



original article | UDC 635.13:631.811.98:631.547.1 | doi: 10.31210/visnyk2022.04.05

THE EFFECT OF GROWTH STIMULANTS ON THE SEED VIGOUR, GERMINATION AND BIOMETRIC INDICES OF CARROT PLANTS

V. Liashenko*

ORCID  [0000-0003-0177-6209](https://orcid.org/0000-0003-0177-6209)

I. Korotkova

ORCID  [0000-0003-0577-9634](https://orcid.org/0000-0003-0577-9634)

H. Romanets

Poltava State Agrarian University, 1/3, Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

*Corresponding author

E-mail: viktor.liashenko@ukr.net

How to Cite

Liashenko, V., Korotkova, I., & Romanets, H. (2022). The effect of growth stimulants on the seed vigour, germination and biometric indices of carrot plants. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 41–48. doi: 10.31210/visnyk2022.04.05

The obtaining high carrot yields while maintaining its quality, safety and minimal costs for production process requires the use of the new generation growth stimulants for pre-sowing seed treatment. The study aim is to examine the effect of the growth stimulants various origins on the seed vigour and germination of table carrots of the Autumn Queen cultivar and changes in the plant's biometric indicators. The experimental study was carried out in laboratory conditions using four growth stimulants of different origin: Humisol-prima NPK, 1r Seed Treatment, Vimpel 2, Emistym S. The selected carrot seeds were soaked in 100 pieces in solutions of the presented stimulants and in water (control). The seed vigour was determined on day 4, and the germination was determined on day 8. After 14 days of the experiment, the biometric measurement of the carrot plant's morphological organs were conducted. It was established the carrot seeds treatment with the solutions of the stimulating preparations leads to an increase in the seed vigour compared to the control (water): 1r Seed Treatment – by 34.0 %, Humisol-prima NPK – by 28.4%, Vympel 2 – by 21.5 %, Emistim C – by 13.3 %. An increase in the carrot seeds germination soaked in the stimulants solutions was also observed, relative to the control: 1r Seed Treatment – by 20.0 %, Humisol-prima NPK – by 17.3 %, Vympel 2 – by 15.4 %, Emistim C – by 7.4 %. The highest effect on the carrot plant biometric parameters was obtained under the seed treatment with solutions of 1r Seed Treatment (root length increased by 30.5 %, shoot height by 18.5 %) and Humisol-prima NPK (by 26.1 % and 11.5 %, respectively). Vimpel 2 and Emistym C had a weak effect on the root length and height of seedlings. As a result of Vimpel 2 treatment the root length increased by 19.3 % and height of shoots by 5.6 %, and Emistym C treated lead to the increase of these values by 16.4 % and 7.0 %, respectively. The best results were obtained by all indicators using solutions of 1r Seed Treatment and Humisol-prima NPK in pre-sowing treatment of carrot seeds.

Keywords: growth stimulants, carrot food, seed vigour, germination, root length, height of shoots.

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЕНЕРГІЮ ПРОРОСТАННЯ, СХОЖІСТЬ НАСІННЯ ТА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН МОРКВИ

В. В. Ляшенко, І. В. Короткова, Г. П. Романець

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Отримання високих уожаїв моркви за умови збереження її якості, безпечності та мінімальних витрат на виробничий процес передбачає використання стимуляторів росту нового покоління для передпосівної обробки насіння. Мета досліджень – виявити дію стимуляторів росту різного

походження на енергію проростання та схожість насіння моркви столової сорту Осіння Королева, зміну біометричних показників рослини. Дослідження проводили в лабораторних умовах з використанням чотирьох стимуляторів росту різного походження: Гумісол-прима NPK, *Ir Seed Treatment*, Вимпел 2, Емістим С. Відібране насіння моркви замочувалося по 100 штук у розчинах зазначених препаратів та у воді (контроль). Визначення енергії проростання насіння моркви здійснювалося через п'ять діб, відсоток схожості – через десять діб. Біометричні виміри морфологічних органів рослин моркви здійснювалися через 14 діб пророщування зразків насіння. Визначено, що обробка насіння моркви розчином препаратів сприяла зростанню їх енергії проростання відносно контролю (вода): *Ir Seed Treatment* – на 34,0 %, Гумісол-прима NPK – на 28,4 %, Вимпел 2 – на 21,5 %, Емістим С – на 13,3 %. Також спостерігали збільшення схожості насіння моркви, замоченого у розчинах стимулюючих препаратів, відносно контролю: *Ir Seed Treatment* – на 20,0 %, Гумісол-прима NPK – на 17,3 %, Вимпел 2 – на 15,4 %, Емістим С – на 7,4 %. Найкращий ефект на біометричні показники рослини-моркви було отримано за умови обробки насіння розчинами препаратів *Ir Seed Treatment* (довжина коренів більша ніж на 30,5 %, висота пагонів – на 18,5%) і Гумісол-прима NPK (на 26,1% і 11,5 % відповідно). Вимпел 2 та Емістим С слабо впливали на довжину кореня та висоту сіянців. У результаті обробки Вимпелом 2 довжина кореня збільшилася на 19,3 % і висота пагонів на 5,6 %, а обробка Емістимом С призвела до збільшення цих показників на 16,4 % і 7,0 %, відповідно. Найкращі результати отримано за всіма показниками з використанням розчинів препаратів *Ir Seed Treatment* і Гумісол-прима NPK у передпосівній обробці насіння моркви.

