ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН ПАСТЕРНАКУ ПОСІВНОГО

КОМАР О. О., кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
кафедри овочівництва і закритого ґрунту

<https://orcid.org/0000-0001-7511-4190>

ФЕДОСІЙ І. О., кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач
кафедри овочівництва і закритого ґрунту

<https://orcid.org/0000-0002-5044-9960>

СЄДОВА О. О.*, магістр 1 року

<https://orcid.org/0000-0003-4869-1560>

E-mail: komaroff@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Основні чинники, які мають великий вплив на ріст рослин, а також на збільшення врожаю та його якісних характеристик – це біотичні та абіотичні чинники. Поєднання абіотичних стресів, наприклад, посуха та спека, мають значно більший вплив на врожайність та якість продукції. Реакція рослин на ці стреси може відрізнятися залежно від виду, а також на різних етапах розвитку. Розуміння механізмів і як вони захищають рослини від стресів стали життєво важливим значенням для підвищення врожайності та якості продукції пастернаку в мінливих кліматичних умовах.

Метою досліджень стало вивчення впливу абіотичних чинників (температурний режим та кількість опадів) на врожайність, тривалість фенологічних фаз росту й розвитку рослин, динаміку наростання маси листків та коренеплідів пастернаку посівного в умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження проводили в польовому досліді кафедри овочівництва й закритого ґрунту в НЛ «Плодоовочевий сад» НУБІП України в умовах Правобережного Лісостепу України впродовж 2015 – 2017 рр. Площа облікової ділянки становила 11,3 м², повторність дослідів – чотирьохразова. Розміщення варіантів систематичне.

У результаті досліджень встановлено, що найкоротший період сівба-сходи тривав 16 діб у варіантах за сівби в 3 декаді травня та 1 декаді червня. Відчутну затримку на 21 добу даного періоду відмічено за сівби від 1 до 3 декади квітня. Тривалість періоду від початку формування коренеплідів до пучкової стиглості був найменшим за сівби в 1 декаді квітня – 28 діб, а найбільшим за сівби в 1 декаді червня – 51 добу. Вегетаційний період коливався від 110 до 165 діб і проходив за суми температур (> 10 °C) 1102,4-1439,0 °C та суми опадів 128,1-225,2 мм. За сівби у квітні інтенсивний приріст коренеплідів від 2,9 до 3,5 г/добу спостерігали в

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри овочівництва і закритого ґрунту Федосій І. О.

другій половині серпня. За сівби в травні найбільший приріст коренеплодів від 2,1 до 2,7 г/добу відмічено в першій половині вересня. Так, за сівби в 1 декаді червня цей показник був найбільшим у другій половині вересня (1,9 г/добу). Варіант за сівби в 1 декаді квітня забезпечив високу врожайність коренеплодів 50,3 т/га, що на 5,3 т/га або 11,8 % істотно більше за контроль. За сівби в наступні строки спостерігали істотне зниження врожайності в порівнянні з контролем, а саме: за 3 декади квітня – на 3,5 т/га, або 7,7 %, за 1 декади травня – на 8,8 т/га, або 19,6 %, за 2 декади травня – на 17,4 т/га, або 38,6 %, за 3 декади травня – на 23,0 т/га, або 51,1 %, за 1 декади червня – на 31,7 т/га, 70,6 % у порівнянні з контролем.

Виявлено прямий сильний зв'язок ($r = 0,74-0,99$) між вегетаційним періодом та врожайністю, масою коренеплоду, товарністю, і біохімічними показниками, а саме: суха речовина, суха розчинна речовина, цукри, вітамін С. Обернений сильний зв'язок ($r = -0,98$) відмічений між тривалістю вегетаційним періодом та нітратами.

Збільшення вегетаційного періоду на 10 діб збільшує врожайність до 6,9 т/га, товарність до 2,7 %, масу коренеплоду до 31 г, вміст сухої речовини до 0,7 %, сухої розчинної речовини до 0,3 %, цукрів до 0,5 %, вітаміну С до 0,8 мг/100 г та зменшує вміст нітратів до 8,4 мг/кг.

Площа листків, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу перебувають у сильному прямому зв'язку ($r = 0,92-0,98$) з врожайністю.

