

Romuald Mordalski, \*Waldemar Buchwald, Elżbieta Bilińska, Hanna Zalińska,  
Wojciech A. Kucharski

## Wpływ metod odchwaszczania plantacji na plonowanie i zawartość olejku w kwiatostanach wybranych odmian nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.)

Influence of plantation weeding method on yielding and essential oil content in inflorescences of selected cultivars of marigold (*Calendula officinalis* L.)

Zakład Botaniki, Hodowli i Agrotechniki Roślin Zielarskich, Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich, Plewiska  
Dyrektor Instytutu: dr hab. inż. Małgorzata Zimmiewska, prof. IWNiRZ

---

### SUMMARY

**Introduction.** Marigold (*Calendula officinalis* L.) is an annual plants belongs to Asteraceae family. The species is widespread in the world and have a long tradition of medicinal use with multidirectional action.

**Aim.** The field experiments were carried out to assess the impact of genetic (cultivar) and environmental factors on yielding variability and biosynthesis of essential oil in conditions of conventional cultivation of marigold after using different methods of plantation weeding.

**Material and methods.** The research material were two cultivars of marigold such as Orange King and Indian Prince. The following activity were tested: 1) spraying of Fusilade Forte 150 EC ( $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), 2) spraying Fusilade Forte 150 EC ( $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) + manual weeding, 3) manual weeding, 4) no weeding – control. The scope of the research included assessment of marigold yield (inflorescence) and determination of the essential oil contents in dry mass of raw material.

**Results.** Regardless of the cultivar, a non-chemical methods (mechanical weeding in interrows and manual in rows) gave the highest efficiency of weed control. Similar results observed after using chemical weeding with manual weeding. In these cases the yields were at least 2.5 times higher than obtained from the control. The total yield of dry mass of inflorescence for the above methods was  $6.35$  and  $5.53 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$  for Orange King cultivars, slightly lower result obtained for cultivar of Indian Prince ( $4.81$  and  $4.12 \text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). It was also shown that the content of essential oil in the raw material ranged from  $0.25$  to  $0.37\%$  and was independent from the cultivar.

**Conclusions.** The Orange King cultivar of marigold yielded better than Indian Prince in analogous methods of plantation weeding. The highest effectiveness of weed plantation was found using a non-chemical method (mechanical weeding in interrows and manual weeding in rows) and using chemical weeding with manual weeding. It was shown that the content of essential oil in the inflorescences of both examined cultivars was similar.

---

**Keywords:** marigold, *Calendula officinalis*, Orange King, Indian Prince, method of plant weeding, yield of inflorescence, essential oils

---

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Nagietek lekarski (*Calendula officinalis* L.) z rodziny Astrowatych (Asteraceae) należy do roślin jednorocznych, rozpowszechnionych na świecie, wykazujących długą tradycję wykorzystania leczniczego o wielokierunkowym działaniu.

**Cel pracy.** Przeprowadzono badania polowe w celu oceny wpływu czynników genetycznych (odmiany) i środowiskowych (metody odchwaszczania plantacji) na zmienność plonowania oraz biosyntezę olejku eterycznego w warunkach uprawy konwencjonalnej nagietka lekarskiego.

**Materiał i metody.** Materiałem badawczym były dwie odmiany nagietka lekarskiego (*Orange King*, *Indian Prince*). Badano następujące czynniki doświadczalne: 1) oprysk *Fusilade Forte 150 EC* ( $1\text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), 2) oprysk *Fusilade Forte 150 EC* ( $1\text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) + pielienie ręczne, 3) pielienie ręczne, 4) kontrola niepielona. Zakres badań obejmował ocenę wysokości plonowania nagietka (kwiatostan) oraz określenie procentowej zawartości olejku w suchej masie surowca.