Ключові слова: стимулятори росту, морква столова, енергія проростання, схожість, довжина кореня, висота пагона.

Вступ

Морква – це корисний і популярний овоч, який найбільш багатий на β -каротин ~ 10 мг/100 г (перетворюється на вітамін А в організмі людини) [1], містить значну кількість вітамінів групи В ($B_1 \sim 1,8$ мг, $B_2 \sim 1,4$ мг, $B_6 \sim 1,4$ мг, $B_9 \sim 1,3$ мг), РР $\sim 14,7$ мг, С ~ 100 мг, біотин – 0,02–0,03 мг на 100 г продукту [1, 2], тіамін – 0,04 мг/г, рибофлавін – 0,05 мг/г; а також залізо, магній, мідь, йод, кобальт, цинк, хром, нікель, фтор, бор, кремній і пектини [4]. У моркві містяться ефірні масла, які обумовлюють її своєрідний запах, і багато природних антибіотиків (фітонцидів) [1].

Однак слід зважати, що насінини моркви проростають повільно та достатньо погано, можуть мати слабкі сходи, які з'являються протягом двох тижнів від посіву, а за умови холодної погоди навіть довше (3–4 тижні). Така тривалість схожості насіння моркви пояснюється тим, що в її насінні присутні ефірні масла. На швидкість та якість сходів моркви впливає якість і свіжість насіння, оскільки вони швидко втрачають схожість та залежать від умов зберігання. Також на схожості насіння моркви позначаються температура та вологість навколишнього середовища, у якому вони проростатимуть. Значний вплив ще здійснює якість ґрунту, у якому вирощується морква, глибина заглиблення насіння для посіву, існуючі режими освітлення й поливу [5].

Зважаючи на вищезазначене, задля швидшого проростання насіння моркви та отримання високого врожаю доцільно провести передпосівну обробку самого насіння. Відомо, що якісна обробка насіння перед посадкою дозволяє без додаткових витрат на добрива та пестициди створити сприятливі умови для належного росту рослин, зменшити негативний вплив хвороб, бур'янів, шкідників тощо, що дасть змогу підвищити як урожайність сільськогосподарської культури, так і якість одержаної продукції, покращити екологічний стан ґрунту [6–9].

Сучасні технології обробітки насіння сільськогосподарських культур передбачають їх передпосівну обробку стимуляторами росту нового покоління, що дозволяють активізувати імунну систему рослин і зменшити обмежувальні фактори щодо отримання високого врожаю [10]. Також завдяки передпосівній обробці насіння стимуляторами росту забезпечується підвищення стійкості до посух або надлишкової вологи навіть за умови підвищення або зниження температури довкілля [11]. Рослини з такого обробленого насіння краще переносять хвороби, пошкодження, негативний вплив шкідників на їх органи [12–13]. У деяких дослідженнях ідеться про скорочення періоду вегетації та дозрівання рослин, сприяння ефективному перерозподілу поживних речовин у господарсько важливі органи рослин, збільшення кількості зав'язей [14–16].

Нині вітчизняні виробники пропонують значний асортимент різноманітних стимуляторів росту, які відрізняються походженням, складом, спектром дії, застосуванням тощо [17]. Тому для раціонального й ефективного застосування необхідно дослідити їх вплив на окремі фази вегетації сільськогосподарських культур, період використання, форми та норми внесення тощо.

