

- наукових досліджень. - 2014. - №4. - С. 34–36. Режим доступу: <http://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/visnyknaukdos/article/view/4622>
3. Волошин О.С. Характер психомоторних реакцій в осіб із різним рівнем фізичної працездатності [Електронний Ресурс] / О.С. Волошин, І.Б. Чень, В.Д. Волошин // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. - 2015. – С. 142-146. - Режим доступу : <http://esnuir.eenu.edu.ua/handle/123456789/5535>
  4. Дегтяренко Т.В. Інтегральна оцінка стану когнітивних функцій на основі об'єктивних параметрів зорової аферентації / Т.В. Дегтяренко, О.В. Ушан, О.С. Іванова // Зб. трудів і міжнар. наук. конгресу «Креативність і творчість» 2009. – С.8.
  5. Макаренко М.В. Серцевий ритм у осіб з різним рівнем переробки слухової інформації / М.В. Макаренко // Фізіол. жун. – Т. 57, № 3. - 2011, С. 33 – 34.
  6. Психологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за ред. І. Ф. Прокопенка; худож.-оформлювач Ю.Ю. Романіка. — Харків : Фоліо 2012. - 863с .

Кошинська І.

Науковий керівник – доц. Конончук О. Б.

### ВПЛИВ НАНОМОЛІБДЕНУ НА ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН СОЇ КУЛЬТУРНОЇ

Соя – важлива харчова, кормова і технічна культура, яка займає перше місце серед зернобобових культур у світовому виробництві.

У насінні сої міститься 30-55% білка, 13-26% жиру, 20-32% крохмалю, вітаміни А, В, С, Д, Е. Із сої виготовляють понад 1000 найменувань харчових продуктів та згодують тваринам у вигляді макухи, шроту, дерті, молока, білкових концентратів, зеленого корму, сіна, силосу, соломи тощо. Близько 60% зерна сої переробляється на олію, що використовується на харчові цілі і в промисловості [11, 12].

Важливе значення сої проявляється і в сільському господарстві. Оскільки, вона має здатність засвоювати азот з повітря, залишає після себе 60-90 кг/га біологічно фіксованого азоту, є добрим попередником для наступних культур оскільки очищає поле від бур'янів. Здатна використовувати малодоступні важкорозчинні мінеральні сполуки не тільки з орного шару, а й глибоких шарів ґрунту [2, 11].

Саме тому метою роботи було встановити ефективність позакореневого підживлення молібденом, ключовим елементом азотного обміну, сої культурної сорту Аннушка за фізіологічними показниками в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області.

#### Об'єкти, матеріали та методи дослідження

Об'єктом польового дослідження була соя культурна (*Glycine max* Moench.) зернового ранньостиглого сорту Аннушка.

Польові досліди проводилися на малогумусному типовому чорноземі агробіологічної Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка за загальноприйнятою для Лісостепу України технологією вирощування сої [11] висіваючи після картоплі у 4-кратній повторюваності та послідовним розміщення варіантів.

У фазі бутонізації надземну масу рослин дослідного варіанту обприскували колоїдним розчином молібдену концентрації 240 мг/л з нормою витрати 300 л/га.

Під час вегетації рослин проводили фенологічні спостереження, визначення фізіологічних показників та агротехнічний догляд. Біометричні величини (висота рослин, маса рослин у цілому та їх частин, кількість листків тощо) визначали за загальноприйнятими методиками [1], частку сухої речовини в рослинному матеріалі – термогравіметричним методом, площу листового апарату рослин – методом висічок, стан симбіотично апарату – рамковим вийманням ґрунту [4], вміст зелених пігментів та каротиноїдів у листках – спектрофотометричним способом [9], активність ферменту каталази – за його здатністю розщеплювати перекис водню [10].

Повторність експериментів 4-20-кратна. Статистичне опрацювання даних проводили за допомогою програми *Microsoft Excel*.

#### Результати дослідження та їх обговорення

Застосування нанопрепаратів у якості мікродобрив забезпечує підвищення стійкості до несприятливих умов і суттєво впливає на ріст рослин [3].