**Wyniki.** Niezależnie od odmiany najwyższą efektywność odchwaszczania stwierdzono, stosując metodę niechemiczną (pielienie mechaniczne w międzyrzędziach i ręczne w rzędach roślin) oraz stosując łącznie odchwaszczanie chemiczne z pielieniem ręcznym (średnio 2,5-krotnie wyższy plon od uzyskanego z kontroli niepielonej). Sumaryczny plon suchej masy koszyczków kwiatowych dla tych kombinacji był zbliżony i wyniósł w przypadku lepiej plonującej odmiany *Orange King* odpowiednio:  $6,35$  i  $5,53\text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$ , przy  $4,81$  i  $4,12\text{ q} \cdot \text{ha}^{-1}$  uzyskanych dla odmiany *Indian Prince*. Wykazano, że zawartość olejku eterycznego w surowcu wynosiła od  $0,25$  do  $0,37\%$  i nie była zależna od odmiany nagietka.

**Wnioski.** Odmiana *Orange King* nagietka lekarskiego plonowała lepiej niż *Indian Prince* w analogicznych kombinacjach. Najwyższą efektywność odchwaszczania plantacji stwierdzono, stosując metodę niechemiczną (pielienie mechaniczne w międzyrzędziach i ręczne w rzędach roślin) oraz stosując łącznie odchwaszczanie chemiczne z pielieniem ręcznym. Wykazano, że zawartość olejku eterycznego w kwiatostanach obu badanych odmian była podobna.

**Słowa kluczowe:** nagietek lekarski, *Orange King*, *Indian Prince*, metody odchwaszczania, plon kwiatostanów, olejek eteryczny

## Wstęp

Nagietek (*Calendula L.*) jest rodzajem botanicznym zaliczanym do rodziny Astrowatych (*Asteraceae*) mającym długą tradycję wykorzystania użytkowego, w tym leczniczego. Największe znaczenie ma nagietek lekarski (*Calendula officinalis L.*) i jego pełnokwiatowe formy *C. officinalis flore pleno hort.* o ciemnopomarańczowych kwiatach, atrakcyjne ze względu na walory ozdobne, ale przede wszystkim jako źródło cennych substancji aktywnych biologicznie. Pierwsze wzmianki o roślinie pochodzą ze starożytnej Grecji, gdzie na początku była wykorzystywana do celów dekoracyjnych, a później także do celów leczniczych (1). Prawdopodobnie pochodzi z rejonów Morza Śródziemnego i tam do dzisiaj sporadycznie występuje w formie dziczyzalej. Na większą skalę (na potrzeby przemysłu) obecnie surowiec zielarski z nagietka pozyskuje się wyłącznie z upraw m.in. na Węgrzech, w Austrii, Szwajcarii, Francji, Polsce oraz na Białorusi i Ukrainie (1, 2).

Ze względu na zapotrzebowanie przemysłu farmaceutycznego, głównie uprawia się formy nagietka o przewadze w kwiatostanach żeńskich kwiatów jęczykowych o intensywnym zabarwieniu pomarańczowym. Preferowane odmiany to np.: *Dorado*, *Promyk*, *Radio*, *Orange King*, *Persimmon Beauty* (3, 4). Nagietek ma sztywne, szorstko owłosione pędy, wysokości  $30\text{--}50\text{ cm}$ . Liście są duże – podłużnie owalne, górne – mniejsze, lancetowate. Cała roślina ma gruczołki wydzielnicze, co nadaje jej delikatny zapach. Na szczytach łodyg znajdują się duże koszyczki kwiatowe (średnicy  $6\text{--}8\text{ cm}$ ) o licznych kwiatach brzeżnych – jęczykowych i wewnętrznych – rurkowych. Owoc stanowi sierpowato wygięta niełupka, pokryta ostrymi wyrostkami. Masa tysiąca nasion wynosi od  $8$  do  $15\text{ g}$  (1, 2).

