

Dr hab. inż. Katarzyna SZWEDZIAK, Prof. PO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biosystems Engineering, Faculty of Production Engineering and Logistics  
Opole University of Technology, Poland

Prof. dr hab. inż. Petr DOLEŽAL<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Department of Animal Nutrition and Forage Production (FA), Mendel University in Brno Czech Republic

Dr inż. Monika DĄBROWSKA-MOLENDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biosystems Engineering, Faculty of Production Engineering and Logistics  
Opole University of Technology, Poland

## INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS AND DRYING METHOD ON THE CONTENT OF ESSENTIAL OILS IN BASIL AND MARJORAM<sup>®</sup>

Wpływ preparatów biologicznych oraz sposobu suszenia na zawartość olejków eterycznych w bazylii i majeranku<sup>®</sup>

**Key words:** marjoram, basil, essential oils, drying, foliar spraying.

*This article is of an experimental and experimental nature. It consists of two parts: theoretical and research. The literature review includes the botanical characteristics of marjoram and basil and the nutritional use of these herbs. The article contains descriptions of the methods of drying herbs, as well as their quality parameters. Essential oils, their properties, methods of obtaining and examples of essential oils with the most popular applications were also discussed.*

*The practical part includes research on planting marjoram and basil, observing and watering plants. Then the harvesting and drying of the herbs, and the last stage of obtaining essential oils from both raw materials.*

**Słowa kluczowe:** majeranek, bazylia, olejki eteryczne, suszenie, opryski dolistne.

*Niniejszy artykuł ma charakter eksperymentalno – doświadczalny. Składa się z dwóch części: teoretycznej oraz badawczej. Przegląd literatury zawiera charakterystykę botaniczną majeranku i bazylii oraz spożywcze wykorzystanie tych ziół. W artykule znajdują się opisy metod suszenia ziół, a także ich parametry jakościowe. Omówione zostały również olejki eteryczne, ich właściwości, metody pozyskiwania oraz przykłady olejków eterycznych mających najpopularniejsze zastosowanie.*

*Część praktyczna zawiera badania dotyczące wysadzenia majeranku i bazylii, obserwowania i podlewania roślin. Następnie zbioru i suszenia ziół, a w ostatnim etapie pozyskania olejków eterycznych z obu surowców.*

### INTRODUCTION

Herbal plants, popularly known as herbs, are a numerous and diverse group of plants. In recent years, the interest in herbs, especially spice herbs, has increased, which is related to their taste, aroma and physiological properties. These raw materials are used in dietetics, cosmetics, horticulture and many other sectors of the economy. In the past, it was important that herbs came from wild meadows and backwoods. Harvest time was marked by moon phases, holidays, and other mysterious clues. As for the method of harvesting and processing the raw material, all kinds of orders and prohibitions were also in force. Contemporary herbalism is based mainly on the cultivation of herbs, but it is still recommended to obtain many species from natural sites. Herbs are used due to the rich content of bioactive compounds. These substances have many properties, especially medicinal. These compounds are: alkaloids, anthocyanins, tannins, organic acids, minerals,

vitamins and many others. The work focuses mainly on the essential oils found in spice herbs, especially marjoram and basil. The ways of drying herbs and their use in everyday life will also be discussed [1, 6, 8, 9, 21].

**The aim of the work is to investigate the effect of foliar spraying with biological preparations containing beneficial microorganisms and the drying method on growth, yielding and the content of essential oils in basil and marjoram. The research was carried out by means of an experimental method with the use of pot tests.**

### MATERIALS AND METHODS

The research material was basil and marjoram seeds from the same plantation, purchased in a construction and gardening market [4,11]. The cultivation from which the seeds come from is located in the village of Zielonki Parcela, located in the Mazowieckie voivodship. The name of the plantation is

PlantiCo Zielonki Sp. zoo. The cultivars used in the research were common basil (*Ocimum basilicum* L.) and garden marjoram (*Origanum majorana* L.).

