



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**

Wydział Rolnictwa i Biotechnologii

**RADA NAUKOWA DYSCYPLINY
ROLNICTWO I OGRODNICTWO**

mgr Anita Krasieńska

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ NA TEMAT:

**WPLYW ELICYTORÓW (JASMONIANU METYLU I Z-JASMONU) NA INDUKCJĘ
REAKCJI OBRONNEJ KUKURYDZY**

**THE EFFECT OF METHYL JASMONATE AND Z-JASMONE ELICITORS ON
TRIGGERING THE DEFENSE MECHANISMS OF MAIZE**

DZIEDZINA: nauki rolnicze

DYSCYPLINA: rolnictwo i ogrodnictwo

PROMOTOR

PROF. DR HAB. INŻ. DARIUSZ PIESIK

**KATEDRA BIOLOGII I OCHRONY ROŚLIN
WYDZIAŁ ROLNICTWA I BIOTECHNOLOGII
POLITECHNIKA BYDGOSKA
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH W BYDGOSZCZY**

BYDGOSZCZ 2022

1. Wstęp

Kukurydza przywieziona do Europy prawdopodobnie przez Krzysztofa Kolumba była podstawą diety Inków czy Majów już 5 tys. lat p.n.e. Obecnie odmiany kukurydzy można liczyć w setkach w skali całego świata, gdzie wyróżnia się kukurydzę pastewną, spożywczą, białą czy cukrową. Liderami w światowej produkcji są USA (pasmo „Corn Belt”, Nizina Centralna) i Chiny (Mandżuria). Kukurydza jest obok upraw pszenicy i ryżu trzecią z najważniejszych roślin uprawnych w skali całego świata. Biorąc pod uwagę również inne rośliny, gospodarka światowa wytwarza tyle jedzenia, które byłoby wystarczające dla wszystkich mieszkańców Ziemi.

Ochrona przed szkodnikami jest ważnym zabiegiem w uprawie roślin w tym kukurydzy, gdyż średnie straty powodowane przez owady wynoszą około 20-40%. Najbardziej znaną metodą ochrony kukurydzy jest metoda chemiczna. Powszechność wykorzystywania niektórych środków ochrony roślin obok niekwestionowanych korzyści, ma również szereg niekwestionowanych wad. Działanie środków chemicznych nie ogranicza tylko populacji organizmów szkodliwych, ale wpływa także na organizmy pożyteczne, które masowo giną po aplikacji insektycydu, gdyż są mniej odporne niż szkodniki. Preparaty chemiczne nigdy nie eliminują szkodnika całkowicie. W efekcie jakiś procent populacji szkodnika przeżywa oraz nalatują też nowi przedstawiciele tego, jak i innych gatunków nie spotykając na swojej drodze żadnych wrogów naturalnych. Kolejny aspekt to tzw. znoszenie środków ochrony roślin przez wiatr i splukiwanie do zbiorników wodnych. Jednak prawdopodobnie największym problemem jest uodpornienie się szkodników na preparaty chemiczne co jest rezultatem adaptacji organizmów. Zachodzi ono szybciej, gdy nie ma rotacji insektycydów, co w obecnym czasie w związku ze znaczą redukcją preparatów z listy dopuszczonych do stosowania w krajach Unii Europejskiej jest coraz częściej obserwowane.

Poszukuje się więc nowych, alternatywnych metod walki ze szkodnikami, gdzie jedną z takich metod może być wykorzystanie naturalnego mechanizmu obronnego roślin. Duże nadzieje wiąże się z wykorzystaniem lotnych związków organicznych (LZO), które służą do obrony bezpośredniej polegającej na odstraszeniu agresora lub pośredniej, związanej z przywabianiem wrogów naturalnych. Rośliny wykorzystują sygnały chemiczne również po to, aby hamować rozwój patogenów grzybowych, przywabiać owady zapylające, komunikować się z innymi roślinami tego samego gatunku, ale też pomiędzy innymi gatunkami.

Niektóre syntetyczne komponenty, jak cis-jasmon i jasmonian metylu są ważne z punktu widzenia aktywacji mechanizmów obronnych roślin skierowanych przeciwko roślinożercom. Ich stosowanie na rośliny może powodować większe wydzielanie LZO, a co za tym idzie skuteczniejszą ochronę przed szkodnikami. W ten kontekst doskonale wpisuje się zjawisko „primingu”, który oznacza przygotowanie/gotowość roślin do obrony na zachodzące zmiany w otaczającym środowisku po uprzednim wystawieniu roślin na stres. Rośliny są przygotowywane poprzez “priming” do szybszej i bardziej zdecydowanej reakcji na stres przywołując tzw. „pamięć primingową”.

2. Cel badań

Celem pracy było określenie wpływu aplikacji syntetycznego cis-jasmonu i jasmonianu metylu na emisję lotnych związków organicznych. Szczegółowe badania obejmowały pojedynczą aplikację tych związków i zbieranie LZO w odstępie czasowym oraz podwójną aplikację tych komponentów (w odstępie czasowym), aby uwidocznili efekt „primingu”.

3. Metodyka badań

Badania prowadzono w Katedrze Entomologii i Fitopatologii Molekularnej (obecnie Katedra Biologii i Ochrony Roślin, Pracownia Entomologii) Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy (2013 – 2015) w laboratorium oceny jakościowej i ilościowej lotnych związków organicznych. Laboratorium zostało utworzone w wyniku projektu „Realizacja II etapu Regionalnego Centrum Innowacyjności” współfinansowanego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2007-2013. Ponadto analizy chromatograficzne wykonano w Katedrze Chemii Środowiska i Bioanalitiky Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.