Позакореневе підживлення сої сорту Аннушка наномолібденовим препаратом у фазу бутонізації стимулювало подальший ріст рослин у висоту (табл. 1).

Таблиця 1

*Висота рослин сої культурної сорту Аннушка за дії молібдену, см*

Фаза росту	Контроль	Мо
цвітіння	60,9±1,1	60,3±2,6
зеленого бобу	67,4±2,2	74,6±1,0*
достигання насіння	83,6±1,2	88,4±0,9*

*Примітка: \* – тут і в ін. табл. достовірна різниця з контролем*

У фазі цвітіння висота рослин дослідного варіанту була близькою до контролю, що можна пояснити незначним часом, який пройшов після обробки (10 днів). Однак позитивна тенденція стимулювання препаратом ростових процесів сої проявилась у фазі зеленого бобу, де висота дослідних рослин була вищою на 10,7% від контролю. У фазі достигання насіння позитивна дія препарату збереглася, адже рослини після обробки препаратом були вищими від контрольних на 5,7%. Це свідчить про те, що застосування молібдену достовірно посилює ріст рослин сої у висоту починаючи від фази зеленого бобу і до завершення вегетації.

Ростові процеси рослин сої культурної сорту Аннушка за ваговими показниками та площею листкового апарату у фазі цвітіння і зеленого бобу також показали значну стимулюючу дію молібдену (табл. 2).

Таблиця 2

*Ростові процеси рослин сої культурної сорту Аннушка за дії молібдену*

Показник	Цвітіння		Зеленого бобу	
	контроль	Мо	контроль	Мо
маса сирій надземної частини, г	20,3±0,6	26,2±1,8*	29,7±1,8	37,7±1,1*
маса сирих листків, г	7,9±0,3	10,7±0,9*	12,2±0,8	13,8±0,4
кількість листків на рослині, шт.	8,2±0,4	8,4±0,6	10,4±0,4	11,3±0,4
площа листків, см <sup>2</sup>	389,3±16,0	496,6±22,4*	688,9±46,2	830,6±242*
маса сухого стебла без листків, г	2,5±0,15	3,0±0,21	3,8±0,24	4,5±0,16*
маса сирого кореня, г	1,6±0,14	2,4±0,22*	4,0±0,21	3,9±0,20
маса сухого кореня, мг	590,0±38,2	796,8±56,9*	702,6±33,5	762,0±24,1

Зокрема, у фазі цвітіння маса сирій надземної частини за дії молібдену зростала на 29,1% від контролю, маса сухого стебла без листків на 20,0%. Аналогічна позитивна тенденція вище зазначених показників спостерігалась і у фазі зеленого бобу – маса сирій надземної частини збільшилася на 26,9%, маса сухого стебла без листків – 18,4% від контролю.

Застосування молібдену дещо стимулювало зростання кількості листків на рослинах сої. Так, у фазі цвітіння цей показник збільшився на 2,4 % від контролю, а у фазі зеленого бобу – 8,7%. Спостерігається значний приріст маси сирих листків, яка у фазі цвітіння зростала на 35,4% від контролю, а у фазі зеленого бобу – 13,1%. Зазначені зміни у листковому апараті рослин дозволили збільшити загальну площу листкової поверхні у фазі цвітіння на 27,6% до контролю та на 20,6% – у фазі зеленого бобу.

Відомо, що основою, завдяки якій внаслідок фотосинтетичної діяльності створюється врожай сої, є формування оптимальної площі листкової поверхні. Оскільки застосування молібдену сприяло збільшенню площі листкової поверхні, то можна розраховувати на підвищення рівня врожайності [5].

Обробка насіння молібденом підвищує масу кореня. Зокрема у фазі цвітіння спостерігається зростання маси сирого кореня на 50,0% від контролю, а маси сухого кореня – 35,1%. Проте, такого ж результату у фазі зеленого бобу не спостерігалось – маса сирого

кореня знижувалась на 2,5%, а сухого – зростала на 8,5%, що можна пов'язувати із завершенням активної вегетації рослин.