За збільшення площі листової поверхні до 1,0 тис. м²/га зростає врожайність до 0,7 т/га. Збільшення фотосинтетичного потенціалу до 0,05 млн м² діб/га підвищує врожайність до 0,2-1,2 т/га. Також, підвищується врожайність до 0,3-0,7 т/га за збільшення чистої продуктивності фотосинтезу до 0,05 г/м² добу.

Перспективним для подальшого вивчення є молекулярні знання на реакції рослин на абіотичний стрес, ймовірно, прокладуть шлях до того, щоби зробити сільськогосподарські культури стійкими до кліматичних змін і забезпечити підвищення економічної ефективності виробництва.

Ключові слова: пастернак, температура, опади, врожайність, приріст коренеплодів та листків

Актуальність.

Одним із наслідків глобальної зміни клімату стало постійне зниження доступності та продуктивності ґрунту (Zandalinas et al., 2018). Основні чинники, які мають великий вплив на ріст рослин, а також на збільшення врожаю та його якісних характеристик – це біотичні та абіотичні фактори, які впливають або, навіть, визначають кінцевий результат (Atkinson & Urwin, 2012).

Абіотичні чинники, такі як екстремальна температура, посуха, повені,

засолення та важкі метали, є одними з основних чинників, що обмежують продуктивність та якість врожаю (Kumar, 2020). Відомо, що поєднання абіотичних стресів впливають на появу та поширення біотичних стресів, таких як комахи-шкідники, патогени, бур'яни тощо (Ziska et al., 2010; Peters, 2014). Зменшення росту рослин через посуху або спеку – це часте й поширене явище у всьому світі. У разі поєднання обох стресів їхній вплив на врожайність культури є більш серйозним, ніж вплив певного стресу (Sehgal et al., 2017).

Очікувані зміни температури подальших 30-50 років прогножуються в діапазоні 2-3 °С. Теплові хвилі або екстремальні температурні періоди стануть більш інтенсивними, частішими і триватимуть довше, ніж те, що спостерігається в останні роки (Hatfield & Prueger, 2015). Екстремальні температурні періоди можуть мати короткочасну тривалість упродовж декількох днів із підвищенням температури більш ніж на 5 °С вище нормальних температур (Kumudini et al., 2014).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Реакція на температуру різна для різних видів культур упродовж усього їхнього життєвого циклу (Hatfield et al., 2011; Komar et al., 2021). Однією з найбільш вразливих фенологічних стадій до високих температур є стадія запилення (Shengbao et al., 2020; Bobos, 2019).

Стрес від посухи пов'язаний із нестачею води для рослини, що суттєво впливає на ріст, розвиток і врожайність. Посуха може бути двох типів: фізична посуха (дефіцит води через її недоступність) та фізіологічна посуха (нездатність рослини вбирати воду з ґрунту через різні фізіологічні причини, такі як засоленість, замерзання тощо) (Vadez et al., 2012).

Низька температура (холодний стрес) також впливає на біохімічну та фізіологічну активність рослин, а, отже, на врожайність та якість продукції. Низька температура порушує структуру мембрани, протоплазматичний потік і спричиняє витік електrolітів / плазмоліз. Температура впливає на засвоєння мінеральних речовин, фотосинтез, дихання та обмін речовин. Реакція рослин на низькотемпературний стрес пов'язана зі змі-

ною транскрипції генів, пов'язаною з виробництвом кількох низькомолекулярних білків (Yadav et al., 2017).

Водний стрес включає його дефіцит або надмірну присутність у довкіллі. Надлишок води або підтоплення впливають на доступність кисню до рослин, спричиняючи низький рівень кисню / гіпоксію (Sasidharan et al., 2017). П'ять генів ERF (ethylene response factor) є ключовими регуляторами стійкості до поєднаних та толерантності до гіпоксії. Дослідження демонструють участь фізіологічних, генетичних, епігенетичних та молекулярних механізмів у забезпеченні стійкості рослин до затоплення (Gasch et al., 2016).

