



В. П. Шлапак¹, С. А. Адаменко¹, В. В. Шлапак², С. А. Коваль¹, М. І. Парубок¹

¹ Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

² Комунальне об'єднання "Київзеленбуд", м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ СЕЗОННОГО РОСТУ *PINUS SYLVESTRIS* L. В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено узагальнення наукових досліджень й аналіз експериментальних даних щодо особливостей сезонного росту вегетативних органів *P. sylvestris*, їх узгодженість з кліматичними умовами Правобережного Лісостепу України. Встановлено, що на механізми, які регулюють ростові процеси, безпосередньо впливає температура повітря. *P. sylvestris* належить до порід, що розпочинають свою вегетацію рано навесні. Незважаючи на лісорослинні умови, початок росту пагонів спостерігається за підвищення температури повітря приблизно до +8,0 °С. Кульмінація першої хвилі росту, впродовж років досліджень, припадала на червень, коли середньодобова температура повітря піднімалась вище +20,0 °С. У цей час довжина пагона становила 5,5 см. Приблизно із першої декади серпня, інтенсивність приросту пагонів поступово зменшується і до другої декади вересня вони завершують свій ріст. Наші дослідження показали, що ріст хвої розпочинається приблизно на 30-35-ту добу після початку росту пагонів. Дата настання вказаної фази також має певну залежність від температури повітря. За результатами досліджень встановлено, що ріст хвої починається з підвищенням середньодобової температури повітря до +16 °С. Завершення росту хвої відбувається в третій декаді серпня – першій декаді вересня, коли температура повітря нижча +18 °С. У період згасання приросту хвої, який триває 45 діб, формується 28 % маси річного приросту. Загальна тривалість росту хвої становить 105 діб. Період посиленого росту хвої майже в 1,5 раза довший, ніж період згасання, і становить 60 % від загальної тривалості її формування. За цей час утворюється до 73 % маси річного приросту. Впродовж періоду досліджень також відзначено, що інтенсивність росту пагонів від основи крони і до її верхівки поступово збільшується.

Ключові слова: фенологічний розвиток; температура; пагони; хвоя; тривалість; частини крони.

Вступ / Introduction

Підвищення продуктивності лісів має важливе значення в лісівничій науці та промисловості. Спостереження за термінами настання фенофаз має прикладне значення для визначення оптимальних термінів висаджування рослин, доглядів за ними, проведення підживлення та інших агротехнічних заходів. Важливою є динаміка росту вегетативних органів не лише на початкових стадіях росту, але й у дерев, що вже вступили в пору плодоношення.

Коливання температури впливає на сезонний ритм росту і розвитку, тривалість окремих фенологічних фаз, а також на зовнішні ознаки рослин [12]. У хвойних видів фенологічні ознаки початку та завершення вегетації

менше виражені і вчені описують їх неоднаково [1, 2, 7, 16].

Об'єкт дослідження – окремі екземпляри *P. sylvestris*, що ростуть в НДП "Софіївка" та на території Уманського НУС.

Предмет дослідження – процеси росту та розвитку вегетативних органів.

Мета роботи – проаналізувати особливості росту і розвитку пагонів і хвої сосни під впливом температури повітря. Наведено багато кліматичних факторів, а вивчається один (виправили на один фактор – температуру повітря).

Для досягнення зазначеної мети визначено такі **основні завдання дослідження**:

Інформація про авторів:

Шлапак Володимир Петрович, д-р с.-г. наук, професор, завідувач кафедри лісового господарства. Email: shlapakwp@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8710-5662>

Адаменко Світлана Анатоліївна, канд. біол. наук, ст. викладач, кафедра лісового господарства. Email: svitlanka0613@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0003-4656-1180>

Шлапак Володимир Володимирович, канд. с.-г. наук, інженер. Email: shlapakwp@gmail.com

Коваль Сергій Анатолійович, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісового господарства. Email: sergiy.kov124@ukr.net

Парубок Маргарита Іванівна, канд. біол. наук, доцент, кафедра біології. Email: m.parubok69@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Шлапак В. П., Адаменко С. А., Шлапак В. В., Коваль С. А., Парубок М. І. Особливості сезонного росту *Pinus sylvestris* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, т. 32, № 3. С. 07–11.

Citation APA: Shlapak, V. P., Adamenko, S. A., Shlapak, V. V., Koval, S. A., & Parubok, M. I. (2022). Some peculiarities of seasonal growth of *Pinus sylvestris* L. under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(3), 07–11. <https://doi.org/10.36930/40320301>

- дослідити вплив коливань температури повітря на прирости вегетативних органів;
- встановити значення температури, для проходження фази початку кульмінації та завершення росту пагонів і хвої.
- визначити тривалість періоду росту пагонів у різних частинах крони.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сосна звичайна є однією із головних лісотвірних порід Європи. Тому поглиблене вивчення її особливостей привертало увагу науковців різних напрямів. В Україні цей вид досліджували В. П. Шлапак та Г. І. Редько [17], зокрема її ріст і розвиток у Чигиринському та Черкаському борах, а В. В. Шлапак та Ф. М. Бровко вивчали ріст цього виду на Притясминських пісках. Однак, ці дослідження переважно стосувались лісівничої та такса-

ційної оцінки насаджень [18, 19]. При цьому особливості сезонного розвитку вегетативних органів сосни звичайної не вивчали. Такі дослідження здійснював І. Т. Кіщенко в умовах Тайги [6, 8, 7]. Тому, в умовах Правобережного Лісостепу України, ми виконали аналогічні дослідження.

