

R. Palagecha, PhD, deputy director of the scientific work, O.V.Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology" National Taras Shevchenko University of Kiev I. Lisnjak Dr. Sci. (Biol.), senior staff scientist, Institute of experimental pathology, oncology and radiobiology named R. Kavetsky NASU

### DEFINITION ANTITUMOR ACTIVITY OF EXTRACTS OF POLYPHENOLS FLAVONOIDS GROUP: MAGNOLOL, HONOKIOL AND OBOVATOL RETRIEVED FROM THE BARK OF MAGNOLIA (*MAGNOLIA* L.)

The antineoplastic action of extracts obtained from a bark *Magnolia kobus*, *M. salicifolia*, *M. obovata*, *M. officinalis* has been investigated. The absence of a cytotoxic or cytostatic effect of obtained extracts on the tumor cells in vitro has been determined. The carried out investigations, meanwhile, demonstrated the presence of strongly pronounced antiangiogenic action. The inhibition percentage of formation of procapillary structures in vitro was different though inherent for every of the investigated species. For *M. obovata* it was 20%, *M. officinalis* – 75%, *M. salicifolia* – 51%, *M. kobus* – only 9%.

It has been carried out the chromatographic fractionation of active magnolia polyphenols: dominant among them are magnolol and honokiol. It has been shown that the antiangiogenic activity is peculiar to the both minor components of polyphenols. The most pronounced and active one we could watch in honokiol, it amounted 58%, whereas in magnolol it was only 23%.

**Key words:** *Magnolia*, magnolol, obovatol, honokiol, neoplasm, cytostatic, angiogenes, antineoplastic action, antiangiogenes.

УДК 582.736.3:581.165.1

Ю. Перегрим, асп., А. Голубенко, канд. біол. наук, наук. співр. Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка

### ВЕГЕТАТИВНЕ РОЗМНОЖЕННЯ EX SITU *ASTRAGALUS CRETOPHILUS* KLOKOV ТА *ASTRAGALUS ODESSANUS* BESSER

Представлено результати досліджень з окорінення здерев'янілих живців, введення в асептичну культуру та вегетативного розмноження in vitro двох рідкісних видів роду *Astragalus* L. Доведено можливість вегетативного розмноження за умов оранжереї та виявлено здатність до кількох тунів морфогенезу in vitro *Astragalus cretophilus* Klokov та *Astragalus odessanus* Besser.

**Ключові слова:** *Astragalus*, рідкісні види, вегетативне розмноження, мікроклональне розмноження, збереження.

*Astragalus cretophilus* Klokov та *Astragalus odessanus* Besser – рідкісні види, що занесені до "Червоної книги України" (2009) з природоохоронним статусом – "рідкісний". Ці два види морфологічно подібні між собою і були виділені з *A. cornutus* auct. non Pall. на підставі виявлених відмінностей у формі листків та кількості їх пар, а також у термінах цвітіння та плодоношення. *A. cretophilus* і *A. odessanus*, згідно класифікації життєвих форм К. Раункієра, є хамефітами, пагони яких сягають висоти 100 см [12]. Згідно класифікації життєвих форм І.Г. Серебрякова ці види є напівкущами [9].

Характеризуючи сучасне географічне поширення *A. cretophilus* і *A. odessanus*, слід відмітити, що це вікарні види. *A. cretophilus* поширений у межах басейну річки Дон. В Україні вид зростає у східній частині Лісостепу й Степу в межах басейну Сіверського Дінця на території Луганської та Харківської областей. *A. odessanus* – причорноморський вид у широкому розумінні, поширений у Північному Причорномор'ї, Правобережному степу (у межах підзони типчаково-ковилово-різнотравних степів) та західній частині Лівобережного Злакового степу в межах Кіровоградської, Дніпропетровської, Одеської, Миколаївської, Херсонської та Запорізької областей [11; 12].