Surowcem zielarskim nagietka lekarskiego są całe kwiatostany (*Calendulae anthodium*) lub kwiaty jęczykowe (*Calendulae flos*) o barwie pomarańczowo-żółtej lub żółtej, zbierane sukcesywnie w miarę ich rozwoju. W składzie chemicznym kwiatów dominują grupy związków biologicznie czynnych, takie jak: flawonoidy (do  $0,7\%$ ), barwniki (do  $3\%$ ), olejek eteryczny (do  $0,4\%$ ) oraz inne związki aktywne, m.in. kumaryny, glikozydy, estry triterpenowe, terpeny, kwasy fenolowe ( $5\text{--}7$ ). Występuje duża zmienność składu chemicznego w zależności od badanej części rośliny, np. zawartość olejku eterycznego w *Calendulae anthodium* jest różna w poszczególnych częściach kwiatostanu. Największą zawartością charakteryzuje się dno kwiatowe, średnią – kwiaty rurkowe, a najmniejszą – kwiaty jęczykowe (3).

Poza genotypem i doбором odmiany odpowiednia uprawa roślin, właściwie przeprowadzony zbiór oraz suszenie i przechowywanie to ważne czynniki wpływające na otrzymanie dobrej jakości surowca, decydujące o możliwości jego wykorzystania w przemyśle farmaceutycznym (7). Według Farmakopei Polskiej surowiec nie może zawierać więcej niż  $5\%$  listków okrywowych oraz do  $2\%$  innych zanieczyszczeń, a wilgotność nie powinna przekraczać  $12\%$ . Zawartość flawonoidów w przeliczeniu na hiperozyd nie powinna być mniejsza niż  $0,4\%$  (8).

Nagietek jest dzisiaj powszechnie uznanym lekiem ziołowym o wszechstronnym i szerokim zastosowaniu, zarówno zewnętrznym, jak i wewnętrznym. Stosuje się go m.in. jako środek przeciwzapalny, gojący i przeciwdrobnoustrojowy – hamujący rozwój grzybów i bakterii oraz wykazujący działanie immunomodulujące (9, 10). Ponadto stwierdzono, że izolowany olejek eteryczny z kwiatów nagietka także wykazuje działanie terapeutyczne, a mianowicie

przeciwzapalne i przeciwbakteryjne. Dzięki nim często występuje jako jeden ze składników preparatów dermatologicznych oraz kosmetyków naturalnych (11). Z kolei niektóre związki karotenoidowe, najliczniej występujące w odmianach o ciemnopomarańczowych kwiatkach, znajdują zastosowanie w procesie farbowania tkanin oraz produktów spożywczych (2, 12).

Mając na uwadze tak szerokie wykorzystanie nagietka, od lat prowadzone są badania nad udoskonaleniem jego agrotechniki w celu uzyskiwania wysokich i bardziej stabilnych plonów w poszczególnych latach. Efektem tych badań, prowadzonych również w IWNiRZ, są zalecenia uprawowe opracowane dla tego gatunku.

Nagietek lekarski jest rośliną ciepłolubną – do uprawy zaleca się stanowiska ciepłe, dobrze nasłonecznione. W miejscach zacienionych słabo się rozgałęzia i mniej obficie kwitnie. Nie ma wygórowanych wymagań glebowych. Udaje się nawet na glebach piaszczysto-gliniastych, przy czym lepiej rośnie i wytwarza większe kwiatostany na glebach żyznych i dostatecznie wilgotnych. Plantacje zakłada się przez wysiew nasion wprost do gruntu (od marca do I połowy kwietnia), w ilości 7-9 kg·ha<sup>-1</sup>, w rzędy co 40-30 cm. Do zbioru surowca przystępuje się na początku kwitnienia roślin. Kwiatostany zrywa się ręcznie, gdy rozwinię się co najmniej połowa kwiatów języczkowych u form pełnokwiatowych. Kwiatostany suszy się w suszarniach termicznych (do 40°C). Plon powietrznie suchych koszyczków wynosi 1-1,8 t·ha<sup>-1</sup> (2, 4).

Obecnie brak jest zaleceń agrotechnicznych, opartych na wynikach doświadczeń krajowych, w uprawie ukierunkowanej na uzyskiwanie maksymalnej wydajności olejku eterycznego, z uwzględnieniem doboru odmian. Ważną ich częścią powinny być zalecenia dotyczące metod odchwaszczania upraw, które w znaczny sposób warunkują nie tylko optymalny rozwój części wegetatywnych, ale wpływają na wielkość, elementy struktury oraz skład chemiczny plonu. W związku z tym w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu przeprowadzono w tym kierunku przedstawione poniżej badania.