Батьківщиною пастернаку посівного є Середземноморські країни (Colombo et al., 2011). Пастернак дворічна, холодостійка культура поширена у багатьох країнах Європи та Азії (Zohary et al., 2012). Походження рослин зумовлює їхнє відношення до умов довкілля. Рослини пастернаку можуть переносити заморозки, хоча сильний холод упродовж вегетації призведе до їхньої загибелі. Коренеплоди пастернаку за умов достатнього снігового покриву добре зимують. Навесні перезимована розетка відновлює ріст й утворюється стебло, суцвіття та насіння (Cain et al., 2010).

Усі частини рослини містять ароматичні ефірні олії, але найбільша їхня кількість міститься в насінні від 1,5 до 3,6 %. Тому насіння характеризується слабкою змочуваною поверхнею, низькою водоутримуючою здатністю насінневої шкірки та підвищеною поглинальною здатністю (Berenbaum & Zangerl, 2006; Zangerl et al., 2008).

Ефективність проростання визначається розмірами та масою насіння. Більше та важче насіння пастернаку

має високу енергію проростання й дає дружні сходи, що сприяє високій врожайності. Насіння що проростає найбільше корелює з масою насіння, оскільки виповнене насіння містить більше поживних речовин для проростання (Shankar, 2006; Norden et al., 2009; Kaliniewicz, et al., 2014). Ефективність проростання насіння можна покращити за допомогою механічних, хімічних, фізичних та біологічних способів (Ciurak et al., 2007; Lypikienė et al. 2006).

Отже, розуміння механізмів і в який спосіб вони захищають рослини від стресів стало життєво важливим для підвищення врожайності та якості продукції пастернаку в мінливих кліматичних умовах.

Мета досліджень полягає у вивченні впливу абіотичних чинників (температурний режим та кількість опадів) на врожайність, тривалість фенологічних фаз росту й розвитку рослин, динаміку наростання маси листків та коренеплодів пастернаку посівного в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи дослідження.

Польові дослідження проводили у 2015 – 2017 рр. на дослідному полі кафебри овочівництва й закритого ґрунту в НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України в умовах Правобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки дерново-середньоопідзолений, грубопильватий, легкосуглинковий.

Досліджували такі строки сівби пастернака посівного: 1 декада квітня, 2 декада квітня (контроль), 3 декада квітня, 1 декада травня, 2 декада травня, 3 декада травня, 1 декада червня. Розмір облікової дослідної ділянки

становив 11,3 м², повторність чотирьократна. Варіанти в досліді розміщували систематично. Попередником для пастернаку посівного був огірок. У дослідженнях використаний сорт Стимул. Сівбу проводили за схемою 45х10 см на глибину 1,5-2 см.

У завдання фенологічних спостережень входило фіксування дати сівби, поява сходів, утворення 1-3 справжніх листків, початок формування коренеплодів, початок пучкової стиглості, технічна стиглість. Початок фази фіксували коли вона відмічена у 10 % рослин на ділянці, масово – у 75 % (Bondarenka & Yakovenka, 2001).

Біометричні спостереження включали визначення висоти рослин, підрахунок кількості листків, маси листків та коренеплодів, площі листків, фотосинтетичного потенціалу та чистоти продуктивності фотосинтезу.

Динаміку площі листків визначали методом контурного сканування листків з подальшим визначенням їх площі за допомогою програмного забезпечення IpSquare 1.9. Площу листків на 1 га посіву розраховували, виходячи із густоти рослин і виражали в тис. м² на 1 га.

Для визначення фотосинтетичного потенціалу посіву регулярно вимірювалася асиміляційна поверхня типових рослин. Потім обчислювали листову поверхню на 1 га посіву множенням середньої асиміляційної поверхні однієї рослини на кількість рослин на 1 га. Одержані дані наносили на міліметровий папір з таким розрахунком, щоб масштаб часу на горизонтальній осі (абсцис) відповідав 5 дням в 1 см, площа листків (вісь ординат) – 4000 м² в 1 см. За таким масштабом на міліметровий аркуш наносили точки, які показували результати визначень площі листків.

