

УДК 582.998.16.04 : 581.143 : 633.86 : 577.15

**ВПЛИВ СТИМПО І РЕГОПЛАНТУ НА РІСТ, ВМІСТ
ПІГМЕНТІВ ФОТОСИНТЕЗУ І БІЛКУ У ПРОРОСТКІВ РІПАКУ
ЗА РОСТУ НА ТЕХНОЗЕМАХ**

С.Ю. МАКОГОНЕНКО, В.І. БАРАНОВ, Л.І. КАРПІНЕЦЬ

Львівський національний університет імені Івана Франка

*Досліджувалась дія біотехнологічних препаратів – регуляторів росту (РР) – Стимпо та Регопланту (виробництво «Агробіотех», Україна) на морфометричні показники, вміст пігментів фотосинтезу і білку у проростків ріпаку (*Brassica napus L.*) за росту на ґрунтових субстратах породних відвалів Червоноградської Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ). Виявлені оптимальні концентрації Стимпо та Регопланту – 0,1 та 0,25 мл/л і оптимальний час замочування насіння (1 година). Обробка регуляторами насіння покращувала морфометричні параметри у проростків за росту як на садовому ґрунті, так і на субстратах відвалу. При обробці цими препаратами вміст хлорофілу а збільшувався в проростках на всіх субстратах, як у варіантах з обробкою ГК, так і в більшій мірі за дії Регопланту і Стимпо, при порівнянні їх з варіантами без обробки. Обробка проростків РР збільшувала тіньовитривалість рослин практично на всіх субстратах, за виключенням впливу ГК і Стимпо на чорному субстраті. Вміст білку був меншим в проростках на субстратах відвалу, ніж на садовому ґрунті, як з обробкою РР, так і без неї. При порівнянні вмісту білку у проростків за росту на субстратах обробка РР збільшувала його вміст. Таким чином застосування регуляторів росту Стимпо і Регопланту перспективно для стимуляції росту та метаболізму ріпаку, як на звичайному ґрунті, так і на техногенно змінених ґрунтах.*

Ключові слова: *Brassica napus L.*, гіберелова кислота, Стимпо, Регоплант, субстрати породних відвалів вугільних шахт.

Вступ. Однією із найбільш розповсюджених технічних рослин України є ріпак (*Brassica napus L.*). Насіння сучасних високоолійних сортів рослин ріпаку містить 48–52 % олії [22]. Ця рослина відноситься до акумуляторів важких металів (ВМ) [8] і є претендентом на використання її при фіторекультивациї відвалів порід, що утворились після збагачення вугілля. Відвали вугільної промисловості призводять як до хвороб рослин, так і людей, які проживають поблизу гірничовидобувних районів [3, 10, 11, 15].

Одним із осередків перевищення ВМ у ґрунтах західної частини України є Червоноградський гірничопромисловий район (ЧГПР). На даних територіях породні відвали займають площу 211 га [3] і мають негативний вплив на оточуюче середовище, внаслідок високої кислотності субстратів відвалів та наявності ВМ, які в окремих місцях в декілька разів перевищують ГДК [1, 18, 11, 15]. У зв'язку із цим дані території повинні бути піддані рекультивациї, кінцевим етапом якої є фіторекультивация [8, 10, 20]. Проте рослини, які здатні рости в умовах відвалу, хоч і можуть рости за цих умов, але потребують використання добрив, мікроорганізмів і регуляторів росту рослин [4, 5, 13, 19].

Представниками таких регуляторів росту можуть бути Стимпо та Регоплант, які створені у технологічному центрі «Агробіотех». Ці біотехнологічні препарати є регуляторами росту рослин 3-го покоління з широким спектром дії та біозахисним ефектом. Основою складових цих препаратів є продукти культивування грибів – мікроміцетів та продукти життєдіяльності бактерії *Streptomyces avermetilis* [2, 9, 17]. Їх вплив на рослини при застосуванні на техноземах на даний час мало досліджений. Тому метою нашої роботи було вивчення впливу Стимпо та Регопланту на ріст, вміст пігментів фотосинтезу і білку у проростків ріпаку за росту на субстратах породного відвалу вугільних шахт центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ).