Basil is an annual plant species. According to the manufacturer's recommendations, the seeds should be sown between March and May. They should be sown rarely, in a warm and sunny place [2, 5, 12]. Watering in the evening should be avoided, the best time is noon. It is also important not to flood the plant, because then its roots will rot. Basil seeds are dark brown, oval in shape and about 15 mm long, while the plant itself should reach a height of 50 cm [3, 7, 16].

Garden marjoram is also an annual plant species with a strong, sweet, aromatic smell. As with basil, marjoram needs a sunny, windless place. The seeds are best sown in late March and early April. The initial growth period of the herb is slow, therefore it is important to loosen the soil at this time. Marjoram seeds are quite small, while the plant itself can reach a height of about 30 cm [9, 15, 18].

The pot experiment is "an experiment in plant breeding, conducted in laboratory conditions, in which the soil substrate can be differentiated in containers (vases) in a controlled manner and its effect on cultivated plants can be studied" [13].

The experiment was set up in a complete randomization system, which consisted in a random, random division of the studied objects into specific groups. Thanks to this division, each tested object had the same chances, which guarantees that the obtained results are statistically very reliable, and above all, no bias of the experimenter is revealed here [10, 16].

The first stage of the laboratory tests was to set up a pot experiment in a complete randomization system. For this purpose, 24 containers were used. Universal arable land was poured into each of them, approximately 3/4 of the height of the vases. The soil in each container was sprayed with a solution made of water with the addition of EmFarma (a natural microbial agent) in a ratio of 1:10 to the same weight. The weight of each container after watering was 160 g. [19, 20]

Then 15 seeds of basil were planted into 12 pots, and the same number of seeds of marjoram were planted in the remaining 12 pots. The herbs were sown on August 23, 2021. From that day, the plants were watered with only water until September 15, 2021, when the foliar spraying was first applied. The plant weight was determined with each watering. The spraying was applied to 6 pots of basil and 6 pots of marjoram, selected at random. The containers were numbered at this point: basil with spraying numbers 1–6, marjoram with spraying 7–12, basil without spraying 13–18, marjoram without spraying 19–24. The EmFarma water solution was prepared in a ratio of 1: 3. Spraying was applied at seven-day intervals until October 12, 2021.

The spraying used was the EmFarma Plus, it came from the equipment of our university. It is a microbial composition enriched with bacteria that accelerates the decomposition of organic matter and increases the availability of minerals, especially nitrogen. Useful microorganisms occurring in it support each other and, as a team, displace the pathogenic microflora [34]. EmFarma contains: SCD ProBio Plus

mother cultures of living microorganisms, organic sugar cane molasses, revitalized, non-chlorinated water, salt and minerals. The use of EmFarma Plus is to increase the biological activity of the soil, improve its fertility and fertility, increase the availability of macro and microelements, increase the plant's ability to photosynthesize, increase plant immunity and vitality. The spraying serves to create a lumpy structure and to rationalize water management. It also neutralizes odors [14, 17]. The first sprouts appeared on August 27, 2021, i.e. exactly 4 days after planting.

The next step after spraying the herbs was drying them. The herbs were harvested, their weights were determined. The above-ground part was then separated from the underground part, and the weighing of both plant parts was also carried out. The number of leaves on the harvested plants was counted. The herbs were placed on newspapers and dried naturally in the sun, but in a closed, warm room. In this way, they were dried until November 16, 2021.

On November 16, 2021 the stage of drying the herbs was completed and the essential oils were determined using the Deryg's method.

The content of essential oils was determined after drying the herbs using the Deringg method:

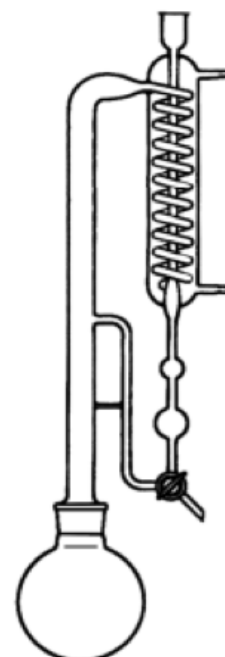
- 1) weighed mass of raw material was placed in the flask and poured with water
- 2) the flask was connected to the apparatus, the receiver was filled with water, cooling was turned on
- 3) heating lasted 3 hours from the moment the contents in the flask began to boil and the first drop distilled
- 4) after distillation was completed, cooling was turned off and the oil was brought to a microscale
- 5) the results were read after 30 minutes
- 6) the volume of the oils was converted to 100 g of raw material
- 7) percentage of the calculated formula:

$$X=[\%] = ax100/m \quad (1)$$

X – the percentage of the oil

m – sample weight [g]

a – oil volume [cm<sup>3</sup>]



**Fig. 1. Deryg's apparatus.**

**Rys. 1. Aparat Derynga.**

**Source:** Own study

**Źródło:** Opracowanie własne

## ANALYSIS AND DISCUSSION OF RESULTS

On the basis of the conducted research, the results of plant mass with and without spraying with preparations containing beneficial microorganisms were obtained. The results are shown in Tables 1 and 2

**Table 1. Weight of plants sprayed before drying**

**Tabela 1. Masa roślin opryskiwanych przed suszeniem**

Pot number	The mass of the whole plant [g]	Mass of the above-ground part of the plant [g]	Mass of the underground part of the plant [g]	Number of leaves
1	5,516	4,466	1,050	74
2	6,756	4,213	2,543	66
3	6,630	3,857	2,773	58
4	7,364	6,001	1,363	57
5	8,914	6,013	2,901	86
6	14,192	6,163	8,029	74
7	3,452	2,038	1,414	80
8	3,006	1,630	1,376	57
9	2,098	1,217	0,881	59
10	2,682	2,124	0,558	64
11	2,870	2,150	0,720	60
12	2,716	2,059	0,657	86

Source: Own study

Źródło: Opracowanie własne

**Table 2. Weight of plants without sprayed before drying**

**Tabela 2. Masa roślin bez oprysku przed suszeniem**

Pot number	The mass of the whole plant [g]	Mass of the above-ground part of the plant [g]	Mass of the underground part of the plant [g]	Number of leaves
1	6,866	5,288	1,578	85
2	6,309	4,934	1,375	64
3	4,987	3,309	1,678	68
4	11,216	6,256	4,960	68
5	7,775	5,909	1,866	68
6	6,855	5,421	1,434	61
7	8,911	4,824	4,087	128
8	4,320	3,312	1,008	130
9	3,937	2,517	1,420	106
10	5,334	2,767	2,567	93
11	6,265	3,447	2,818	116
12	6,033	4,030	2,003	135

Source: Own study

Źródło: Opracowanie własne

Table 3–6 shows the content of essential oils for basil and marjoram with and without spraying.

**Table 3. Essential Oil Content of Basil Spray**

**Tabela 3. Zawartość olejków eterycznych w opryskiwanej bazylii**

Pot number	The volume of essential oil [cm <sup>3</sup> ]	Percentage [%]
1	0,0098	0,18
2	0,0095	0,14
3	0,0097	0,15
4	0,1	1,35
5	0,1	1,12
6	0,0098	0,007

Source: Own study

Źródło: Opracowanie własne

**Table 4. Essential Oil Content of Marjoram Spray**

**Tabela 4. Zawartość olejków eterycznych w opryskiwanym majeranku**

Pot number	The volume of essential oil [cm <sup>3</sup> ]	Percentage [%]
1	0,0095	0,28
2	0,0098	0,33
3	0,01	0,48
4	0,01	0,37
5	0,0098	0,34
6	0,01	0,37

Source: Own study

Źródło: Opracowanie własne

**Table 5. Essential Oil Content of Basil without Spray**

**Tabela 5. Zawartość olejków eterycznych bazylii bez oprysku**

Pot number	The volume of essential oil [cm <sup>3</sup> ]	Percentage [%]
1	0,0098	0,14
2	0,0093	0,15
3	0,01	0,2
4	0,0096	0,09
5	0,01	0,13
6	0,0098	0,14

Source: Own study

Źródło: Opracowanie własne

**Table 6. Essential Oil Content of Majroram without Spray**

**Tabela 6. Zawartość olejków eterycznych majeranku bez oprysku**

Pot number	The volume of essential oil [cm <sup>3</sup> ]	Percentage [%]
1	0,01	0,11
2	0,009	0,20
3	0,01	0,25
4	0,012	0,22
5	0,012	0,19
6	0,011	0,18

Source: Own study

Źródło: Opracowanie własne

Figures 2–3 compare the essential oil content of basil and marjoram with and without spraying.