З'єднуючи точки, проводили криву, яка і свідчила про хід наростання площі листків на 1 га протягом періоду вегетації. Потім визначали площу фігури (см²), обмеженої віссю абсцис, одержаною кривою і перпендикуляром, опущеним з кінцевої точки кривої на цю вісь. Фотосинтетичний потенціал визначали за формулою:

$$\Phi_{\text{п}} = S \times O \times A; \quad (1),$$

де $\Phi_{\text{п}}$ – фотосинтетичний потенціал, млн м² х діб / га;

S – площа фігури, см²;

O – ціна одного сантиметра за масштабом по осі ординат (4000 м²);

A – кількість діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу (Фч. пр.) визначали за величиною приросту сухої маси рослини за добу в розрахунку на 1 м² листової поверхні за формулою Кідда, Веста і Бріггса:

$$\Phi_{\text{ч. пр.}} = \frac{B_1 - B_2}{\frac{1}{2} \times (L_1 + L_2) \times \pi}; \quad (2),$$

де $\Phi_{\text{ч. пр.}}$ – величина чистої продуктивності фотосинтезу, г/м² × добу;

B_1 і B_2 – суха маса проби, на початку і в кінці облікового періоду, г;

$(B_1 - B_2)$ – приріст сухої маси за обліковий період;

L_1 і L_2 – площа листків проби на початку і в кінці періоду, см²;

$\frac{1}{2} \times (L_1 + L_2)$ – середня площа листків, «працюючих» протягом облікового періоду;

π – кількість діб в обліковому проміжку часу, діб.

Для загальної характеристики накопичення тепла та зволоження території за вегетаційний період рослин та кожний їх міжфазний період використовували суму температур > 10 °C та кількість опадів.

Збирання коренеплодів проводили в кожному повторенні суцільним спо-

собом. Їх сортували згідно з вимогами ДСТУ 8473:2015 «Пастернак свіжий. Технічні умови». Середню масу товарних коренеплодів визначали за середньою пробою 5 кг. Підраховували кількість коренеплодів та визначали середню масу товарного коренеплоду.

Біохімічні дослідження проводили в Українській лабораторії якості і безпеки продукції агропромислового комплексу Національного університету біоресурсів і природокористування України за стандартизованими методиками: вміст сухої речовини визначали термогравіметричним методом (ДСТУ ISO 751:2004), вміст розчинної сухої речовини – рефрактометричним методом (ДСТУ 8402:2015), вміст загального цукру – за Бертраном (ДСТУ 4954:2008), вміст аскорбінової кислоти (вітамін С) за методом І. К. Муррі (ДСТУ 7803:2015), кількість нітратів – іонометричним методом (ДСТУ ISO 4948:2008).

Статистичну обробку одержаних результатів досліджень проводили методом дисперсійного й кореляційно-регресійного аналізів (Kwanchai & Arturo, 1984; Rao, 2007).

Результати дослідження.

Залежно від строків сівби період сівба-сходи коливався від 16 до 21 доби та проходив за суми температур (> 10 °C) від 33,4 до 153,7 °C та суми опадів від 7,1 до 31,3 мм (рис. 1). Найтриваліший період сівба-сходи був на варіантах за сівби від 1 до 3 декади квітня, за пізніших строків сівби даний період зменшувався.

Поява першого справжнього листка відмічена на 6-9 добу після сходів. Цей період проходив за суми температур (> 10 °C) від 21,7-84,2 °C та суми опадів 2,8-30,7 мм.

Рис. 1. Сума температур повітря понад 10 °C із наростаючим підсумком та сума опадів, які необхідні для проходження фенологічних фаз росту та розвитку пастернаку посівного за різних строків сівби (середнє за 2015 – 2017 рр.)

Фенологічна фаза другий справжній листок відмічена через 4-8 діб після появи першого справжнього листка. За цієї фенологічної фази період проходив за суми температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) 26,1-59,8 $^{\circ}\text{C}$ та суми опадів 2,4-24,7 мм.

Період 2-3 справжній листок тривав 3-8 діб та проходив за суми температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) 27,7-112,5 $^{\circ}\text{C}$ та суми опадів 3,2-21,8 мм.

Початок формування коренеплоду відмічений через 17-23 діб після появи третього справжнього листка. За цієї фенологічної фази період проходив за суми температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) 168,6-270,8 $^{\circ}\text{C}$ та суми опадів 13,0-64,1 мм.

