozcieńczone w stosunki 1:5 z wodą. Preparat Ema5 z wrotyczem (ProBiotics Polska) zastosowano jako 15% roztwór. W celu dokonania oceny repelentnego oddziaływania testowanych roztworów rośliny opryskano przed zasiedleniem kwiatostanów przez gąsienice (okres wyłaniania się pąków liściowych). Następnie z każdego poletka pobrano po 50 kwiatostanów i określono stopień zasiedlenia przez szkodnika (procent zasiedlonych pąków). Po zasiedleniu kwiatostanów przez szkodnika (faza zielonego pąka kwiatowego) rośliny zostały ponownie opryskane wywarami i preparatem Ema5 z wrotyczem. Oceny śmiertelności gąsienic dokonano po 3 i 7 dniach od zabiegu. W tym samym czasie dokonano oceny przydatności olejków eterycznych z wrotycza pospolitego (Herbapol, Kraków) i cząbrzu górskiego (*S. montana* L.) (Herbiness, Chomic) opryskując rośliny roztworami o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5%. Analizy kwiatostanów dokonano po 24 i 72 godzinach od zabiegu. Z każdego poletka każdorazowo zbierano po 50 kwiatostanów, które przeglądano w laboratorium określając liczbę żywych i martwych gąsienic. W przypadku doświadczenia z użyciem wywarów i preparatu Ema5 z wrotyczem kontrolę stanowiły kwiatostany nie opryskiwane, natomiast w doświadczeniu z olejkami eterycznymi kwiatostany opryskane wodą z dodatkiem emulgatora (Tween 80). Olejki eteryczne poddano analizie jakościowej, metodą GC/MS (Zakład Metod Chromatograficznych, UMCS Lublin). Według danych literaturowych olejek eteryczny z cząbrzu ogrodowego (*S. hortensis* L.) i cząbrzu górskiego charakteryzują się podobnym składem jakościowym, który zależny jest m. in. od czynników siedliskowych. Dominującym związkiem jest karwakrol, którego zawartość wynosi odpowiednio 67,00% i 63,40% (Mihajilov-Krstev i in. 2009, Čavar i in. 2013).

## **Zadanie III**

Według Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (EPPO) fitotoksyczność jest to zdolność do wywoływania chwilowych lub krótkotrwałych uszkodzeń na roślinach. Badania dotyczące reakcji aronii czarnoowocowej na testowane roztwory przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych i polowych. Ocenę fitotoksyczności dokonano poprzez obserwację opryskiwanych roślin i porównanie ich z roślinami kontrolnymi.

W celu określenia fitotoksyczności w warunkach polowych z każdego poletka pobrano po 3 pędy (12 pędów w każdej kombinacji) o długości około 75 cm. Następnie określono procent liści i kwiatostanów, na których stwierdzono występowanie plam, całkowitych nekroz, poparzeń, chloroz i innych zmian w zabarwieniu roślin. Wyznaczono 7-stopniową skalę określającą fitotoksyczną reakcję roślin (brak uszkodzeń; rozjaśnienia i lekkie nekrozy blaszek liściowych – do 2%; rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 10%; rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 25%; rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 50%; rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 75%; całkowite zniszczenie liści). Ocena tego parametru została również dokonana pod kątem wpływu zastosowanych związków na fenologię aronii czarnoowocowej (opóźnienie kwitnienia, owocowania i dojrzewania owoców).

W warunkach laboratoryjnych dokonano oceny wizualnej opryskanych ręcznym atomizerem fragmentów pędów (długości 15 cm), po 24 i 48 godzinach od aplikacji. Fitotoksyczność oszacowano wg skali: brak, słaba, średnia, silna.

Ocenę wpływu zastosowanych substancji na ilość i jakość plonu owoców aronii czarnoowocowej przeprowadzono w fazie dojrzałości zbiorczej owoców, która w roku 2020 przypadła na przełom sierpnia i września. Zebrane owoce zostały odszypułkowane, a następnie zważone. Oceniono średnią masę 1000 owoców pozyskanych z każdego poletka w kombinacji.

Ocena jakościowa owoców obejmowała analizę zawartości polifenoli z grupy o-dihydroksyfenoli, garbników, antocyjanów, aminokwasów (endo- i egzogennych), kwasu chlorogenowego, witaminy C oraz pierwiastków – magnezu (Mg), cynku (Zn) i potasu (K). Badania wykonano w Centralnym Laboratorium Badawczym UP w Lublinie oraz Katedrze Biochemii i Toksykologii UP w Lublinie.

### **Statystyczna analiza wyników**

Wyniki badań poddano analizie statystycznej korzystając z pakietu statystycznego „Statistica for Windows”, v. 12 (StatSoft Poland). Uzyskane wyniki przedstawiono jako średnie z trzech powtórzeń  $\pm$  błąd standardowy średniej (SE). Normalność rozkładu danych została zweryfikowana przy użyciu testów Kolmogorova-Smirnova i Shapiro-Wilka, natomiast homogeniczność wariancji testami Levene'a lub Brown-Forsythea. Do określenia wpływu badanych roztworów na poszczególne parametry wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, a istotność różnic między średnimi weryfikowano testem RIR Tukeya, przy założonym poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Wartości statystyki  $F$  dla badanych zmiennych zaprezentowano na rycinach.

## WYNIKI

### Zadanie I

#### **Wyznaczenie sumy ciepła niezbędnej do uaktywnienia się zimujących gąsienic oraz wyznaczenie optymalnych terminów ich zwalczania**

Dla potrzeb prognozowania krótkoterminowego w warunkach polowych dla ochrony aronii przed omacnicą jarzębianką duże znaczenie ma monitoring obecności larw w kwiatostanach wczesną wiosną. Termin ich występowania uzależniony jest przede wszystkim od warunków pogodowych w danym roku. W niniejszych badaniach termin wykonania zabiegu insektycydowego określono na podstawie obserwacji biologicznych tego szkodnika oraz wyznaczono wartość sum temperatur efektywnych dla pojawu pierwszych gąsienic w kwiatostanach aronii, przy uwzględnieniu **zera fizjologicznego na poziomie 8°C**. **W roku 2020 pierwsze gąsienice odnotowano 9 kwietnia**, kiedy **suma temperatur efektywnych wyniosła 23,6°C**. Zabieg ochronny wyznaczono na 23 kwietnia (dwa tygodnie po pojawie pierwszych gąsienic) przy zastosowaniu metody sygnalizacyjnej.

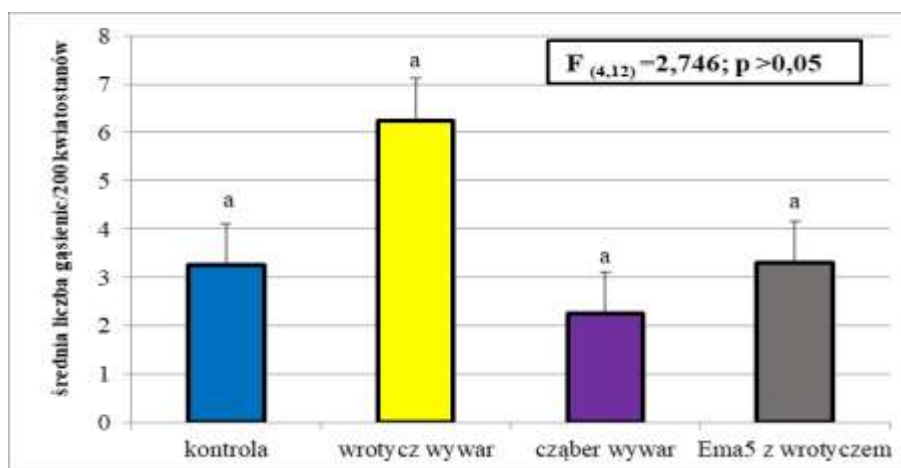
### Zadanie II

#### **Ocena skuteczności wybranych substancji podstawowych oraz gotowych produktów w ochronie ekologicznych upraw aronii czarnoowocowej przed gąsienicami omacnicy jarzębianki**

##### **Podzadanie 1**

#### **Ocena repelentności wywarów z wrotycza pospolitego, cząbrzu ogrodowego oraz preparatu Ema5 z wrotyczem**

Badania wykazały, że średnio najmniej gąsienic omacnicy jarzębianki stwierdzono na krzewach opryskanych wywarem z cząbrzu, natomiast najwięcej na poletkach opryskanych wywarem z wrotycza (Ryc. 1). **Analiza statystyczna wyników nie potwierdziła jednak istotnych różnic w zasiedleniu krzewów opryskanych poszczególnymi substancjami w porównaniu z kontrolą.**

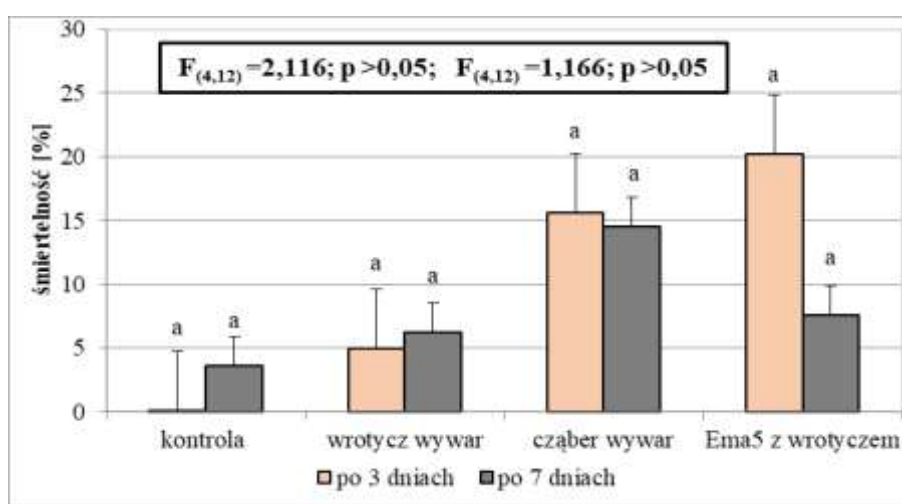


**Ryc. 1.** Średnia liczba gąsienic omacnicy jarzębianki (*Acrobasis advenella* Zinck.) w kwiatostanach aronii czarnoowocowej opryskanych wywarami z wrotycza pospolitego i cząbry odrodowego oraz preparatem Ema5 z wrotyczem. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

## Podzadanie 2

### Ocena skuteczności wywarów z wrotycza i cząbry oraz preparatu Ema5 z wrotyczem w ograniczaniu liczebności gąsienic omacnicy jarzębianki

Najwyższą średnią śmiertelność gąsienic omacnicy jarzębianki odnotowano po zastosowaniu preparatu Ema5 z wrotyczem (20,21%) po 3 dniach od zabiegu (Ryc. 2). Wartość tego parametru obniżyła się prawie trzykrotnie po upływie 7 dni (7,53%).