Нині генофонд популяцій *A. cretophilus* і *A. odessanus* недостатньо репрезентований на території природно-заповідного фонду країни. Так, *A. cretophilus* зростає лише у межах відділення "Стрільцівський степ" Луганського природного заповідника, а *A. odessanus* – на території природного заповідника "Сланецький степ" та трьох Національних природних парків: "Бузький Гард", "Приазовський" та "Великий луг" [3]. Крім того, ці види представлені у колекціях Криворізького (*A. cretophilus*, *A. odessanus*) та Донецького (*A. cretophilus*) ботанічних садів НАН України [6]. Проте, однією з причин нестабільності чисельності особин у популяціях *A. odessanus* та *A. cretophilus* вважають нездатність рослин до вегетативного розмноження [6; 12]. Тому проблема збереження генофонду *A. cretophilus* та *A. odessanus* та розробка технологій

ефективного розмноження цих рослин в умовах культури, без сумніву, є актуальною на сьогоднішній день.

Для вирішення проблеми збереження цих рідкісних видів ми розпочали роботу з інтродукції *A. cretophilus* та *A. odessanus* в умовах Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна саме за допомогою вегетативного розмноження, оскільки такий спосіб міг би прискорити строки введення їх в культуру та пришвидшити отримання насіння. Цілком виправданою є розробка методів живцювання груп рослин, які до цього часу не вдавалося розмножити вегетативним шляхом, адже здатність до регенерації – це властивість будь-якого живого організму [10].

**Матеріали та методи.** Вегетативне розмноження *A. cretophilus* та *A. odessanus* проводили шляхом окорінення здерев'янілих живців за власними модифікаціями загальноприйнятих методик [4; 8–10]. Заготівля живців відбувалась ранньою весною, до початку сокоруху, з метою використання живцями пластичних речовин рослини, які були накопичені в пагонах з осені, першочергово для коренеутворення, і лише згодом – для процесів росту вегетативної маси [9].

Відбір здерев'янілих пагонів з дикорослих екземплярів досліджуваних рослин здійснювали ранньою весною (березень – квітень) до стадії набухання бруньок. *A. cretophilus* був привезений 5 березня 2013 року з експедиції по Луганській області, а *A. odessanus* – з експедиції по Херсонській області 1 квітня 2013 року. Нарізали живці завдовжки 10–15 см з 2–3-ма міжвузлями. Нижній навскісний зріз виконували під кутом 45°.

У якості субстрату використовували перліт фракції 2–3 мм. У контрольному досліді субстрат зволожували відстояною водогінною водою і розміщували у ньому живці на глибині 3–5 см., у зв'язку з найкращим повітряним режимом на цій глибині. Над поверхнею ґрунту залишали 3 бруньки з однією – біля самої поверхні [8]. Водночас, в іншому досліді, застосували обробку живців розчином для стимуляції окорінення з додаванням  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти (НОК), який готували безпосередньо перед використанням. Розчин окорінювача

виготовляли за такою схемою: 500 мг НОК розчиняли у 2 мл 1 N-го КОН і 2 мл 96%-го C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ОН (етилового спирту) при нагріванні, після чого доводили його дистильованою водою до 100 мл. Обробку проводили протягом години, зануривши базальні частини живців у розчин стимулятора окорінення. Решту досліду проводили за схемою контрольного. Для кожного виду досліди виконували у п'яти повторностях. Укорінені живці з перліту були пересаджені в горщики з ґрунтосумішшю (дернова земля : торф : пісок у співвідношенні 2:2:1) і надалі культивувались в умовах інтродукційної теплиці при денному освітленні та середній температурі 22°C.

При введенні в культуру *in vitro* в якості первинного культивативного матеріалу використовували закриті бруньки, вузлові сегменти та листки 7–10-денних пагонів, отриманих шляхом "вигонки" на здерев'янілих жив-

цях тих же рослин, що були використані для дослідів з живцювання у септичних умовах. Стерилізацію вегетативних органів рослин виконували за схемою: 70%-й етанол – 20 с (для бруньок – 1 хв.), 0,1%-й розчин HgCl<sub>2</sub> – 7–8 хв (для бруньок – 12 хв), 3-кратне промивання стерильною дистильованою водою – по 1 хв. Після стерилізації бруньки відокремлювали від пагона, знімали покривні луски і зовнішні шари листкових примордіїв, а вивільнену меристему з 2–3-ма примордіями переносили на живильне середовище. Молоді пагони після стерилізації розрізали на відрізки, кожен з яких містив бічну або апікальну бруньку, і висаджували на середовища для мікроклонування або ризогенезу; листки видаляли і розміщували на поверхні живильного середовища для калюсогенезу (рис.1).