W poszczególnych etapach badań zrealizowano:

- uprawę laboratoryjną kukurydzy cv. ‘Prosna’,
- ekspozycję roślin na działanie jasmonianu metylu (JM) i Z-jasmonu (Z-J) oraz zbieranie lotnych związków organicznych (LZO),
- oznaczenie pobranych LZO przy wykorzystaniu chromatografu gazowego ze spektrometrią mas.

3.1. Materiał roślinny

Do badań laboratoryjnych zastosowano zaprawiony materiał siewny udostępniony przez Przedsiębiorstwo Nasienne „Rolnas” Sp. z o.o. w Bydgoszczy. Wyboru odmiany kukurydzy – „Prosna” (bardzo dobry wczesny wigor, wysoka tolerancja na niekorzystne warunki klimatyczno-glebowe, długo utrzymująca się zieloność liści i łodyg dokonano na podstawie rejestru COBORU. Odmiana jest trójliniowym mieszańcem (zarejestrowana w krajowym rejestrze w 1999 roku) zalecanym do uprawy na ziarno, kiszonkę z kolb i kiszonkę z całych roślin. Jest odmianą średnio wczesną (FAO 230) o typie ziarna zbliżonym do typu flint lub dent).

Laboratoryjny siew przeprowadzony został w 2013 i 2014. Do uprzednio przygotowanej gleby ogrodniczej, znajdującej się w plastikowych doniczkach o średnicy 12cm, wysiano po 4 nasiona, a następnie doniczki zostały przetransportowane do szklarni Katedry Genetyki i Biotechnologii Roślin, gdzie przebywały w temperaturze ~ 25°C i 12-godzinnym oświetleniu. Po około 20 dniach dokonano selekcji roślin pod względem zdrowotności i kondycji pozostawiając 2 rośliny w każdej z doniczek. W czasie wzrostu rośliny kukurydzy były one podlewane co 48 godzin i raz w tygodniu stosowano nawóz Florovit do roślin zielonych.

3.2. Aplikacja jasmonianu metylu i Z-jasmonu

Kukurydza będąca w fazie 18 (BBCH - skala wykorzystywana w państwach Unii Europejskiej do identyfikacji faz fitofenologicznych roślin) została poddana oddzielnie aplikacji syntetycznego JM i Z-J (95% czystości, związki zakupione w Sigma-Aldrich (Francja)

i Fluka-Buchs (Szwajcaria)). Obydwa komponenty są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Zastosowano stężenie 250 mg w 1 litrze wody zarówno dla JM, jak i dla Z-J. Ciecz roboczą naniesiono dokładnie na rośliny testowe (równomierne pokrycie całej rośliny) przy pomocy małego opryskiwacza „Kwazar” o pojemności 1 litra.

W dniu poprzedzającym dzień „0” (dzień -1) BBCH 15-17, I zastosowano ciecz roboczą, a następnie zbierano LZO w dniach „0”, „3”, „6” i „9” (32 rośliny testowe dla JM i 32 dla Z-J). W drugiej części doświadczenia (II) 24 rośliny testowe opryskano JM i kolejne 24 rośliny Z-J w dniu -1, jednak nie zbierano LZO w dniu „0”. Następnie w dniu poprzedzającym dzień „3” ponownie zastosowano JM i Z-J na rośliny kukurydzy i po upływie 24 h zbierano LZO w dniu „3”, „6” i „9”. W kolejnej części doświadczenia (III) po uprzednim wystawieniu roślin na działanie JM i Z-J w dniu poprzedzającym dzień „0” (dzień -1) ponownie zaaplikowano obydwie syntetyczne komponenty oddzielnie w dniu poprzedzającym dzień „6”. Po upływie 24 h zbierano LZO w dniu „6” i „9” (16 roślin testowych dla JM i 16 dla Z-J). W ostatniej części doświadczenia (IV) po uprzednim wystawieniu roślin na działanie JM i Z-J w dniu -1 ponownie wystawiono rośliny na ich działanie w dniu poprzedzającym dzień „9”. Po upływie 24 h zbierano LZO w dniu „9” (8 roślin testowych dla JM i 8 dla Z-J). Eksperymenty dotyczące kombinacji „II”, „III” i „IV” związane z ponowną aplikacją JM i Z-J dotyczą wpływu zjawiska „primingu” na intensywniejsze wydzielanie LZO przez rośliny kukurydzy.

Dodatkowo dla porównania wyników LZO zebrano także z roślin kontrolnych, nie poddanych aplikacji syntetycznych komponentów w fazie BBCH 15-17, czyli w fazie takiej, jak dla roślin testowych określonej symbolem „0” oraz w fazie BBCH 25 (po zakończeniu doświadczenia) czyli w fazie odzwierciedlającej dzień „9” dla roślin testowych.

3.3. Zbieranie LZO

Do zbierania LZO wykorzystano aparaturę, która została złożona z różnych elementów, jak Fisher Biblock, VWA Supplier Partnership, ETS Charles oraz Inc. Alltech. Rośliny kukurydzy umieszczono pojedynczo w foliowych rękawach nazywanych Nalophan (worki wolne od jakiegokolwiek zapachu i wykonane z plastikowej cienkiej warstwy, która jest odporna na temperatury w przedziale – 60 °C do + 220 °C). Cała aparatura pozwalała pobierać LZO w tym samym czasie z 4 różnych roślin. LZO kolekcjonowano do tzw. „Super-Q traps”, którymi były szklane rurki (średnica \varnothing 6,35 mm i długość 76 mm).