**Ryc. 2.** Wpływ wywarów z wrotycza i cząbry oraz preparatu Ema5 z wrotyczem na śmiertelność gąsienic omacnicy jarzębianki (*Acrobasis advenella* Zinck.) po 3 i 7 dniach od oprysku. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

W obu terminach wysoką śmiertelność larw stwierdzono po zastosowaniu wywaru z cząbrzu (odpowiednio 15,60% i 14,49%), natomiast najniższe wartości otrzymano w przypadku wywaru z wrotycza (odpowiednio 4,99% i 6,24%). Po 7 dniach stwierdzono również wzrost śmiertelności gąsienic w próbie kontrolnej (3,61%). **Analiza wyników nie potwierdziła jednak istotnych statystycznie różnic w liczbie martwych osobników po zastosowaniu poszczególnych roztworów w porównaniu z kontrolą.**

### **Podzadanie 3**

#### **Ocena skuteczności olejków eterycznych z wrotycza i cząbrzu w ograniczaniu liczebności gąsienic omacnicy jarzębianki**

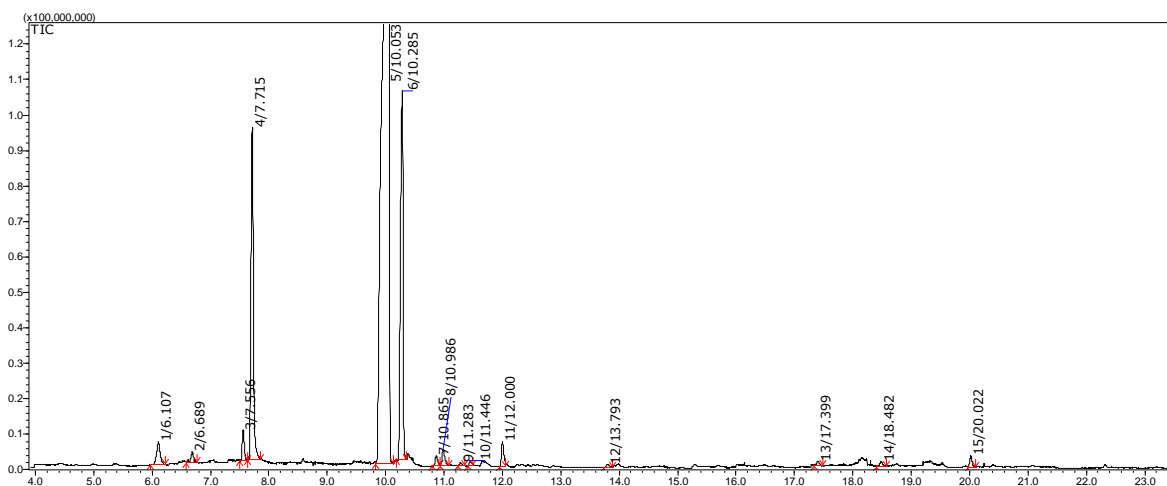
Zastosowane w doświadczeniach olejki eteryczne poddano analizie jakościowej. Analiza chromatograficzna olejku z *T. vulgare* wykazała obecność 15 związków. **Dominującym składnikiem był tujon, który stanowił 66,62% ogółu zidentyfikowanych związków. Olejek eteryczny z cząbrzu górskiego (*S. montana*) składał się z 38 substancji chemicznych. Głównym składnikiem był tymol (40,04%).** Profile i chromatografy testowanych olejków eterycznych przedstawiają Tabele 1 i 2 oraz Ryc. 3 i 4.

**Tabela 1.** Udział poszczególnych składników w profilu olejku eterycznego z *Tanacetum vulgare* L. (Herbapol-Kraków)

<b>L.p.</b>	<b>Związek</b>	<b>Nr CAS</b>	<b>Czas retencji [min]</b>	<b>Zawartość składnika [%]</b>
1.	4(10)-Thujene	3387 - 41 - 5	6,107	1,23
2.	beta.-Myrcene	123 - 35 - 3	6,689	0,47
3.	Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	527 - 84 - 4	7,556	0,98
4.	Eucalyptol	470 - 82 - 6	7,715	12,68
5.	<b>Thujone</b>	546 - 80 - 5	10,053	<b>66,62</b>
6.	Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4.beta.,5.alpha.)]-	471 - 15 - 8	10,285	14,78
7.	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol, 6,6-dimethyl-2-methylene-, [1S-(1.alpha.,3.alpha.,5.alpha.)]-	547 - 61 - 5	10,865	0,44
8.	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1S)-	464 - 48 - 2	10,986	0,67
9.	Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	513 - 23 - 5	11,283	0,14
10.	Bicyclo[3.1.0]hexan-2-one, 5-(1-methylethyl)-	513 - 20 - 2	11,446	0,18
11.	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	20126 - 76 - 5	12,000	0,90
12.	Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-	122 - 03 - 2	13,793	0,15
13.	Copaene	3856 - 25 - 5	17,399	0,15
14.	Aromadendrene	109119 - 91 - 7	18,482	0,20
15.	Germacrene D	23986 - 74 - 5	20,022	0,41

Zawartość procentowa analitu wyznaczona została w oparciu o metodę normalizacji pików





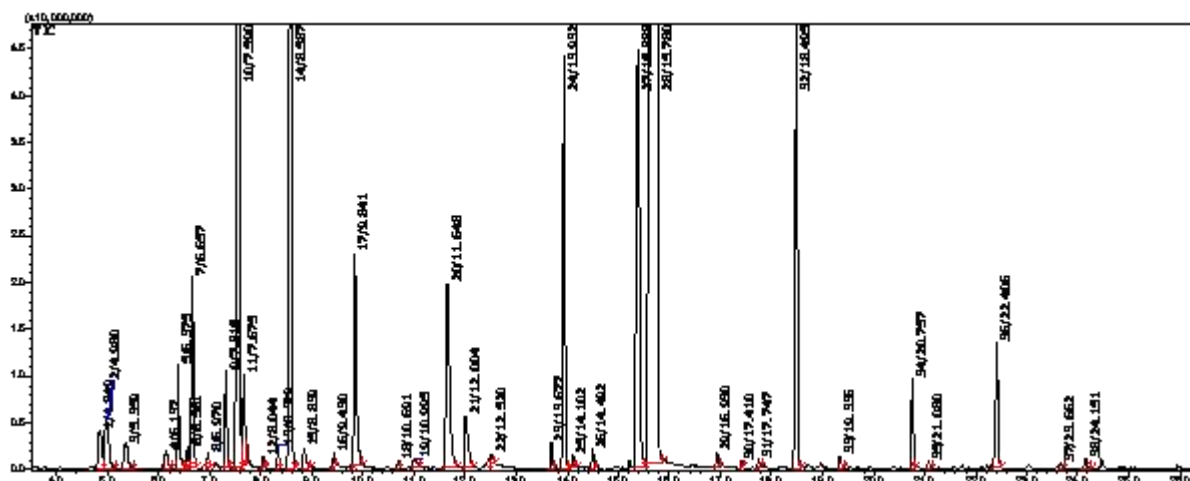
**Ryc. 3.** Chromatogram olejku eterycznego z *Tanacetum vulgare* L.

**Tabela 2.** Udział poszczególnych składników w profilu zastosowanego olejku eterycznego z *Satureja montana* L. (Herbiness- Chomicz)

L.p.	Związek	Nr CAS	Czas retencji [min]	Zawartość składnika [%]
1.	alpha.-Thujene	2867 - 05 - 2	4.849	0,72
2.	alpha.-Pinene	80 - 56 - 8	4.980	1,01
3.	Camphene	79 - 92 - 5	5.360	0,52
4.	beta.-Pinene	127 - 91 - 3	6.137	0,28
5.	1-Octen-3-ol	3391 - 86 - 4	6.375	0,97
6.	3-Octanone	106 - 68 - 3	6.561	0,16
7.	beta.-Myrcene	123 - 35 - 3	6.657	2,02
8.	alpha.-Phellandrene	99 - 83 - 2	6.970	0,14
9.	4-Carene	29050 - 33 - 7	7.315	0,99
10.	Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	527 - 84 - 4	7.590	13,08
11.	Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methylethenyl)-	13898 - 73 - 2	7.675	0,97
12.	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	3779 - 61 - 1	8,044	0,10
13.	1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-	502 - 99 - 8	8,330	0,19
14.	1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	99 - 85 - 4	8,587	10,76
15.	cis-.beta.-Terpineol	7299 - 40 - 3	8,839	0,32
16.	2-Carene	554 - 61 - 0	9,430	0,12
17.	beta.-Linalool	78 - 70 - 6	9,841	2,59
18.	2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-	673 - 84 - 7	10,691	0,06
19.	Camphor	76 - 22 - 2	10,995	0,18
20.	Borneol	10385 - 78 - 1	11,648	3,32
21.	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	0126 - 76 - 5	12,004	0,91
22.	p-menth-1-en-8-ol	10482-56-1	12,520	0,12
23.	Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	1076 - 56 - 8	13,677	0,25
24.	Benzene, 1-methoxy-4-methyl-2-(1-methylethyl)-	31574 - 44 - 4	13,932	4,36