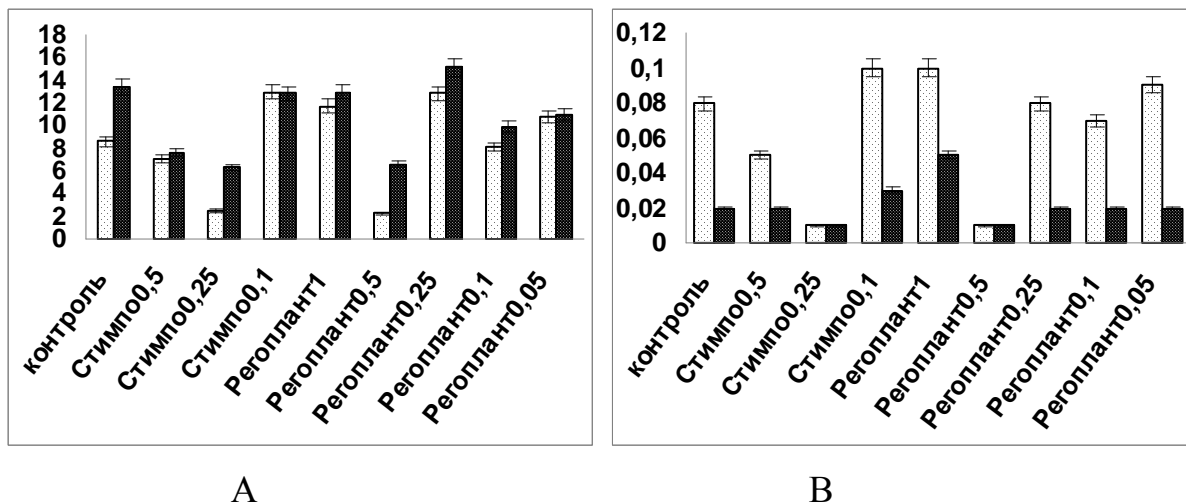
Матеріали та методи досліджень. Грунтові субстрати відбирались на породному відвалі ЦЗФ Червоноградського району, біля с. Сілець Львівської області. В якості субстратів відбирали чорну породу (неперегорілу) та червону породу (перегорілу), що відрізнялись за кислотністю та вмістом важких металів [3, 6, 8].

На першому етапі роботи було вивчено вплив різних концентрацій РР та різного часу замочування насіння на ростові показники проростків ріпаку (*Brassica napus* L.). Для цього в чашки Петрі розкладали насіння і пророщували протягом 7 діб у термостаті при 22 °С у розчинах РР різних концентрацій, згідно ГОСТ 12038-84. Далі проводилось визначення оптимального часу замочування насіння за величинами морфометричних показників – висоти та маси пагона і довжини і маси кореня проростків за дії на них оптимальних для росту концентрацій регуляторів росту. Далі насіння замочували у обраних концентраціях протягом вибраного часу і вирощували протягом 14 діб у горщиках із садовим ґрунтом (СГ) та на субстратах породного відвалу, після чого проводили виміри морфометричних показників та аналіз біохімічних показників.

Вплив Стимпо і Регопланту на вміст пігментів і білку порівнювався із дією гіберелової кислоти (ГК), концентрація якої була взята із літературних джерел [16]. Показники вмісту пігментів фотосинтезу визначали в ацетоновій витяжці спектрофотометричним методом [7]. Вміст білку визначали за екстракції фосфатним буфером рН 7.0 за допомогою кумасі яскраво-синього за методом Бредфорда [14]. Кількісна вибірка для аналізу морфометричних показників була 3-х кратною по 15 проростків і 3-х кратна для біохімічних аналізів. Для статистичної обробки даних використовували програми Statist та Excel.

Результати та їх обговорення. При фіторекультивациі земель породних відвалів, враховуючи їх екстремальні мікрокліматичні та едафічні умови, давно вже практикується застосування відносно стійких рослин [8, 20]. За літературними даними заслуговує на увагу ріпак (*Brassica napus* L.), вибір якого пояснюється його стійкістю до посухи, витривалістю до високих

температур, розвиненою кореневою системою та стійкістю до важких металів, які присутні в складі порід відвалу [8]. Тому на першому етапі дослідження було визначено вплив різних концентрацій розчинів Стимпо та Регопланту на ростові показники *Brassica napus* L.



А □ Довжина пагона, см. ■ Довжина кореня, см.

В □ Маса пагона, г. ■ Маса кореня, г.

Рис. 1. Вплив різних концентрацій РР довжину та масу пагона та кореня етиольованих проростків *Brassica napus* L.