Мета дослідження полягає у вивченні дії стимуляторів росту різного походження на енергію проростання та схожість насіння моркви столової сорту Осіння Королева, зміну біометричних показників рослини моркви в лабораторних умовах.

Завдання дослідження: оцінити вплив стимуляторів росту різного походження на енергію проростання та схожість насіння моркви; визначити дію досліджуваних препаратів на такі біометричні показники рослини моркви, як довжина кореня та висота пагона; виявити залежність між біометричними показниками рослин моркви та величинами енергії проростання і схожості її насіння.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження ростових показників насіння (енергії проростання та схожість насіння) і біометричних показників рослини моркви (довжина кореня та висота пагона) проводилися на базі лабораторії Загальної біотехнології кафедри біотехнології та хімії Полтавського державного аграрного університету відповідно до вимог ДСТУ ISO 10012:2005 «Система керування вимірювань. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» [18].

Для дослідження впливу стимуляторів росту використано два препарати з гуміновими речовинами (Гумісол-прима NPK, 1r Seed Treatment) і два препарати, у складі яких присутні такі природні речовини – амінокислоти, мікроелементи, вуглеводи (Вимпел 2, Емістим С).

Відібране насіння моркви столової сорту Осіння Королева (по 100 штук) замочували у розчинах указаних стимуляторів росту та у воді (контроль) при температурі 18–20 °С на 24 години з одночасним барботуванням повітрям.

Визначення енергії проростання насіння моркви (дружність проростання, у відсотках) здійснювалося через п'ять діб, тоді як відсоток схожості (кількість нормально пророслого насіння, у відсотках) – через десять діб згідно з ДСТУ-4138-2002 «Система керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» [19]. З кожного зразка замоченого насіння моркви у стимуляторах росту і воді було взято три паралельні проби (X_1 , X_2 , X_3) та визначено середній показник ($X_{\text{сер}}$). Паростки вважалися нормальними, коли вони мали довжину кореня, що дорівнювала чи перевищувала довжину самої насінини, а також за умови, що висота паростка становить половину від довжини насінини [20]. Актуальність визначення показника схожості насіння полягає в тому, що він є одним із найважливіших показників посівних якостей, визначає його біологічну та господарську цінність.

Надалі ці зразки насіння пророщували в лотках протягом 14-ти діб при температурі 24±2 °С за умови світлового режиму 12/12 годин. Біометричні виміри морфологічних органів рослин моркви (довжина кореня та висота пагона) здійснювали з точністю до 0,1 см. Біометричні виміри виконували у чотириразовому повторенні для відібраних зразків 100 насінин моркви одного фізіологічного віку.

Результати досліджень та їх обговорення

Для дослідження використовували насіння моркви столової сорту Осіння Королева, який вважається найкращим сортом для зимового зберігання та має пізній термін дозрівання (до 160 днів). Овоч відноситься до сортотипу Флаке. Плід має циліндричну форму, дещо конічну, насиченого помаранчевого кольору, гладкий, рівний. Довжина коренеплоду складає 22–25 см вагою 150–220 грамів. Вміст цукру – 7–12 %, вміст каротину – приблизно 16 мг/100 г. Сорт стійкий до розтріскування та має соковиті і ніжні м'якоть. Також цей сорт моркви обраний для проведення дослідження завдяки тому, що він придатний до вирощування у регіонах з незвичними гідротермічними умовами. Потенційна врожайність цього сорту моркви може досягати рівня до 9 кг/м².

Розглянемо характеристику та склад стимуляторів росту, які використовували в дослідженні.

Препарат Гумісол-прима NPK є органо-мінеральним добривом, яке вироблене на основі вермікомпосту (продукт переробки гною ВРХ червоними каліфорнійськими черв'яками *Eisenia fetida*). Препарат містить: гумінові речовини (до 2,5 г/л); основні діючі речовини (фосфору оксид – 0,2–0,6 %, азоту – 0,2 %, калію оксид – до 0,2 %) у легкодоступній активній формі з підсиленими фунгіцидними, антистресовими й імуностимулюючими властивостями; мікроелементи (Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, Co, B, Se) з високою біологічною активністю. Норма витрат препарату на насіння складає 6 мл/кг [21].