Oczyszczone i nawilżone powietrze dostarczano za pośrednictwem giętkich rurek od dolnej strony rękawa w ilości $1,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, a w celu uniknięcia zasysania zapachów spoza systemu pompa ssąca zasysała o 20% mniej powietrza. LZO pobierano dla każdego wariantu doświadczenia przez 2 h.

3.4. Analiza chromatograficzna LZO

LZO ekstrahowano z „Super-Q” przy pomocy heksanu (225 μl) do szklanych fiolek (pojemność 1 ml) zawierających również szklany wkład zwany insertem. Po napełnieniu, fiołki szczelnie zakręcano w celu uniknięcia ulatniania się LZO.

Każda próba, celem dokonania oceny ilościowej, otrzymała także wzorzec w postaci dekanu. Lotne związki analizowano przy użyciu chromatografu gazowego (GC Perkin Elmer), gdzie ustalono wzrost temperatury od 40°C do 250°C. Całkowity czas trwania analizy trwał

zwykle 40 minut. Oznaczone próby związków charakteryzowano przy wykorzystaniu bibliotek komputerowych (Wiley, NIST), a także potwierdzano na podstawie widm spektralnych (Sigma-Aldrich). retencji i jonów charakterystycznych (m/z) widm spektralnych zakupionych w Sigma-Aldrich.

3.5. Analiza statystyczna

Testowano normalność rozkładu obserwowanych LZO. Wielowymiarowa analiza wariancji (MANOVA) została przeprowadzona na podstawie poniższego modelu:

$$Y = XT + E$$

gdzie: Y oznacza $(n \times p)$ -wymiarową macierz obserwacji, n jest liczbą wszystkich obserwacji, p jest liczbą LZO, X jest $(n \times k)$ -wymiarową macierzą układu, k jest liczbą równą iloczynowi kombinacji i dni, T jest $(k \times p)$ -macierzą nieznanych efektów, E jest $(n \times p)$ -wymiarową macierzą reszt.

Następnie, jednoczynnikowe analizy wariancji (ANOVA) zostały przeprowadzone w celu weryfikacji hipotezy zerowej o braku różnic pomiędzy poziomami badanego czynnika (kombinacje-dni) pod względem obserwowanych LZO, na podstawie następującego modelu:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

gdzie: y_{ij} oznacza j -tą obserwację i -tego poziomu badanego czynnika, μ jest średnią ogólną, τ_i jest efektem i -tego poziomu badanego czynnika, ε_{ij} jest błędem obserwacji.

Dla poszczególnych LZO obliczono wartości najmniejsze, średnie, maksymalne, a także odchylenia standardowe (s.d.). Ponadto, najmniejsze istotne różnice (NIR) Fishera zostały wyestymowane na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Badane kombinacje scharakteryzowano graficznie stosując wykresy pudełkowe.

Współzależność pomiędzy obserwowanymi LZO oszacowano na podstawie współczynników korelacji Pearsona używając procedury FCORRELATION w pakiecie statystycznym GenStat v. 17.

Wielocechową ocenę podobieństwa badanych kombinacji i dni prowadzenia obserwacji, wyrażoną za pomocą odległości Mahalanobisa, pokazano w mniejszej liczbie wymiarów. Zastosowano analizę zmiennych kanonicznych. Umożliwia ona zobrazowanie podobieństwa między kombinacjami/dniami z metryką odległości Mahalanobisa i w ten sposób może ułatwić grupowanie i charakterystykę wielocechową (wielo-LZO) tych obiektów. Redukcja wymiarowości przestrzeni dyskryminacyjnej polega na jej transformacji w taki sposób, aby otrzymać nową przestrzeń, w tym wypadku dwuwymiarową, zapewniającą w danej liczbie nowych wymiarów możliwie najbardziej dokładne odtworzenie odległości Mahalanobisa. Przestrzeń liniową o takich właściwościach określają zmienne kanoniczne, które są funkcjami liniowymi cech oryginalnych. Zmienne kanoniczne pozwalają określić względny udział każdej cechy oryginalnej w wielocechowym zróżnicowaniu badanych obiektów w kategoriach odległości Mahalanobisa. W tym celu zostały obliczone współczynniki korelacji prostej między wartościami dwu pierwszych zmiennych kanonicznych a wartościami poszczególnych LZO oryginalnych. Na podstawie wartości tych współczynników korelacji można wykryć LZO o największej wśród badanych cech sile dyskryminacyjnej.

4. Wyniki

4.1. Wpływ jasmonianu metylu (JM) na wydzielanie LZO

Wartości średnie LZO przedstawiono w Tab. 1. Zbierania LZO dokonano w fazach BBCH między 15-25. Związki te były emitowane przez rośliny w sposób powtarzalny i były to następujące komponenty: (Z)-3-heksenal = (Z)-3-HAL, (E)-2-heksenal = (E)-2-HAL, (Z)-3-heksen-1-ol = (Z)-3-HOL, (E)-2-heksen-1-ol = (E)-2-HOL, octan (Z)-3-heksen-1-ylu = (Z)-3-HAC, octan-1-heksylu = 1-HAC, (Z)-ocimen = (Z)-OCI, linalol = LIN, octan benzylu = BAC, salicylan metylu = MAT, indol = IND, antranilan metylu = MAN, octan geranylu = GAC, β -kariofilen = β -CAR, (E)- β -farnezen = (E)- β -FAR.