Оптимальні концентрації РР для проростків ріпаку визначались по середніх показниках довжини та маси, якими виявились для Стимпо – 0,1 мл/л і Регопланту – 0,25 мл/л (рис. 1). Далі було досліджено вплив різного часу замочування насіння у стимуляторах росту. Насіння замочувалось у оптимальних концентраціях для кожного регулятора росту протягом 1, 3, та 6 годин (рис. 2). Найкращий стимулювальний ефект було виявлено при замочуванні протягом 1 години. При збільшенні часу замочування, ефективність дії РР зменшувалась.

Наступним етапом роботи було дослідження впливу оптимальних концентрацій регуляторів росту (рис. 3), тривалістю одна година замочування, на морфометричні та біохімічні показники рослин ріпаку за їх росту на субстратах порід відвалу. Результати дії Стимпо та Регопланту порівнювались із дією класичного регулятора росту – гібереловою кислотою (рис. 3).

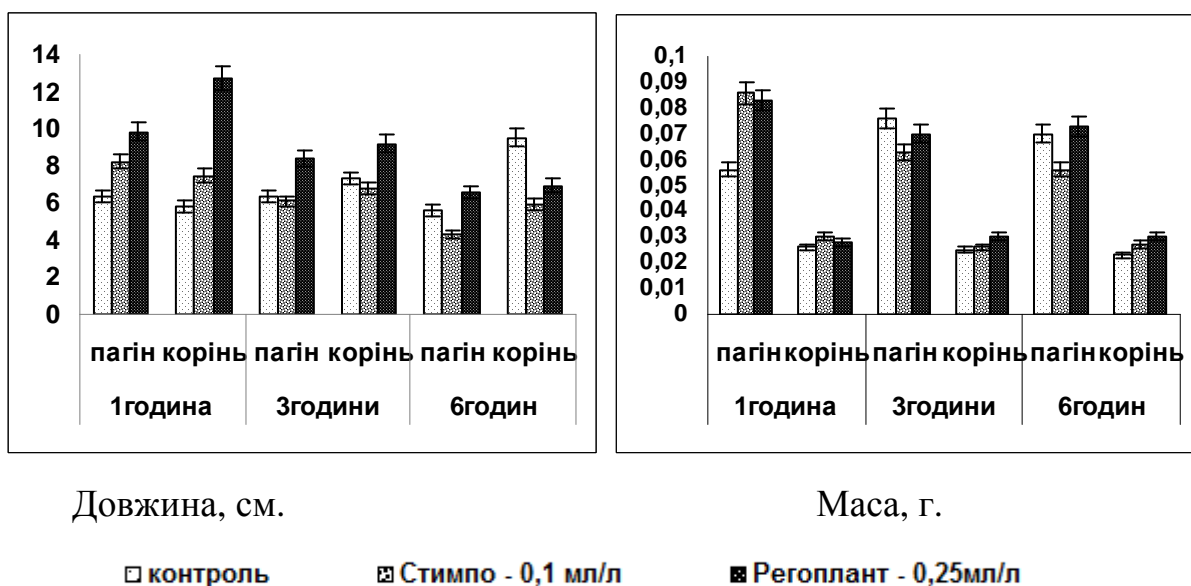


Рис. 2. Визначення довжини та маси етиольованих проростків *Brassica napus* L. за різного часу дії замочування насіння у розчинах регуляторів.