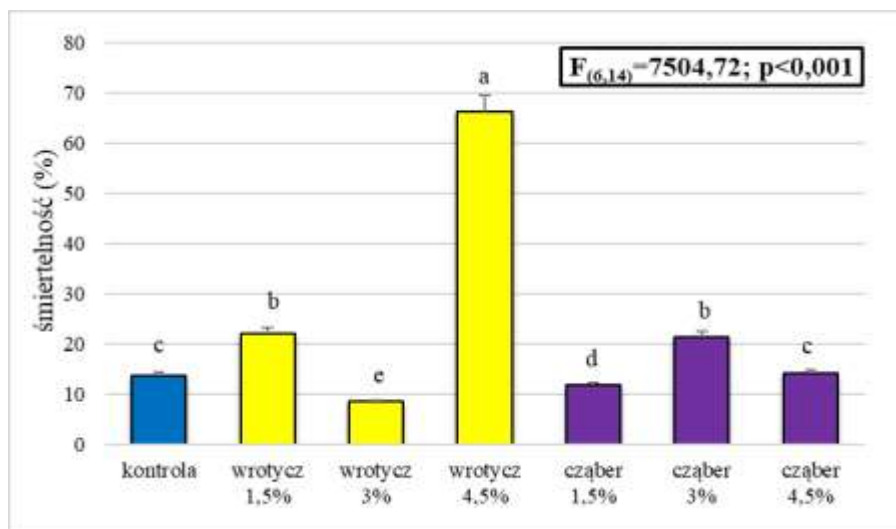
25.	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (R)-	6485 - 40 - 1	14,102	0,14
26.	trans-Geraniol	106 - 24 - 1	14,492	0,21
27.	Phenol, 2,3,5,6-tetramethyl-	527 - 35 - 5	15,388	7,04
28.	<b>Thymol</b>	89 - 83 - 8	15,780	<b>40,04</b>
29.	Phenol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, acetate	528 - 79 - 0	16,930	0,15
30.	Copaene	3856 - 25 - 5	17,410	0,07
31.	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	105 - 87 - 3	17,747	0,07
32.	Caryophyllene	87 - 44 - 5	18,495	5,33
33.	alpha.-Caryophyllene	6753 - 98 - 6	19,336	0,14
34.	Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-	495 - 61 - 4	20,757	0,94
35.	Cadina-1(10),4-diene	483 - 76 - 1	21,080	0,07
36.	Caryophyllene oxide	1139 - 30 - 6	22,406	1,50
37.	Alloaromadendrene oxide-(1)	-	23,662	0,05
38.	Isoaromadendrene epoxide	-	24,151	0,11

Zawartość procentowa analitu wyznaczona została w oparciu o metodę normalizacji pików



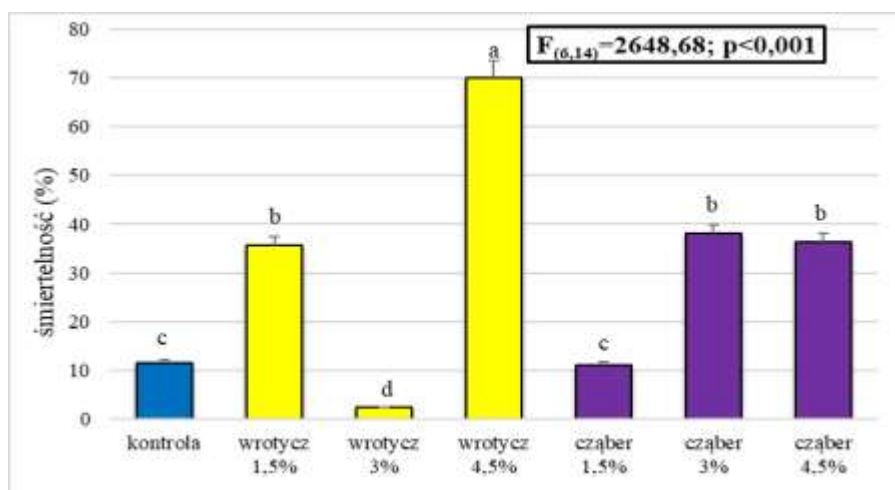
Ryc. 4. Chromatogram olejku eterycznego z *Satureja montana* L.

Opryski roślin roztworami olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku w trzech stężeniach: 1,5%, 3% i 4,5%, w zróżnicowany sposób wpłynęły na śmiertelność larw omacnicy jarzębianki. Po 24 godzinach od zabiegu najwyższą śmiertelność larw (66,19%) zanotowano po zastosowaniu 4,5% roztworu olejku z wrotycza (Ryc. 5). Istotnie wyższą śmiertelność larw w porównaniu do kontroli stwierdzono również po zastosowaniu 1,5% olejku z wrotycza i 3% olejku z cząbrku.



**Ryc. 5.** Wpływ olejków z wrotycza i cząbrzu na śmiertelność gąsienic omacnicy jarzębianki (*Acrobasis advenella* Zinck.) po 24 godzinach od oprysku. Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

Po upływie 72 godzin od oprysku, jedynie 4,5% roztwór olejku z cząbrzu nie wpłynął istotnie na obserwowaną śmiertelność gąsienic omacnicy. **Analiza statystyczna potwierdziła istotność zmian w śmiertelności gąsienic dla pozostałych stężeń olejków z wrotycza i cząbrzu.** Najwyższą śmiertelność larw (70%), istotnie różną od kontrolnej, zanotowano pod wpływem zastosowania 4,5% olejku z wrotycza. Była ona sześciokrotnie wyższa od wartości kontrolnej. Najniższą śmiertelność larw *A. advenella*, ponad czterokrotnie niższą od wartości kontrolnej, stwierdzono po zastosowaniu 3% olejku z wrotycza (Ryc. 6).



**Ryc. 6.** Wpływ olejków eterycznych z wrotycza i cząbrzu na śmiertelność gąsienic omacnicy jarzębianki (*Acrobasis advenella* Zinck.) po 72 godzinach od oprysku. Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

### Zadanie III. Ocena fitotoksyczności testowanych substancji

#### Podzadanie 1

#### Ocena wpływu testowanych roztworów na uszkodzenia roślin i fenologię aronii czarnoowocowej

W wyniku przeprowadzonych badań, zarówno w warunkach polowych, jak i laboratoryjnych stwierdzono, że **fitotoksyczność wystąpiła wyłącznie po zastosowaniu olejku eterycznego z cząbrzu górskiego we wszystkich trzech stężeniach** i była widoczna już po kilkunastu godzinach. Uszkodzenia obserwowano wyłącznie na liściach. Wyniki dotyczące oddziaływania poszczególnych stężeń olejku z cząbrzu górskiego na krzewy aronii przedstawiono w Tabeli 3. Po zastosowaniu olejku z cząbrzu górskiego w stężeniu 1,5% objawy fitotoksyczności w postaci miejscowych przebarwień były widoczne wyłącznie na dolnej stronie blaszki liściowej (Fot. 1). Natomiast ocena fitotoksycznego działania 3% i 4,5% olejku wykazała obecność przebarwień i nekroz zarówno na górnej, jak i dolnej stronie liści aronii (Fot. 2). **Wyższe stężenie olejku powodowało zwiększenie liczby liści, których powierzchnia była uszkodzona w więcej niż 50%. Oprysk 4,5% stężeniem olejku spowodował całkowite zniszczenie 11% liści.**

Obserwacje prowadzone przez cały sezon wegetacyjny na badanej plantacji pozwoliły stwierdzić, że **zastosowane roztwory nie miały wpływu na fenologię aronii czarnoowocowej, tj. opóźnienie kwitnienia, owocowania i dojrzewania owoców.**

**Tabela 3.** Fitotoksyczność poszczególnych stężeń olejku z *Satureja montana* L. dla aronii czarnoowocowej w warunkach polowych

Skala	Określenie uszkodzeń na roślinach	Stężenie zastosowanego olejku [%]		
		1,5	3	4,5
		% uszkodzonych liści		
1	Brak uszkodzeń	31,2	30,7	13,6
2	Rozjaśnienia i lekkie nekrozy blaszek liściowych – do 2%	24,5	19,7	16,0
3	Rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 10%	22,3	18,5	15,5
4	Rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 25%	37,5	17,7	15,5
5	Rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 50%	4,8	7,2	15,7
6	Rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych – do 75%	1,1	4,1	12,6
7	Całkowite zniszczenie liści	0,2	1,9	<b>11,1</b>



**Fot. 1.** Krzewy aronii czarnoowocowej po oprysku 1,5% roztworem olejku eterycznego z cząbrzu górskiego



**Fot. 2.** Krzewy aronii czarnoowocowej po oprysku 4,5% roztworem olejku eterycznego z cząbrzu górskiego

W wyniku badań przeprowadzonych w **warunkach laboratoryjnych** oszacowano, że **wyłącznie olejek z cząbrzu górskiego we wszystkich trzech stężeniach wykazywał fitotoksycyzość** (Tab. 4).

**Tabela 4.** Fitotoksycyzość poszczególnych roztworów dla aronii czarnoowocowej w warunkach laboratoryjnych

Roztwór		Skala fitotoksycyzości			
		brak	słaba	średnia	silna
Wrotycz wywar		X			
Cząbrz wywar		X			
Ema5 z wrotyczem		X			
Wrotycz olejek	1,5%	X			
	3%	X			
	4,5%	X			
Cząbrz olejek	1,5%		X		
	3%		X		
	4,5%				X

Uszkodzenia w postaci nielicznych przebarwień stwierdzono po zastosowaniu 1,5% i 3% roztworu olejku eterycznego z cząbrzu górskiego, natomiast silne fitotoksyczne oddziaływanie



odnotowano przy 4,5% stężeniu tego olejku. Wygląd roślin po zastosowaniu wybranych roztworów przedstawiono na fotografiach 3-9.



**Fot. 3.** Pędy aronii czarnoowocowej po 24 (a) i 48 godzinach (b) od zastosowania wywaru z wrotycza pospolitego



**Fot. 4.** Pędy aronii czarnoowocowej po 24 (a) i 48 godzinach (b) od zastosowania wywaru z cząbrku ogrodowego



a.



b.

**Fot. 5.** Pędy aronii czarnoowocowej po 24 (a) i 48 godzinach (b) od zastosowania preparatu Ema5 z wrotyczem



a.



b.

**Fot. 6.** Pędy aronii czarnoowocowej po 24(a) i 48 godzinach (b) od zastosowania 4,5% olejku z wrotycza pospolitego



a.



b.

**Fot. 7.** Pędy aronii czarnoowocowej po 24 (a) i 48 godzinach (b) od zastosowania 3% olejku z cząbrku górskiego



a.



b.

**Fot. 8.** Pędy aronii czarnoowocowej po 24(a) i 48 godzinach (b) od zastosowania 4,5% olejku z cząbrzu górskiego



a.



b.