Накопичення пігментів у листках рослин має суттєве значення, оскільки їх вміст впливає на інтенсивність фотосинтезу у процесі якого відбувається утворення органічних речовин. Для проходження фотосинтезу необхідна наявність у клітинах рослин пігментів – хлорофілів і каротиноїдів. Концентрація пігментів у структурі фотосинтетичного апарату рослин впливає на продуктивність та інтенсивність фотосинтезу, а отже, й на врожайність [8].

Позакоренева обробка рослин сої молібденом у фазу бутонізації показала, що вміст хлорофілу *a* збільшився вже у фазі цвітіння на 31,8% від контролю. Також, дещо менший, але також позитивний результат кількості хлорофілу *a* отримано у фазі зеленого бобу – зростання 6,6% від контролю. Вміст хлорофілу *b* зменшився у фазі цвітіння на 15,0% від контролю, а у фазі зеленого бобу – 10,8%. Майже незмінним залишився показник вмісту основних каротиноїдів у фазі цвітіння, він підвищився на 0,4% від контролю, дещо вищий результат виявлено у фазі зеленого бобу, де цей показник збільшився на 9,2% (табл. 3).

Вплив молібдену на фотосинтетичні пігменти вплинув на їх співвідношення. Так, співвідношення пігментів хлорофіл *a* / хлорофіл *b* у фазі цвітіння, збільшився на 75,7% від контрольного варіанту. У фазі зеленого бобу це співвідношення було також на 19,4% вищим від контролю. Щодо показника хлорофіл *a+b*/ каротиноїди, то позитивний результат виявили у фазі цвітіння, де ця величина зросла на 21,0% від контрольного варіанту, а у фазі зеленого бобу – зменшилась на 6,4% (табл. 3).

Таблиця 3

*Вміст листових пігментів у рослинах сої культурної сорту Аннушка за дії молібдену, мг/100 г сирової маси*

Показник	Цвітіння		Зеленого бобу	
	контроль	Мо	контроль	Мо
хлорофіл <i>a</i>	241,8±9,5	318,7±11,4*	161,3±3,6	171,9±9,1
хлорофіл <i>b</i>	53,2±4,3	39,9±1,5*	53,8±4,1	48,0±3,4
основні каротиноїди	113,3±1,5	113,8±3,0	75,1±3,0	82,0±3,3
хлорофіл <i>a</i> / хлорофіл <i>b</i>	4,55	7,99	3,00	3,58
хлорофіл <i>a+b</i> / каротиноїди	2,60	3,15	2,86	2,68

Отже, у фазі цвітіння спостерігається значніша зміна кількості і співвідношення фотосинтетичних пігментів під впливом наномолібденового препарату, порівняно із фазою зеленого бобу, внаслідок більшого зростання хлорофілу *a* і зменшення хлорофілу *b*.

Каталаза є одним з ключових антиоксидантних ферментів. Вона захищає аеробну клітину від токсичної дії пероксиду водню, який утворюється у біохімічних реакціях із активних форм кисню. Соя належить до групи рослин із уреїдним обміном, більша частина фіксованого азоту (до 90%) транспортується у формі уреїдів – алантоїна і алантоїнової кислоти. Синтез цих речовин супроводжується виділенням пероксиду водню, який у пероксисомах руйнується каталазою. Отже, активність цього ферменту пов'язана з активністю симбіотичної азотфіксації у корневих бульбочках бобових рослин [7].

Активність ферменту каталази в листках сої, за дії молібдену у фазі зеленого бобу зростала на 22,8% від контрольного варіанту (285,0±9,9 мл O<sub>2</sub> на 1 г сирової маси за 3 хв.), що вказує на позитивний вплив наномолібденового препарату на фізіологічні процеси рослин.

Однією з головних особливостей сої як бобової культури є здатність формувати високоефективні азотофіксуювальні симбіози з бульбочковими бактеріями. Симбіотична азотфіксація є надзвичайно важливим процесом, завдяки якому здійснюється щорічне зв'язування 40 млн. т нітрогену атмосфери та забезпечення людства «екологічно чистою» продовольчою, кормовою та технічною продукцією. Взаємовідносини бобових рослин та бульбочкових бактерій – це складний багатоступеневий процес, внаслідок якого відбуваються глибокі фізіологічні перебудови клітин обох партнерів симбіозу [2, 6].