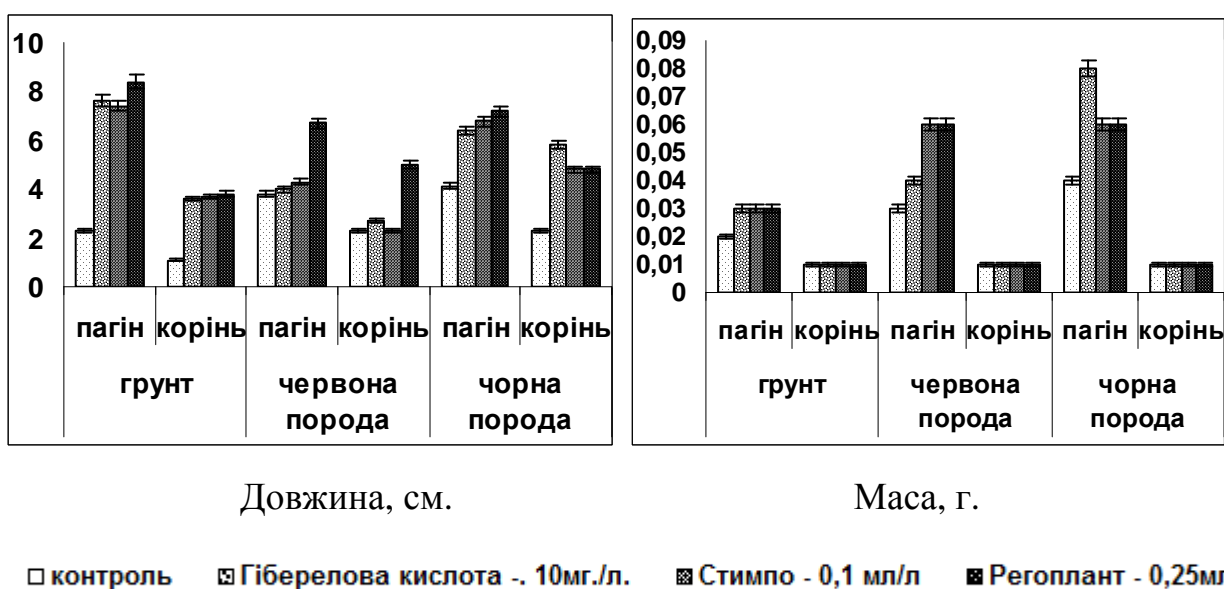


Рис. 3. Визначення морфометричних показників проростків *Brassica napus* L. за росту на червоній та чорній породах відвалу вугільних шахт.

При вирощуванні ріпаку на садовому ґрунті (СГ) та субстратах відвалу було виявлено збільшення висоти і маси пагонів та довжини і маси коренів проростків. За обробки РР висота пагона на обох субстратах була меншою ніж на СГ, тоді як довжина кореня збільшувалась. Маса коренів при цьому була в межах контролю, а маса пагонів збільшувалась.

За дії регуляторів росту на обох субстратах довжина коренів проростків при дії ГК та Стимпо на червоній породі була меншою ніж на чорній. На червоному субстраті за обробки Регоплантом показники висоти пагонів у проростків були більшими за дію Стимпо та ГК, а на чорному субстраті показники висоти пагонів були більшими за дії ГК і меншими за дії Стимпо та Регопланту. При порівнянні маси пагонів у оброблених регуляторами проростків до необроблених за їх росту на субстратах було виявлено збільшення цього показника. Маса коренів при тих же умовах, практично не відрізнялась від маси коренів на садовому ґрунті.

Стан рослин за росту в умовах техногенного забруднення визначається не тільки ростовими параметрами, а також і станом фотосинтезуючого апарату та білковим вмістом, тому визначення цих показників були наступними етапами нашої роботи (табл. 1, 2).

Вміст хлорофілу *a* у оброблених РР рослин на садовому ґрунті та субстратах порід відвалу збільшувався, порівнюючи із необробленими. При порівнянні показників у проростків за росту на субстратах, вважаючи за контроль червоний та чорний субстрат, було виявлено зменшення вмісту хлорофілу *b*, за виключенням дії Регопланту на обох субстратах. При порівнянні вмісту хлорофілу *b* у проростків за обробки регуляторами росту на субстратах із проростками на садовому ґрунті виявлено його збільшення на субстратах відвалу. Винятком було лише зменшення вмісту хлорофілу *b* у проростків за дії ГК на чорному субстраті.

Співвідношення хлорофілу *a/b* у оброблених регуляторами проростків до необроблених, за росту на садовому ґрунті зменшувалось і при порівнянні ефективності дії регуляторів росту було виявлено, що це співвідношення було більшим за дії нових РР, аніж за дії ГК.

У проростків за росту на субстратах співвідношення хлорофілу *a/b* знижувалось у порівнянні з ростом на садовому ґрунті. Проте приймаючи за контроль субстрати порід було виявлено його збільшення за впливу РР, причому на червоному субстраті співвідношення хлорофілів *a/b* було більшим

за дії Стимпо і меншим Регопланту. На чорному субстраті співвідношення хлорофілів *a/b* були більшим за дії ГК і найменшим за дії Регопланту.

Таблиця 1

Вплив Регопланту і Стимпо на вміст пігментів фотосинтезу у проростків ріпаку за росту на субстратах породного відвалу вугільних шахт.