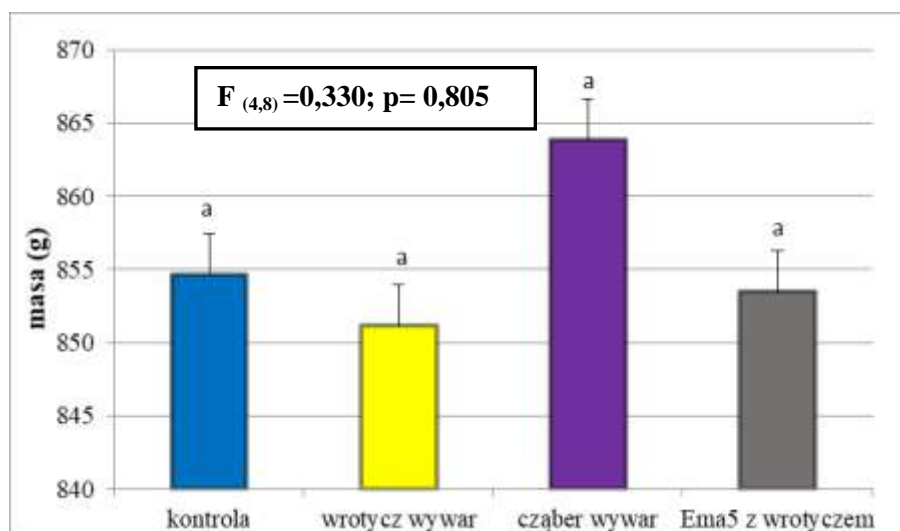
**Fot. 9.** Silnie uszkodzone liście aronii czarnoowocowej po zastosowaniu 4,5% olejku z cząbrzu górskiego

## Podzadanie 2

### **Ocena wpływu testowanych roztworów na wielkość plonu owoców aronii czarnoowocowej**

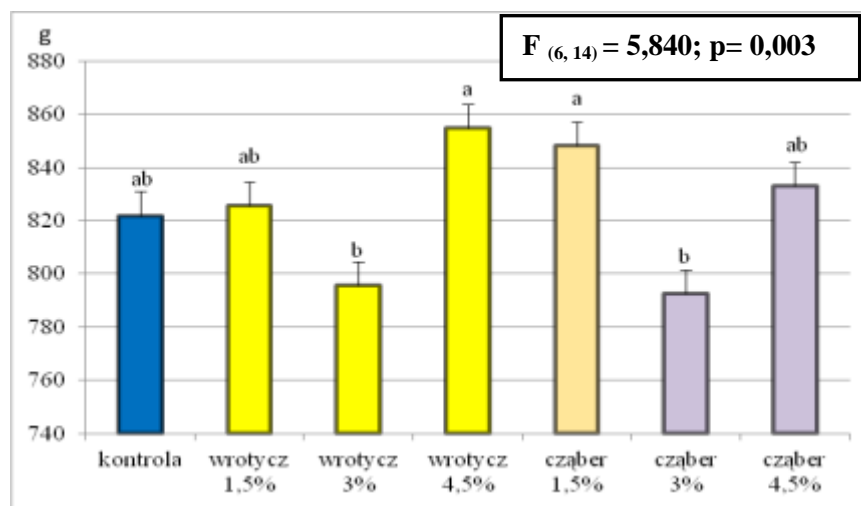
Badania wykazały, że **testowane roztwory (wywar z wrotczyza i cząbrzu oraz Ema5 z wrotyczem) nie wpływały istotnie na średnią masę 1000 owoców w porównaniu z kontrolą** (Ryc. 7). Wartość tego parametru uzyskana z poletek opryskiwanych wywarem z wrotczyza oraz preparatem Ema5 z wrotyczem była zbliżona i wyniosła od 851,14 g do 854,67 g. Wyższą średnią masę owoców uzyskano z poletek opryskiwanych wywarem z cząbrzu (863,86 g).





**Ryc. 7.** Wpływ wywarów z wrotycza i cząbrzu oraz preparatu Ema5 z wrotyczem na masę 1000 owoców aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

Średnia masa 1000 owoców uzyskanych z poletek opryskiwanych olejkami eterycznymi o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% wahała się od 792,75 g (3% olejek z cząbrzu) do 854,68 g (4,5% olejek z wrotycza) (Ryc. 8). Analiza statystyczna nie potwierdziła jednak istotnego wpływu testowanych roztworów na średnią masę owoców aronii w porównaniu z kontrolą.



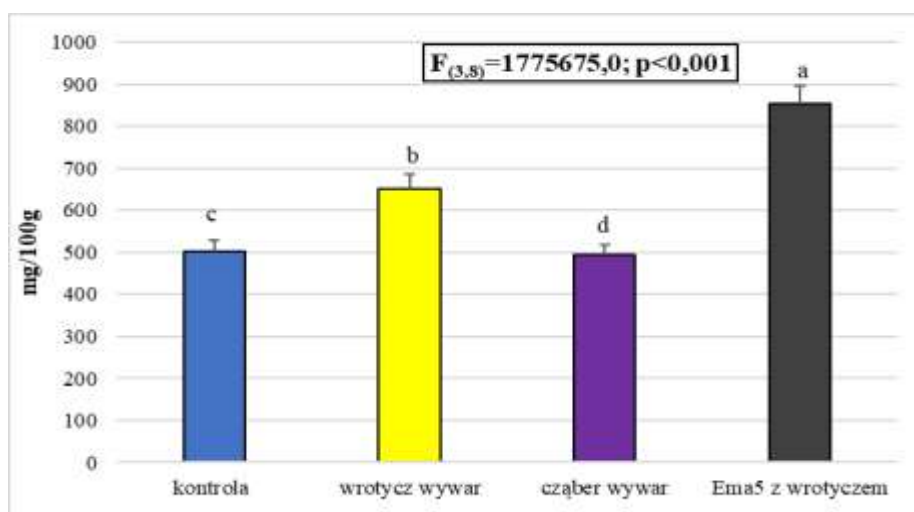
**Ryc. 8.** Wpływ roztworów olejków eterycznych z wrotycza i cząbrzu o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% na masę 1000 owoców aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

### Podzadanie 3

#### Wpływ testowanych roztworów na zawartość składników biologicznie czynnych w owocach aronii

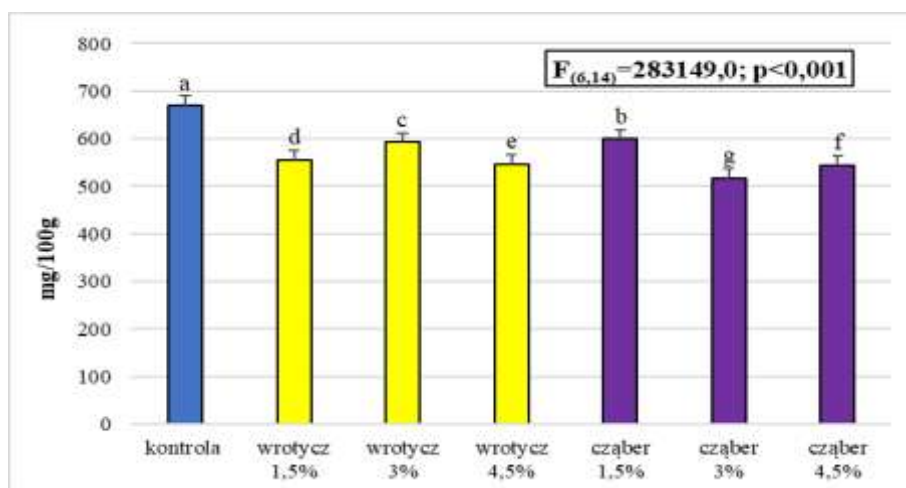
##### Zawartość polifenoli z grupy o-dihydroksyfenoli

Zastosowanie wywarów z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem miało istotny wpływ na zawartości polifenoli w owocach aronii w porównaniu z kontrolą (Ryc. 9). **W owocach zebranych z poletek opryskanych preparatem Ema5 z wrotyczem stwierdzono najwyższą zawartość o-dihydroksyfenoli (854,05 mg/100g), podczas gdy najniższą w owocach roślin opryskanych wywarem z cząbrku (493,2 mg/100g).**



**Ryc. 9.** Wpływ wywarów z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem na zawartość o-dihydroksyfenoli w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

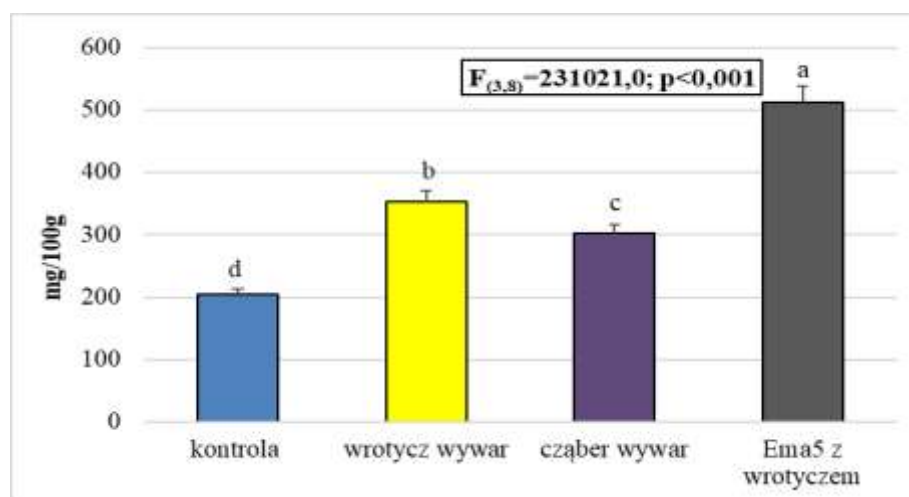
**Oprysk roztworami olejków eterycznych z wrotycza oraz cząbrku wpłynął istotnie na obniżenie zawartości o-dihydroksyfenoli w owocach aronii w porównaniu z ich zawartością w próbie kontrolnej (Ryc. 10). Najniższą ich zawartość stwierdzono w owocach z roślin opryskanych 3% roztworem olejku z cząbrku (517,4 mg/100g).**



**Ryc. 10.** Wpływ roztworów olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% na zawartość o-dihydroksyfenoli w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

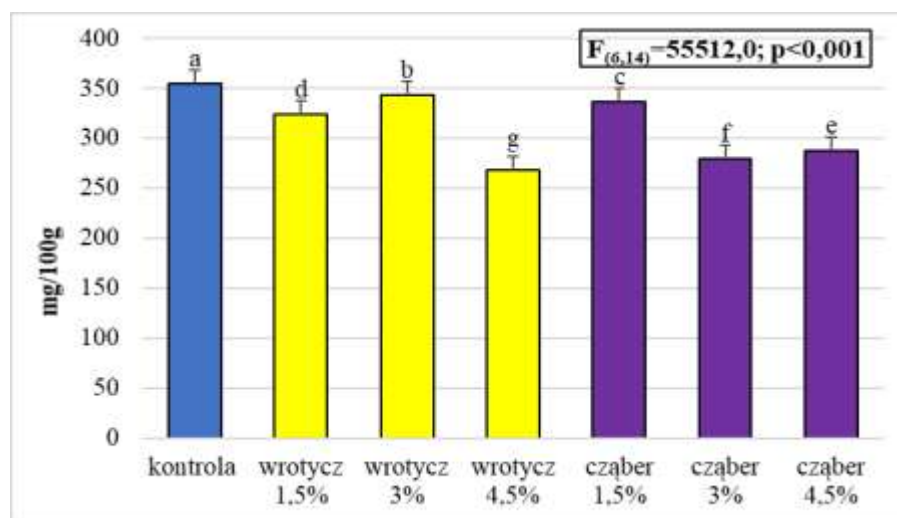
### Zawartość antocyjanów

We wszystkich kombinacjach, w których zastosowano testowane substancje obserwowano istotny statystycznie wzrost zawartości antocyjanów w porównaniu do wartości kontrolnej (Ryc. 11). **Najwyższą ich zawartość stwierdzono w owocach zebranych z roślin opryskanych roztworem preparatu Ema5 z wrotyczem (512,2mg/100g), a najniższą wywarem z cząbrku (301,95 mg/100g).**



