

участі клітинного пулу HSP90 у підтримці білкового гомеостазу за нормальних і стресових умов, регуляції та стабілізації росту і розвитку рослин. Функціонування шаперонів досліджено в експериментах з *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. з використанням специфічних інгібіторів і мутанту. Для аналізу ролі HSP90 в стабілізації росту і морфогенезу проти стохастичних процесів використовували екотипи Col і Ler і мутант hsp90-1. Дослідження участі шаперонів у прихованні генетичних змін проводили на генетично поліморфному матеріалі різного походження (насіння з рослин природних популяцій; насіння екотипів, опромінене УФ-В і гамма-радіацією). Феномний аналіз проростків показав, що зниження функціональної активності HSP90 призводить до посилення гетерогенності за темпами росту і появи проростків з різноманітними морфологічними відхиленнями. В поліморфному матеріалі цей ефект був більш вираженим, крім того зменшення частки проростків зі значними морфологічними аномаліями корелювало зі збільшенням частки непрокльованого насіння. Такі результати свідчать про участь HSP90 в каналізації процесів росту і нормального формотворення шляхом стабілізації білків-клієнтів. Крім того, досліджено вплив інгібування HSP90 на синтез HSP (Вестерн-блот-аналіз HSP90 і HSP70) та стійкість проростків до високої температури і гамма-радіації. Отримані дані підтверджують регуляцію шаперонами HSP90 синтезу HSP як складової стресової реакції і крос-толерантності. Особливості функціонування HSP90 дають можливість розглядати взаємозв'язок залежних від них процесів.

**N. Ya. Levchyk, N. V. Skrypchenko, A. V. Liybinska,  
O. P. Yunosheva, O. I. Dziuba, D. B. Rakhmetov  
IMPACT OF ESSENTIAL OIL OF VITEX AGNUS-CASTUS L.  
ON IN VITRO RHIZOGENY**

M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine  
Timiryazevska str. 1, Kyiv, 01014, Ukraine  
Kyiv, Ukraine, e-mail: levchyk.n@ukr.net

Biotechnological usage of plant tissue cultures in pharmacognosy is based on the ability of cells to synthesize various substances in vitro: glycosides, phenolic compounds, cardiac steroids, saponins, lignins, flavonoids, terpenoids, alkaloids, etc. Implementation of cell cultures prevent from extinction thousands of rare plant species capable to synthesize useful substances. It is known that formation of morphological structures (sprouts, roots, embrioids) in callus is accompanied by increasing generation of bioactive substances in the culture.

Increased production can be achieved by further studies of selection of specialized cell populations and optimization of culture conditions. Thus, there is a search for natural volatiles with antifungal and antibacterial properties in order to use them in plant sterilization in vitro.

The objects of study were plants of *V. agnus-castus*, introduced in M. Gryshko National Botanical Garden (NBG) of NAS of Ukraine. Plant species of the genus *Vitex* L. belong to prospective plants with essential oils, due to their valuable medicinal, nutritive, aromatic, honey, technical and essential oils decorative properties that qualify them for use in various industries such as pharmaceutical, cosmetology and food (DOGAN Y. 2011, DONNA E. Webster. 2008; HOBERG E. 1999, STOJKOVIC D. 2011, VISHWANATHAN A.S. 2010).

The study aimed to determine qualitative and quantitative contents of essential oil of *V. agnus-castus*, introduced in right-bank forest-steppe zone of Ukraine, and its allelopathic and antifungal activity. The influence of essential oil on regenerative abilities in vitro was studied on the *A. deliciosa* specimens grown in the NBG collection of vine fruit plants. The vegetative reproduction of these plants by traditional breeding methods is difficult and of low efficiency. According to previous studies, shoots of *A. deliciosa* exhibit low coefficient of phytohormone balance and low regeneration abilities, with the maximum percent of rooting explants no more than 10-20 % (SKRYPCHENKO et al., 1999).

It is known that quantitative content of essential oil of *Vitex* plants is species-specific and changes according to vegetation phase, reaching maximum (0.51%-0.65 %) at the height of plant metabolic processes (flowering, fructification phases) and the end of vegetation.

Qualitative analysis of essential oil of *V. agnus-castus* shows that its main components are 1,8-cineole, sabinene, limonene and the  $\alpha$ -pinin. Though the percentage ratio of the components does somewhat change in the course of vegetation, the major components per species remain constant regardless of the plantation's location (LEVCHYK, 2013).

According to our studies, essential oil of *V. agnus-castus* has potent fungicidal and fungistatic influence on test cultures of *Aspergillus niger* van Tiegh, *Alternaria alternata* (Fr.) Keisser, *Fusarium culmorum* (Sm.) Sacc. The homeostasis of fungal cells was disturbed, resulting in full inhibition or partial suspension of mycelium growth, lack of sporogony, and changes in pigment generation. In addition differ in resistance to toxic influence of *V. agnus-castus* essential oil. The most resistant to this influence is the culture of *Alternaria alternata*.

