

Seasonal rhythms of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Zhytomyr Polissya

L.A. Kotyuk, O.V. Shvaika

Zhytomyr National Agroecological University, Stary Boulevard 7, Zhytomyr, 10008, Ukraine

E-mail: kotyuk-la@ukr.net, Orcid: 0000-0002-1934-4255

E-mail: olshva@ukr.net, Orcid: 0000-0002-2125-6692

Submitted: 23.12.2017. Accepted: 04.02.2018

The duration of phenological phases of 1-7-years-old *Hyssopus officinalis* and its seasonal rhythms depending on the abiotic conditions of growth are established. It has been proved that hyssop belongs to late species by the terms of regrowth, the spring phase of which begins with the establishment of stable heat in April-May. The hyssop is attributed to the summer flowering plants, the flowering is the longest phase, and mass flowering is registered in July-August. Hyssop is a spring-summer-autumn-green plants, which begin the vegetation in spring, and in autumn they stay under the snow in green. Climatic conditions during the years of research were marked by temperature and precipitation fluctuations that affected the duration of the growing season and individual phenophases. First year seedlings of *H. officinalis* had the period of intensive growth and development from sowing to a period of rest was 159 days, whereas in Zhytomyr Polissya the sum of active temperatures was 2610 °C and sum of effective temperatures – 1180 °C. For 2-7-year-old hyssops the period from the spring regeneration to the death of the blooming plants and the formation of seeds lasted an average for 144 days (from 133 days in 2010 to 147 days in 2014). The range of temperatures required for the entire period was insignificant: active - from 2548.2 °C (2011) to 2696.3 °C (2012); effective - from 1152 °C (2009) to 1402.2 °C (2010). Compared with other phenological phases during the blooming period, plants require considerably more heat. The water scarcity did not affect significant on the duration of *H. officinalis* season rhythms. It is shown that to complete the development cycle of *H. officinalis* from the total amount of active temperatures was spent on average: for germination of seeds and spring regrowth – 5.9%, for stem formation phase – 13.5%, budding – 22.11%, blooming – 29.5%, fruiting – 16.5%, seeds maturation and pedicels dying – 12.6%; effective temperatures, respectively - 5.2%, 11.9%, 22%, 32.6%, 17.7%, 10.5%. The climatic conditions of Ukrainian Polissya allow to obtain hyssop plant raw material during one growing season, that indicates the adaptation of the species to the new conditions of growth.

Key words: *Hyssopus officinalis* L.; phenological phases; development; Zhytomyr; Polissya

Сезонні ритми розвитку *Hyssopus officinalis* за культивування в умовах Житомирського Полісся

Л.А. Котюк, О.В. Швайка

Житомирський національний агротехнологічний університет

Старий Бульвар, 7, Житомир, 10008, Україна

E-mail: kotyuk-la@ukr.net, Orcid: 0000-0002-1934-4255

E-mail: olshva@ukr.net, Orcid: 0000-0002-2125-6692

Встановлено тривалість фенологічних фаз розвитку рослин *Hyssopus officinalis* 1-7 років життя і особливості сезонних ритмів залежно від абіотичних умов середовища зростання. Доведено, що за строками відростання гісоп лікарський належить до пізніх видів, весняне відростання яких розпочинається із встановленням стійкого тепла, яке зафіксовано у квітні-травні. *H. officinalis* віднесено до літньо-квітучих рослин, цвітіння є найтривалішою фазою, масове цвітіння відмічено у липні – серпні. Гісоп лікарський – це весняно-літньо-осінньо-зелені рослини, які розпочинають вегетацію весною, а восени потрапляють під сніг зеленими. Кліматичні умови в роки досліджень відзначались коливанням