**Ryc. 11.** Wpływ wywarów z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem na zawartość antocyjanów w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

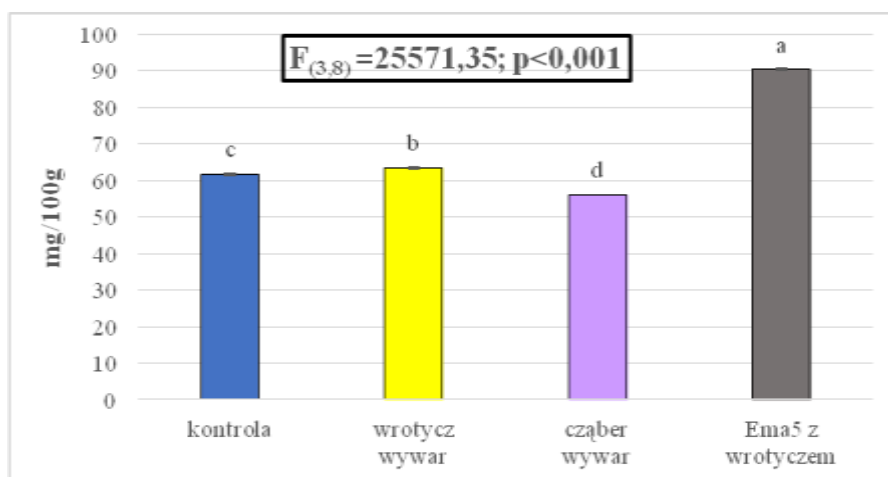
Oprysk roztworami olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% wpłynął istotnie na zmiany w zawartości antocyjanów w owocach aronii (Ryc. 12). W owocach roślin ze wszystkich kombinacji obserwowano niższy poziom antocyjanów w stosunku do kontroli. **Najniższą zawartość tych substancji notowano w owocach z roślin opryskanych 4,5% olejkami z wrotycza.**



**Ryc. 12.** Wpływ roztworów olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% na zawartość antocyjanów w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

### Zawartość kwasu chlorogenowego

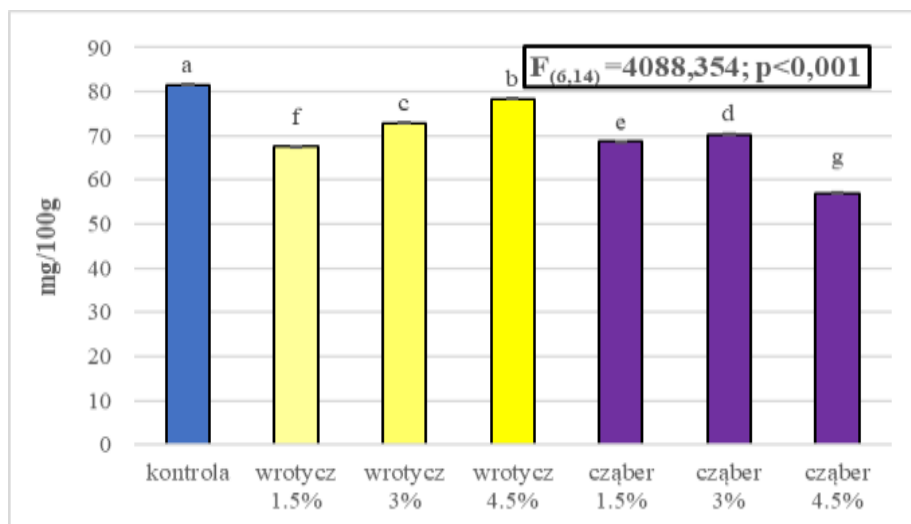
Zastosowanie wywarów z wrotycza pospolitego i cząbrku ogrodowego, preparatu Ema5 z wrotyczem oraz trzema stężeniami olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku miało istotny wpływ na zawartość kwasu chlorogenowego w owocach aronii (Ryc. 13).



**Ryc. 13.** Zawartość kwasu chlorogenowego w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) zebranych z roślin opryskanych wywarami z wrotycza, cząbrku oraz preparatem Ema5 z wrotyczem. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

W materiale roślinnym zebranych z poletek opryskanych wywarem z wrotycza stwierdzono istotnie wyższą zawartość kwasu chlorogenowego w porównaniu z kontrolą. W owocach z roślin opryskanych wywarem z cząbrzu odnotowano obniżoną zawartość kwasu chlorogenowego. **Najwyższą jego zawartość oznaczono w owocach zebranych z roślin opryskanych roztworem preparatu Ema5 z wrotyczem.**

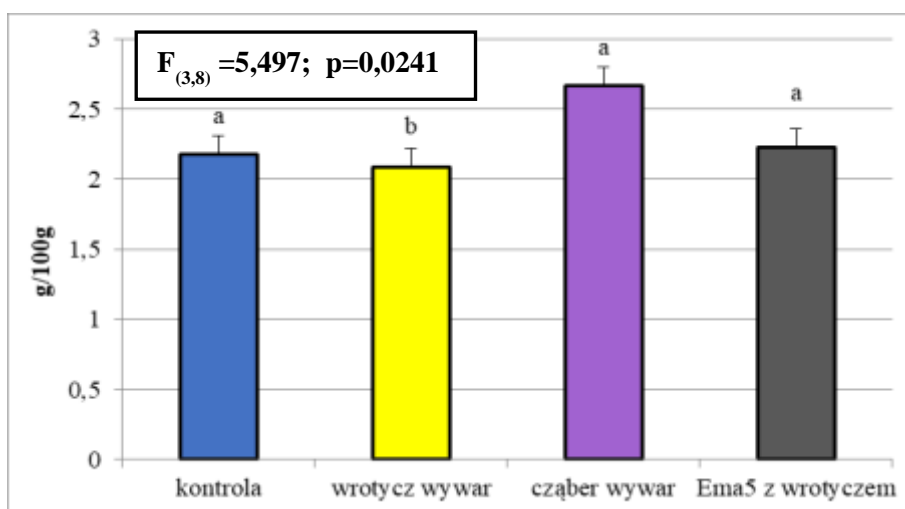
W owocach roślin opryskanych olejkami eterycznymi zarówno z wrotycza jak i z cząbrzu (bez względu na stężenie olejku) oznaczono istotnie niższą zawartość kwasu chlorogenowego w porównaniu z kontrolą (Ryc.14).



**Ryc. 14.** Zawartość kwasu chlorogenowego w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) zebranych z roślin opryskanych olejkami z wrotycza i olejkami z cząbrzu (w stężeniach 1,5%, 3% oraz 4,5%). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

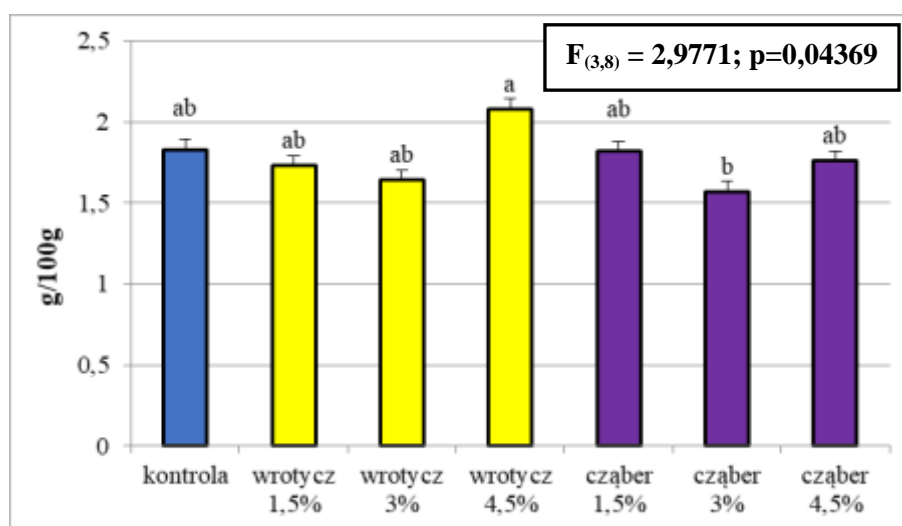
### Zawartość garbników

Zastosowanie wywaru z wrotycza spowodowało istotne obniżenie zawartości garbników w owocach aronii w porównaniu z owocami pozyskanymi z poletek kontrolnych. W owocach roślin opryskanych wywarem z cząbrzu oraz preparatem Ema5 z wrotyczem nastąpił wzrost zawartości garbników, jednak nie został on potwierdzony statystycznie (Ryc. 15).