The level of antifungal activity of volatile oil changed in accordance with the vegetation phase, highest during flowering, fruiting and at the end of vegetation, relating to the changes in qualitative composition and quantitative contents of essential oil over the course of plant vegetation. The oil activity persisted for ten days, and the aftereffects continued for two months. It was evidenced by the changed color of mycelium of fungal culture from cherry-pink to beige.

Application of essential oil suspends the mycelium growth most effectively if the oil was produced by flowering or fruiting plants. Suspension of sporogony of *Aspergillus niger* culture due to influence of essential oil of *V. agnus-castus* is observed on all of the plant's vegetation phases and is directly related to the oil dosage. At the end of plant vegetation, fungal sporogony is shown to be suspended, the GSZ becoming unnoticeable. Suspension of sporogony and culture growth of *Aspergillus niger* due to influence of the volatile oil of *Vitex* plants continued for two months, that of the *Alternaria alternata* culture – for ten days.

In order to implement the observed antifungal properties of *V. agnus-castus* volatile oil, it was used for sterilization of *A. deliciosa* explants that were cultured in vitro. The in vitro graftage and direct regeneration were ineffective for these plants, due to the dense pubescence of their leaves and stems, whereas the approach of culturing sterile plants through regeneration showed promise.

It should be noted that formation of vast amounts of callus is necessary to rooting of *A. deliciosa* plants in case of micropropagation.

As a result of three months of observations, it was found that the control plants developed into fully functional specimens, plants of test №1 (1  $\mu$ L) formed callus two times of the control amount, but no roots, morphometric parameters of plants of test №2 (5  $\mu$ L) remained unchanged, and plants of test №3 (10  $\mu$ L) died.

Hence, according to our results, the essential oil of plants of *V. agnus-castus* species has high allelopathic activity (both inhibitory and stimulating), the levels of which depend on the qualitative composition of the essential oil, and concentration of volatile components per volume of medium. The essential oil of *V. agnus-castus* showed the most inhibitory activity on plants of *A. deliciosa* when added at volumes of 5 and 10  $\mu\text{L}$ . Too high or too low concentrations of the oil in the medium are limiting factors that inhibit or stimulate the new formations;

It was shown that the essential oil of *V. agnus-castus* can be implemented in vitro in order to produce callus as a source of biologically active substances, and for bolstering the effectiveness of biotechnological methods of cultivation of *A. deliciosa*.

<sup>1,2</sup>Лупак О., <sup>2</sup>Клепач Г., <sup>3</sup>Антоняк Г.

### ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА АКТИВНІСТЬ ЕНЗИМІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ У РОСЛИНАХ *CALENDULA OFFICINALIS* L. В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

<sup>1</sup>Львівський національний аграрний університет  
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівська область, 30831, Україна

<sup>2</sup>Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. Т. Шевченка, 23, м. Дрогобич, Львівська область, 82100, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Саксаганського, 1, м. Львів, 79005, Україна

e-mail: oksana\_lupak@ukr.net

**Lupak O., Klepach H., Antonyak H. THE EFFECT OF BIOSTIMULANTS ON THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT SYSTEM ENZYMES OF *CALENDULA OFFICINALIS* L. PLANTS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE.** The aim of this work was studying the enzymes activity of antioxidant system of *Calendula officinalis* L. of the variety «Polova krasunia», cultivated under conditions of the Western Forest-steppe zone of Ukraine. It is determined, that plants of *Calendula officinalis*, grown under the influence of biostimulants are characterized by higher productivity and well enzymatic activity of antioxidant protection comparing with control. The best results were obtained in the variant with applying biostimulant «Vermibiomag».

Завдяки широкому спектру фармакологічних властивостей *Calendula officinalis* L. є цінною сировиною для офіційної та народної медицини. Природні антиоксиданти, каротиноїди, флавоноїди та інші БАП лікарської рослинної сировини, зумовлюють протизапальну, антисептичну, спазмолітичну, ранозагоювальну, седативну, сечогінну, жовчогінну дію рослини [Шелудько, 2013]. Їхній вміст у квітках *C. officinalis* значно залежить від ґрунтово-кліматичних умов та генетичних особливостей сорту. Для підвищення толерантності лікарських рослин до стресових чинників різного походження за їх вирощування у польових умовах рекомендують вносити біостимулятори росту [Терек, 2011; Лупак, 2016]. За стресових умов рослини здатні до надсинтезу ензимів, а також деяких метаболітів антиоксидантної системи, що дає змогу клітинам уникнути токсичної дії вільних радикалів [Косаківська, 2003; Майор, 2011].

Мета роботи – дослідити активність ензимів антиоксидантного захисту рослин *C. officinalis* сорту «Польова красуня» за вирощування в умовах Західного Лісостепу України із застосуванням біостимуляторів росту. Дослідження здійснювали