Варіант	Вміст пігментів фотосинтезу, у мг/г сирової маси та %				
	Хл. а		Хл. в		Хл.а/Хл.в
	М±m	%	М±m	%	
Контроль – СГ	0,185±0,0078	100	0,099±0,0073	100	1,87
СГ + ГК10мг/л	0,219±0,0145	118,38	0,145±0,0164	146,46	1,51
СГ + С 0,1мл./л.	0,228±0,0068	123,24	0,136±0,0146	137,37	1,68
СГ + Р 0,25мл./л.	0,234±0,0059	126,49	0,142±0,0206	143,43	1,65
Чер. с.	0,210±0,0012	113,51	0,173±0,0151	174,74	1,21
ГК + Чер. с.	0,239±0,0041	129,19	0,153±0,0038	154,54	1,56
С + Чер. с.	0,242±0,0018	130,81	0,137±0,0255	138,38	1,77
Р + Чер. с.	0,246±0,0012	132,97	0,181±0,0039	182,83	1,36
Ч.с.	0,205±0,0085	110,81	0,140±0,0107	141,41	1,46
ГК + Ч.с.	0,221±0,0035	119,46	0,087±0,0073	87,88	2,54
С + Ч.с.	0,225±0,0118	121,62	0,105±0,0066	106,06	2,14
Р + Ч.с.	0,247±0,0005	133,51	0,140±0,0287	141,41	1,76

Примітки: * СГ – садовий ґрунт, С - Стимпо, Р – Регоплант, Ч. с. – чорний субстрат, Чер. с.– червоний субстрат, ГК – гіберелова кислота

Співвідношення хлорофілу *a/b* у стресових умовах може розглядатись як показник стійкості [12], а саме показник тіньовитривалості рослин ріпаку, , що має важливе значення як для рослин на звичайних ґрунтах в умовах західної України з великою кількістю хмарних днів на рік, так і для рослин в екстремальних умовах техноземів. Це співвідношення знижувалось, що є показником підвищення тіньовитривалості, у проростків ріпаку за росту на субстратах відвалу як з обробкою РР, так і без неї, за виключенням впливу ГК і Стимпо на чорному субстраті.

Вміст білку у оброблених РР проростків на садовому ґрунті збільшувався, проте за росту на субстратах порід відвалу у оброблених стимуляторами проростків спостерігалось зменшення вмісту білку у порівнянні із садовим ґрунтом (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив Регопланту і Стимпо на вміст білку у 14 добових проростків ріпаку за росту на субстратах породного відвалу вугільних шахт

Варіант	Білок (мг/г сирової речовини)	
	М±m	%
Контроль – СГ	0,833±0,02	100
СГ + ГК10мг/л	1,316±0,04	158
СГ+ С 0,1мл./л.	1,406±0,03	169
СГ+ Р 0,25мл./л.	0,913±0,02	110
Червоний субстрат	0,540±0,03	65
ГК + Червоний субстрат	0,656±0,03	79
С + Червоний субстрат	0,790±0,03	95
Р + Червоний субстрат	0,663±0,04	80
Чорний субстрат	0,390±0,04	47
ГК + Чорний субстрат	0,723±0,03	87
С + Чорний субстрат	0,730±0,02	88
Р + Чорний субстрат	0,680±0,01	82

Примітки: * СГ – садовий ґрунт, С – Стимпо, Р – Регоплант, ГК – гіберелова кислота.

При порівнянні результатів у оброблених РР проростків з необробленими за росту на субстратах відвалу було виявлено збільшення вмісту білку. Найбільші показники його вмісту були виявлені у проростків за дії Стимпо на обох субстратах, тоді як менший вміст білку виявлено у проростків при обробці Регоплантом за росту на садовому ґрунті, чорному субстраті та обробці ГК на червоному субстраті. В цілому на субстратах відвалу дія обох РР на рослини ріпаку призводить до покращення ростових характеристик проростків, збільшує у них вміст пігментів фотосинтезу та білку.