Рис.1. Підготовка первинних експлантів *A. cretophilus* Klokov до стерилізації для введення в асептичну культуру

Первинні експланти культивували на різних експериментальних видах живильних середовищ, основою для яких було агаризоване (7% розчин агар-агару) середовище Мурасіге-Скуга (МС) [15] з розведеним удвічі вмістом макро- і мікросолей (МС/2) і з додаванням вітамінів (нікотинова кислота, піридоксин – по 0,5 мг/л, тіамін – 1 мг/л), мезо-інозиту (100 мг/л) і сахарози (20%) з рН 5,7–5,8. Мікроклональне розмноження астрагалів проводилося за власними модифікаціями опублікованих у літературних джерелах методик [5; 7]. Впродовж 7-ми місяців з моменту введення рослин *A. cretophilus* та *A. odessanus* в культуру *in vitro* було протестовано 9 агаризованих живильних середовищ, що містили індолилоцтову (ІОК) та нафтилоцтову (НОК) кислоти, 2,4–дихлорфеноксиоцтову кислоту (2,4-Д), кінетин та 6-бензиламінопурин (БАП) у різних поєднаннях концентрацій.

Статистичну обробку проводили за методикою Б.А. Доспехова [2].

**Результати та їх обговорення.** Відомо, що живці, отримані з надто молодих пагонів, ще не мають здатнос-

ті утворювати додаткові корені і тому швидко загнивають та практично не окорінюються. За літературними даними, окорінення живців зі збільшенням віку пагонів, як правило, не зменшується, що можна пояснити кращим розвитком кореневих зародків, які за певних умов легко перетворюються на корені [1; 9]. Трав'янисті живці, що не встигли визріти, швидко гинуть від руйнування мікроорганізмами, не утворюючи ні калюсо, ні коренів. [1]. Тому в наших дослідах ми віддали перевагу саме здерев'янілим живцям, хоча в деяких літературних джерелах вважають, що зелене живцювання є більш ефективним [10].

За нашими спостереженнями, період окорінення живців становив 30–60 діб. Відсоток живців, що утворили корені виявився невисоким – *A. cretophilus* – 12,1±3,99% та *A. odessanus* – 3,46±1,05%, проті отриманий результат свідчить про потенційну здатність до вегетативного розмноження досліджуваних видів астрагалу та можливість здійснення його в штучно створених умовах (табл.1).

Таблиця 1

Окорінення здерев'янілих живців *A. cretophilus* Klokov та *A. odessanus* Besser

Вид	Кількість окоріненних живців, %	Середня кількість коренів на живець, шт.	Середня Довжина коренів, см	Довжина приросту надземної частини, см	Діаметр живців, см	Діаметр окоріненних живців, см	Кількість утворених вузлів, шт.
<i>A. cretophilus</i>	12,10±3,99	2,4±0,31	16,31±3,76	12,11±1,91	0,50±0,20	0,55±0,03	7,65±0,50
<i>A. odessanus</i>	3,46±1,05	1,42±0,19	5,64±1,90	6,15±1,83	0,51±0,02	0,51±0,10	4±0,67

Як видно з таблиці, рослини *A. cretophilus* при живцюванні в умовах інтродукційної теплиці показали значно вищу морфогенетичну активність та життєздатність, ніж *A. odessanus*. Кількість окоріненних живців *A. cretophilus* перевищувала кількість таких живців у *A. odessanus* втричі. Середня кількість коренів, середня сумарна довжина коренів, довжина приросту надземної

частини та кількість утворених вузлів у *A. cretophilus* теж були вищими, ніж у *A. odessanus*. Виявлено, що діаметр живців не впливає на їх окорінення.