### Cel pracy

Celem badań była ocena wpływu czynników genetycznych (odmiany) i środowiskowych (metody odchwaszczania plantacji) na zmienność plonowania oraz biosyntezę olejku eterycznego w warunkach uprawy konwencjonalnej wybranych odmian nagietka lekarskiego.

### Materiał i metody

Doświadczenia z nagietkiem zakładano w latach 2016-2018 na polu doświadczalnym Zakładu Botaniki, Hodowli i Agrotechniki Roślin Zielarskich w Plewiskach, na glebie płowej wytworzonej z moreny dennej o składzie mechanicznym piasków gliniastych lekkich. Zawartość azotu mineralnego w warstwie ornej wynosiła 4-15 mg·kg<sup>-1</sup>, przyswajalnych form P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca i Mg, odpowiednio: 56-135; 66-184; 367-780 i 55-66 mg·(dm<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> gleby, a pH (H<sub>2</sub>O) wynosiło 6,3-7,2. W każdym roku badań przedplonem była gorczyca biała uprawiana w plonie głównym na zielony nawóz. Ocenianym czynnikiem zmiennym były metody i sposoby odchwaszczania plantacji w uprawie dwóch odmian: Orange King oraz Indian Prince.

Badano następujące czynniki doświadczalne: 1) oprysk Fusilade Forte 150 EC (1 l·ha<sup>-1</sup>), 2) oprysk Fusilade Forte 150 EC (1 l·ha<sup>-1</sup>) + pielienie ręczne, 3) pielienie ręczne, 4) kontrola niepielona. W kombinacjach z odchwaszczaniem chemicznym graminyd Fusilade Forte 150 EC (s.a. fluzafop-p-butylu) stosowano w oprysku nalistnym. Do pielęgnacji mechanicznej wykorzystywano narzędzia płytko działające (pielnik ciągnikowy) z nożami kątowymi, a dodatkowo, w rzędach roślin wykonywano odchwaszczanie ręczne. Doświadczenia jednoczynnikowe zakładano metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 2,7 m<sup>2</sup>.

Pole pod uprawę nagietka przygotowywano zgodnie z wymogami gatunku (4), stosując nawożenie mineralne w ilości: N – 60, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 70 i K<sub>2</sub>O – 90 kg·ha<sup>-1</sup>. Stosowano odpowiednio: saletrzak, superfosfat potrójny i KCl 60%. Nasiona (zakup: W. Legutko Przedsiębiorstwo Hodowlano-Nasienne Sp. z o.o.) wysiewano wprost do gruntu w terminie wiosennym (kwiecień), siewnikiem jednorzędowym, w ilości 9 kg·ha<sup>-1</sup>. Terminy wykonania podstawowych zabiegów agrotechnicznych oraz przebiegu faz rozwojowych nagietka zestawiono w tabeli 1.

Zakres badań obejmował ocenę skuteczności działania herbicydu na roślinę uprawną i chwasty, ocenę wysokości plonowania nagietka oraz określenie procentowej zawartości olejku w suchej masie surowca. Stopień zachwaszczenia oceniano metodą ramkową. Powietrznie suchą masę plonu oznaczono metodą wagową. W analizach chemicznych surowca stosowano metodę destylacji z parą wodną w aparacie do oznaczania zawartości olejków według Derynga (8). Kwiatostany zbierano stopniowo, ręcznie, w fazie pełni kwitnienia nagietka (III dekada czerwca–I dekada sierpnia). W każdym roku badań wykonywano 4 zbiory w odstępach kilku-kilkunastodniowych.