**Ryc. 15.** Wpływ wywarów z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem na zawartość garbników w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

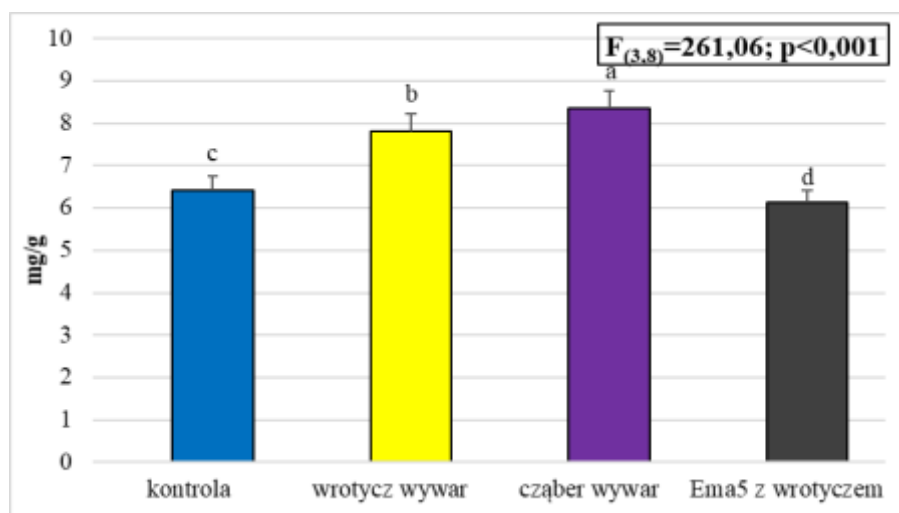
Najwyższą zawartość garbników odnotowano w owocach zebranych z roślin opryskanych 4,5% olejkami z wrotycza (2,09 g/100g), natomiast najniższą 3% olejkami z cząbrku górskiego (1,57g/100g) (Ryc. 16). **Analiza statystyczna wyników wykazała, że opryski roztworami wszystkich testowanych olejków eterycznych nie wpłynęły istotnie na zmiany w zawartości garbników w owocach aronii w porównaniu z kontrolą.**



**Ryc. 16.** Wpływ roztworów olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% na zawartość garbników w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

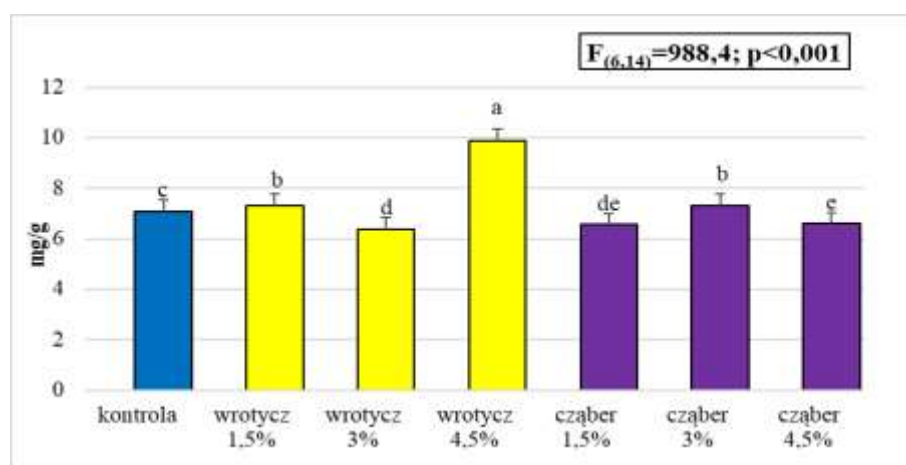
## Zawartość aminokwasów

Zastosowanie wywarów z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem istotnie wpłynęło na zawartość aminokwasów w owocach aronii (Ryc. 17). Najwyższą zawartość tych związków stwierdzono w owocach roślin opryskanych wywarem z cząbrku (8,355mg/g), a najniższą przy zastosowaniu preparatu Ema5 z wrotyczem (6,121 mg/g).



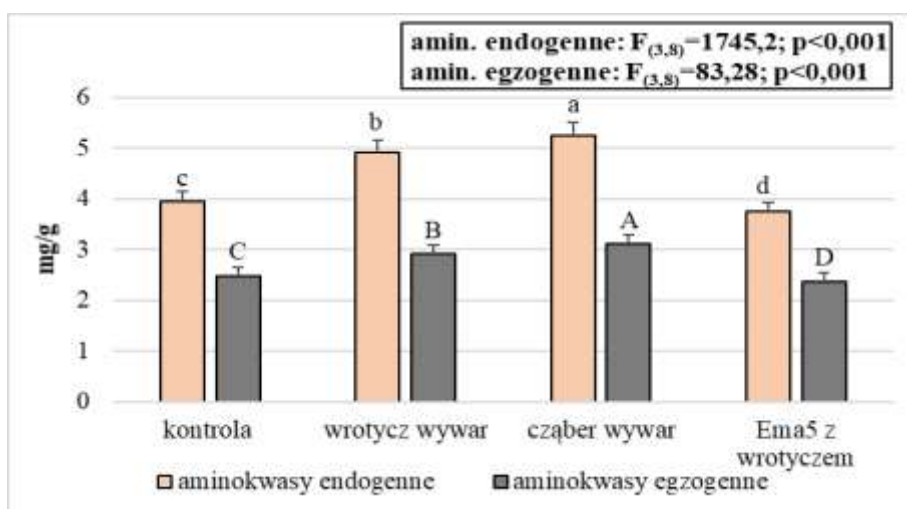
**Ryc. 17.** Suma zidentyfikowanych aminokwasów w owocach aronii czarnowocowej (*Aronia melanocarpa*) po zastosowaniu oprysków wywarami z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

Oprysk roztworami olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% wpłynął istotnie na zawartość aminokwasów w owocach aronii (Ryc. 18). **Najwyższą zawartość aminokwasów stwierdzono w owocach roślin, na które zastosowano 4,5% olejek z wrotycza (9,903 mg/g), najniższą po zastosowaniu 3% olejku z wrotycza (6,397 mg/g).**



**Ryc. 18.** Suma zidentyfikowanych aminokwasów w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) po zastosowaniu oprysków olejkami eterycznymi z wrotycza i cząbrku. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (Test RIR Tukeya)

Analiza zawartości aminokwasów endogennych i egzogennych w owocach aronii zebranych z roślin opryskanych wywarami z wrotycza i cząbrku oraz preparatem Ema5 z wrotyczem wykazała występowanie istotnych różnic w składzie tych związków w porównaniu do kontroli (Ryc. 19).

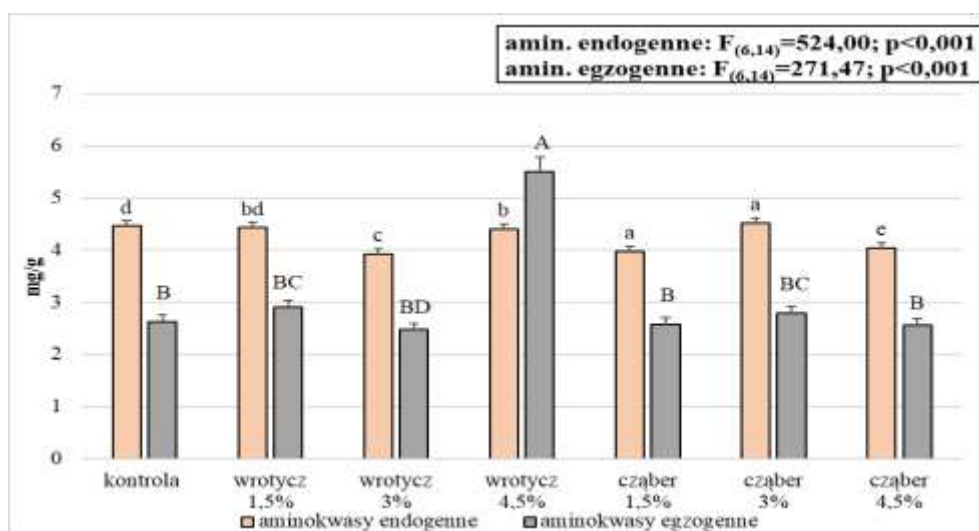


**Ryc. 19.** Suma zidentyfikowanych aminokwasów endogennych i egzogennych w owocach aronii (*Aronia melanocarpa*) po zastosowaniu oprysków wywarami z wrotycza i cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem. Średnie oznaczone tymi samymi literami w danej grupie aminokwasów nie różnią się istotnie dla  $p<0,05$  (małe litery - amin. endogenne; wielkie litery-amin. egzogenne) (Test RIR Tukeya)

Najwyższą zawartość aminokwasów endogennych posiadały owoce z roślin potraktowanych wywarem z cząbrku (5,244 mg/g), natomiast najniższą preparatem Ema5 z wrotyczem (3,748 mg/g). Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku aminokwasów egzogennych. W owocach roślin opryskanych wywarem z cząbrku stwierdzono 3,111 mg/g, a po zastosowaniu preparatu Ema5 z wrotyczem - 2,373 mg/g.

Zastosowanie roztworów olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku o stężeniach 1,5%, 3% i 4,5% wpłynęło na zmiany w zawartości aminokwasów endo-i egzogennych w owocach aronii (Ryc. 20). Najwyższą zawartość aminokwasów endogennych stwierdzono w owocach roślin, które opryskano 3% olejkami z cząbrku (4,522 mg/g), najniższą po zastosowaniu olejku z wrotycza w stężeniu 3% (3,926 mg/g). **Analiza statystyczna nie potwierdziła istotności różnic w zawartości aminokwasów endogennych w porównaniu z wartością kontrolną wyłącznie w przypadku oprysku 1,5% olejkami z wrotycza.** Najwyższą zawartość aminokwasów egzogennych stwierdzono w owocach roślin opryskanych 4,5% olejkami z wrotycza (5,5 mg/g). Analiza statystyczna potwierdziła istotność różnic w porównaniu do kontroli.





**Ryc. 20.** Suma zidentyfikowanych aminokwasów endogennych i egzogennych w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) po zastosowaniu oprysków olejkami eterycznymi z wrotycza i cząbr. Średnie oznaczone tymi samymi literami w danej grupie aminokwasów nie różnią się istotnie dla  $p<0,05$  (małe litery - amin. endogenne; wielkie litery-amin. egzogenne) (Test RIR Tukeya)

W wyniku przeprowadzonej analizy chromatograficznej w owocach aronii wyodrębniono piętnaście aminokwasów. Wśród nich stwierdzono siedem aminokwasów endogennych (asparagina, tyrozyna, seryna, prolina, glutamina, glicyna, alanina) oraz osiem egzogennych (treonina, walina, izoleucyna, leucyna, fenyloalanina, histydyna, lizyna, arginina) (Tabela 5). Wszystkie aminokwasy zidentyfikowane w owocach z roślin kontrolnych zostały również oznaczone w owocach roślin opryskanych testowanymi substancjami. Najwyższą zawartość trzynastu (Asp, Ser, Glu, Gly, Ala, Thr, Val, Ile, Leu, Phe, His, Lys, Arg) spośród wszystkich stwierdzonych aminokwasów, oznaczono w owocach roślin opryskanych wywarem z cząbr. Podobną tendencję zaobserwowano w owocach po oprysku 1,5% olejkami z wrotycza. W tej kombinacji dziewięć aminokwasów (Tyr, Ser, Thr, Val, Leu, Phe, His, Lys, Arg) charakteryzowało się najwyższą zawartością w porównaniu z kontrolą.