Фенологічна фаза початок формування коренеплоду-пучкова стиглість тривала 28-51 діб і проходила за суми температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) 309,9-616,1 $^{\circ}\text{C}$ та суми опадів 26,7-60,4 мм. Найкоротший цей період був на варіантах за сівби від 1 до 2 декади квітня, а

за пізніших строків сівби цей період збільшувався.

Період сходи-технічна стиглість тривав 110-165 діб і проходив за суми температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) 1102,4-1439,0 $^{\circ}\text{C}$ та суми опадів 128,1-225,2 мм.

Листки пастернаку посівного є дуже важливим органом рослини, у яких у процесі фотосинтезу утворюються органічні речовини, завдяки яким збільшується маса коренеплоду та нагромаджується цукор.

Маса листків 1 липня коливалася від 11 до 82 г, 1 серпня – від 16 до 138, 1 вересня – від 52 до 217, 1 жовтня – від 63 до 109 г. Максимальний приріст листків із показником 1,5-4,5 г/добу відмічено в другій половині серпня, згодом утворення нових листків зменшувалося, а старі – відмирали.

На 1 липня у варіантах за сівби у квітні та травні маса коренеплодів становила 4-37 г. На 1 серпня по до-

Рис. 2. Урожайність коренеплодів пастернаку посівного залежно від строків сівби, т/га

сліду попередній показник коливався від 6 до 88 г, на 1 вересня від 24 до 179 г, на 1 жовтня від 69 до 236 г.

Максимальний приріст коренеплодів у варіантах за сівби у квітні спостерігали в другій половині серпня з показником 2,9-3,5 г/добу, за сівби в травні відповідно на початку вересня – 2,1-2,7 г/добу, за сівби в червні відповідно в другій половині вересня – 1,9 г/добу. Відношення маси листків до коренеплоду 1-го липня коливалося 2,2 до 2,8, 1-го серпня – від 1,6 до 2,7, 1-го вересня – від 1,2 до 2,2, 4-го жовтня – від 0,5 до 0,9.

Варіант за сівби в 1 декаді квітня забезпечив високу врожайність коренеплодів 50,3 т/га, що на 5,3 т/га або 11,8 % істотно більше за контроль (рис. 2). За сівби в пізніші строки спостерігали істотне зниження врожайності в порівнянні з контролем, а саме: за 3 декади квітня – на 3,5 т/га, або 7,7 %, за 1 декади травня – на 8,8 т/га, або 19,6 %, за 2 декади травня – на 17,4 т/га, або 38,6 %, за 3 декади травня – на 23,0 т/га, або 51,1 %, за 1 декади червня – на 31,7 т/га, 70,6 % у порівнянні з контролем.

Виявлено прямий сильний зв'язок ($r = 0,74-0,99$) між вегетаційним періодом та врожайністю, масою коренеплоду, товарністю, і біохімічними

показниками, а саме: суха речовина, суха розчинна речовина, цукри, вітамін С. Обернений сильний зв'язок ($r = -0,98$) відмічений між тривалістю вегетаційним періодом та нітратами.

Збільшення вегетаційного періоду на 10 діб збільшує врожайність до 6,9 т/га, товарність до 2,7 %, масу коренеплоду до 31 г, вміст сухої речовини до 0,7 %, сухої розчинної речовини до 0,3 %, цукрів до 0,5 %, вітаміну С до 0,8 мг/100 г та зменшує вміст нітратів до 8,4 мг/кг.

Площа листків, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу перебувають у сильному прямому зв'язку ($r = 0,92-0,98$) з врожайністю.

За збільшення площі листової поверхні до 1,0 тис. м²/га зростає і врожайність до 0,7 т/га. Збільшення фотосинтетичного потенціалу до 0,05 млн м² діб/га підвищує врожайність до 0,2-1,2 т/га. Також, підвищується врожайність до 0,3-0,7 т/га за збільшення чистої продуктивності фотосинтезу до 0,05 г/м² добу.

Висновки й перспективи

Ефективним та економічно вигідним важелем стабілізації врожайності в овочівництві є використання

сортів із високим генетичним потенціалом врожаю, стійких до хвороб і шкідників та адаптованих до умов вирощування. Створення сорту, його випробування та вирощування відбуваються під впливом абіотичних чинників, а взаємодія між цими чинниками та генетичною системою сорту визначає його цінність. Перспективним для подальшого вивчення є молекулярні знання на реакції рослин на абіотичний стрес, ймовірно, прокладуть шлях до того, щоби зробити сільськогосподарські культури стійкими до кліматичних змін і забезпечити підвищення економічної ефективності виробництва.