Препарат 1r Seed Treatment – це органічний продукт гумінової кислоти, отриманий із природного високоякісного видобутого леонардиту. Він має містити у своєму складі 20 % діючої речовини: 10 % – гумінової кислоти, 3 % – фульвові кислоти, 1 % – ульмінової кислоти та приблизно 6 % комплексу макро- та мікроелементів (азоту, фосфору, калію, сірки, магнію, кальцію, натрію) [22].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Стимулятор Вимпел 2 – це комплексний природно-синтетичний препарат контактної-системної дії, який містить: поліетиленоксиди – до 770 г/л, поліоли (багатоатомні спирти) – не менше 300 г/л, гумінові кислоти – до 30 г/л, природні карбонові кислоти – до 3 г/л. Норма витрат робочого розчину препарату для насіння – 20 г/л води [23].

Унікальний біостимулятор росту Емістим С є продуктом біотехнологічного вирощування грибів-епіфітів з кореневої системи лікарських рослин із широким спектром дії. Препарат містить комплекс фітогормонів цитокинінової й ауксинової природи, амінокислот, жирних кислот, вуглеводів, мікроелементів. Норма витрат препарату на насіння складає 0,5 г/л води [24].

Результати досліджень з визначення енергії проростання та схожості насіння моркви сорту Осіння Королева залежно від природи стимулятора росту представлені на рис. 1–2.