У обох досліджуваних видів довжина приросту надземної частини та коренів коливалась в широких межах. Так, у *A. cretophilus* довжина пагонів варіювала від 4,4 до 38,5 см, а коренів – від 1,2 до 61,5 см. У *A. odessanus* ці

показники становили 0,8–13,2 см та 0,8–19,6 см відповідно. Ми припускаємо, що це залежало від рівня ендогенних фітогормонів, які накопичились у зрілих пагонах, використаних для живцювання, протягом попереднього вегетаційного сезону. Крім того, різна довжина пагонів і коренів на живцях свідчить про те, що морфогенез активується у живців з різною швидкістю. Це вважається типовим явищем для важковкорінюваних рослин [8].

Дослідження впливу екзогенного ауксину (500 мг/л НОК) на окорінення живців обох видів астрагалу показали відсутність позитивного впливу на коренеутворення у живців *A. cretophilus* та *A. odessanus*. Навпаки, спостерігалось гальмування окорінення, у порівнянні з контролем (рис.2).

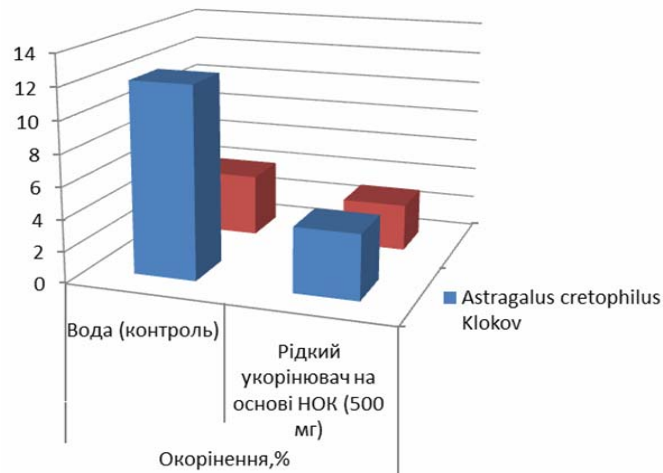


Рис. 2. Окорінення здерев'янілих живців *A. cretophilus* Klokov та *A. odessanus* Besser при обробці їх розчином нафтилоцтової кислоти

При розробці технології стерилізації вегетативних органів *A. cretophilus* та *A. odessanus*, взятих з природних умов, виявилось, що поверхнева обробка закритих бруньок стерилізуючими речовинами не була ефективною. Про це свідчать ознаки переважно грибної, рідше бактеріальної, контамінації, які виявлялись протягом тижня після розміщення бруньок, простерилізованих та очищених від поверхневих лусок, на живильному середовищі. Більш вдалою для отримання первинного культивувального матеріалу була "вігонка" молодих пагонів, для чого базальні кінці пагонів з бруньками занурювали в дистильовану воду і витримували при 24°C протягом тижня при денному освітленні. Отримані зелені пагони завдовжки до 3 см мали по 2–3 вузли та по стільки ж листків. Вузлові відрізки та листки з цих пагонів піддавали стерилізації та висаджували на агаризоване живильне середовище МС/2 (листки – на середовище для калюсогенезу). Якщо протягом 10 діб ознаки грибної інфекції не виявлялись, первинні експланти переносили на живильні середовища з цитокінін- та ауксинактивними регуляторами росту.

На середовищі МС/2 без додавання регуляторів росту вузлові експланти астрагалів виявляли здатність до повільного росту (приріст за місяць менше 1 см). Більш ефективним виявилось послідовне культивування їх на живильному середовищі з додаванням 1 мг/л БАП та 0,4 мг/л ІОК протягом 2 тижнів, після чого експланти переносили на безгормональне середовище, на якому витримували до 2-х місяців. При цьому спостерігали активний ріст і галуження пагонів, утворення мікрокущів з адвентивних пагонів (мікроклонів), які відокремлювали один від одного і використовували для мікроживцювання (рис. 3). Мікроживці культивували як на безгормональному МС/2, так і на середовищі з додаванням 0,1 мг/л кінетину. На обох видах середовища спостерігався подальший ріст і галуження пагонів, які надалі використовували для вегетативного розмноження (мікроживцювання) *in vitro*. Проте, на середовищі з кінетином рідше траплялось підсихання листків і пагонів.