## CONCLUSIONS

The aim of this study was to investigate the effect of foliar spraying and the method of drying on the content of essential oils in basil and marjoram. The first part focuses on herbs, their characteristics, origin, cultivation and requirements. Then the drying process was defined and ten methods of drying herbs were briefly described. In addition, the quality parameters characteristic of herbs, ingredients that are in herbs and what they are characterized by were discussed. In the next stage, the main issue of the work was discussed, i.e. essential oils were characterized, what they are, what properties they have and what methods of obtaining them are distinguished. There are also several essential oils of herbal origin and others, most commonly used by man. However, more broadly, the use of herbs is described in the last chapter. There, herbal plants were divided and the use and action of various parts of plants as spices were discussed. The use of marjoram and basil is also included.

The experimental part began with planting basil and marjoram seeds. 24 pots with herbs were watered 2–3 times a week, from August 23, 2021. until October 12, 2021 During this period, some plants were additionally watered with foliar spraying. Everything was done in a complete randomization system, the division of plants was completely random. The next stage of the experiment was collecting the herbs and subjecting them to the drying process. At harvest, each plant was properly weighed. Drying took place in the laboratory room, by the window, by the radiator, at a temperature of about 22°C. After the drying time had elapsed, the plants were harvested and subjected to the process of obtaining essential oils. This preparation was made by the Deryng method. Thanks to it, volumes of oils were obtained, which, after substituting to the appropriate formula, showed the percentage of essential oils in each of the plants.

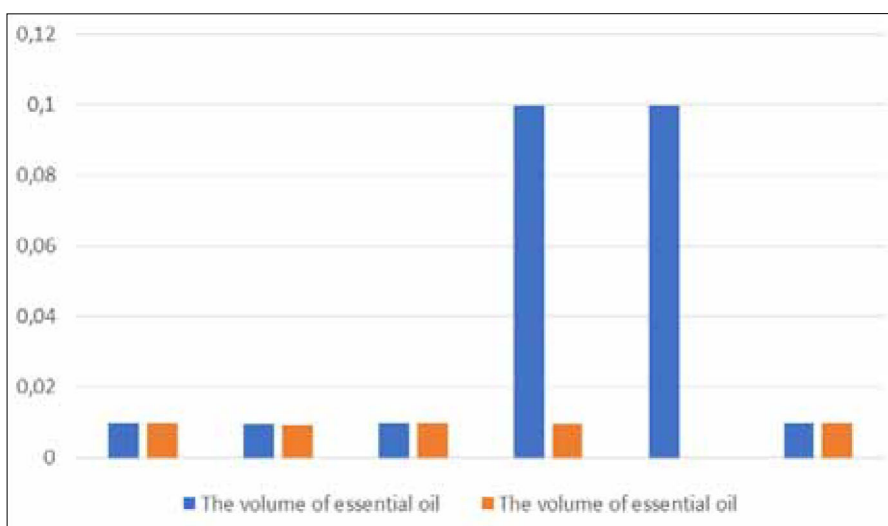
Based on the research on the effect of biological preparations and the drying method on growth, yielding and the content of essential oils in marjoram and basil, the following conclusions were drawn:



1. The application of foliar spraying had an effect on the yield. The herbs that were sprayed had less leaves. The untreated plants had more of them, both in the case of marjoram and basil, which means that foliar spraying did not have a positive effect on the yield.
2. The application of foliar spraying stopped the herb growth process. Plants watered with spray water grew much slower than plants in which it was not applied.
3. During the drying of the raw material, the degradation of chlorophyll takes place, which changes the color of the herbs. Drying in natural conditions resulted in the loss of the green color characteristic of fresh herbs. Plants have lost their vivid colors, have gained a bit of gray. This may be because the drying process takes a long time.
4. The content of essential oils in basil, according to data, should be between 0.5 and 1.5%. The research showed that only two pots, numbered 4 and 5, achieved contents within this range. They were sprayed herbs, so it can be concluded that the foliar spraying had an effect on the content of essential oils in dried herbs, which is also visible in the figure 3–4.
5. The content of essential oils in marjoram, according to data, should be 0.2 to 2.5%. All sprayed herbs fall within this range. In the case of unsprayed marjoram, the content of essential oils was consistent with the above data only in three cases. This means that the application of the foliar spray had an effect on the content of essential oils in marjoram.
6. The use of foliar spraying in the cultivation of herbs increases the content of essential oils.

## WNIOSKI

Celem pracy było zbadanie wpływu oprysku dolistnego i metody suszenia na zawartość olejków eterycznych w bazylii i majeranku. Pierwsza część skupia się na ziołach, ich właściwościach, pochodzeniu, uprawie i wymaganiach. Następnie zdefiniowano proces suszenia i krótko opisano dziesięć metod suszenia ziół. Ponadto omówiono parametry jakościowe charakterystyczne dla ziół, składniki jakie znajdują się w ziołach oraz czym się charakteryzują. W kolejnym etapie omówiono główne zagadnienie pracy, czyli scharakteryzowano olejki eteryczne, czym są, jakie mają właściwości i jakimi metodami pozyskiwania je się wyróżnia. Istnieje również kilka olejków eterycznych pochodzenia ziołowego i innych, najczęściej stosowanych przez człowieka. Szerzej jednak stosowanie ziół

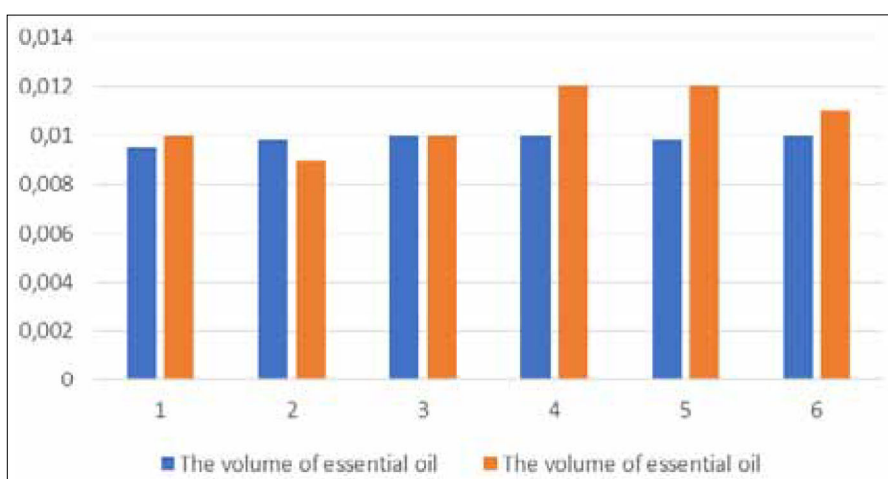


**Fig. 2. Comparison of essential oils content in basil.**

**Rys. 2. Porównanie zawartości olejków eterycznych w bazylii.**

**Source:** Own study

**Źródło:** Opracowanie własne



**Fig. 3. Comparison of essential oils content in marjoram.**

**Rys. 3. Porównanie zawartości olejków eterycznych w majeranku.**

**Source:** Own study

**Źródło:** Opracowanie własne

zostało opisane w ostatnim rozdziale. Tam podzielono rośliny zielarskie oraz omówiono zastosowanie i działanie różnych części roślin jako przypraw. Uwzględniono również użycie majeranku i bazylii.