температур і кількістю опадів, що вплинуло на тривалість вегетаційного періоду і окремих фенофаз. У сіянців *H. officinalis* першого року життя в умовах Житомирського Полісся тривалість періоду інтенсивного росту і розвитку від посіву до періоду спокою склала 159 діб, сума активних температур 2610 °С, ефективних – 1180 °С. У рослин гісопу лікарського 2–7 років життя період від весняного відростання до відмирання квітконосів і формування насіння тривав у середньому 144 доби (від 133 діб 2010 до 147 діб 2014 року). Діапазон необхідних для всього періоду сум температур був незначним: активних – від 2548,2 °С (2011 р.) до 2696,3 °С (2012 р.); ефективних – від 1152 °С (2009 р.) до 1402,2 °С (2010 р.). У порівнянні з іншими фенологічними фазами у період цвітіння рослини потребують значно більшої кількості тепла. Дефіцит вологозабезпечення суттєво не вплинув на тривалість сезонних ритмів *H. officinalis*. Показано, що для проходження повного циклу розвитку *H. officinalis* із загальної суми активних температур витрачено у середньому: на проростання насіння і весняне відростання – 5,9%, на стеблуння – 13,5%, бутонізацію – 22,11%, цвітіння – 29,5%, плодоношення – 16,5%, дозрівання насіння і відмирання квітконосів – 12,6%, а ефективних – відповідно – 5,2%, 11,9%, 22%, 32,6%, 17,7%, 10,5%. Кліматичні умови зони Полісся України дозволяють гарантовано отримувати рослинну сировину гісопу лікарського упродовж одного вегетаційного періоду, що свідчить про адаптацію виду до нових умов зростання.

Ключові слова: *Hyssopus officinalis* L., фенологічні фази розвитку, Житомирське Полісся.

Вступ

Гісоп лікарський в культурі відомий близько 1000 років, його лікувальні властивості високо цінували і успішно використовували Гіппократ, Гален, Діоскорид. Авіцена рекомендував його як ефективний засіб для лікування легеневих захворювань (Voronina et al., 2001; Kotyuk, 2015b). Гісоп на івриті означає «трава, яка приємно пахне». Згадується в Старому Завіті як одна із трав, уживаних у Єврейську Паску. Надземна частина гісопу лікарського входить до Фармакопеї Франції, Португалії, Румунії, Німеччини і Швеції, на Україні її використовують у народній медицині (Voronina et al., 2001; Rabotiagov et al., 2003).

Відомо, що гісоп лікарський синтезує велику кількість цінних біологічно активних речовин: ефірну олію, стероїди, флавоноїди, тритерпеноїди, вітаміни, органічні кислоти, жирні олії (Shibko and Aksenov, 2011; Zawiślak, 2013; Džamić et al., 2013; Kotyuk, 2013, 2015a).

Використання *H. officinalis* забезпечує протистоцидну, лактогенну, відхаркувальну, протизапальну, в'язучу дію. Рослини використовують при астмі, диспепсіях, анемії, неврозах, метеоризмі, ревматизмі, стенокардії, вірусних інфекціях, їх екстракти мають тонізуючу, ранозагоювальну дію (Kreiset et al., 1990; Belenovskaya et al., 1991; Gollapudi et al., 1995; Gomenyuk et al., 2001; Hlyipenko et al., 2004; Minarchenko, 2005; Vlase et al., 2014; Kotyuk and Rakhmetov, 2015).

Батьківщина гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L., 1753) – Середземномор'я і Західна Європа. Ареал гісопу простягається від Піренейського півострова до Гімалаїв у широтному напрямку і від південних районів Норвегії до північного побережжя Африки (Туніс, Марокко, Алжир) і приурочений до позатропічних та помірних регіонів, переважно до гірських (Plant Resources..., 1991).

H. officinalis зростає у Ірані, Турції, на Кавказі. Цей вид досить поширений у Європі (Австрія, Угорщина, Чехія, Словачія, Албанія, Болгарія, Італія, Франція, Іспанія, Словенія), куди потрапив завдяки монахам-бенедиктинцям. В культурі і природі рослина трапляється у Північній Америці (США), Європейській частині Росії (Курська, Воронежська, Липецька області, Підмосков'я), передгір'ї Алтаю, Молдові, Причорномор'ї, Криму, Східному Сибірі. Культивують у країнах Європи, Індії, Китаю. Зростає у степах, на гірських скелях, галечниках, виходах гранітів, біля житла, як бур'ян (Minarchenko, 2005; Kizil et al., 2010; Kotyuk, 2016).