**Tab. 1.** Terminy wykonania ważniejszych zabiegów agrotechnicznych oraz przebiegu faz rozwojowych nagietka, Plewiska, 2016-2018

Zabiegi agrotechniczne	Lata		
	2016	2017	2018
Nawożenie (1/2 N, P, K)	30.04	24.04	26.04
Wysiew nasion	05.05	26.04	30.04
Początek wschodów	13.05	08.05	16.05
Pełnia wschodów	20.05	12.05	21.05
Nawożenie (1/2 N)	30.05	18.05	30.05
Oprysk Fusilade Forte 150 EC	07.06	29.05	04.06
Ocena działania Fusilade Forte 150 EC	21.06	12.06	18.06
Początek kwitnienia	27.06	23.06	22.06
Zbiory surowca (kwiatostan)	30.06	28.06	27.06
	06.07	03.07	03.07
	21.07	18.07	24.07
	14.08	02.08	07.08

Oznaczano cząstkowy oraz łączny plon świeżej i suchej masy surowca (po obniżeniu wilgotności do poziomu 12%). Bezpośrednio po zbiorach kwiatostany suszono w temperaturze 35°C. Następnie oznaczano zawartość olejków eterycznych i obliczono teoretyczną wydajność olejku w przeliczeniu na powierzchnię 1 ha (plon kwiatostanów nagietka × zawartość olejku). Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej, stosując analizę wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych.

### Wyniki i dyskusja

Oceniana w niniejszych badaniach siła wzrostu roślin nagietka była zróżnicowana w zależności od odmiany. Wschody rozpoczynały się 8-16 dni od siewu, potem następował intensywny wzrost roślin, który trwał do końca czerwca. Kwitnienie rozpoczynało się 53-58 dni od siewu. Większą dynamiką wzrostu charakteryzowała się odmiana Indian Prince niż odmiana Orange King. Uważa się, że wzrost i plon nagietka podlega istotnemu wpływowi czynników genetycznych (3, 12), ale także agrotechnicznych i klimatycznych (13). Według Nurzyńskiej-Wierdak i wsp. (5, 6) wysokość roślin jest typową cechą odmianową, jednak pozostającą dodatkowo pod wpływem czynników środowiskowych. W doświadczeniach polowych z kilkoma odmianami najwyższy wzrost roślin był notowany dla odmiany Indian Prince (57 cm), a najniższy dla odmiany Pink Surprise (24 cm), co

wskazuje na istnienie grup odmian o zróżnicowanej wysokości roślin (6). W naszych badaniach odmiana Indian Prince wykazała się istotnie silniejszym wzrostem (60-70 cm) w porównaniu do odmiany Orange King (35-40 cm).

W początkowym okresie wzrostu, od fazy rozety do wytworzenia pędu, nagietek wymaga dobrego zapotrzebowania w wodę, niemniej w późniejszym okresie wegetacji nie bez znaczenia jest również temperatura powietrza. Silne nasłonecznienie, długotrwała susza oraz wysoka temperatura powodują powstawanie tzw. pustych kwiatostanów, o mniej intensywnym zabarwieniu. Przy niższych temperaturach obserwuje się natomiast powstawanie większej ilości tzw. kwiatów pełnych, dobrze wybarwionych (1, 4). Podobne dane odnośnie wpływu warunków klimatycznych na plonowanie i przebieg faz rozwojowych nagietka zebrano w trakcie badań własnych. Ze względu na równomierne rozłożone opady oraz umiarkowane temperatury powietrza, najkorzystniejszy dla przebiegu wegetacji okazał się 2016 rok. W efekcie odmiana Indian Prince plonowała wyraźnie lepiej (3,61-6,12 q·ha<sup>-1</sup>) niż w kolejnych 2 latach badań, w których notowano długotrwałe susze i bardzo wysokie temperatury powietrza w okresie kwitnienia (2,86-4,57 q·ha<sup>-1</sup>).

Niezależnie od odmiany najwyższą efektywność odchwaszczania stwierdzono, stosując metodę niechemiczną (pielenie mechaniczne w międzyrzędziach

i ręczne w rzędach roślin) oraz łącznie odchwaszczanie chemiczne z pieleniem ręcznym (średnio 2,5-krotnie wyższy plon od uzyskanego z kontroli niepielonej). Sumaryczny plon suchej masy koszyczków kwiatowych dla tych kombinacji był zbliżony i wyniósł w przypadku odmiany Orange King odpowiednio: 6,35 i 5,53 q·ha<sup>-1</sup> przy 4,81 i 4,12 q·ha<sup>-1</sup> uzyskanych dla odmiany Indian Prince (tab. 2).