Вегетаційний період у пастернаку тривав 110-165 діб і проходив за суми температур ($> 10^{\circ}\text{C}$) 1102,4-1439,0 $^{\circ}\text{C}$ та суми опадів 128,1-225,2 мм. Показник врожайності за різного строку сівби перебував у широкому діапазоні від 13,2 до 50,3 т/га.

References

- Atkinson, N.J., Urwin, P.E. (2012). The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field, *Journal of Experimental Botany*, 63(10), 3523-3543. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/ers100>
- Berenbaum M.R., Zangerl A.R. (2006). Parsnip webworms and host plants at home and abroad: trophic complexity in a geographic mosaic. *Ecology*. 87(12), 3070-81. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[3070:p-wahpa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[3070:p-wahpa]2.0.co;2)
- Bobos I., Fedosy I., Zavadska O., Tonha O., Olt Jüri (2019). Optimization of plant densities of dolichos (*dolichos lablab* L. var. *lignosus*) bean in the Right-bank of Forest-steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 17(6), 2195-2202. DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.19.223>
- Bondarenka H.L., Yakovenka K.I. (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi*. [Methodology of experimental work in vegetable and melon]. Kharkiv: Osnova, 369.
- Cain N., Darbyshire S.J., Francis A., Nurse R.E., Simard M.-J. (2010). The Biology of Canadian weeds. 144. *Pastinaca sativa* L.. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(2), 217-240. DOI: <https://doi.org/10.4141/CJPS09110>
- Ciupak, A.; Szczurowska, I.; Gładyszewska, B.; Pietruszewski, S. (2007). Impact of laser and magnetic field stimulation on the process of buckwheat seed germination. *Technical Sciences*, 10, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10022-007-0002-8>
- Colombo, M.L., Dalfrà, S., Scarpa, B. (2011). The origin and the tradition of European herbalism for human wellness: from the roots of an ancient approach to modern herbalism. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 4 (3), 173-179. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12349-011-0062-y>
- Gasch, P., Fundinger, M., Müller, J.T., Lee, T., Bailey-Serres, J., Mustroph, A. (2016). Redundant ERF-V2 Transcription Factors Bind to an Evolutionarily Conserved cis-Motif to Regulate Hypoxia-Responsive Gene Expression in Arabidopsis, *The Plant Cell*, 28(1), 160-180. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.15.00866>
- Hatfield, J. L., Boote, K. J., Kimball, B. A., Ziska, L. H., Izaurralde, R. C., Ort, D., Thomson, A.M., Wolfe, D.W. (2011). Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal*, 103, 351-370. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0303>
- Hatfield, J.L., Prueger, J.H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>
- Kaliniewicz, Z., Jadwisieńczyk, K., Choszcz, D., Kolankowska, E., Przywitowski, M., Śliwiński, D. (2014). Współzależność między zdolnością kiełkowania a wybranymi cechami nasion