Рослини одного й того ж виду неоднозначно реагують на ґрунтово-кліматичні умови різних географічних зон. Зміна умов середовища визначає періодичність життєвих процесів, а широкий ареал є свідченням високої адаптації виду. Для об'єктивної оцінки відповідності ритмів сезонного розвитку рослин екологічним умовам зростання необхідні спостереження за фенологічними фазами розвитку (Ivanov, 2006, 2011). Це дає можливість оцінити адаптаційні можливості, продуктивність і декоративність рослин (Beydeman, 1974; Karpisonova, 1985; Chernyih, 2004).

Л.В. Кухарева і Г.В. Пашина (Kukhareva and Pashina, 1986) відмічають, що в умовах Білорусі період вегетації гісопу лікарського першого року життя від посіву до дозрівання насіння складав 142 доби, а Л.В. Свиденко та ін. (Svidenko et al., 2011), що в умовах степової зони Півдня України – 195 діб. Тривалість періоду відростання-плодоношення гісопу лікарського 2-3 року життя в умовах Новгородської області складала 131–147 діб (Ivanov, 2011). За повідомленням О.М. Шибко і Ю.В. Аксьонова (Shibko and Aksenov, 2011) і О.М. Шибко (Shibko, 2012) в умовах Передгірної зони Криму тривалість життєвого циклу гісопу лікарського складала від 150 до 190 днів, а сума активних температур – від 2800 до 3300 °С. В умовах Лісостепової зони Алтайського краю сума активних температур вегетаційного періоду гісопу лікарського склала 2417,4 °С (Kurbatova et al., 2009). У Підмоков'ї упродовж 1990 р. за суми ефективних температур, вищих 10 °С, рівній 655,2 °С і сумі опадів 475,8 мм рослини вегетували упродовж 154 діб, а упродовж 1987 р. за відповідних показників 741,6 °С і 393,4 мм – 137 діб (Kalinichenko, 2013).

У зв'язку з відсутністю відомостей щодо адаптивних властивостей *H. officinalis* при інтродукції в умовах Житомирського Полісся **метою наших досліджень** було вивчення фенологічних фаз розвитку та сезонних ритмів рослин залежно від абіотичних умов середовища зростання.

Матеріали та методи

Предмет досліджень – рослини гісопу лікарського сорту Маркіз (*Hyssopus officinalis* L. cv. Markiz). Рослини вирощували ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету упродовж 2008-2014 рр. на відкритій, добре освітленій ділянці. Насіння висівали у першій декаді травня на глибину 1 см за схемою 50×30 см. Догляд за рослинами полягав у видаленні бур'янів та рихленні міжрядь, а починаючи з другого року життя – у ранньовесняній обрізці рослин на висоті 20 см від поверхні ґрунту, видаленні відмерлих частин пагонів. Особливості росту і розвитку рослин вивчали згідно з загальноприйнятими методиками (Rabotnov, 1950; Urganov and Smirnova, 1969; Beydeman, 1974). Кліматичні умови в період досліджень представлено на Рис. 1.

Результати та обговорення

Гісоп лікарський – багаторічні полікарпічні рослини, які упродовж першого року життя формували один вегетативно-генеративний пагін, успішно перезимовували, на другий і наступні роки життя формували велику кількість пагонів. При посіві гісопу у першій декаді травня перші сходи з'являлись через 2-3 тижні, цвітіння і плодоношення спостерігали на першому році життя.



Рис. 1. Метеодані умов досліджень (м. Житомир) упродовж 2008-2014 рр.

— температура, °С, — кількість опадів, мм; — відносна вологість повітря, %.

Слід зазначити, що для рослин першого року життя фази стеблуння, бутонізації, цвітіння, плодоношення і дозрівання насіння розпочинались значно пізніше у порівнянні з наступними роками життя. Це пояснюється відносно тривалим періодом проростання насіння гісопу, яке потребує достатньої кількості тепла і вологи у ґрунті.