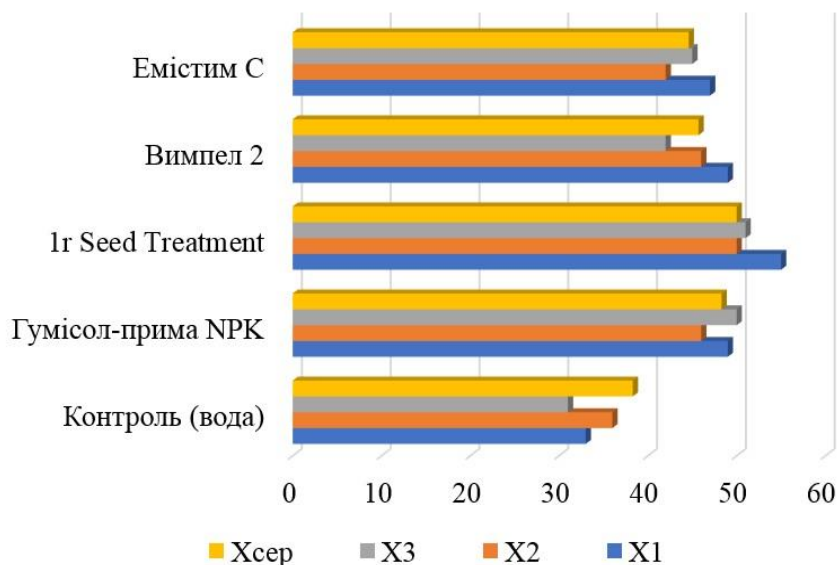


Рис. 1. Енергія проростання насіння моркви під дією стимуляторів росту, %

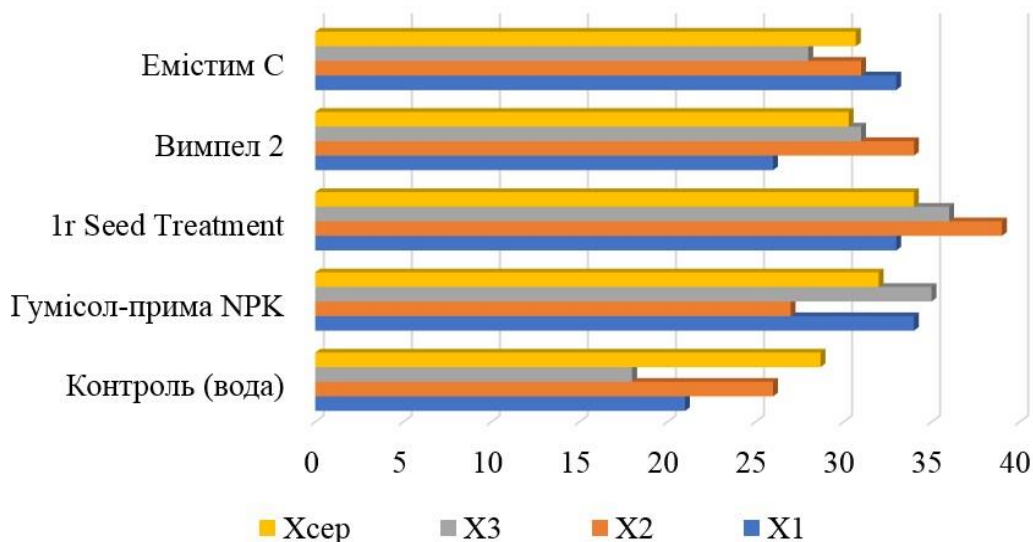


Рис. 2. Схожість насіння моркви під дією стимуляторів росту, %

За наведеними даними видно, що насіння всіх дослідних зразків моркви має позитивну реакцію на дію всіх стимуляторів росту незалежно від їх складу та природи походження. За таких умов передпосівна обробка насіння моркви столової сорту Осіння Королева розчином стимуляторів росту з гуміновими компонентами (Гумісол-прима NPK, 1r Seed Treatment, Вимпел 2) призвела до збільшення енергії проростання в середньому на 21,5–34 % відносно контролю. Використання розчину препарату

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Емістим С сприяло зростанню енергії проростання всього на 13,3 % щодо контролю (вода).

Необхідно відзначити, що максимальне збільшення енергії проростання (34,0 %) порівняно з контролем (насіння замочувалося у воді протягом 1 доби), спостерігали за умови використання розчину препарату 1r Seed Treatment. Відносно менший стимулюючий ефект (зростання енергії проростання на 13,3 %) отримано за обробки насіння моркви розчином препарату Емістим С. Схожий результат також було отримано у дослідженні енергії проростання та схожості насіння моркви [25]. Науковці з'ясували, що замочування насіння у розчині препарату Емістим С у концентрації 0,5 мл/л води протягом восьми годин сприяє підвищенню енергії проростання моркви сорту Шантане сквірська на 15,4 %.

Отже, згідно з ефективністю дії стимуляторів росту гумінової природи на енергію проростання насіння (відносно контролю) їх можна розмістити таким чином: Вимпел 2 (21,5 %), Гумісол-прима NPK (28,4 %), 1r Seed Treatment (34,0 %).

Доцільно зазначити, що величина енергії проростання насіння моркви добре корелюється з відповідними показниками його схожості. Так, максимальний приріст схожості щодо контрольного зразку на рівні 20 % отримано як результат обробки насіння стимулятором росту 1r Seed Treatment (див. рис. 2). Також використання розчину препарату Гумісол-прима NPK допомагало збільшенню схожості насіння на 17,3 %, а розчин препарату Вимпел 2 – на 15,4 %. За результатами наших досліджень замочування насіння моркви столової сорту Осіння Королева у розчині препарату Емістим С (у концентрації 0,5 мл/л води) призвело до збільшення його схожості на 7,4 %. Водночас деякі дослідники [25] спостерігали збільшення схожості насіння моркви після обробки препаратом Емістим С лише на 2,2 %.

Отже, використання розчинів препаратів 1r Seed Treatment і Гумісол-прима NPK у передпосівній обробці насіння моркви сорту Осіння Королева задля стимуляції ростових процесів необхідно вважати найбільш ефективним технологічним заходом (враховуючи використані препарати Вимпел 2 і Емістим С), що сприяє максимальному зростанню енергії проростання та схожості, особливо порівняно з контролем (вода).

Наступні показники, які досліджували на вплив стимуляторів росту, були такі біометричні показники рослин моркви, як довжина кореня та висота пагона. Аналіз результатів впливу розчинів стимуляторів росту (1r Seed Treatment, Гумісол-прима NPK, Вимпел 2, Емістим С) на насіння моркви сорту Осіння Королева показав кращі показники довжини кореня та висоти пагона порівняно з рослинами, насіння яких замочували у воді (контроль) (рис. 1–2).