Дослідження бобово-ризобіального симбіозу показало неоднозначність дії молібдену. У фазі цвітіння спостерігається зменшення кількості бульбочок на 9,4% від контрольного

варіанту. Однак у фазі зеленого бобу даний показник вже зріс на 27,3% (табл. 4).

Таблиця 4

*Бобово-ризобіальний симбіоз рослин сої культурної сорту Аннушка за дії молібдену*

Показник	Цвітіння		Зеленого бобу	
	контроль	Mo	контроль	Mo
кількість бульбочок, шт./рослину	21,8±2,0	19,8±1,7	33,8±2,4	43,1±3,4*
маса сирих бульбочок, мг/ рослину	491,5±16,4	474,8±12,4	1083,3±17,9	1109,9±9,2
маса сухих бульбочок, мг/ рослину	175,8±5,7	170,1±7,5	341,7±5,6	336,8±2,6
маса 1 сухої бульбочки, мг	7,11±0,32	9,00±0,45*	10,72±0,55	8,33±0,41*

Також у фазі цвітіння спостерігається незначне зменшення маси сирих бульбочок на 4,4%, та сухих на 4,2% від контролю. У фазі зеленого бобу виявлено вже незначне збільшення маси сирих бульбочок – на 2,5%, проте маса сухих бульбочок була на 1,4% нижчою від контролю. Щодо маси однієї сухої бульбочки, то спостерігається значне збільшення показника у фазі цвітіння – 26,5% від контролю та зниження на 23,3% у фазі зеленого бобу.

#### Висновки

За результатами польових досліджень можна дійти таких висновків: позакореневе підживлення рослин сої сорту Аннушка наномолібденовим препаратом стимулює ріст рослин у висоту, формування надземної зеленої маси, площі листків, маси сухих стебел, а також у фазу цвітіння – сухої і сирої маси коренів; у фазі цвітіння значніше змінює кількість і співвідношення фотосинтетичних пігментів у лисках сої, порівняно із фазою зеленого бобу, за рахунок зростання хлорофілу *a* на 31,8% і зменшення хлорофілу *b* на 25,0% до контролю; позитивно впливає на бобово-ризобійовий симбіоз рослин сої із місцевими популяціями бактерій у фазу цвітіння за величиною бульбочок, а у фазу зеленого бобу – за їх чисельністю та симбіотичною здатністю, на що опосередковано вказує вищий на 22,8% рівень активності каталази.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Векірчик К. М. Фізіологія рослин : Практикум / К. М. Векірчик. – К. : Вища школа, 1984. – 240 с
2. Волкогон В. В. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої / В. В. Волкогон, М. С. Комак // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2010. – № 39. – С. 89-93.
3. Вплив неіонного колоїдного розчину наночастинок біогенних металів на вміст елементів металів у рослинних тканинах / Таран Н. Ю., Бацманова Л. М., Лопатько К. Г. та ін. // Фізика живого. – 2011. – Т.19, № 2. – С.9-11.
4. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунту / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. – 320 с.
5. Каленська С. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на чорноземах типових / С. М. Каленська, Н. В. Новицька, Д. В. Андрієць // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – Вип. 162, Ч. 1. – С.82-89.
6. Кондратюк Ю. Ю. Протеоміка бобово-ризобіального симбіозу: досягнення та перспективи / Ю. Ю. Кондратюк, П. М. Маменко, С. Я. Коць // Ukrainian biochemical journal. – 2015. – Т. 87, № 5. – С. 24-37.
7. Мандровська Н. М. Активність каталази симбіотичних систем сої різної ефективності на різних етапах формування симбіозу / Н. М. Мандровська, О. Д. Кругова, С. Я. Коць // Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. Біологія. – 2010. – Вип. 1. – С. 69-74.
8. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : Підручник. / М. М. Мусієнко. – 2-е вид., вип. та доп. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
9. Починок Х. Н. Методи біохімічного аналізу рослин / Х. Н. Починок. – К. : Наукова думка, 1976. – 333 с.
10. Практикум по фізіології рослин / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин і др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.
11. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / Володимир Лихочвор,

Василь Петриченко, Петро Івашук, Олександр Корнійчук. – 3-є вид., виправ., допов. – Львів : НВФ «Українські технології», 2010. – 1088 с.