Встановлено, що у досходовий період суми активних і ефективних температур понад 10°C склали 242,2 і 90,2°C, а середньодобова температура – 15,1°C. Упродовж 2008 року загальна кількість опадів склала 643,16 мм, найбільшу кількість опадів (226,8 мм) зафіксовано у квітні і вересні. Досить вимогливими виявились сіянці гісопу під час стеблуння, суми активних і ефективних температур склали відповідно 556,6 і 236,6°C, що у середньому удвічі більше порівняно з таким же періодом дво- і трирічних рослин. Фазу бутонізації відмічено з третьої декади червня по третю декаду липня, цвітіння з серпня до другої декади вересня. Суми активних і ефективних температур упродовж фази цвітіння рослин суттєво не вирізнялись, однак під час плодоношення і дозрівання насіння названі показники нижчі у порівнянні з наступними роками життя у зв'язку із сповільненою динамікою настання фенологічних фаз. Так, сума активних температур фази бутонізації складала 697,3, цвітіння – 697,3, плодоношення – 291,4, дозрівання насіння – 164,1°C, а ефективних – відповідно: 347,3; 340,4; 121,4 і 44,1°C (табл. 1–2).

Таблиця 1. Сума активних температур, вище 10°C, необхідна для проходження фенологічних фаз розвитку *H. officinalis*

Рік / Фаза розвитку	Сходи/ відростання	Стеблуння	Бутонізація	Цвітіння	Плодоношення	Дозрівання насіння	Всього
2008	240,2	556,6	697,3	660,4	291,4	164,1	2610
2009	126,9	256,8	656,6	782,9	441,2	387,6	2652
2010	149,9	255,6	635,5	790,3	541,5	269,4	2642,2
2011	147,2	251,6	516,0	738,1	440,6	454,7	2548,2
2012	101,3	331,2	479,1	878,4	497,0	409,3	2696,3
2013	140,6	415,4	575,8	763,1	439,1	327,9	2661,9
2014	171,8	418,4	505,6	800,7	380,7	295,6	2572,8
Середнє	154,0	355,1	580,8	773,4	433,1	329,8	2626,2

Таблиця 2. Сума ефективних температур, вище 10°C, необхідна для проходження фенологічних фаз розвитку *H. officinalis*

Рік / Фаза розвитку	Сходи/ відростання	Стеблуння	Бутонізація	Цвітіння	Плодоношення	Дозрівання насіння	Всього
2008	90,2	236,6	347,3	340,4	121,4	44,1	1180
2009	36,9	86,8	296,6	392,9	191,2	147,6	1152
2010	149,9	95,6	295,5	440,3	311,5	109,4	1402,2
2011	37,2	91,6	266,0	368,1	210,6	194,7	1168,2
2012	21,3	151,2	199,1	458,4	267,0	189,3	1286,3
2013	60,6	185,4	275,8	373,1	219,1	97,9	1211,9
2014	51,8	178,4	205,6	420,7	190,7	115,6	1162,8
Середнє	64,0	146,5	269,4	399,1	215,9	128,4	1223,3

У сіянців гісопу при формуванні і дозріванні насіння спостерігали підсихання і відмирання генеративних пагонів (квітконосів). Насіння у рослин першого року життя дозрівало упродовж другої декади жовтня, тоді як у дво- й семирічних особин – з першої до третьої декади вересня.

В цілому тривалість періоду інтенсивного росту і розвитку від посіву до періоду спокою гісопу лікарського першого року життя склала 159 діб, сума активних температур 2610°C, ефективних – 1180°C (див. табл. 1–2).

При обрізанні пагонів рослин за умов позитивних температур вище +10°C у вересні-жовтні спостерігали незначне їх відростання, при нижчих температурах – фазу спокою.

У рослин другого-сьомого років вегетації пробудження рослин спостерігали за температури вище +5°C, а початок весняного відростання – вище +10°C, переважно з другої декади квітня. Очевидно, лімітуючим фактором була температура, про що свідчить дуже широкий діапазон показників сум активних і ефективних температур. Так, 2012 року упродовж фази весняного відростання відмічено мінімальну суму активних температур (101,3°C), 2014 – максимальну (171,8°C) у порівнянні з середньою за роки досліджень, яка склала 154,0°C. Мінімальна сума ефективних температур зафіксована 2012 року (21,3°C), максимальна – 2010 (149,9°C), середня – 64,0°C. Найсприятливіший режим зволоження упродовж березня-травня відмічено 2014 року, коли випали 194,1 мм опадів. Найменшу кількість опадів спостерігали у 2011 р. (92,2 мм).