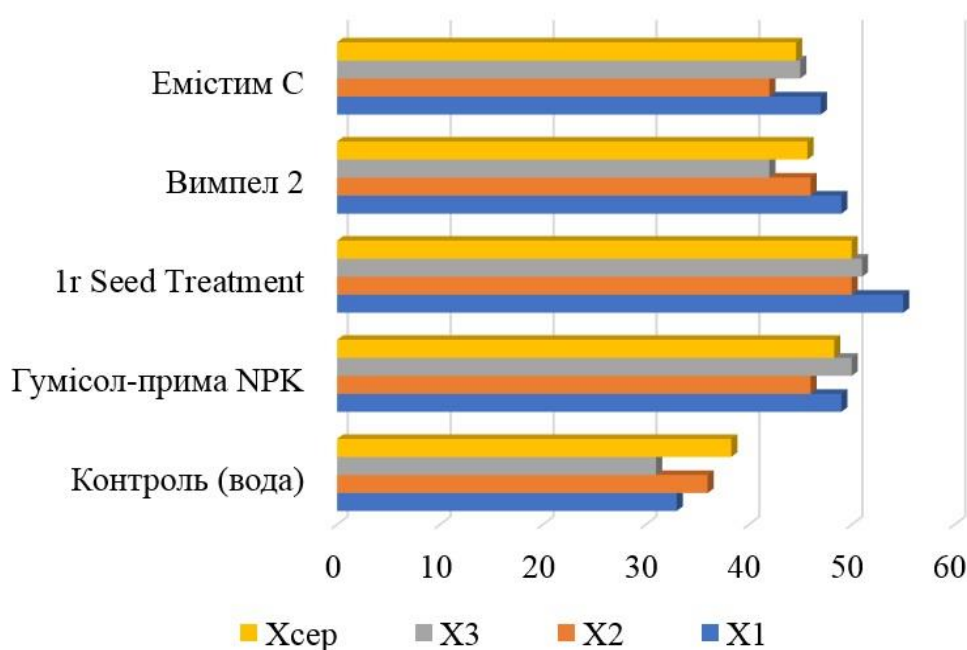


Рис. 3. Вплив стимуляторів росту на довжину кореня рослини моркви, мм

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

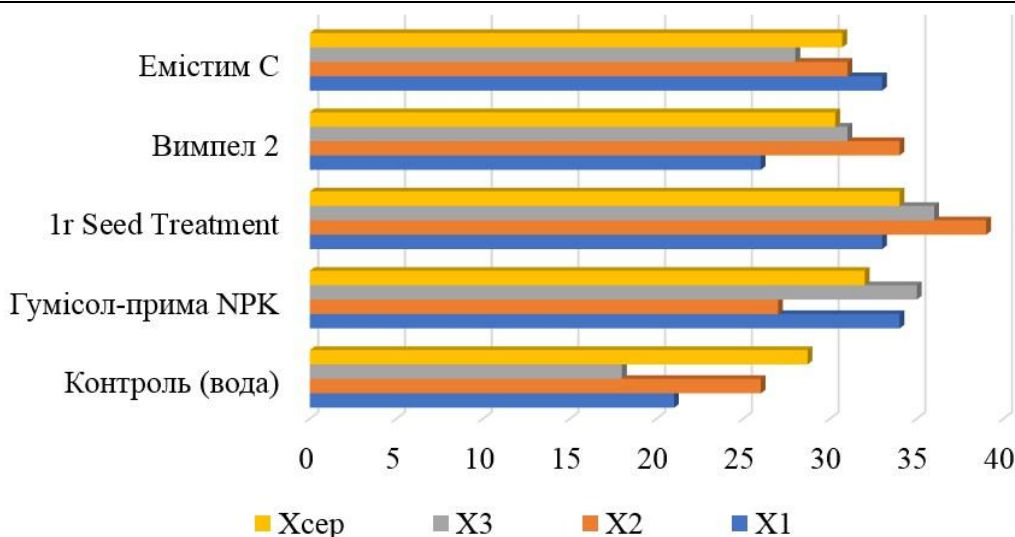


Рис. 4. Вплив стимуляторів росту на висоту пагона рослини моркви, мм

Результати дослідження морфометричних показників проростків насіння моркви засвідчили, що використані стимулятори росту призвели до певних змін у морфогенезі досліджуваної овочевої культури. Проте отримані зміни довжини кореня та висоти паростків є неоднозначними залежно від природного складу стимулятора росту. Відмічено, що ефективний розвиток кореневої системи та наземної частини пагонів рослин моркви (максимальна зміна біометричних показників відносно контролю) відбулося за умови обробки насіння розчином препарату 1r Seed Treatment: довжина кореневої системи збільшилася на 30,5 %, висота пагонів – на 18,5 %.

Також достатню ефективність виявив інший стимулятор росту, що має гумінову природу, – Гумісол-прима NPK. Використання розчину цього препарату сприяло зростанню біометричних показників рослини моркви щодо контролю: довжини коренів – на 26,1 %, висоти пагонів – на 11,5 %.

Необхідно відмітити відносно однаковий вплив дії розчинів препаратів Вимпел 2 і Емістим С на біометричні показники рослини. Так, довжина кореня рослин моркви столової сорту Осіння Королева з насіння, що оброблене розчинами вказаних препаратів, зросли на 19,3 % та 16,4 % відповідно, порівняно з контролем, а висота пагонів рослин за цих же умов – на 5,6 % та 7,0 % відповідно.