Już pierwszego dnia po zastosowaniu JM (24h później) odnotowano większe wydzielanie LZO w porównaniu do roślin kontrolnych, nie poddanych testom (kombinacja I). Wszystkie oznaczone związki były emitowane w zdecydowanie większych ilościach. Z-3-HAL i Z-3-HAC osiągnęły poziom emisji ponad $400 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$. Związki takie, jak Z-3-HOL, Z-OCI, LIN były emitowane przez kukurydzę w ilościach przekraczających $100 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$. Zdecydowanie najmniejsze wydzielanie LZO dotyczyło MAN i GAC (około $2 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$), 1-HAC i E-2-HOL (między $10\text{-}20 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) oraz około $50 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ w odniesieniu do E-2-HAL, BAC i MAT. Po aplikacji JM w dniu poprzedzającym dzień "0" (bez ponownego stosowania) największe wydzielanie LZO odnotowano dla LIN, β -CAR, E- β -FAR; Z-3-HAL i Z-3-HAC (odpowiednio $762,2$; $805,1$; $964,5$; $1062,7$ i $1104,1 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) w trzecim dniu (I, dzień „3”) (Tab.1). Ponadto LIN, BAC, MAN i IND (odpowiednio $769,0$; $153,1$; $146,4$; $150,2 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) były emitowane przez rośliny kukurydzy w największych ilościach w szóstym dniu (I, dzień „6”). Zaobserwowano więc tendencję do wzrostu emisji LZO w miarę upływu czasu po zadziałaniu czynnika indukcyjnego. Oznacza to, że istnieje potrzeba czasu do syntezy LZO. W dniu „9” po zastosowaniu czynnika indukcyjnego odnotowana najniższą emisję LZO. Związki takie, jak 1-HAC, MAN i GAC były wydzielane w ilości nie przekraczającej $3 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$. Podobne zjawisko odnotowano w przypadku E-2-HAL, Z-3-HOL, E-2-HOL, Z-OCI i MAT (między 3 i $4,9 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) (Tab. 1).

Tab.1. Średnie wydzielanie LZO (w ng·h⁻¹) przez rośliny kukurydzy po aplikacji JM w dniu poprzedzającym dzień „0” (kombinacja I) oraz zjawisko „primingu” (kombinacja II, III, IV)

Kombinacja (I-IV)/Dni („0”, „3”, „6”, „9”)	Z-3-HAL	E-2-HAL	Z-3-HOL	E-2-HOL	Z-3-HAC	1-HAC	Z-OCI	LIN	BAC	MAT	IND	MAN	GAC	β-CAR	E-β-FAR
I 0 dni	448,2	50,9	151,0	21,7	490,1	11,8	106,5	105,9	66,2	52,9	88,1	2,0	2,1	79,0	93,4
I 3 dni	1062,7	150,6	204,5	52,8	1104,1	22,4	317,5	762,2	146,0	121,0	133,9	4,3	4,3	805,1	964,5
I 6 dni	288,5	26,9	115,5	12,5	321,8	8,5	300,3	769,0	153,1	146,4	150,2	4,0	4,0	568,2	607,1
I 9 dni	24,7	3,01	4,9	3,76	22,5	2,3	4,7	30,2	6,7	4,1	6,0	1,3	2,0	26,1	28,3
II 3 dni	1413,7	198,4	203,2	95,0	1583,1	50,4	559,0	1298,6	245,5	229,2	198,6	7,9	8,4	940,6	1000,8
II 6 dni	709,7	60,7	285,4	29,8	783,6	12,7	409,4	1136,0	240,6	192,9	199,5	9,6	8,6	974,7	1915,5
II 9 dni	61,6	9,7	24,4	7,1	99,0	3,8	49,6	150,4	32,9	21,1	24,5	3,1	2,6	107,8	100,1
III 6 dni	740,0	88,4	298,8	36,6	809,7	27,5	435,6	823,2	269,4	195,0	229,7	10,8	9,3	715,7	734,4
III 9 dni	1018,7	182,1	256,2	76,1	1137,0	29,9	312,2	479,9	184,4	186,8	166,6	6,4	7,4	654,5	622,2
IV 9 dni	411,2	58,0	147,3	14,1	505,3	18,1	112,1	109,6	66,1	57,6	108,9	4,1	4,8	72,8	75,8
kontrola „0”	1,1	1,1	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	1,3	0,9	0,9	0,2	0,1	0,6	0,5
kontrola „9”	0,5	1,1	0,6	0,9	0,5	0,6	0,7	0,6	1,1	0,5	1,4	0,3	0,4	0,4	0,6

Legenda (Tab. 1 i 2):

kontrola „0” - w fazie Dzień „0” czyli BBCH ok. 15

kontrola „9” - w fazie Dzień „9” czyli BBCH ok. 25

Ponowna aplikacja stymulatora (JM) w dniu poprzedzającym dzień „3” (kombinacja II) wzmocniła emisję LZO. Wydzielanie wszystkich związków z wyjątkiem Z-3-HOL (204,5 i 203,2 ng·h⁻¹) było większe w porównaniu do emisji LZO w dniu „3” bez kolejnej stymulacji:

- Z-3-HAL, kombinacja I, dzień „3” - 1062,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 1413,7 ng·h⁻¹,
- E-2-HAL, kombinacja I, dzień „3” - 150,6 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 198,4 ng·h⁻¹,
- E-2-HOL, kombinacja I, dzień „3” - 52,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 95,0 ng·h⁻¹,
- Z-3-HAC, kombinacja I, dzień „3” - 1104,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 1583,1 ng·h⁻¹,
- 1-HAC, kombinacja I, dzień „3” - 22,4 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 50,4 ng·h⁻¹,
- Z-OCI, kombinacja I, dzień „3” - 317,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 559,0 ng·h⁻¹,
- LIN, kombinacja I, dzień „3” - 762,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 1298,6 ng·h⁻¹,
- BAC, kombinacja I, dzień „3” - 146,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 245,5 ng·h⁻¹,
- MAT, kombinacja I, dzień „3” - 121,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 229,2 ng·h⁻¹,
- IND, kombinacja I, dzień „3” - 133,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 198,6 ng·h⁻¹,
- MAN, kombinacja I, dzień „3” - 4,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 7,9 ng·h⁻¹,
- GAC, kombinacja I, dzień „3” - 4,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 8,4 ng·h⁻¹,
- β-CAR, kombinacja I, dzień „3” - 805,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 940,6 ng·h⁻¹,
- E-β-FAR, kombinacja I, dzień „3” - 964,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” - 1000,8 ng·h⁻¹

Podobnie ponowna aplikacja JM w dniu poprzedzającym dzień „3” (kombinacja II) wzmocniła emisję lotnych komponentów, które były zbierane w dniu „6”:

- Z-3-HAL, kombinacja I, dzień „6” - 288,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 709,7 ng·h⁻¹,
- E-2-HAL, kombinacja I, dzień „6” - 26,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 60,7 ng·h⁻¹,
- Z-3-HOL, kombinacja I, dzień „6” - 115,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 285,4 ng·h⁻¹,
- E-2-HOL, kombinacja I, dzień „6” - 12,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 29,8 ng·h⁻¹,
- Z-3-HAC, kombinacja I, dzień „6” - 321,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 783,6 ng·h⁻¹,
- 1-HAC, kombinacja I, dzień „6” - 8,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 12,7 ng·h⁻¹,
- Z-OCI, kombinacja I, dzień „6” - 300,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 409,4 ng·h⁻¹,
- LIN, kombinacja I, dzień „6” - 769,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 1136,0 ng·h⁻¹,
- BAC, kombinacja I, dzień „6” - 153,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 240,6 ng·h⁻¹,
- MAT, kombinacja I, dzień „6” - 146,4 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 192,9 ng·h⁻¹,
- IND, kombinacja I, dzień „6” - 150,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 199,5 ng·h⁻¹,
- MAN, kombinacja I, dzień „6” - 4,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 9,6 ng·h⁻¹,
- GAC, kombinacja I, dzień „6” - 4,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 8,6 ng·h⁻¹,
- β-CAR, kombinacja I, dzień „6” - 568,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 974,7 ng·h⁻¹,
- E-β-FAR, kombinacja I, dzień „6” - 607,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” - 1915,5 ng·h⁻¹ (Tab. 1).

W kolejnej części doświadczenia (kombinacja II) ponowna aplikacja JM w dniu poprzedzającym dzień „3” wzmocniła emisję lotnych komponentów, które były zbierane w dniu „9”:

- Z-3-HAL, kombinacja I, dzień „9” - 24,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” - 61,6 ng·h⁻¹,
 - E-2-HAL, kombinacja I, dzień „9” - 3,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” - 9,7 ng·h⁻¹,
-

- Z-3-HOL, kombinacja I, dzień „9” – 4,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 24,4 ng·h⁻¹,
 - E-2-HOL, kombinacja I, dzień „9” – 3,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 7,1 ng·h⁻¹,
 - Z-3-HAC, kombinacja I, dzień „9” – 22,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 99,0 ng·h⁻¹,
 - 1-HAC, kombinacja I, dzień „9” – 2,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 3,8 ng·h⁻¹,
 - Z-OCI, kombinacja I, dzień „9” – 4,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 49,6 ng·h⁻¹,
 - LIN, kombinacja I, dzień „9” – 30,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 150,4 ng·h⁻¹,
 - BAC, kombinacja I, dzień „9” – 6,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 32,9 ng·h⁻¹,
 - MAT, kombinacja I, dzień „9” – 4,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 21,1 ng·h⁻¹,
 - IND, kombinacja I, dzień „9” – 6,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 24,5 ng·h⁻¹,
 - MAN, kombinacja I, dzień „9” – 1,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 3,1 ng·h⁻¹,
 - GAC, kombinacja I, dzień „9” – 2,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 2,6 ng·h⁻¹,
 - β-CAR, kombinacja I, dzień „9” – 26,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 107,8 ng·h⁻¹,
 - E-β-FAR, kombinacja I, dzień „9” – 28,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 100,1 ng·h⁻¹,
- (Tab. 1).

W kolejnej części doświadczeń (kombinacja III) ponowna aplikacja JM w dniu poprzedzającym dzień „6” wzmocniła emisję lotnych komponentów w porównaniu do kombinacji I i II (zbieranie LZO w dniu „6” i „9”) (Tab. 1). W odniesieniu do wszystkich zaobserwowanych LZO największe wydzielanie miało miejsce w dniu „6” dla kombinacji (III) z wyjątkiem LIN, β-CAR i E-β-FAR dla których największą emisję odnotowano w dniu „6” dla kombinacji II i wyniosła ona odpowiednio 1136,0; 974,7 i 1915,5 ng·h⁻¹.