Доведено, що згідно з Р.А. Карписоною (Karpisonova, 1985), за строками відростання гісоп лікарський належить до пізніх видів, весняне відростання яких розпочинається із встановленням стійкого тепла, яке зафіксовано у квітні-травні. І.В. Черных (Chernyih, 2004) відмічає, що для названих видів середньодобова температура повітря рівна +7...+10°C, а сума позитивних температур – близько 115–200°C, що підтверджується нашими спостереженнями. Фазу стеблуння спостерігали упродовж другої-третьої декади травня.

Упродовж цього періоду рослини потребували у середньому 355,1°C активних температур, від 331,2 (2012 р.) до 418,4°C (2014 р.) і відповідно 146,5°C; 86,8°C (2009 р.) – 185,4°C (2013 р.) ефективних температур (див. табл. 1–2).

Бутонізацію гісопу 2-7 років життя відмічено з останньої декади травня до останньої декади червня, коли сума активних температур у середньому складала 580,8°C, від 479,1 (2012 р.) до 656,6 (2009 р.) (див. табл. 1–2, рис. 2–3). Упродовж червня кількість опадів складала від 33,8 (2014 р.) до 144,6 мм (2011 р.), але це суттєво не вплинуло на темпи розвитку рослин.

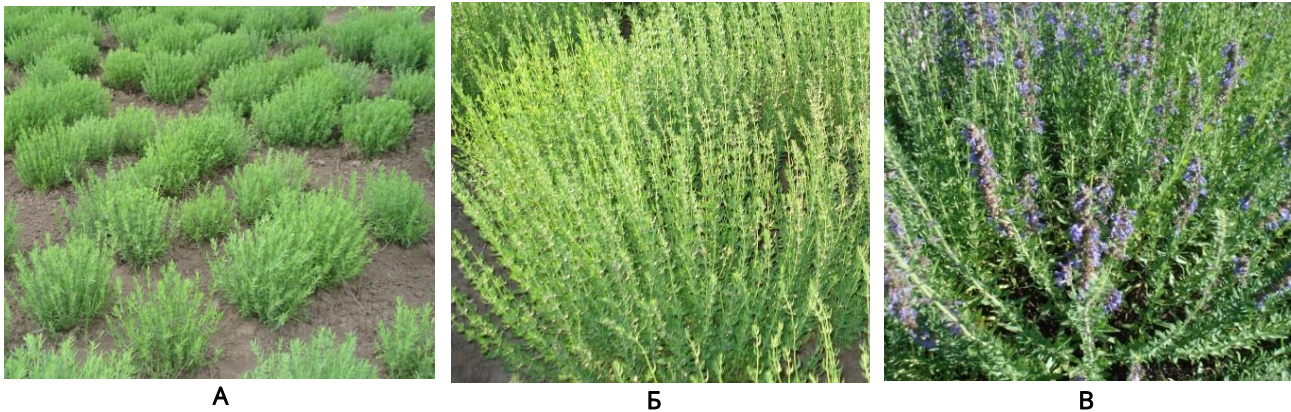


Рис. 2. Фази розвитку *H. officinalis*: А – весняне відростання, Б – бутонізація, В – цвітіння

За Р.А. Карписоною (Karpisonova 1985) гісоп лікарський віднесено до літньооквітучих рослин. Цвітіння гісопу лікарського є найтривалішою фазою, рослини масово квітували у липні - на початку серпня. За результатами наших досліджень мінімальна тривалість фази відмічена 2008 року (32 доби), максимальна – 2012 року (42 доби). У порівнянні з іншими фазами вегетаційного періоду під час цвітіння гісоп потребує значно більшої кількості тепла. Так, у середньому сума активних і ефективних температур, затрачених упродовж цвітіння складала 773,4°C і 399,1°C відповідно. Відмічено діапазон активних температур від 738,1°C (2011 р.) до 878,4°C (2012 р.), ефективних – 199,1°C (2012 р.) до 296,6°C (2009 р.) (див. табл. 1–2). Запас вологи у липні упродовж років досліджень регулювався опадами, кількість яких у липні варіювала від 50,6 мм (2013 р.) до 191,9 мм (2011 р.), у серпні їх кількість значно нижча – від 20,4 (2009 р.) до 83,3 мм (2013 р.).