Рис. 3. Вегетативне розмноження *A. cretophilus* Klokov *in vitro*: відокремлення мікроклонів

При тривалому культивуванні на обох середовищах рослини виявляли здатність до спонтанного ризогенезу, що характеризувався певними особливостями: адвентивні корені завжди утворювались на пагонах над поверх-

нею середовища, не занурюючись у нього, а зі збільшенням росту кореня понад 1 см на апікальній його частині утворювалось потовщення; досягши середовища, корінь продовжував свій ріст, розташовуючись на поверхні суб-

страту (рис. 4,а). Ризогенез у товщі субстрату спостерігався в єдиному випадку: на живильному середовищі МС/2 без додавання регуляторів росту рослина утворила масивний слабо розгалужений корінь з апікальними потовщеннями (рис. 4, б,в,г). Додавання до середовища ауксинів у низьких концентраціях (0,2 мг/л ІОК та 0,02 мг/л НОК) стимулювало ризогенез, але, як і в попередніх

випадках, корені утворювались над поверхнею середовища. Очевидно, корені *A. cretophilus* та *A. odessanus* потребують певного рівня аерації, яка відсутня в агаризованих середовищах. При подальшому вдосконаленні технології мікроклонального розмноження астрагалів необхідно враховувати цю їх особливість, підбираючи проникні для повітря субстрати.

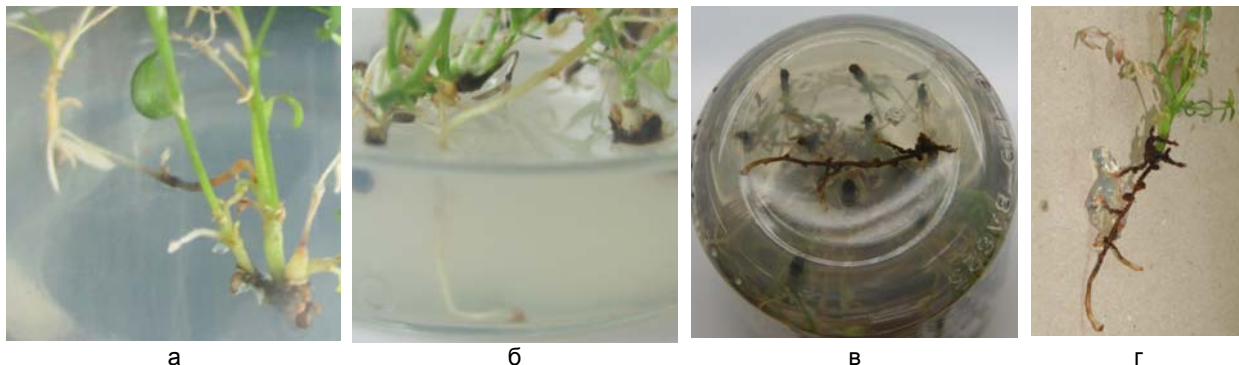


Рис. 4. Ризогенез *A. cretophilus* Klokov in vitro: а) утворення коренів на живцях над субстратом; б) і в) корінь, занурений в середовище; г) укорінений мікроживець

Додавання до живильних середовищ 2,4-Д (1 мг/л) в поєднанні з БАП (0,08 мг/л) ініціювало калюсогенез на листових експлантах *A. cretophilus* та *A. odessanus*. При культивуванні листків *A. cretophilus* на цьому середовищі у темряві за температури 26°C понад 2 місяці утворювався морфогенний калюс, з

якого на цьому ж середовищі було отримано етиольовані пагони-регенеранти, що були переведені в цикл мікроклонального розмноження (рис. 5). Листки *A. odessanus* виявили здатність до калюсогенезу, але регенерації ми не спостерігали.



Рис. 5. Регенеранти *A. cretophilus* Klokov з калюсу листового походження

Отже, при введенні експлантів *A. cretophilus* в асептичну культуру ми спостерігали їх здатність до кількох типів морфогенезу: проліферації адвентивних бруньок і пагонів з них, ризогенезу, калюсогенезу та регенерації пагонів з калюсу, що свідчить про високий морфогенетичний потенціал рослин цього виду. На це вказує і середня кількість мікроклонів, отриманих за півроку, яка становить 11,5 рослин з однієї ініціали. За такої тенденції за рік з одного материнського експланта можна отримати понад 100 дочірніх.