12. Сайт «Аграрний Сектор України» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agroua.net>.  
Перевірено: 02.04.2016.

Шкабаря В., Карплюк Н.

Науковий керівник — проф. Барна М. М.

## ТИПИ БРУНЬОК І ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ У ВИДІВ РОДУ ТОПОЛЯ (*POPULUS L.*)

В ботанічній літературі є достатня кількість наукових праць, присвячених різним аспектам репродуктивної біології видів родини *Salicaceae* Mirb., які дозволили встановити ряд загальних закономірностей ембріонального розвитку, етапи ембріогенезу, утворення та функціонування ендосперму [2, 6, 8, 10, 12, 20, 21].

Водночас залишаються не до кінця з'ясованими питання щодо закладання, розвитку та класифікації бруньок у видів одного з трьох родів родини *Salicaceae* Mirb. — роду *Populus L.* Окремі аспекти процесу закладання бруньок та етапи їх органогенезу відображені в літературних джерелах [1, 4, 17]. Подальше розширення і проведення генетико-селекційних робіт з видами роду *Populus L.* неможливе без глибокого розуміння закономірностей і особливостей їх репродуктивного процесу, оскільки розвиток чоловічих і жіночих репродуктивних структур розпочинається саме із закладання, розвитку та функціональної діяльності бруньок як зачатків пагона [14, 16, 19].

Матеріалом для дослідження були три види роду Тополя (*Populus L.*): тополя дельтоподібна (*Populus deltoids* March.), тополя бальзамічна (*Populus balsamifera L.*), тополя лавролиста (*Populus laurifolia* Ledeb.). Об'єкти дослідження зростають в гідропарку «Топільче» м. Тернополя та в дендрарії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. У процесі дослідження виготовляли тимчасові мікропрепарати за загальноприйнятою в цитоембріології методикою [11, 18].

Метою дослідження є розкриття питання щодо закладання, розвитку та класифікації бруньок. Дослідження для вирішення поставленої мети проводили в природних і лабораторних умовах. Матеріалом для дослідження були вегетативні, генеративні та вегетативно-генеративні бруньки. Матеріал був зібраний протягом 2014–2016 рр. Лабораторні дослідження виконані в науково-дослідній лабораторії цитоембріології кафедри ботаніки та зоології. Вони включали обробку зібраного матеріалу, морфометричне вивчення бруньок, виготовлення тимчасових мікропрепаратів та їх аналіз [7].

Морфологічні дослідження проводили за методиками А. М. Пономарєва [13] і М. М. Барни [2]. Для вивчення морфогенезу бруньок дослідний матеріал відбирали в середній частині крони дерева в літній, осінньо-зимовий і весняний періоди роздільно з жіночих і чоловічих особин та фазами розвитку. В кожній пробі брали по 5-6 бруньок з тим, щоб з'ясувати питання щодо характеру їх розподілу по довжині пагона. За період проведення експериментальних досліджень (2014–2016 рр.) було зафіксовано понад 1230 зразків дослідного матеріалу, виготовлено понад 215 тимчасових мікропрепаратів.

### Результати досліджень та їх обговорення

У досліджених видів роду *Populus L.* материнський пагін складається з циліндричного стебла, листків, почергово розміщених на стеблі і бруньок, що закладаються на верхівці стебла та у пазухах листків. Бруньки у більшості видів сидячі, іноді на коротких ніжках, яйцеподібної або конічної форми, закладаються у пазухах листків весною, що характерно для більшості полікарпічних деревних рослин. Протягом онтогенезу рослин формуються різні типи бруньок, які виконують як вегетативні, так і генеративні функції. Проведені нами дослідження та аналіз літературних даних [2, 5] дозволяє зробити висновок про те, що вегетативні і генеративні бруньки у досліджених видів роду *Populus L.* на ранніх етапах розвитку в структурному відношенні майже однакові. Апікальні меристеми верхівкових і бічних бруньок за цитологічними і гістологічними особливостями та органогенною діяльністю морфологічно подібні.

У видів роду *Populus* бруньки за будовою ми віднесли до захищених, оскільки зверху