Фазу масового плодоношення відмічали переважно у другій декаді серпня, хоча дуже чіткий перехід між фазами цвітіння-плодоношення виявити складно, тому що коли зацвітають верхні квітки суцвіття, у нижній його частині уже формується насіння. У цей період рослини використали у середньому 433,1°C активних температур (від 380,7°C 2014 року до 541,5°C 2010 року) і 215,9°C ефективних температур (від 190,7°C 2014 року до 311,5°C 2010 року) (див. табл. 1-2). Восени 2014 року спостерігали значне погіршення гідрологічної ситуації, що прискорило дозрівання насіння. Відзначено мінімальну кількість опадів упродовж вересня 2014 року (8,2 мм) максимальну 2013 – 200,9 мм.

У фазу дозрівання насіння спостерігали відмирання вегетативно-генеративних пагонів. При цьому відмічено побуріння стебел вище 10-20 см від кореневої шийки, а також листків і суцвіть. Для завершення активних життєвих процесів рослини використали у середньому 329,8°C активних (від 269,4°C 2010 року до 409,3°C 2012 року) і 128,4°C ефективних температур (від 97,9°C 2013 року до 194,7°C 2011 року) (див. табл. 1-2).

Встановлено, що в умовах Полісся України для рослини гісопу лікарського 2-7 років життя період від весняного відростання до відмирання квітконосів і формування насіння тривав у середньому 144 доби (від 133 днів 2010 року до 147 днів 2014 року). Діапазон необхідних для всього періоду сум температур був незначним: активних – від 2548,2°C (2011р.) до 2696,3°C (2012 р.), у середньому - 2626,2°C; ефективних – від 1152°C (2009 р.) до 1402,2°C (2010 р.), у середньому – 1223,3°C. Найменшу річну кількість опадів відмічено 2014 року (555,8 мм), найбільшу – 2013 року (817,6 мм).

Результати наших досліджень підтверджують думку ряду учених про те, що на сезонний розвиток рослин, окрім температури повітря, також впливає температура ґрунту, вологість, особливості підстиляючої поверхні, кількості сонячної радіації і багато інших факторів (Shibko and Aksenov, 2011). Недостатній режим зволоження упродовж фази цвітіння-плодоношення 2012 і 2014 років суттєво не вплинув на інтенсивність розвитку рослин.

Спостереження показали, що якщо температура повітря тривалий період не знижувалась понад +10°C, після зрізання квітконосів рослини гісопу починали відростати. За стійкого зниження середньодобової температури, рослини переходили до стану спокою. Упродовж зими майже всі зелені листки поступово відмирили.

За результатами багаторічних спостережень (2008-2014 рр.), побудовано фенологічні спектри з урахуванням кліматичних умов зростання гісопу лікарського (рис. 3).

Здійснений аналіз феноспектрів сезонного ритму розвитку інтродуцента дозволив гісоп лікарський віднести до весняно-літньо-осінньозелених рослин. Вони розпочинають вегетацію весною, а восени потрапляють під сніг зеленими. Це підтверджує думку Р.А. Карписонової (Karpisonova 1985) і І.В. Черних (Chernyih, 2004) про те, що тривалість вегетації рослин лімітується тривалістю вегетаційного періоду.

У сянців гісопу лікарського першого року життя в умовах Полісся України тривалість періоду інтенсивного росту і розвитку від посіву до періоду спокою складала 159 днів, сума активних температур 2610°C, ефективних – 1180°C. У рослин гісопу лікарського 2-7 років життя період від весняного відростання до відмирання квітконосів і формування насіння тривав у середньому 144 доби (від 133 днів 2010 року до 147 днів 2014 року). Діапазон необхідних для всього періоду сум

температур був незначним: активних – від 2548,2°C (2011 р.) до 2696,3°C (2012 р.); ефективних – від 1152°C (2009 р.) до 1402,2°C (2010 р.). Дефіцит вологозабезпечення суттєво не впливав на тривалість сезонних ритмів *H. officinalis*.