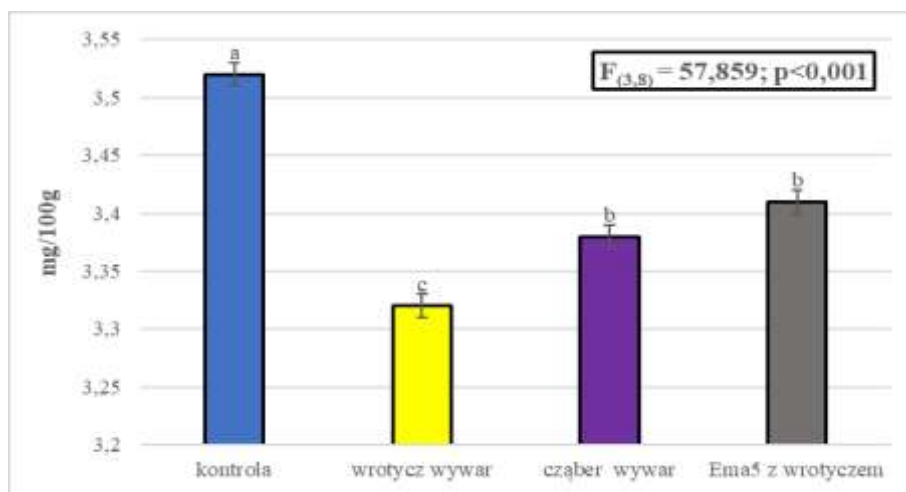
**Tabela 5.** Zawartość zidentyfikowanych aminokwasów [mg/g] w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) po zastosowaniu oprysków wywarami z wrotycza i cząbrku, Ema5 z wrotyczem oraz olejkami eterycznymi

Aminokwas	Zawartość zidentyfikowanych aminokwasów [mg/g]										
	kontrola wywary	wrotycz wywar	cząbrku wywar	Ema5 z wrotyczem	kontrola olejki	wrotycz 1,5%	wrotycz 3%	wrotycz 4,5%	cząbrku 1,5%	cząbrku 3%	cząbrku 4,5%
Asparagina (Asp)	1,5	1,81	1,99	1,29	1,63	1,53	1,49	1,57	1,37	1,47	1,38
Tyrozyna (Tyr)	0,173	0,216	0,19	0,214	0,167	0,22	0,186	0,203	0,185	0,195	0,173
Seryna (Ser)	0,317	0,399	0,419	0,332	0,383	0,413	0,368	0,389	0,389	0,4	0,373
Glutamina (Glu)	0,967	1,34	1,47	1,01	1,17	1,14	0,95	1,15	1,08	1,3	1,07
Prolina (Pro)	0,292	0,323	0,305	0,259	0,365	0,352	0,276	0,336	0,245	0,363	0,332
Glicyna (Gly)	0,391	0,466	0,496	0,358	0,413	0,436	0,363	0,423	0,381	0,44	0,39
Alanina (Ala)	0,304	0,356	0,374	0,285	0,333	0,341	0,293	0,332	0,325	0,354	0,323
Treonina (Thr)	0,281	0,335	0,346	0,276	0,316	0,324	0,305	3,13	0,314	0,317	0,301
Walina (Val)	0,307	0,357	0,389	0,284	0,319	0,346	0,305	0,31	0,317	0,329	0,314
Izoleucyna (Ile)	0,236	0,258	0,288	0,218	0,244	0,26	0,225	0,24	0,238	0,255	0,232
Leucyna (Leu)	0,435	0,516	0,541	0,41	0,469	0,506	0,415	0,46	0,44	0,501	0,446
Fenylalanina (Phe)	0,301	0,363	0,363	0,298	0,311	0,371	0,322	0,346	0,316	0,338	0,32
Histydyna (His)	0,194	0,238	0,251	0,199	0,21	0,256	0,208	0,229	0,22	0,227	0,208
Lizyna (Lys)	0,332	0,349	0,374	0,309	0,344	0,369	0,314	0,349	0,342	0,364	0,34
Arginina (Arg)	0,395	0,495	0,559	0,379	0,419	0,467	0,377	0,436	0,396	0,458	0,406

\* Kolorem czerwonym oznaczono najwyższe wartości w danym wariancie doświadczenia

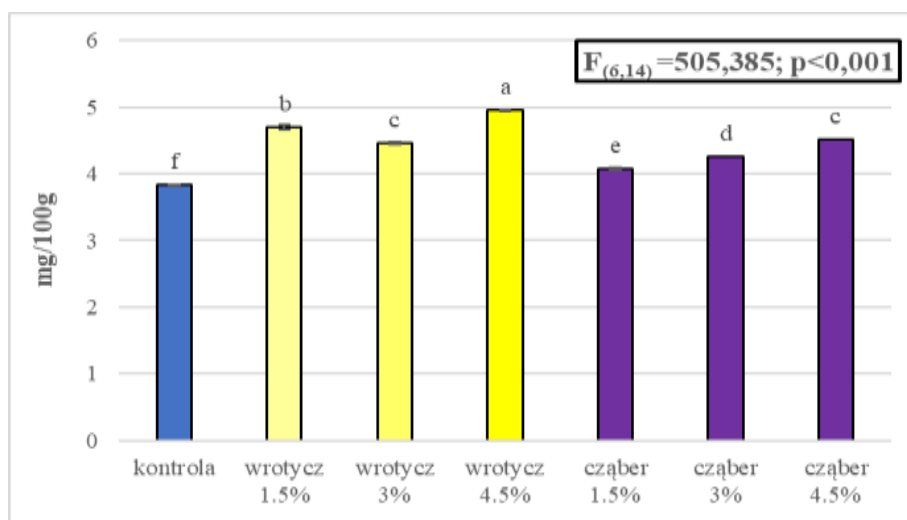
## Zawartość witaminy C

W owocach zebranych z roślin opryskanych wywarem z wrotycza, cząbrku oraz preparatu Ema5 z wrotyczem stwierdzono istotnie niższą zawartość witaminy C w porównaniu z kontrolą (Ryc. 21). W owocach z roślin opryskanych wywarem z wrotycza zawartość witaminy C była najniższa.



**Ryc. 21.** Zawartość witaminy C w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) zebranych z roślin opryskanych wywarami z wrotycza i cząbrku oraz preparatem Ema5 z wrotyczem. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

W owocach roślin opryskanych testowanymi stężeniami olejków eterycznych z wrotycza i cząbrku oznaczono istotnie wyższą zawartość witaminy C w porównaniu z kontrolą. **Najwyższą zawartość witaminy C stwierdzono w owocach zebranych z krzewów opryskanych 4,5% olejkim z wrotycza (Ryc. 22).**

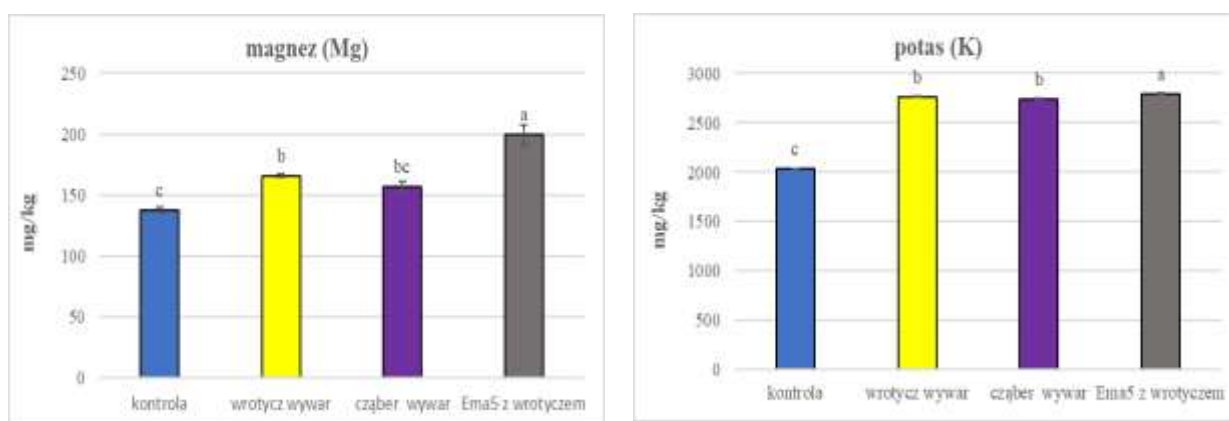


**Ryc. 22.** Zawartość witaminy C w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) zebranych z roślin opryskanych olejkim z wrotycza i olejkim z cząbrku (w stężeniach 1,5%, 3% oraz 4,5%). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

### Zawartość pierwiastków – magnezu (Mg), potasu (K) i cynku (Zn)

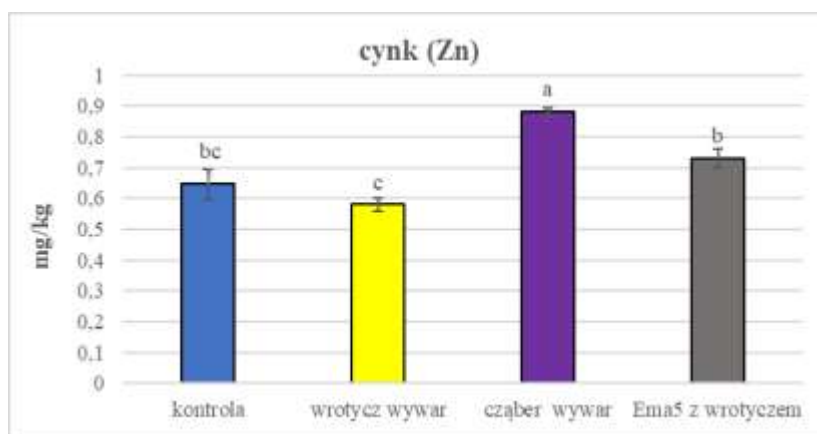
Zastosowanie wiosennych oprysków wywarami oraz trzema stężeniami olejków z wrotycza i cząbrzu oraz preparatem Ema5 z wrotyczem miało istotny wpływ na zawartość pierwiastków takich jak magnez, potas i cynk w owocach *A. melanocarpa* (Ryc. 23).