Рослини *A. odessanus* виявили здатність лише до проліферації адвентивних бруньок і пагонів з них та калюсогенезу; ризогенезу і регенерації рослин з калюсу ми не спостерігали. Значно нижчий рівень морфогенетичного потенціалу *A. odessanus* (і при живцюванні в умовах теплиці, і при культивуванні in vitro), в порівнянні з *A. cretophilus*, може бути викликаним як біологічними властивостями кожного з видів, так і умовами зростання та формування пагонів материнських рослин.

Складні погодні умови взимку 2012-2013 років могли вплинути на життєздатність вихідного дослідного матеріалу. Тому існує необхідність провести додаткові дослідження з метою уточнення висновків про здатність до морфогенезу обох видів.

**Висновки.** Виявлено біологічну здатність *A. odessanus* та *A. cretophilus* до утворення додаткових коренів. Встановлено, що діаметр живців не впливає на їх окорінення. Рослини досліджених видів мали відносно низьку здатність до окорінення живців, проте абсолютної нездатності до вегетативного розмноження, про яку стверджувалось в літературних джерелах (Остапко, ЧКУ), підтверджено не було. Також виявлено, що методи мікроклонального розмноження in vitro *A. cretophilus* є більш ефективними за вегетативний метод розмноження in vivo. Дослідження особливостей розмноження в асептичній культурі *A. odessanus* не дали достовірних позитивних результатів через високу контамінованість та недостатню кількість первинних експлантів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Билык Е.В. Размножение древесных растений стеблевыми черенками и прививкой / Е.В. Билык – К. : Наук. думка, 1993. – 92 с.  
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М. : Колос. – 1985. – 336 с. 3. Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Частина 1. Біосферні заповідники. Природні заповідники / Під ред. В.А. Онищенко та Т.Л. Андрієнко. – К: Фітосоціоцентр, 2012 – 406 с. 4. Иванова З.Я. Биологические основы и приёмы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З.Я. Иванова. – К. : Наук. думка, 1982. – 288 с. 5. Биотехнология растений: культура клеток / Под ред. Р.Г. Бутенко. – М. : ВО "Агропромиздат", 1989. – 280 с. 6. Кондратюк Е.Н., Остапко В.М. Редкие, эндемичные и реликтовые растения юго-востока Украины в природе и культуре / Е.Н. Кондратюк, В.М. Остапко – К. : Наук. думка, 1990. – 152 с. 7. Кушнір Г.П. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика / Г.П. Кушнір, В.В. Сарнацька. – К. : Наук. думка, 2005. – 272 с. 8. Мак-Миллан Броуз Ф. Размножение растений / под ред. Н.В. Агафонова. – М. : Мир, 1987. – 192 с. 9. Серебряков И.Г., Турецкая Р.Х. Приёмы укоренённого размножения растений путём черенкования /

И.Г. Серебряков, Р.Х. Турецкая– М., Л.: Изд-во акад. наук СССР, 1949. – 168 с. 10. Турецкая Р.Х. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста / Р.Х. Турецкая – М.: Изд-во акад. наук СССР, 1961. – 280 с. 11. Хорология флоры Украины / А.И. Барбарич, Д.Н. Доброчаева, О.Н. Дубовик и др. – К.: Наук. думка, 1986 – 272 с. 12. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с. 13. Erisen S. Callus induction and plant regeneration of the endemic *Astragalus nezacetae* in Turkey [Electronic resource] / Semina Erisen, Mustafa Yorgancilar, Emine Atalay, Mehmet Babaoglu, Ahmet Duran // Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717-3458. – Vol. 13, No. 6, Issue of November 15, 2010. – Mode of access: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v13n6-3/1280> – Title from the screen. 14. Erisen S. The effect of thidiazuron on the in vitro shoot development of endemic *Astragalus cariensis* in Turkey [Electronic resource] / Semina Erisen, Emine Atalay, Mustafa Yorgancilar – Mode of access: <http://journals.tubitak.gov.tr/issues/bot-11-35-5/bot-35-5-4-1009-74.pdf> – Title from the screen. 15. Murashige T. A revised medium for rapid and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol. Plant. – 1962. – Vol. 15. – P. 473-497.