Місяць	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень			Тривалість вегетаційного періоду, днів	
	Рік/ Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		3
2008																							159
2009																							154
2010																							133
2011																							141
2012																							144
2013																							146
2014																							147

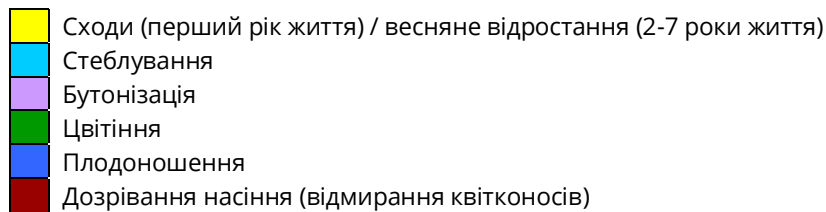


Рис. 3. Фенологічні спектри сезонного розвитку *H. officinalis* в умовах Полісся України.

Висновки

Найбільшу кількість тепла рослини гісопу лікарського потребували у період цвітіння. Встановлено, що під час проходження повного циклу розвитку рослини гісопу лікарського із загальної суми активних температур витрачали у середньому: на проростання насіння і весняне відростання 5,9%, на стеблування 13,5%, бутонізацію 22,11%, цвітіння 29,5%, плодоношення 16,5%, дозрівання насіння і відмирання квітконосів 12,6%, а ефективних – відповідно 5,2%, 11,9%, 22%, 32,6%, 17,7%, 10,5%. Дефіцит вологозабезпечення суттєво не вплинув на тривалість сезонних ритмів *H. officinalis*. Кліматичні умови зони Полісся України дозволяють гарантовано отримувати рослинну сировину гісопу лікарського упродовж одного вегетаційного періоду, що свідчить про адаптацію інтродуцента до нових умов зростання.

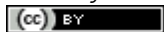
References

- Belenovskaya, L.M., Korkhov, V.V., Matz, M.N., Medvedeva L.I. (1991). Plant sources of USSR. Flowering plants, their chemical composition and application. Families Hippuridaceae-Lobeliaceae. Saint Petersburg. Nauka (in Russian).
- Beydeman, I.N. (1974). The methodology of studying the phenology of plants and plant communities. – Novosibirsk: Nauka (in Russian).
- Chernyih, I.V. (2004). Introduction of spicy aromatic and essential oil plants in the forest-steppe zone of the Southern Urals and their use in eco-protective assistance to the population. Thesis of Doctoral Dissertation. Ufa (in Russian).
- Džamić A.M., Soković M.D., Novaković M., Jadranin M., Ristić M.S., Tešević V., Marin P.D. (2013). Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. Piliifer (Pant.) murb. essential oil and deodorized extracts. Industrial Crops and Products, 51, 401–407. Doi: [10.1016/j.indcrop.2013.09.038](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.038)
- Ivanov, M.G. (2006). Influence of sowing schemes and soil conditions on the yield of *Hyssopus officinalis* L. plants in the north-west of Russia. Modern high technologies, 8, 75–76 (in Russian).
- Ivanov, M.G. (2011). Methods of the accelerated creation of perennial honey plantations of oregano and hyssop in the conditions of the North-West of the Russian Federation. Fundamental Research 4: 53-58 (in Russian).
- Kalinichenko, L.V. (2013). Agrobiological features of the hyssop officinalis (*Hyssopus officinalis* L) and ways to increase the productivity of the crop in the non-chernozem zone. Author's abstract. Moscow (in Russian).
- Karpisonova, R.A. (1985). Grassy plants of broad-leaved forests of the USSR: Ecological-floristic and introductory characteristics. Moscow. Nauka (in Russian).
- Kizil, S, Haşimi, N, Tolan, V, Kilini E., Karataş, H. (2010). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) essential oil. Not Bot Hort Agrobot Cluj-Napoca, 38, 99–100.