Problem zachwaszczenia upraw nagietka pojawia się zwykle w okresie suszy, kiedy wschody opóźniają się. W tej sytuacji większość chwastów wschodzi normalnie i stwarza niekorzystne warunki dla rozwoju siewek. Aby nie dopuścić do zagłuszenia uprawy, najczęściej stosuje się pracochłonną pielęgnację ręczną i mechaniczną. Jednak w przypadku małej skuteczności tych zabiegów wykorzystuje się zabiegi chemiczne przy użyciu zarejestrowanych herbicydów. W badaniach własnych dużą przydatność wykazał graminicyd Fusilade Forte 150 EC, który skutecznie zwalczał jednoroczne chwasty jednoliścienne na poziomie 95-98%. W doświadczeniach herbicydowych przeprowadzonych przez Hojden i wsp. (14) dobre wyniki uzyskano z kilkoma innymi preparatami, które nie są jednak obecnie zarejestrowane i dopuszczone do stosowania. Herbicydy te korzystnie wpłynęły na plon surowca (kwiatostan), powodując jego wzrost w stosunku do obiektu kontrolnego od 2,95 do 3,65 q·ha<sup>-1</sup> (14).

Z analizy badań porównawczych prowadzonych odnośnie plonowania różnych odmian nagietka uprawianych w Polsce wynika, że istnieje w zakresie uzyskiwanych wartości duża zmienność (3, 5-7). W ocenie Nurzyńskiej-Wierdak i wsp. (6) badane odmiany były zróżnicowane zarówno pod względem średnicy, jak i plonu kwiatostanów, a największą masą koszyczka cechowała się odmiana Green Heart. W przypadku innych badań Nurzyńskiej-Wierdak (5) nagietek plonował na stałym poziomie, niezależnie od odmiany. Średni plon świeżej i powietrznie suchej masy koszyczków wyniósł odpowiednio 9,7 i 1,6 q ha<sup>-1</sup>, co jest także zbliżone z wynikami uzyskanymi przez Król (3). W badaniach tych, podobnie jak w badaniach własnych, oceniano Orange King, w porównaniu do innych odmian. Plony wahały się w zakresie od 8,49 do 16,61 q·ha<sup>-1</sup> suchych koszyczków. Najwyższy plon wydała odmiana Orange King, a najniższy Promyk. W naszych badaniach plon koszyczków dla Orange King był znacznie niższy i wynosił od 4,56 do 6,35 q·ha<sup>-1</sup> w zależności od zastosowanego sposobu odchwaszczania. Można to tłumaczyć tym, że okres prowadzenia badań własnych (2016-2018) przypadł na lata o znacznie mniej korzystnych warunkach klimatycznych niż okres prowadzenia badań przez Król (3) (2007-2009).

Niektórzy autorzy sugerują, że biosynteza metabolitów mniej podlega zmienności egzogennej (czynniki środowiskowe), a bardziej endogennej (odmiany) lub ontogenetycznej (termin zbioru) (6). Z kolei według badań własnych zawartość olejku w surowcu nie jest istotnie zależna ani od odmiany, ani od sposobu odchwaszczania plantacji (tab. 3). Oznaczona w kwiatostanach zawartość olejku mieściła się w przedziale od 0,25 do 0,37% suchej masy surowca. Dla Orange King wynosiła od 0,25 do 0,37% przy zawartości wynoszącej od 0,25 do 0,30% dla odmiany Indian Prince. Różnice w zawartości olejku uzyskane pod wpływem zmiennych czynników doświadczalnych mieściły się w granicach błędu doświadczalnego (nie były istotne).