Доцільно зазначити, що наведені біометричні показники рослин моркви достатньо корелюються з раніше проаналізованими величинами енергії проростання та схожості насіння (див. рис. 1–2), отримані як результат дії стимуляторів росту 1r Seed Treatment і Гумісол-прима NPK, що свідчить про достовірність результатів дослідження.

Висновки

У результаті проведених досліджень визначено загальну закономірність зміни показників енергії проростання та схожості насіння моркви столової сорту Осіння Королева і ростовими процесами. З'ясовано, що показники схожості й енергії проростання насіння моркви суттєво залежать від походження стимулятора росту та його складу (особливо гумінового компонента), біологічних і морфологічних особливостей рослинної культури.

Досліджено, що обробка насіння моркви розчином препаратів сприяла зростанню їх енергії проростання відносно контролю (вода): 1r Seed Treatment – 34,0 %, Гумісол-прима NPK – 28,4 %, Вимпел 2 – 21,5 %, Емістим С – 13,3 %. Визначено, що показник енергії проростання насіння моркви добре корелюється з їх схожістю. Так, збільшення схожості насіння моркви, замоченого у розчинах стимулюючих препаратів, відносно контролю становило: 1r Seed Treatment – 20,0 %, Гумісол-прима NPK – 17,3 %, Вимпел 2 – 15,4 %, Емістим С – 7,4 %.

У результаті досліджень виявлено, що передпосівна обробка насіння стимуляторами росту має позитивний вплив (відносно контролю) на біометричні показники рослини моркви – кореневу систему та наземну частину пагонів. Найкращий ефект було отримано за умови обробки насіння розчинами препарату 1r Seed Treatment (довжина коренів більше на 30,5 %, висота пагонів – на 18,5 %) і Гумісол-прима NPK (26,1 % і 11,5 % відповідно). Менший вплив на вказані показники мали розчини препаратів

Вимпел 2 (19,3 % і 5,6 % відповідно) і Емістим С (16,4 % і 7,0 % відповідно). Наведені результати підтверджують наявність достатньої кореляції біометричних показників рослин моркви з величинами енергії проростання та схожості насіння. Найкращий результат за всіма показниками отримано з використанням передпосівної обробки насіння моркви розчинами препаратів 1r Seed Treatment і Гумісол-прима НРК.

Перспективи подальших досліджень. Визначити найбільш ефективні стимулятори росту на урожайність моркви за умови передпосівної обробки насіння.