ВИСНОВКИ

Підібрані оптимальні концентрації біотехнологічних препаратів – регуляторів росту рослин Стимпо і Регопланту і час замочування насіння ріпаку. За дії цих РР виявлено стимулювальний ефект на величину морфометричних параметрів проростків за умов їх росту на субстратах породного відвалу вугільних шахт. Виявлено позитивний вплив Стимпо та Регопланту на вміст пігментів фотосинтезу і білку у проростках. Отримані результати вказують на перспективність використання цих регуляторів росту для стимуляції росту і метаболізму рослин ріпаку при фіторекультивациї породних відвалів вугільних шахт Червоноградського гірничопромислового району.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічна безпека територій [Текст] / [Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Архипова Л.М. та ін.]/ Під ред. О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко. – Івано-Франківськ : Голіней, 2014. – 361 с.
2. Бабаянц А.В. Біостимулятори (регулятори росту) рослин [Текст]/ Бабаянц А. В., Гриценко З. М., Пономаренко С. П. – К: ГП МНТЦ "Агробіотех", 2014. – С. 3–15.
3. Баранов В.І. Екологічний опис породного відвалу вугільних шахт ЦЗФ ЗАТ Львівсистеменерго як об'єкта для озеленення / В. І. Баранов // Вісн. Львів. ун-ту, Сер. Біологія. – 2008. – № 46. – С. 172–178.
4. Вплив капсульованих добрив на ростові показники, вміст пігментів фотосинтезу та вуглеводів у проростків ріпаку за росту на ґрунтах породного відвалу вугільних шахт / [Баранов В., Козловський М., Гавриляк М., Бешлей С.]. // Вісн. Львів. ун-ту, Сер. Біологія. – 2010. – № 52. – С. 167–171.
5. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ярого ячменю / [Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І.] // Селекція і насінництво. – 2015. – № 107. – С. 145–154.

6. Верех-Білоусова К. Й. Породні відвали вугільних шахт як техногенні родовища алюмінію, галію та германію / К. Й. Верех-Білоусова // Вісник КДУ імені Михайла Остроградського. – 2010. – № 2 (61), Ч. 1. – С. 105–107.

7. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание [Текст] / В. Ф. Гавриленко, Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. – М. : Высшая школа, 1975. – 392 с.

8. Грабак Н. Х. Техногенно забруднені землі та шляхи їх безпечного використання в агропромисловому виробництві / Н. Х. Грабак, Ю. І. Будикіна // Наукові праці. Екологія. – 2014. – Т. 232, № 220 – С. 83–87.

9. Біологічно активні речовини в рослинництві. [Текст] / [Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б.]. – К : ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2008. – 352 с.

10. Жданова О. О. Утилізація відходів вуглевидобутку як спосіб забезпечення екологічної рівноваги навколишнього середовища / О. О. Жданова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2010. – № 19. – С. 221–224.

11. Коваленко А. А. Аналіз екологічних та соціальних наслідків розміщення відходів вуглевидобутку на земній поверхні / А. А. Коваленко, А. В. Павличенко // Науковий Вісник НГУ. – 2013. – С. 162–166.

12. Вплив гіпо та гіпертемії на активність ліпоксигенази, вміст пігментів та розчинених білків у проростках *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60 / [Косаківська І. В., Бабенко Л. В., Скатерна Т. Д., Устинова А. Ю.] // Физиология растений и генетика. – 2014. – Т. 46, №3. – С. 212–220.

13. Мазур В. А. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи / В. А. Мазур, Н. В. Шевченко // Сільське господарство та лісівництво. – 2017. – Т. 1, №6. – С. 7–13.

14. Мусієнко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин [Текст] / Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 153 с.

15. Пашковський О. П. Прогноз вибросов вредных веществ с породных отвалов / О. П. Пашковський // Вісник Донбаської національної академії будівництва та архітектури. – 2016. – № 3 (119). – С. 207–210.

16. Пиріг О. В. Підвищення вірусостійкості рослин люпину жовтого за дії мікробних препаратів та фізіологічно активних речовин / О. В. Пиріг // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2016. – № 24. – С. 59–63.

17. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений [Текст] / С. П. Пономаренко. – К: ГП МНТЦ "Агробіотех", 2003. – 319 с.

18. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2015 році 2016 [Електронний ресурс]: Департамент екології та природних ресурсів. – К., 2016. – 223 с. – Режим доступу: loda.gov.ua/upload/users_files/27/upload/L_vivs_ka_ND_2016_2.pdf

19. Стецишин П. О. Основи органічного виробництва [Текст] / Стецишин П. О., Пиндус В. В., Рекуненко В. В. – Вінниця: Нова Книга, 2011. – 552 с.