Badania Król (13, 15) dowiodły, że w warunkach klimatycznych naszego kraju kwiaty nagietka charakteryzują się średnią zawartością olejku w zakresie od 0,2 do 0,4 ml·100 g<sup>-1</sup>. Badania własne potwierdziły te dane, wskazując jednocześnie na małą zależność kumulacji olejku zarówno od odmiany nagietka, jak i czynników środowiskowych. Otrzymane w badaniach Nurzyńskiej-Wierdak i wsp. (6) wyniki są na ogół znacznie wyższe, jednak dotyczą pojedynczych kwiatów. Średnia (dla odmian) zawartość olejku wynosiła: 0,28 i 0,58 ml·100 g<sup>-1</sup> (odpowiednio kwiaty jęczykowe i rurkowe). W wyniku porównania obliczonej średniej zawartości olejku dla całego kwiatostanu, najbogatsza w substancje lotne okazała się odmiana Indian Prince (0,82 ml·100 g<sup>-1</sup>). W badaniach Król (3) zawartość związków biologicznie aktywnych w kwiatostanach poszczególnych odmian także była zróżnicowana. Najwięcej olejku eterycznego zawierał surowiec odmiany Persimmon Beauty (0,41 ml·100 g<sup>-1</sup>), natomiast dla Orange King jego zawartość wyznaczono na znacznie niższym poziomie (0,24 ml·100 g<sup>-1</sup>). Nasze wyniki analiz chemicznych odnośnie odmiany Orange King są podobne, jednak w przeciwieństwie do tych badań nie wykazały istotnego wpływu odmiany nagietka na poziom zawartości olejku eterycznego w surowcu.

### Wnioski

1. Dynamika wzrostu roślin nagietka lekarskiego zależała od odmiany i warunków pogodowych. Spośród badanych odmian większą dynamiką odznaczała się odmiana Indian Prince w porównaniu do Orange King.
2. Badane odmiany nagietka różniły się pod względem wielkości uzyskiwanej masy surowca (kwiatostan). Odmiana Orange King plonowała ok. 30% lepiej niż Indian Prince w analogicznych kombinacjach.

Tab. 2. Plon świeżej i powietrznie suchej masy kwiatostanów (q·ha<sup>-1</sup>), Plewiska, lata 2016-2018

Sposób odchwasczania plantacji	2016						2017						2018						Średnia 2016-2018					
	Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa		Świeża masa		Sucha masa	
	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King
Fusilade Forte 150 EC	20,39	25,06	3,61	4,96	12,84	24,22	2,66	4,85	14,79	18,18	3,05	3,86	16,01	22,49	3,11	4,56								
Fusilade Forte 150 EC + pielienie ręczne	22,41	27,14	5,03	5,62	18,26	33,00	3,77	6,55	16,96	21,12	3,56	4,42	19,21	27,09	4,12	5,53								
Kontrola pielona – pielienie ręczne	25,60	30,22	5,30	6,12	22,73	38,74	4,70	7,87	20,44	23,39	4,44	5,05	22,92	30,78	4,81	6,35								
Kontrola niepielona	10,33	14,23	1,83	2,59	7,87	13,64	1,64	2,80	8,06	9,81	1,74	2,08	8,75	12,56	1,74	2,49								
NIR (0,05)	2,11	1,22	1,19	0,31	3,75	2,93	1,55	0,97	2,61	1,50	2,58	2,94	3,06	2,85	0,88	0,95								

Tab. 3. Zawartość oleju w kwiatostanach (%) oraz wydajność oleju (kg·ha<sup>-1</sup>), Plewiska, lata 2016-2018

Sposób odchwasczania plantacji	2016						2017						2018						Średnia 2016-2018					
	Olejek		Wydajność		Olejek		Wydajność		Olejek		Wydajność		Olejek		Wydajność		Olejek		Wydajność		Olejek		Wydajność	
	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King	Indian Prince	Orange King
Fusilade Forte 150 EC	0,25	0,27	0,90	1,34	0,18	0,25	0,48	1,21	0,37	0,28	1,12	1,08	0,27	0,27	0,83	1,21								
Fusilade Forte 150 EC + pielienie ręczne	0,22	0,21	1,11	1,18	0,35	0,53	1,31	3,47	0,33	0,38	1,17	1,68	0,30	0,37	1,20	2,11								
Kontrola pielona – pielienie ręczne	0,22	0,16	1,17	0,98	0,33	0,37	1,55	2,91	0,19	0,23	0,84	1,16	0,25	0,25	1,19	1,68								
Kontrola niepielona	0,25	0,22	0,46	0,57	0,15	0,32	0,25	0,90	0,40	0,27	0,70	0,56	0,27	0,27	0,47	0,68								
NIR (0,05)	n.u.	n.u.	0,65	0,36	n.u.	n.u.	1,10	2,17	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	0,64	1,29								