Interesującym jest, że niektóre związki były emitowane w największych ilościach w dniu „9” po ponownej aplikacji JM w dniu poprzedzającym dzień „6”, a więc dla kombinacji III. Były to następujące związki: Z-3-HAL – 1018,7 ng·h⁻¹, E-2-HAL – 182,1 ng·h⁻¹, E-2-HOL – 76,1 ng·h⁻¹, Z-3-HAC – 1137,0 ng·h⁻¹, 1-HAC – 29,9 ng·h⁻¹ (Tab. 1).

W ostatniej części doświadczeń ponowną aplikację JM zastosowano w dniu poprzedzającym dzień „9” co oznaczono kombinacją IV. W tym przypadku odnotowano podobne wyniki co dla wydzielania LZO w kombinacji I i w dniu „0”, np. dla Z-3-HAL 448,2 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 411,2 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla E-2-HAL 50,9 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 58,0 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla Z-3-HOL 151,0 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 147,3 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”) lub dla Z-3-HAC 490,1 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 505,3 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”) (Tab. 1).

4.2. Wpływ z-jasmonu (Z-J) na wydzielanie LZO

Wartości średnie LZO przedstawiono w Tab. 2. Zbierania LZO dokonano w fazach BBCH między 15-25. Związki te były emitowane przez rośliny w sposób powtarzalny i były to następujące komponenty: (Z)-3-heksenal = (Z)-3-HAL, (E)-2-heksenal = (E)-2-HAL, (Z)-3-heksen-1-ol = (Z)-3-HOL, (E)-2-heksen-1-ol = (E)-2-HOL, octan (Z)-3-heksen-1-ylu = (Z)-3-HAC, octan-1-heksylu = 1-HAC, (Z)-ocimen = (Z)-OCI, linalol = LIN, octan benzylu = BAC, salicylan metylu = MAT, indol = IND, antranilan metylu = MAN, octan geranylu = GAC, β -kariofilen = β -CAR, (E)- β -farnezen = (E)- β -FAR.

Pierwszego dnia po zastosowaniu Z-J (24h później) odnotowano większe wydzielanie LZO w porównaniu do roślin kontrolnych, nie poddanych testom (kombinacja I). Wszystkie oznaczone LZO były emitowane w zdecydowanie większych ilościach. Z-3-HAL i Z-3-HAC osiągnęły poziom emisji w granicach $300 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ (Tab. 2). Silna emisja LZO dotyczyła też Z-3-HOL i wynosiła $151,0 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ oraz IND ($92,0 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$). Związki takie, jak E-2-HAL, Z-OCI, LIN, MAN, GAC, β -CAR, E- β -FAR były emitowane przez kukurydzę w ilościach przekraczających między 47 a $59 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$. Zdecydowanie najmniejsze wydzielanie LZO dotyczyło 1-HAC i MAT (około $11 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) oraz E-2-HOL i BAC (między $15-19 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$). Po aplikacji Z-J w dniu poprzedzającym dzień „0” (bez ponownego stosowania) największe wydzielanie LZO odnotowano dla β -CAR, E- β -FAR, LIN, Z-3-HAL i Z-3-HAC (odpowiednio $379,1$; $399,5$; $407,9$; $683,1$ i $753,2 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) w trzecim dniu (I, dzień „3”) (Tab. 2). Z-3-HAC, Z-3-HAL, LIN, E- β -FAR i β -CAR (odpowiednio $206,4$; $206,6$; $368,7$; $387,5$; $387,1 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) były emitowane przez rośliny kukurydzy także w znacznych ilościach w szóstym dniu (I, dzień „6”). Największą tendencję wzrostową emisji LZO zaobserwowano u roślin w dniu „3” z wyjątkiem GAC i E- β -FAR, gdzie największe wydzielanie miało miejsce w dniu „6”. W dniu „9” po zastosowaniu czynnika indukcyjnego odnotowano najniższą emisję LZO. Związki takie, jak E-2-HAL, Z-3-HOL, E-2-HOL, 1-HAC, Z-OCI, BAC, MAT, IND, MAN i GAC były wydzielane w ilości nie przekraczającej $6 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$. Najsilniejsza emisja dotyczyła E- β -FAR i β -CAR (między 18 i $20 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$) (Tab. 2).

Ponowna aplikacja stymulatora (Z-J) w dniu poprzedzającym dzień „3” (kombinacja II) wzmocniła emisję LZO. Wydzielanie wszystkich związków było większe w porównaniu do emisji LZO w dniu „3” bez kolejnej stymulacji:

- Z-3-HAL, kombinacja I, dzień „3” – $683,1 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $948,1 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - E-2-HAL, kombinacja I, dzień „3” – $136,3 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $204,2 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - Z-3-HOL, kombinacja I, dzień „3” – $214,2 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $352,0 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - E-2-HOL, kombinacja I, dzień „3” – $48,1 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $75,3 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - Z-3-HAC, kombinacja I, dzień „3” – $753,2 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $990,6 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - 1-HAC, kombinacja I, dzień „3” – $20,4 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $33,0 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - Z-OCI, kombinacja I, dzień „3” – $164,7 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $231,0 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - LIN, kombinacja I, dzień „3” – $407,9 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $643,1 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - BAC, kombinacja I, dzień „3” – $51,3 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $75,7 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - MAT, kombinacja I, dzień „3” – $33,7 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $46,8 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - IND, kombinacja I, dzień „3” – $148,6 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $222,3 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
 - MAN, kombinacja I, dzień „3” – $94,3 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$ – kombinacja II, dzień „3” – $147,8 \text{ ng}\cdot\text{h}^{-1}$,
-

- GAC, kombinacja I, dzień „3” – 94,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” – 151,3 ng·h⁻¹,
- β-CAR, kombinacja I, dzień „3” – 379,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” – 639,8 ng·h⁻¹,
- E-β-FAR, kombinacja I, dzień „3” – 399,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „3” – 667,7 ng·h⁻¹
(Tab. 2).