20. Сургай Н. С. Рекультивация породных отвалов закрываемых шахт Львовско-Волынского бассейна / Н. С. Сургай, В. Н. Бруслик // Уголь Украины. – 2000. – № 7. – С. 24–26.

21. Тищенко В.Н. Селекція і генетика соняшнику (*Helianthus annuus* L.) та ріпаку (*Brassica napus* L.) [Електронний ресурс]: Селекція и генетика отдельных культур / Тищенко В.Н., Чекалин Н.М., Баташова М.Е. / Полтава: ФОП Говоров СВ. – Електорон. дан. (1 файл). – К., 2008. – Режим доступу: www.agromage.com/stat_id.php?id=46324

**THE INFLUENCE OF STIMPO AND REGOPLANT FOR THE GROWTH,
PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND PROTEIN CONTENT IN SEEDLINGS
OF RAPE ON TECHNOGENICALLY DISTURBED SUBSTRATES**

S. MAKOGONENKO, V. BARANOV, L. KARPINETS

Ivan Franko National University of Lviv

*Effects of biotechnological drugs – growth regulators (GR) Stimpo and Regoplant (“Agrobiotech”, Ukraine) on morphometric growth parameters, the content of photosynthetic pigments and protein in the rape (*Brassica napus* L.) seedlings grown on a coal rocky dumps substrates of the Chervonograd Central Enrichment Factory were studied. The optimal concentrations for Stimpo and Regoplant – 0.1 and 0.25 ml / l, and the optimum time of seed soaking (1 hour) were revealed. Seed treatment with the regulators improved seedlings morphometric parameters both on the garden soil and on the rock dumps substrates of the coal mines. When treated with growth regulators, the chlorophyll content a was increased in seedlings on all substrates, as invariants treated with GC, and to a greater extent under the action of Regoplant and Stippo, when compared with variants without processing. Seedlings treatment with GR leads to increment of their light deficiency tolerance at all substrates, except the variants with the GA and Stimpo on the black damp substrate. The content of the protein was lower in seedlings on the substrate of the dump than on the garden soil, both with and without the processing of GR. When comparing the protein content of sprouts with growth on substrates, processing of GR increased its content. Thus, application of growth regulators Stimpo and Regoplant seems a promising tool for the stimulation of the rape growth and metabolism both on an ordinary soil and technogenically disturbed substrates.*

Key words: *Brassica napus* L., gibberellic acid, Stimpo, Regoplant, substrates of the coal mines dumps.

**ВЛИЯНИЕ СТИМПО И РЕГОПЛАНТА НА РОСТ, СОДЕРЖАНИЕ
ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА И БЕЛКА У ПРОРОСТКОВ РАПСА ПРИ
РОСТЕ НА ТЕХНОЗЕМАХ**

С.Ю. МАКОГОНЕНКО, В.И. БАРАНОВ, Л.И. КАРПИНЕЦ

Львовский национальный университет имени Ивана Франко

*Исследовалось действие биотехнологических препаратов – регуляторов роста (РР) – Стимпо и Регопланта (производство «Агробиотех», Украина) на морфометрические показатели, содержание пигментов фотосинтеза и белка в проростках рапса (*Brassica napus* L.), при росте на грунтовых субстратах породных отвалов Червоноградской Центральной обогатительной фабрики (ЦОФ). Выявлены оптимальные концентрации Стимпо и Регопланта – 0,1 и 0,25 мл/л и оптимальное время замачивания семян (1 час). Обработка семян регуляторами роста улучшала морфометрические параметры проростков при росте как на садовой почве, так и на субстратах отвала. При обработке РР содержание хлорофилла а увеличивалось в проростках на всех субстратах в вариантах с обработкой ГК так и в большей степени при воздействии Регопланта и Стимпо по сравнению с вариантами без обработки. Обработка проростков РР увеличивала теневыносливость практически на всех субстратах, исключая влияние ГК и Стимпо на черной породе. Содержание белка было меньшим у проростков на субстратах отвала, чем на садовой почве как с обработкой РР, так и без нее. При сравнении содержания белка у проростков при росте на субстратах обработка РР увеличивала его содержание. Таким образом, применение Стимпо и Регопланта перспективно для стимуляции роста и метаболизма рапса, как на обычном грунте, так и на техногенно измененных почвах.*

Ключевые слова: *Brassica napus* L., гибберелловая кислота, Стимпо, Регоплант, субстраты породных отвалов угольных шахт.