References

1. Alasalvar, C., Grigor, J. M., Zhang, D., Quantick, P. C., & Shahidi, F. (2001). Comparison of volatiles, phenolics, sugars, antioxidant vitamins, and sensory quality of different coloured carrot varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1410–1416. doi: 10.1021/jf000595h
2. Arscott, S. A., & Tanumihardjo, S. A. (2020). Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 223–239. doi: 10.1111/j.1541-4337.2009.00103.x
3. Nicolle, C., Simon, G., Rock, E., Amouroux, P., & Rémésy, C. (2004). Genetic variability influences carotenoid, vitamin, phenolic, and mineral content in white, yellow, purple, orange, and dark-orange carrot cultivars. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 129, 523–529. doi: 10.21273/JASHS.129.4.0523
4. Lutfunnahar, Hossain, M. F., Malek, M. A., Kamrunnahar, R., & Hossain? J. (2020). Planting time effect on quality seed production of three varieties of carrot (*Daucus carota* L.). *Bangladesh Agronomy Journal*, 23 (2), 23–34. doi: 10.3329/baj.v23i2.52449
5. Mazur, V. A., Polishchuk, I. S., Telekalo, N. V., & Mordvaniuk, M. O. (2020). *Roslynnnytstvo: navchalnyi posibnyk*. Chastyna I. Vinnytsia: Vydavnytstvo TOV «Druk» [In Ukrainian].
6. Panakhyd, H., Konyk, H., & Stasiv, O. (2020). Economic evaluation of models of establishment and use technologies of legume-grass. *Agricultural and Resource Economics*, 6 (3), 221–234. doi: 10.51599/are.2020.06.03.12
7. Szczepanek, M. (2018). Technology of maize with growth stimulants application. *Engineering for Rural Development*, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, Latvia, May 23–25, 483–490. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N074
8. Shubha, K., Mukherjee, A., Kumari, M., Tiwari, K., & Meena, V. S. (2017). Bio-stimulants: An Approach Towards the Sustainable Vegetable Production. *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, 259–277. doi: 10.1007/978-981-10-5589-8_12
9. Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
10. Alqudah, A., & Schnurbusch, T. (2015). Barley Leaf Area and Leaf Growth Rates Are Maximized during the Pre-Anthesis Phase. *Agronomy*, 5 (2), 107–129. doi: 10.3390/agronomy5020107
11. Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K. & Górecki, H. (2018). Effect of the new plant growth biostimulants based on amino acids on yield and grain quality of winter wheat. *Molecules*, 23 (2), 470. doi: 10.3390/molecules23020470
12. Khalid, S., Malik, A. U., Khan, A. S., Razzaq, K., & Naseer, M. (2016). Plant growth regulators application time influences fruit quality and storage potential of young kinnow mandarin trees. *International Journal of Agriculture and Biology*, 18, 623–629. doi: 10.17957/IJAB/15.0136
13. Tubic, L., Savic, J., Mitic, N., Milojevic, J., Janosevi, D., Budimir, S., & Zdrav-kovic-Korac, S. (2016). Cytokinins differentially affect regeneration, plant growth and antioxidative enzymes activity in chive (*Allium schoenoprasum*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture January*, 124 (1), 1–14.
14. Horobets, M., Chaika, T., Korotkova, I., Pysarenko, P., Mishchenko, O., Shevnikov, M., & Lotysh, I. (2021). Influence of growth stimulants on photosynthetic activity of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) crops. *International Journal of Botany Studies*, 6 (2), 340–345.
15. Korotkova, I. V., & Chaika, T. O. (2022). Rol huminovykh preparativ ta yikh sumishei z mineralnymy dobryvamy v tekhnolohiiakh vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi. In T. O. Chaika (red.), *Ekolohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenko zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalykh ekosystem : kolektyvna monohrafiia* (pp. 279–322). Poltava: PP «Astraia» [In Ukrainian].
16. Korotkova, I. V., Horobets, M. V., & Chaika, T. O. (2021). Vplyv stymulatoriv rostu na produktyvnist sortiv yachmeniu yarooho. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 20–30. doi: 10.31210/visnyk2021.02.02 [In Ukrainian].

17. Horobets, M. V., Pysarenko, P. V., Chaika, T. O., Mishchenko, O. V., & Krykunova, V. Yu. (2021). Vplyv rehulatoriv rostu roslyn na ontogenez sortiv yachmenu yaroho. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 106–115. doi: 10.31210/visnyk2021.01.12 [In Ukrainian].
18. DSTU ISO 10012:2005. *Systemy keruvannia vymiriuvanniam. Vymohy do protsesiv vymiriuvannia ta vymiriualnoho obladnannia (ISO 10012:2003, IDT)*. Chynnyi vid 2007-01-01. (2005). Kyiv [In Ukrainian].
19. DSTU-4138-2002. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti*. Chynnyi vid 2004-01-01. (2003). Kyiv [In Ukrainian].
20. *International rules for seed testing*. (2017). International Seed Testing Association, (1): i-5-56(56).
21. Humisol-pryma NPK. Retrieved from: <https://humi-plus.com/product/gumisol-prima-npk> [In Ukrainian].
22. Organic 1r – Seed Treatment. Retrieved from: https://soilbiotics.com/Products/Seed_Treatments.
23. Vympel 2 - stymuliator rostu roslyn, Dolina. Retrieved from: <https://agrolife.ua/ua/vympel-2-stimuljator-rosta-rastenij-dolina.html> [In Ukrainian].
24. EMISTYM S. Retrieved from: <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/emistim-s> [In Ukrainian].
25. Potapskyi, Yu.V. (2015). Vplyv stymuliatoriv rostu na enerhiu prorostannia, skhozhist nasinnia ta hustotu roslyn morkvy. *Visnyk Zhytomyrskoho Natsionalnoho Ahroekologichnoho Universytetu*, 1 (47), 210–214. [In Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції: 29.10.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Ляшенко В. В., Короткова І. В., Романець Г. П. Вплив стимуляторів росту на енергію проростання, схожість насіння та біометричні показники рослин моркви. *Вісник ПДАА*. 2022. № 4. С. 41–48.

© Ляшенко Віктор Васильович, Короткова Ірина Валентинівна, Романець Галина Павлівна, 2022