Надійшла до редколегії .05.10.13

Yu. Peregrym, asp., A. Golubenko, kand. biol. nauk, nauch. sotr.  
 Ботанический сад им. акад. А.В. Фомина, ННЦ "Институт биологии"  
 Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

## ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ EX SITU

**ASTRAGALUS CRETOPHILUS KLOKOV TA ASTRAGALUS ODESSANUS BESSER**

Представлены результаты исследований по укоренению одревесневших черенков, введения в асептическую культуру и размножения *in vitro* двух редких видов рода *Astragalus* L. Доказана возможность вегетативного размножения в условиях оранжереи и выявлена способность к нескольким типам морфогенеза *in vitro* *Astragalus cretophilus* Klokov и *Astragalus odessanus* Besser.

Ключевые слова: *Astragalus*, редкие виды, вегетативное размножение, микроклональное размножение, сохранение.

Yu. Peregrym, postgraduate student, A. Golubenko PhD,  
 O.V.Fomin Botanical Garden, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology"  
 National Taras Schevchenko University of Kiev

## VEGETATIVE REPRODUCTION EX SITU OF

**ASTRAGALUS CRETOPHILUS KLOKOV TA ASTRAGALUS ODESSANUS BESSER**

The results of research on rooting woody stem cuttings, the introduction of aseptic culture and *in vitro* propagation of two rare species of *Astragalus* L are submitted. The opportunity of vegetative propagation in greenhouse conditions and the ability to identify multiple types of morphogenesis *in vitro* *Astragalus cretophilus* Klokov and *Astragalus odessanus* Besser has been proven.

Key words: *Astragalus*, rare species, vegetative propagation, micropropagation, conservation.

УДК 504.5:574 (470.51) (045)

О. Футорна, канд. біол. наук, ст. наук. співроб.  
 Ботаничний сад ім. акад. О.В. Фомина, ННЦ "Інститут біології"  
 Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
 І. Ольшанський, канд. біол. наук, наук. співроб.  
 Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України,  
 А. Трофименко, студ.

## АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНА БУДОВА ЛИСТКІВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ (*BETULA PENDULA* ROTH) В УМОВАХ УРБАНΟΣЕРЕДОВИЩА

Подано результати дослідження анатомо-морфологічної будови листків *Betula pendula* Roth, виявлено особливості впливу на неї факторів урбаносередовища на прикладі міста Бориспіль. З'ясовано, що для всіх досліджених листків характерний дорсивентральний, багатощаровий мезофіл, переважно тонкі листові пластинки, дуже товсті зовнішні стінки клітин верхньої та нижньої епідерми. Виявлено, що найбільш потерпають від впливу різних факторів урбаносередовища рослини що зростають поблизу Міжнародного аеропорту "Бориспіль" та залізничної станції "Бориспіль", на що вказують ступінь розвитку кутикули та епікутилярного воску, зміни продишного апарату. Пристосування рослин до зростання в антропогенно трансформованому середовищі відбувалось завдяки формуванню епідермальної тканини з товстими стінками, потужним шаром кутикули та розсіяним опушенням, що підтверджено кореляційним аналізом.

Ключові слова: анатомо-морфологічна будова, урбаносередовище, *Betula pendula* Roth

У наш час міста інтенсивно розвиваються, тому дослідження екології середовища міст стають все актуальнішими. Міське середовище відрізняється своєрідністю екологічних факторів, специфічністю техногенних впливів, які призводять до значної трансформації оточуючого середовища. Повітря в місті насичене пилом, сажою, аерозолями, димом, твердими частками (Бессонова, 1999; Биоиндикация, 1988). Основними джерелами забруднень повітря є промислові та топливно-

енергетичні підприємства, транспорт (Биоиндикация, 1988; Глухов, Хархота, 2001; Глухов, Машталер, 2007).

Для оптимізації міського середовища використовують деревні рослини, основна роль яких полягає в їх здатності нівелювати несприятливі для людини фактори природного та техногенного походження (Глухов, Прохорова, 2008). Крім цього, вони засвоюють вуглекислий газ і виділяють кисень, знижують температуру, силу вітру та шуму, підвищують вологість повітря (Глухов,

© Футорна О., Ольшанський І., Трофименко А., 2014