- Kotyuk, L. (2013). Biochemical constituents of *Hyssopus officinalis* L. depending on characteristics. Visnyk Lviv Univer. Series Biology, 62, 302–308 (in Ukrainian).
- Kotyuk, L., Rakhmetov, D. (2015). Antimicrobial activity of ethanol extract of the *Hyssopus officinalis* L. (Lamiaceae). Visnyk of the Lviv University. Series Biology, 70, 237–244 (in Ukrainian).
- Kotyuk, L.A. (2015a). Hyssop composition depending on age and plants development phases. Biotechnologia acta, 8 (5), 55–63. doi: [10.15407/biotech8.04.055](https://doi.org/10.15407/biotech8.04.055) (in Ukrainian).
- Kotyuk, L.A. (2015b). Ontomorphogenesis of *Hyssopus officinalis* L. introduced in conditions of ZhNAEU's Botanical Garden. Mod. Phytomorphol, 7, 135–146. doi: [10.5281/zenodo.160381](https://doi.org/10.5281/zenodo.160381) (In Ukrainian).
- Kotyuk, L.A. (2016). Features of micromorphological structure of medicinal hyssop. Mod. Phytomorphol, 10, 59–67. doi: [10.5281/zenodo.155362](https://doi.org/10.5281/zenodo.155362) (In Ukrainian).
- Kukhareva, L.V., Pashina, G.V. (1986). Useful herbaceous plants of natural flora. Minsk: Science and Technology (in Russian).
- Kurbatova, N., Mukhitdinov, N., Tuyakova, A., Abidkulova K. (2009). Botanical and photochemical studies on *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Kazakhstan. Proc. T. Shevchenko Kyiv Nat. Univer. Introduct. Protect. Plant Divers, 25–27, 95–97 (in Ukrainian).
- Minarchenko, V.M. (2005). Medicinal vascular plants of Ukraine (medicinal and resource significance). Kyiv: Phytosociocentre (In Ukrainian).
- Plant Resources of the Soviet Union. (1991). Flowering Plants, Their Chemical Composition and Use. The Families Hippuridaceae-Lobeliaceae. Saint Petersburg: Nauka (in Russian).
- Rabotiagov, V.D., Svydenko, L.V., Derevianko, V.N., Boyko, M.F. (2003). Aromatic and medicinal plants, introduced in the Kherson region (ecological and biological characteristics and economic valuable features). Ailant, Kherson. (In Russian)
- Rabotnov, T.A. (1950). Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses. Proceedings of BINAN USSR. Ser. 3. Geobotany, 6, 7–204 (in Russian).
- Shibko, A.N., Aksenov, Yu.V. (2011). Phenological peculiarities and growth dynamics of *Hyssopus officinalis* L. for the Crimean foothills cultivation conditions. Proceedings of Nikita Botanical Garden, 133, 248–258 (in Ukrainian).
- Shibko, O.M. (2012). Biological features of the *Hyssopus officinalis* L. in the minds of the Prehistory Zones to Krim. Thesis of Doctoral Dissertation. Yalta (in Ukrainian).
- Svidenko, L.V., Shibko, A.M., Rabotyagov, V.D. (2011). Features of growth and development of *hyssopus officinalis* L. at introduction in the steppe zone of the south of Ukraine. News of Biosphere Reserve "Askania Nova", 11, 205–209 (in Russian).
- Uranov, A.A., Smirnova, O.V. (1969). Classification and main features of the development of populations of perennial plants. Bull. MOIP. Otd. Biol. MT, 79(1), 19–135 (in Russian).
- Vlase, L., Benedec, D., Hanganu, D., Damian, G., Csillag, I., Sevastre, B., Mot, A.C., Silaghi-Dumitrescu, R., Tilea, I. (2014). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities and phenolic profile for *Hyssopus officinalis*, *Ocimum basilicum* and *Teucrium chamaedrys*. Molecules, 19, 5490–5507. doi: [10.3390/molecules19055490](https://doi.org/10.3390/molecules19055490)
- Voronina, E.P., Godunov, U.N., Godunov, E.O. (2001). New aromatic plants for Non chornozem zone. Moscow. Nauka (in Russian).
- Zawiślak, G. (2013). Morphological characters of *Hyssopus officinalis* L. and chemical composition of its essential oil. Mod. Phytomorphol, 4, 93–95. Doi: [10.5281/zenodo.161195](https://doi.org/10.5281/zenodo.161195)

Citation:

Kotyuk, L.A., Shvaika, O.V. (2018). Seasonal rhythms of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Zhytomyr Polissya. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 335–341.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License