Podobnie ponowna aplikacja Z-J w dniu poprzedzającym dzień „3” (kombinacja II) wzmocniła emisję lotnych komponentów, które były zbierane w dniu „6”:

- Z-3-HAL, kombinacja I, dzień „6” – 206,6 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 481,4 ng·h⁻¹,
- E-2-HAL, kombinacja I, dzień „6” – 33,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 76,1 ng·h⁻¹,
- Z-3-HOL, kombinacja I, dzień „6” – 107,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 248,7 ng·h⁻¹,
- E-2-HOL, kombinacja I, dzień „6” – 11,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 24,9 ng·h⁻¹,
- Z-3-HAC, kombinacja I, dzień „6” – 206,4 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 493,6 ng·h⁻¹,
- 1-HAC, kombinacja I, dzień „6” – 8,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 16,0 ng·h⁻¹,
- Z-OCI, kombinacja I, dzień „6” – 139,6 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 202,8 ng·h⁻¹,
- LIN, kombinacja I, dzień „6” – 368,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 579,9 ng·h⁻¹,
- BAC, kombinacja I, dzień „6” – 49,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 78,2 ng·h⁻¹,
- MAT, kombinacja I, dzień „6” – 31,6 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 45,6 ng·h⁻¹,
- IND, kombinacja I, dzień „6” – 139,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 227,6 ng·h⁻¹,
- MAN, kombinacja I, dzień „6” – 76,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 133,1 ng·h⁻¹,
- GAC, kombinacja I, dzień „6” – 100,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 144,2 ng·h⁻¹,
- β-CAR, kombinacja I, dzień „6” – 387,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 595,8 ng·h⁻¹,
- E-β-FAR, kombinacja I, dzień „6” – 387,1 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „6” – 594,5 ng·h⁻¹
(Tab. 2).

Tab. 2. Średnie wydzielanie LZO (w ng·h⁻¹) przez rośliny kukurydzy po aplikacji Z-J w dniu poprzedzającym dzień „0” (kombinacja I) oraz zjawisko „primingu” (kombinacja II, III, I

Kombinacja (I-IV)/Dni („0”, „3”, „6”, „9”)	Z-3-HAL	E-2-HAL	Z-3-HOL	E-2-HOL	Z-3-HAC	1-HAC	Z-OCI	LIN	BAC	MAT	IND	MAN	GAC	β-CAR	E-β-FAR
I 0 dni	280,3	47,4	151,0	15,7	317,0	10,6	49,8	51,6	19,2	11,5	92	47,06	53,4	53,4	59,1
I 3 dni	683,1	136,34	214,2	48,06	753,2	20,4	164,7	407,9	51,3	33,7	148,6	94,3	94,79	379,1	399,5
I 6 dni	206,6	33,76	107,9	11,52	206,4	8,2	139,6	368,7	49,9	31,6	139,3	76,83	100,94	387,5	387,1
I 9 dni	11,7	2,5	5,7	4,3	11,2	2,0	3,2	16,0	2,8	2,5	3,9	3,28	3,24	20	18,3
II 3 dni	948,1	204,2	352,0	75,3	990,6	33,0	231,0	643,1	75,7	46,8	222,3	147,84	151,3	639,8	667,7
II 6 dni	481,4	76,11	248,7	24,86	493,6	16,0	202,8	579,9	78,2	45,6	227,6	133,11	144,23	595,8	594,5
II 9 dni	46,3	7,8	23,3	3,5	51,0	2,1	23,9	62,4	8,6	5,8	24,6	15,18	17,51	65,4	65,5
III 6 dni	489,7	86,7	255,7	26,0	542,0	20,7	196,8	394,9	68,5	44,1	216,1	129,05	151,12	410,4	457,9
III 9 dni	714,1	172,8	255,0	61,1	821,3	28,89	184,5	509,4	58,05	36,9	162,5	126,75	128,65	444,5	400,5
IV 9 dni	274,9	44,9	149,2	17,3	327,4	13,76	50,9	52,8	20,2	10,66	103,1	46,06	59,64	55,5	57,9
kontrola „0”	1,0	0,5	0,5	0,8	1,3	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,3	1,3	0,9
kontrola „9”	1,6	0,9	0,4	0,6	1,7	0,4	0,4	1,0	0,7	1,0	0,4	0,6	0,9	2,1	1,4

W kolejnej części doświadczenia (kombinacja II) ponowna aplikacja Z-J w dniu poprzedzającym dzień „3” wzmocniła emisję lotnych komponentów, które były zbierane dniu „9” z wyjątkiem E-2-HOL:

- Z-3-HAL, kombinacja I, dzień „9” – 11,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 46,3 ng·h⁻¹,
- E-2-HAL, kombinacja I, dzień „9” – 2,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 7,8 ng·h⁻¹,
- Z-3-HOL, kombinacja I, dzień „9” – 5,7 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 23,3 ng·h⁻¹,
- Z-3-HAC, kombinacja I, dzień „9” – 11,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 51,0 ng·h⁻¹,
- 1-HAC, kombinacja I, dzień „9” – 2,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 2,1 ng·h⁻¹,
- Z-OCI, kombinacja I, dzień „9” – 3,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 23,9 ng·h⁻¹,
- LIN, kombinacja I, dzień „9” – 16,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 62,4 ng·h⁻¹,
- BAC, kombinacja I, dzień „9” – 2,8 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 8,6 ng·h⁻¹,
- MAT, kombinacja I, dzień „9” – 2,5 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 5,8 ng·h⁻¹,
- IND, kombinacja I, dzień „9” – 3,9 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 24,6 ng·h⁻¹,
- MAN, kombinacja I, dzień „9” – 3,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 15,2 ng·h⁻¹,
- GAC, kombinacja I, dzień „9” – 3,2 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 17,5 ng·h⁻¹,
- β-CAR, kombinacja I, dzień „9” – 20,0 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 65,4 ng·h⁻¹,
- E-β-FAR, kombinacja I, dzień „9” – 18,3 ng·h⁻¹ – kombinacja II, dzień „9” – 65,5 ng·h⁻¹

(Tab. 2).