Część doświadczalną rozpoczęto od sadzenia nasion bazylii i majeranku. 24 doniczki z ziołami podlewano 2–3 razy w tygodniu, od 23 sierpnia 2021 r. do 12 października 2021 r. W tym okresie niektóre rośliny dodatkowo podlewano opryskiwaniem dolistnym. Wszystko odbywało się w pełnym systemie randomizacji, podział roślin był całkowicie losowy. Kolejnym etapem eksperymentu było zebranie ziół i poddanie ich procesowi suszenia. Podczas zbioru każda roślina została odpowiednio zważona. Suszenie odbywało się w pomieszczeniu laboratoryjnym, przy oknie, przy kaloryferze, w temperaturze około 22°C. Po upływie czasu suszenia rośliny zostały zebrane i poddane procesowi otrzymania

olejków eterycznych. Ten proces został wykonany metodą Derynga. Dzięki niej uzyskano objętości olejków, które po podstawieniu do odpowiedniej formuły, wykazywały procentowy udział olejków eterycznych w każdej z roślin.

Na podstawie badań wpływu preparatów biologicznych i sposobu suszenia na wzrost, plonowanie i zawartość olejków eterycznych w majeranku i bazylii wyciągnięto następujące wnioski:

1. Zastosowanie oprysku dolistnego wpłynęło na plon. Opryskiwane zioła miały mniej liści. W roślinach nieopryskanych było ich więcej, zarówno w przypadku majeranku, jak i bazylii, co oznacza, że opryski dolistne nie wpłynęły pozytywnie na plon.
2. Zastosowanie oprysku dolistnego zatrzymało proces wzrostu ziela. Rośliny podlewane wodą z opryskiwacza rosły znacznie wolniej niż rośliny, na które jej nie stosowano.
3. Podczas suszenia surowca następuje rozkład chlorofilu, który zmienia kolor ziół. Suszenie w warunkach naturalnych spowodowało utratę zielonego koloru charakterystycznego dla świeżych ziół. Rośliny straciły żywe kolory,

zyskały nieco szarości. Może to być spowodowane długim procesem suszenia.

4. Zawartość olejków eterycznych w bazylii, zgodnie z danymi, powinna wynosić od 0,5 do 1,5%. Badania wykazały, że tylko dwie doniczki o numerach 4 i 5 osiągnęły zawartość w tym zakresie. Były to zioła opryskiwane, można więc wnioskować, że oprysk dolistny miał wpływ na zawartość olejków eterycznych w suszu, co również widać w tabeli 3 i 5.
5. Zawartość olejków eterycznych w majeranku według danych powinna wynosić od 0,2 do 2,5%. Wszystkie opryskiwane zioła mieszczą się w tym zakresie. W przypadku majeranku nieopryskanego zawartość olejków eterycznych była zgodna z powyższymi danymi tylko w trzech przypadkach. Oznacza to, że zastosowanie dolistnego sprayu wpłynęło na zawartość olejków eterycznych w majeranku.
6. Stosowanie oprysku dolistnego w uprawie ziół zwiększa zawartość olejków eterycznych.

## REFERENCES

- [1] **ADASZYŃSKA M., M. SWARCZEWICZ. 2012.** „Olejki eteryczne jako substancje aktywne lub konserwanty w kosmetykach”. Wiadomości chemiczne, Szczecin.
- [2] **ANDRZEJEWSKA J., E. PISULEWSKA. 2019.** Uprawa roślin zielarskich. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego: 109-114.
- [3] **BREMNESS L. 1991.** Wielka księga ziół. Wiedza i życie, Warszawa.
- [4] **CHUA, CH CHONG, BL.CHUA, A. FIGIEL. 2019.** Wpływ metod suszenia na przeciwbakteryjną, przeciwutleniającą i lotną kompozycję olejków eterycznych ziół. Technologia żywności i bioprocessów.
- [5] **GACEK E., M. GLĄZEK, E. MATYJASZCZYK, G. PRUSZYŃSKI, S. PRUSZYŃSKI, S. STOBIECKI. 2016.** Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin. Poznań.
- [6] **GÓRA J., A. LIS. 2012.** Najcenniejsze olejki eteryczne. Monografie Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [7] **HALAREWICZ A., A. GAWŁOWSKA, M. FIJOŁEK, J. CZAJKA, M. MEDERSKA. 2017.** Zioła – naturalne lekarstwa z pól i ogrodów. SBM, Warszawa.
- [8] **IWANIUK A. 2006.** Atlas ziół krajowych. Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa.
- [9] **KOZŁOWSKI J. A., T. WIELGOSZ, J. CIS, G. NOWAK, R. DAWID-PAC, S. KUCZYŃSKI, E. ASZKIEWICZ, L. WOŹNIAK. 2007.** Zioła z apteki natury. Poznań: Publicat.
- [10] **LAUDAŃSKI Z., D. MAŃKOWSKI. 2007.** Planowanie i wnioskowanie statystyczne w badaniach rolniczych. Radzików.