n.u. – statystycznie nieistotne

3. Najwyższą efektywność odchwaszczania plantacji stwierdzono, stosując metodę niechemiczną (piełnienie mechaniczne w międzyrzędziach i ręczne w rzędach roślin) oraz stosując łącznie odchwaszczanie chemiczne z piełnieniem ręcznym.
4. Wykazano, że zawartość olejku eterycznego w kwiatostanach była podobna w kwiatostanach obu badanych odmian nagietka. Odmiany Orange King i Indian Prince w uprawie konwencjonalnej mogą być wartościowym źródłem olejku eterycznego.

## Piśmiennictwo

1. Dzida K, Skubij N, Tymoszek K i wsp. Właściwości lecznicze i walory dekoracyjne nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). Ann UMCS, Sec EEE, Horticult 2016; 26(3):13-25.
2. Czиков P, Łaptiew J. Rośliny lecznicze i bogate w witaminy. Wyd. II. PWRiL, Warszawa 1983; 235-9.
3. Król B. Yield and chemical composition of flower heads of selected cultivars of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). Acta Sci Pol, Hort Cultus 2012; 11(1):215-25.
4. Król B. Nagietek lekarski. W: Kołodziej B. (red.). Uprawa ziół: poradnik dla plantatorów. PWRiL, Warszawa 2018; 327-31.
5. Nurzyńska-Wierdak R. Wzrost, plonowanie i składniki chemiczne surowca wybranych odmian nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). Ann UMCS, Sec EEE, Horticult 2014; 24(2):27-34.
6. Nurzyńska-Wierdak R, Zawiślak G, Pacek M i wsp. Ocena morfologiczna roślin oraz analiza składu chemicznego kwiatów wybranych odmian nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). Ann UMCS, Sec EEE, Horticult 2015; 25(4):25-35.
7. Ocioszyńska I, Nartowska J, Strzelecka H. Badania chemiczne kwiatostanów nagietka. Herba Pol 1977; (3):191-9.
8. Farmakopea Polska XI. PTF, Warszawa 2017.
9. Ożarowski A, Jaroniewski W. Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. IWZZ, Warszawa 1989; 266-9.
10. Taczanowska R, Hołderna-Kędzia E. Nagietek lekarski – właściwości i zastosowanie. Wiad Ziel 1998; 7/8:11-3.
11. <https://www.olej.edu.pl/olejek-nagietkowy/>.
12. Biesiada A, Łętowska-Sokół A, Kucharska A. Wpływ odmiany na aktywność antyoksydacyjną nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). Roczn AR Pozn 383, Ogrodnictwo 2007; 41:421-5.
13. Król B. Yield and the chemical composition of flower heads of pot marigold (*Calendula officinalis* L. cv. Orange King) depending on nitrogen fertilization. Acta Sci Pol Hort Cultus 2011; 10(2):235-43.
14. Hojden B, Lamer-Zarawska E, Świąder K. Przydatność herbicydów w pielęgnacji nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). Herba Pol 1990; (1-2):5-7.
15. Król B. Wpływ zagęszczenia roślin na plonowanie i jakość surowca nagietka lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). Ann UMCS, Sec E, Agricult 2013; 68(2):42-7.

## Konflikt interesów

### Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 02.12.2019

zaakceptowano/accepted: 15.01.2020

Adres/address:

\*dr hab. n. roln. prof. IWNiRZ Waldemar Buchwald  
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich  
ul. Kolejowa 2, 62-064 Plewiska  
e-mail: waldemar.buchwald @iwnirz.pl