- pasternaku zwyczajnego (*Pastinaca sativa* L.). *Inżynieria Rolnicza*, 1(149), 39-50. DOI: <https://doi.org/10.14654/ir.2014.149.004>
12. Komar, O.O., Khareba, V.V., Fedosiya, I.O., Khareba, O.V. (2021). Otsinka sortiv pasternaku posivnogo (*Pastinaca sativa* L.) za produktyvnistiu ta adaptyvnistiu v umovakh Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Evaluation of parsnip varieties (*Pastinaca sativa* L.) on productivity and adaptability in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Plant and Soil Science*, 12(2), 69-75. DOI: <https://doi.org/10.31548/agr.2021.02.069>
13. Kumar, S. (2020). Abiotic Stresses and Their Effects on Plant Growth, Yield and Nutritional Quality of Agricultural Produce. *International Journal of the Science of Food and Agriculture*, 4(4), 367-378. DOI: <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2020.12.002>
14. Kumudini, S., Andrade, F.H., Boote, K.J., Brown, G.A., Dzotsi, K.A., Edmeades, G.O., Gocken, T., Goodwin, M., Halter, A.L., Hammer, G.L., Hatfield, J.L., Jones, J.W., Kemanian, A.R., Kim, S.-H., Kiniry, J., Lizaso, J.I., Nendel, C., Nielsen, R.L., Parent, B., Stöckle, C.O., Tardieu, F., Thomison, P.R., Timlin, D.J., Vyn, T.J., Wallach, D., Yang, H.S., Tollenaar, M. (2014). Predicting maize phenology: Intercomparison of functions for developmental response to temperature. *Agronomy Journal*, 106 (6), 2087–2097. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj14.0200>
15. Kwanchai A. Gomez, Arturo A. Gomez (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., 680.
16. Lynikiene, S., Pozeliene, A., Rutkauskas, G. (2006). Influence of corona discharge field on seed viability and dynamics of germination. *Int. Agrophys.*, 20(3), 195-200.
17. Norden, N., Daws, M.I., Antoine, C., Gonzalez, M.A., Garwood, N.C., Chave, J. (2009). The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. *Functional Ecology*, 23(1), 203-210. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01477.x>
18. Peters, K., Breitsameter, L., Gerowitt, B. (2014). Impact of climate change on weeds in agriculture: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 707-721. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0245-2>
19. Rao G. Nageswara (2007). *Statistics for Agricultural Sciences*, 2nd ed. BS Publications, 466.
20. Sasidharan, R., Bailey-Serres, J., Ashikari, M., Atwell, B.J., Colmer, T.D., Fagerstedt, K., Fukao, T., Geigenberger, P., Hebelstrup, K.H., Hill, R.D., Holdsworth, M.J., Ismail, A.M., Licausi, F., Mustroph, A., Nakazono, M., Pedersen, O., Perata, P., Sauter, M., Shih, M., Voesenek, L. A. C. J. (2017). Community recommendations on terminology and procedures used in flooding and low oxygen stress research. *New Phytologist*, 214(4). DOI: 1403-1407. <https://doi.org/10.1111/nph.14519>.
21. Sehgal, A., Kumari, S., Kumar, J., Shiv, K., Sarvejeet, S., Siddique Kadambot H.M., Harsh, N. (2017). Effects of drought, heat and their interaction on the growth, yield and photosynthetic function of lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes varying in heat and drought sensitivity. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1776. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01776>
22. Shankar, U. (2006). Seed size as a predictor of germination success and early seedling growth in 'hollong' (*Dipterocarpus macrocarpus* Vesque). *New Forests*, 31, 305-320. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-005-8198-6>
23. Shengbao, W., Jing L., Tiantian, L., Xiaoying, W., Anchun, P., Changqing, C. (2020). Effect of High-Temperature Events When Heading into the Maturity Period on Summer Maize (*Zea mays* L.) Yield in the Huang-Huai-Hai Region, China. 11(12), 1291. doi: <https://doi.org/10.3390/atmos11121291>
24. Vadez, V., Berger, J.D., Warkentin, T. Asseng, S., Ratnakumar, P., Rao, K.P.C., Gaur, P.M., Munier-Jolain, N., Larmure, A., Voisin Anne-Sophie, Sharma, H. C., Pande, S., Sharma, M., Krishnamurthy, L., Zaman, M.A. (2012). Adaptation of grain legumes to climate change: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 32, 31-44. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0020-6>

25. Yadav S., Modi P., Dave, A., Vijapura, A., Patel D., Patel M. (2017). Effect of Abiotic Stress on Crops, Sustainable Crop Production, Mirza Hasanuzzaman, Marcelo Carvalho Minho to Teixeira Filho, Masayuki Fujita and Thiago Assis Rodrigues Nogueira. IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.88434>
26. Zandalinas, S.I., Mittler R., Balfagón, D., Arbona, V., Gómez-Cadenas, A. (2018). Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. *Physiologia Plantarum*, 162, 2-12. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.12540>
27. Zangerl A.R., Stanley M.C., Berenbaum M.R. (2008). Selection for chemical trait remixing in an invasive weed after reassociation with a coevolved specialist. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(12), 4547-4552. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0710280105>
28. Ziska, L.H., Tomecek, M.B., Gealy, D.R. (2010). Evaluation of competitive ability between cultivated and red weedy rice as a function of recent and projected increases in atmospheric CO₂. *Agronomy Journal*, 102, 118-123. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2009.0205>
29. Zohary, D., Hopf, M., Weiss, E. (2012) *Domestication of Plants in the Old World*. UK, 264. DOI: <https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001>