## REFERENCES

- [1] **ADASZYŃSKA M., M. SWARCZEWICZ. 2012.** „Olejki eteryczne jako substancje aktywne lub konserwanty w kosmetykach”. Wiadomości chemiczne, Szczecin.
- [2] **ANDRZEJEWSKA J., E. PISULEWSKA. 2019.** Uprawa roślin zielarskich. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego: 109–114.
- [3] **BREMNESS L. 1991.** Wielka księga ziół. Wiedza i życie, Warszawa.
- [4] **CHUA, CH CHONG, BL.CHUA, A. FIGIEL. 2019.** Wpływ metod suszenia na przeciwbakteryjną, przeciwutleniającą i lotną kompozycję olejków eterycznych ziół. Technologia żywności i bioprocessów.
- [5] **GACEK E., M. GLĄZEK, E. MATYJASZCZYK, G. PRUSZYŃSKI, S. PRUSZYŃSKI, S. STOBIECKI. 2016.** Metody ochrony w integrowanej ochronie roślin. Poznań.
- [6] **GÓRA J., A. LIS. 2012.** Najcenniejsze olejki eteryczne. Monografie Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- [7] **HALAREWICZ A., A. GAWŁOWSKA, M. FIJOŁEK, J. CZAJKA, M. MEDERSKA. 2017.** Zioła – naturalne lekarstwa z pól i ogrodów. SBM, Warszawa.
- [8] **IWANIUK A. 2006.** Atlas ziół krajowych. Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa.
- [9] **KOZŁOWSKI J. A., T. WIELGOSZ, J. CIS, G. NOWAK, R. DAWID-PAC, S. KUCZYŃSKI, E. ASZKIEWICZ, L. WOŹNIAK. 2007.** Zioła z apteki natury. Poznań: Publicat.
- [10] **LAUDAŃSKI Z., D. MANKOWSKI. 2007.** Planowanie i wnioskowanie statystyczne w badaniach rolniczych. Radzików.