W kolejnej części doświadczeń (kombinacja III) ponowna aplikacja Z-J w dniu poprzedzającym dzień „6” wzmocniła emisję lotnych komponentów w porównaniu do kombinacji I i II w przypadku Z-3-HAL, E-2-HAL, Z-3-HOL, E-2-HOL, Z-3-HAC, 1-HAC i GAC (zbieranie LZO w dniu „6” i „9”) (Tab. 2). W odniesieniu do wszystkich zaobserwowanych LZO największe wydzielanie miało miejsce w dniu „6” dla kombinacji (III). Pozostałe związki były wydzielane w największych ilościach w dniu „6” dla kombinacji II (Z-OCI – 202,8 ng·h⁻¹, LIN – 579,9 ng·h⁻¹, BAC – 78,2 ng·h⁻¹, MAT – 45,6 ng·h⁻¹, IND – 227,6 ng·h⁻¹, MAN – 133,1 ng·h⁻¹, β-CAR 595,8 ng·h⁻¹, 594,5 E-β-FAR ng·h⁻¹). Interesującym jest, że niektóre związki były emitowane w największych ilościach w dniu „9” po ponownej aplikacji JM w dniu poprzedzającym dzień „6”, a więc dla kombinacji III. Były to następujące związki:

- Z-3-HAL – 714,1 ng·h⁻¹,
- E-2-HAL – 172,8 ng·h⁻¹,
- E-2-HOL – 61,1 ng·h⁻¹,
- Z-3-HAC – 821,3 ng·h⁻¹,
- 1-HAC – 28,9 ng·h⁻¹,
- LIN – 509,4 ng·h⁻¹,
- β-CAR – 444,5 ng·h⁻¹ (Tab. 2).

W ostatniej części doświadczeń ponowną aplikację Z-J zastosowano w dniu poprzedzającym dzień „9” co oznaczono kombinacją IV. W tym przypadku odnotowano podobne wyniki co dla wydzielania LZO w kombinacji I i w dniu „0”, np. dla Z-3-HAL - 280,3 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 274,9 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla E-2-HAL - 47,4 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 44,9 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla Z-3-HOL - 151,0 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 149,2 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla Z-OCI – 49,8 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 50,9 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla LIN – 51,6 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 52,8 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”), dla BAC – 19,2 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 20,2 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”) lub dla MAN – 47,1 ng·h⁻¹ (kombinacja I, dzień „0”) i 46,1 ng·h⁻¹ (kombinacja IV, dzień „9”) (Tab. 2).

5. Wnioski

1. Rośliny kukurydzy po aplikacji elicytorów wydzieliły 15 lotnych związków organicznych w fazie BBCH 18 – 25, tj. (Z)-3-heksenal, (E)-2-heksenal, (Z)-3-heksen-1-ol, (E)-2-heksen-1-ol, octan (Z)-3-heksen-1-yl, octan 1-heksylu, (Z)-ocimen, linalol, octan benzylu, salicylan metylu, indol, antranilan metylu, octan geranylu, β -kariofilen, (E)- β -farnezen.
 2. Lotne związki organiczne zielonego liścia były emitowane przez rośliny niemal natychmiast po pojedynczej aplikacji obydwu elicytorów, a ich największa emisja została odnotowana w dniu trzecim.
 3. Synteza takich komponentów, jak (Z)-ocimenu, linaloluu, octanu benzylu, salicylanu metylu, indolu, β -kariofilenu i (E)- β -farnezenu wzrastała stopniowo. Po pojedynczej aplikacji jasmonianu metylu emisja linalolu, octanu benzylu, salicylanu metylu i indolu osiągnęła kulminację w szóstym dniu. Uwalnianie β -kariofilenu i (E)- β -farnezenu było największe w trzecim dniu po zastosowaniu elicytorów. W odniesieniu do Z-jasmonu najsilniejszą reakcję roślin po pojedynczej aplikacji zaobserwowano dla (Z)-ocimenu, linalolu, octanu benzylu, salicylanu metylu, indolu, antranilanu metylu i (E)- β -farnezen w trzecim dniu. Octan geranylu i β -kariofilen był natomiast najsilniej emitowany w dniu szóstym.
 4. Aplikacja jasmonianu metylu stymulowała rośliny do silniejszej reakcji niż Z-jasmon.
 5. Ponowna aplikacja elicytorów skutkowała wzmożoną emisją lotnych związków organicznych co dowodzi wystąpieniu zjawiska „primingu”.
 6. Rośliny kontrolne na które nie aplikowano elicytorów wydzielały tylko minimalne ilości lotnych komponentów zarówno w fazie BBCH 18 oraz 25.
 7. Stosowanie obydwu elicytorów oddzielnie na testowane rośliny pobudziło mechanizm obronny kukurydzy.
-