Komar O. O., Fedosiy I. O., Siedova O. O. (2021). INFLUENCE ABIOTIC FACTORS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS PARSNIP. PLANT AND SOIL SCIENCE, 12(3): 100–110. <https://doi.org/10.31548/agr2021.03.100>

Abstract. *The main factors that have a great influence on plant growth, as well as on increasing the yield and its quality characteristics, are biotic and abiotic. Combinations of abiotic stresses, such as drought and heat, have a much greater impact on yields and product quality. The response of plants to these stresses can vary depending on the species, as well as at different stages of development. Understanding the mechanisms and how they protect plants from stress has become vital to improving the yield and quality of parsnip products in changing climatic conditions.*

The research aimed to study the influence of abiotic factors (temperature and precipitation) on yield, duration of phenological phases of plant growth and development, dynamics of growth of leaves and roots of parsnip in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The research was conducted in the field experiment of the Department of Vegetable Growing and Closed Soil in NL "Fruit and Vegetable Garden" NUBIP of Ukraine in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine during 2015-2017. The area of the accounting plot was 11.3 m², the repetition of the experiment was 4 times. The arrangement of the research plots was systematic.

As a result of research, it is established that the shortest period of sowing-seedlings lasted 16 days in the options for sowing in the 3rd decade of May and the 1st decade of June. Significant delay for 21 days of this period was observed for sowing from the 1st to the 3rd decade of April. The duration of the period from the beginning of root formation to beam ripeness was the smallest for sowing in the 1st decade of April – 28 days, and the largest for sowing in the 1st decade of June – 51 days. The vegetation period ranged from 110 to 165 days and passed for the sum of temperatures (> 10 °C) 1102.4-1439.0 °C and the sum of precipitation 128.1-225.2 mm. During sowing in April, an intensive increase in root crops from 2.9 to 3.5 g/day was observed in the second half of August. During sowing in May, the largest increase in root crops from 2.1 to 2.7 g/day was observed in the first half of September. Thus, for sowing in the 1st decade of June, this figure was highest in the second half of September (1.9 g/day). The option for sowing in the

1st decade of April provided a high yield of root crops of 50.3 t/ha, which is 5.3 t/ha or 11.8% significantly more than the control. When sowing in the following periods, a significant decrease in yield was observed compared to the control, namely: for the 3rd decade of April – by 3.5 t/ha, or 7.7%, for the 1st decade of May – by 8.8 t/ha, or 19.6%, for the 2nd decade of May – by 17.4 t/ha, or 38.6%, for the 3rd decade of May – by 23.0 t/ha, or 51.1%, for the 1st decade of June – by 31.7 t/ha, 70.6% compared to the control.

There was a direct strong relationship ($r = 0.74-0.99$) between the growing season and yield, root weight, marketability, and biochemical parameters, namely: dry matter, dry soluble matter, sugars, vitamin C. The inverse of the strong ($r = -0.98$) was observed between the duration of the growing season and nitrates.

Increasing the growing season by 10 days increases the yield to 6.9 t/ha, marketability up to 2.7%, root weight up to 31 g, dry matter content up to 0.7%, dry soluble matter up to 0.3%, sugars up to 0.5%, vitamin C to 0.8 mg/100 g and reduces the nitrate content to 8.4 mg/kg.

Leaf area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity are in strong direct connection ($r = 0.92-0.98$) with yield.

As the leaf surface area increases to 1.0 thousand m²/ha, the yield increases to 0.7 t/ha. Increasing the photosynthetic potential to 0.05 million m² per day/ha increases the yield to 0.2-1.2 t/ha. Also, the yield increases to 0.3-0.7 t/ha by increasing the net productivity of photosynthesis to 0.05 g/m² per day.

Promising for further study is molecular knowledge of plant responses to abiotic stress, likely to pave the way for making crops resistant to climate change and increase the economic efficiency of production.

Keywords: parsnip, temperature, precipitation, yield, growth of roots and leaves