- [11] **MINIEWSKA M. 2016.** Integrowana ochrona roślin. Wrocław: Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego.
- [12] **NOWAK K., J. OGOŃSKI. 2010.** Olejek majerankowy, jego charakterystyka i zastosowanie. Kraków: Instytut Chemii i Technologii Organicznej.
- [13] **ORKUSZ A., L. BOGACZ-RADOMSKA. 2018.** „Znaczenie przypraw w żywieniu człowieka”. Wrocław: Nauki Inżynierskie i Technologie.
- [14] **PAŚMIONKA I., K. KOTARBA. 2015.** „Możliwości wykorzystania efektywnych mikroorganizmów w ochronie środowiska”. Kosmos – problemy nauk biologicznych, Kraków.
- [15] **PRUSZYŃSKI S., J. BARTKOWSKI, G. PRUSZYŃSKI. 2012.** Integrowana ochrona roślin w zarysie. Poznań.
- [16] **PUCEK M. 2019.** Zioła i rośliny przyprawowe – znaczenie w żywieniu i wykorzystanie w kuchni. Zespół Rozwoju Obszarów Wiejskich, Brwinów.
- [17] **SADOWSKA A., R. SKARŻYŃSKA, E. RAKOWSKA, J. BATOGOWSKA, B. WASZKIEWICZ-ROBAK. 2017.** Substancje bioaktywne w surowcach pochodzenia roślinnego i roślin zielarskich. Warszawa: SGGW.
- [18] **EIDLER-ŁOŻYKOWSKA K., K. KAŻMIERCAK, W. KUCHARSKI, R. MORDALSKI, W. BUCHWALD. 2006.** Plonowanie i jakość surowca bazylii pospolitej i majeranku ogrodowego z upraw ekologicznych. Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich.
- [19] **SZWEDZIAK K., G. NIEDBAŁA, Ż. GRZYWACZ, P. WINIARSKI, P. DOLEZAL. 2020.** “The Use of Air Induction Nozzles for Application of Fertilizing Preparations Containing Beneficial Microorganisms”. *Agriculture* 10(7). MDPI.
- [20] **SZWEDZIAK K., S. PODSEDEK, M. MICHALCZYK, M. BOLIBRZUCH, P. WINIARSKI. 2018.** “Effect of Sprayer Nozzles Parameters on Effective Microorganisms (EM)”. *Albanian J. Agric. Sci.* 17: 134–142.
- [21] **THAMKAEW G., I. SJÖHOLM, F. GOMEZ-GALINDO. 2021.** “A review of drying methods for improving the quality of dried herbs”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Stany Zjednoczone: 1736–1786.

- [11] **MINIEWSKA M. 2016.** Integrowana ochrona roślin. Wrocław: Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego.
- [12] **NOWAK K., J. OGOŃSKI. 2010.** Olejek majerankowy, jego charakterystyka i zastosowanie. Kraków: Instytut Chemii i Technologii Organicznej.
- [13] **ORKUSZ A., L. BOGACZ-RADOMSKA. 2018.** „Znaczenie przypraw w żywieniu człowieka”. Wrocław: Nauki Inżynierskie i Technologie.
- [14] **PAŚMIONKA I., K. KOTARBA. 2015.** „Możliwości wykorzystania efektywnych mikroorganizmów w ochronie środowiska”. Kosmos – problemy nauk biologicznych, Kraków.
- [15] **PRUSZYŃSKI S., J. BARTKOWSKI, G. PRUSZYŃSKI. 2012.** Integrowana ochrona roślin w zarysie. Poznań.
- [16] **PUCEK M. 2019.** Zioła i rośliny przyprawowe – znaczenie w żywieniu i wykorzystanie w kuchni. Zespół Rozwoju Obszarów Wiejskich, Brwinów.
- [17] **SADOWSKA A., R. SKARŻYŃSKA, E. RAKOWSKA, J. BATOGOWSKA, B. WASZKIEWICZ-ROBAK. 2017.** Substancje bioaktywne w surowcach pochodzenia roślinnego i roślin zielarskich. Warszawa: SGGW.
- [18] **EIDLER-ŁOŻYKOWSKA K., K. KAŻMIERCAK, W. KUCHARSKI, R. MORDALSKI, W. BUCHWALD. 2006.** Plonowanie i jakość surowca bazylii pospolitej i majeranku ogrodowego z upraw ekologicznych. Instytut Roślin i Przetworów Zielarskich.
- [19] **SZWEDZIAK K., G. NIEDBAŁA, Ż. GRZYWACZ, P. WINIARSKI, P. DOLEZAL. 2020.** “The Use of Air Induction Nozzles for Application of Fertilizing Preparations Containing Beneficial Microorganisms”. *Agriculture* 10(7). MDPI.
- [20] **SZWEDZIAK K., S. PODSEDEK, M. MICHALCZYK, M. BOLIBRZUCH, P. WINIARSKI. 2018.** “Effect of Sprayer Nozzles Parameters on Effective Microorganisms (EM)”. *Albanian J. Agric. Sci.* 17: 134–142.
- [21] **THAMKAEW G., I. SJÖHOLM, F. GOMEZ-GALINDO. 2021.** “A review of drying methods for improving the quality of dried herbs”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Stany Zjednoczone: 1736–1786.