W owocach zebranych z roślin opryskanych wywarem z wrotycza stwierdzono istotnie wyższą zawartość Mg i K w porównaniu z kontrolą. W owocach z roślin opryskanych wywarem z cząbrzu odnotowano podwyższoną zawartość potasu i cynku. **Najwyższą zawartość Mg, K oznaczono w owocach zebranych z roślin opryskanych 15% roztworem preparatu Ema5 z wrotyczem.**



$F_{(3,8)} = 29,53; p < 0,001$

$F_{(3,8)} = 3228,33; p < 0,001$

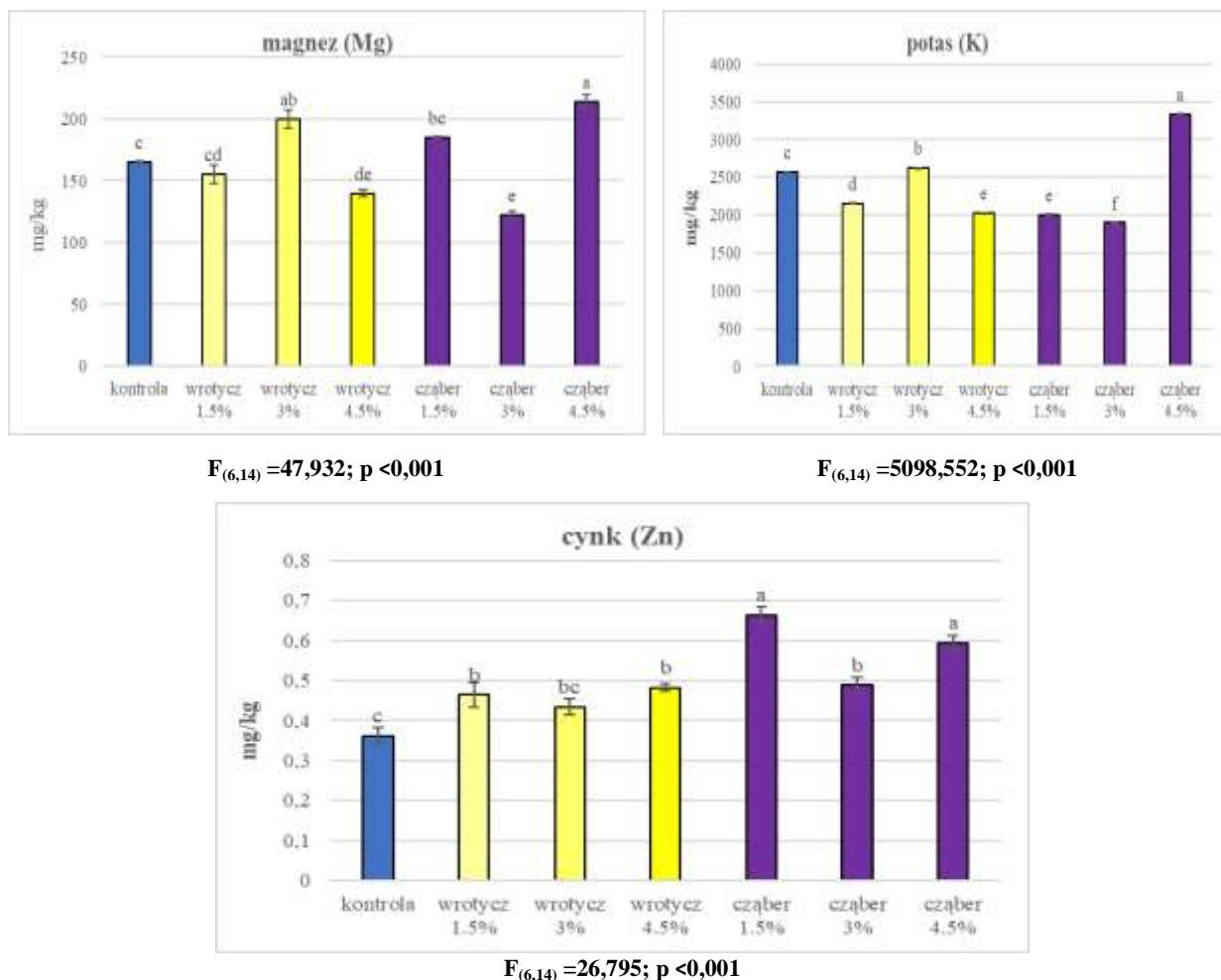


$F_{(3,8)} = 19,51; p < 0,001$

**Ryc. 23.** Zawartość magnezu, potasu i cynku w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) zebranych z roślin opryskanych wywarami z wrotycza i cząbrzu oraz preparatem Ema5 z wrotyczem. Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

W owocach roślin opryskanych olejkami z cząbrzu (wszystkie stężenia) oraz 1,5% i 4,5% olejkami z wrotycza stwierdzono istotnie wyższą zawartość cynku w porównaniu z kontrolą (Ryc. 24). Podwyższoną zawartość Mg i K odnotowano w owocach roślin

opryskanych 3% olejkim z wrotycza oraz 4,5% olejkim z cząbrku. Z kolei w owocach roślin potraktowanych pozostałymi stężeniami testowanych olejków oznaczono istotnie niższą zawartość K w porównaniu z kontrolą. Wiosenne zastosowanie 4,5% olejku z wrotycza oraz 3% olejku z cząbrku wpływało negatywnie na zawartość Mg w owocach aronii (Ryc. 24).



**Ryc. 25.** Zawartość magnezu, potasu i cynku w owocach aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*) zebranych z roślin opryskanych olejkami z wrotycza i cząbrku (w stężeniach 1,5%, 3% oraz 4,5%). Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie dla  $p < 0,05$  (test RIR Tukeya)

## Podsumowanie

1. W roku 2020 pierwsze gąsienice *A. advenella* odnotowano 9 kwietnia. W tym dniu obliczona suma temperatur efektywnych (STE) wyniosła 23,6°C, przy uwzględnieniu zera fizjologicznego na poziomie 8°C. Termin zabiegu ograniczającego liczebność szkodnika powinien być wykonany dwa tygodnie po pojawie pierwszych gąsienic. Poszczególne stadia rozwojowe fitofaga mogą pojawiać się przy różnej sumie ciepła, na co wpływają warunki mikroklimatyczne. Z tego względu, niezbędne są dalsze badania określające możliwość wykorzystania wyznaczonych STE w celu optymalizacji terminu wiosennego zabiegu ograniczającego liczebność larw omacnicy jarzębianki.
2. Zastosowanie wiosennego oprysku wywarami z wrotycza pospolitego i cząbrzu ogrodowego (przygotowanymi wg proporcji 1 l wody i 7,5 g suszu rozcieńczone w stosunku 1:5 z wodą) oraz 15% roztworem preparatu Ema5 z wrotyczem nie wykazało działania repelentnego w stosunku do gąsienic omacnicy jarzębianki.  
Na śmiertelność gąsienic *A. advenella* nie miał wpływu jednorazowy oprysk krzewów wywarami z wrotycza pospolitego i cząbrzu ogrodowego oraz preparatem Ema5 z wrotyczem. Z kolei zabieg 4,5% roztworem olejku z wrotycza, w którego składzie chemicznym dominował tujon, charakteryzował się najwyższą skutecznością w ograniczaniu liczebności gąsienic.
3. Fitotoksyczność obserwowano wyłącznie po zastosowaniu olejku eterycznego z cząbrzu górskiego. Wzrost uszkodzeń widocznych na roślinach następował po zastosowaniu wzrastających stężeń olejku. Wszystkie zastosowane substancje podstawowe (wywary z wrotycza pospolitego, cząbrzu ogrodowego, preparat Ema5 z wrotyczem, olejki eteryczne z wrotycza i cząbrzu górskiego) nie miały wpływu na fenologię aronii czarnoowocowej (termin kwitnienia i owocowania).

Wiosenne zabiegi testowanymi substancjami nie wpłynęły istotnie na ilość uzyskanego plonu (masa 1000 owoców), jednakże rzutowały na jego jakość. Zawartość substancji odżywczych oraz związków o właściwościach prozdrowotnych w owocach aronii uległa zmianom pod wpływem stosowania poszczególnych substancji podstawowych. Stwierdzono, że oprysk roślin preparatem Ema5 z wrotyczem wpłynął najkorzystniej na zawartość w owocach składników o właściwościach antyoksydacyjnych (polifenoli z grupy o-dihydroksyfenoli, antocyjanów, kwasu chlorogenowego), jak też składników mineralnych (Mg, K, Zn). Zastosowanie tego preparatu spowodowało wzrost zawartości polifenoli o 73%, antocyjanów o 156%, a kwasu chlorogenowego o 45% w odniesieniu do

kontroli. Z kolei w owocach roślin traktowanych wywarem z cząbrzu oznaczono najwyższą zawartość aminokwasów i cynku. Korzystne oddziaływanie na jakość owoców miał również oprysk roślin wywarem z wrotycza, który wpłynął na wzrost zawartości ośmiu z jedenastu analizowanych substancji bioaktywnych.

Zastosowane stężenia olejków eterycznych z wrotycza i cząbrzu wpłynęły negatywnie na zawartość analizowanych składników o właściwościach antyoksydacyjnych, natomiast korzystnie na poziom witaminy C i cynku.

## Piśmiennictwo:

Ćavar S., Šolić M.E., Maksimović M., 2013. Chemical composition and antioxidant activity of two *Satureja* species from Mt. Biokovo. *Bot. Serb.* 37 (2), 159–165.

Górska-Drabik E. 2009: *Trachycera advenella* (Zinck.) (Lepidoptera, Pyralidae) -nowy szkodnik aronii czarnoowocowej (*Aronia melanocarpa*). *Progress in Plant Protection* 49 (1): 531-534.

Górska-Drabik E. 2013: Występowanie *Acrobasis advenella* (Zinck.) (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae) na aronii czarnoowocowej w Polsce i jego biochemiczne powiązania z roślinami żywicielskimi. *Rozprawy Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie*, 382.

Helsen H.H.M., Blommers L.H.M., 1999: Timing deployment of pheromone traps of three leafroller species of apple. *Integrated Plant Protection in Orchards IOBC/wprs Bulletin Vol.22* (6)105-109.

Magierowicz K., Górska-Drabik E., Sempruch C., 2020a. The effect of *Tanacetum vulgare* essential oil and its main components on some ecological and physiological parameters of *Acrobasis advenella* (Zinck.) (Lepidoptera, Pyralidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 162: 105-112, DOI: 10.1016/j.pestbp.2019.09.008.

Magierowicz K., Górska-Drabik E., Golan K., 2020b. Effects of plant extracts and essential oils on the behavior of *Acrobasis advenella* (Zinck.) caterpillars and females. *Journal of Plant Diseases and Protection*, DOI: 10.1007/s41348-019-00275-z.

Magierowicz K., Górska-Drabik E., Sempruch C. 2019. The insecticidal activity of *Satureja hortensis* essential oil and its active ingredient -carvacrol against *Acrobasis advenella* (Zinck.) (Lepidoptera, Pyralidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 153:122-128. DOI: [10.1016/j.pestbp.2018.11.010](https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2018.11.010).

Mihajilov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Zlatković B., Ristić M., Branković S., 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil. *Cent. Eur. J. Biol.* 4 (3), 411–416.

Stará J., Kocourek F. (2004): Flight pattern of *Archips podana* (Lep.: Tortricidae) based on data from pheromone traps. *Plant Protect. Sci.*, 40, 75-81.