Матеріали та методи дослідження. Для регіону досліджень характерний помірно континентальний клімат з відносно теплою і м'якою зимою. Згідно з даними табл. 1, для років досліджень, по окремих місяцях, власне дещо вищі температурні показники порівняно із середніми багаторічними даними. Весняно-літній період відзначається частими засушливими періодами з температурою повітря понад 35 °C у затінку.

Табл. 1. Середньомісячна температура (°C) за 2019-2021 рр. (за даними метеостанції м. Умань) / Average monthly temperature (°C) for 2019-2021 years of researches (by the data of Uman weather-station)

Рік	Місяць												Середнє за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2019	-4,7	0,5	4,5	9,6	17,0	23,4	20,0	20,7	15,6	10,0	5,5	2,2	10,4
2020	0,4	2,2	6,3	9,2	12,5	20,9	21,6	21,2	17,8	12,7	3,7	0,0	10,7
2021	-2,3	-3,8	2,0	7,4	14,0	19,8	23,2	20,3	13,0	7,2	4,7	1,3	8,9
Середня за 3 роки	-2,5	-0,4	4,3	8,7	14,5	21,3	21,6	20,7	15,4	9,9	4,6	1,2	9,9
Середня багаторічна	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4	7,4

Особливості росту пагонів і хвої *P. sylvestris* упродовж вегетаційного періоду у рослин різного віку визначали за методикою В. В. Смирнова і А. А. Молчанова [12]. Довжину пагонів вимірювали металевою лінійкою через три доби з моменту настання стану "лінійний ріст пагонів". Облік вели від місяця прикріплення бруньки, що розпускається, до пагона минулого року. Загальна кількість пагонів у кожній модельній групі становила 20 шт. Після припинення росту пагонів розраховували добовий приріст, який визначали як різницю довжини між наступним і попереднім значеннями кожного терміну вимірювання, поділену на кількість днів цього періоду.

Спостереження росту хвої в довжину проводили на тих самих пагонах, на яких вивчали ріст. На кожному пагоні вимірювали за допомогою лінійки довжину 5 хвоїнок, розташованих на середній частині пагона. У такий спосіб вимірювали 100 хвоїнок за один раз. За аналогією з пагонами також розраховували добові прирости й отримували елементарні статистичні дані. Вимірювання виконували у період інтенсивного росту через кожні три доби, а в періоди його спадання – через п'ять діб. Паралельно з цим фіксували середньодобову температуру повітря. За результатами досліджень побудовано графіки росту пагонів упродовж вегетаційного періоду й динаміки приросту та встановлено залежність інтенсивності росту пагонів від температури повітря.

Результати досліджень / Research results and their discussion

Лінійний ріст пагонів. За початок росту пагонів *P. sylvestris* брали просвіти між бруньковими лусками, що утворюються в першу декаду квітня. Незважаючи на лісорослинні умови, ця фенофаза розпочиналась за підвищення температури повітря приблизно до +8,0 °C (табл. 2).

Кульмінація першої хвилі росту, впродовж років досліджень, припадала на червень, коли середньодобова температура повітря піднімалась вище +20,0 °C. Приблизно із першої декади серпня, інтенсивність приросту пагонів поступово зменшується і до другої декади вересня вони завершують свій ріст.

Табл. 2. Температурні показники повітря під час росту вегетативних органів *P. sylvestris* / Air temperature during growth of shoots and needles of *P. sylvestris*

Рік	Початок росту		Кульмінація		Завершення	
	Дата	t, °C	Дата	t, °C	Дата	t, °C
Пагони						
2019	04.04	8,9	08-14.06	20,7	15.09	15,0
2020	03.04	8,3	10-25.06	20,4	20.09	16,9
2021	09.04	8,2	17-26.06	20,9	17.09	15,9
Хвоя						
2019	08.05	16,5	18-22.07	22,1	08.09	18,3
2020	15.05	13,4	13-19.07	22,4	09.09	18,0
2021	17.05	16,1	09-15.07	24,9	04.09	15,4

Дослідники встановили [3, 6] залежність тривалості та інтенсивності росту пагонів від температурного режиму впродовж вегетаційного періоду (рис. 1). Коефіцієнт кореляції змінювався в межах 0,61-0,69. Тобто існує кореляційний зв'язок між початком росту за підвищення температури повітря вище 8-9 °C. Надалі також спостерігається коливання інтенсивності росту пагонів, відповідно до коливань температури повітря. З її підвищенням збільшуються середньодобові прирости.

Під час кульмінації процесу росту також можна простежити його залежність від температури повітря. Максимальний середньодобовий приріст зафіксовано у першій-другій декаді червня, за температури вище 20 °C. На цей час він становив приблизно 2 см за добу. Добре виражена залежність приростів від температури повітря в період між кульмінаціями першої та другої хвилі росту. Наприклад, за зниження температури в липні, знижується інтенсивність росту, а її подальше підвищення ініціює збільшення добових приростів.

Затухання росту не має залежності з подальшими коливаннями температури повітря. Вона може все ще коливатись у вересні, однак приріст знижується досить швидко. Під час посиленого росту пагонів і настання кульмінації другої хвилі росту формується близько 75 % річного приросту.

Лінійний ріст хвої. Довжина хвої навіть в однакових умовах місцезростання буває мінливою [15, 20].

Дослідники стверджують, що на її ріст впливає низка різних факторів, таких, як зниження світлового режиму, техногенне забруднення, радіація [11, 10, 21].

Наші дослідження показали, що ріст хвої починається приблизно на 30-35-ту добу після початку росту пагонів. Дата настання вказаної фази також має пев-

ну залежність від температури повітря (рис. 2). За результатами досліджень встановлено, що ріст хвої починається за підвищення середньодобової температури повітря до $+16^{\circ}\text{C}$. Це відбувається, зазвичай у першій – другій декаді травня. Потім, з підвищенням температури приріст поступово збільшується.

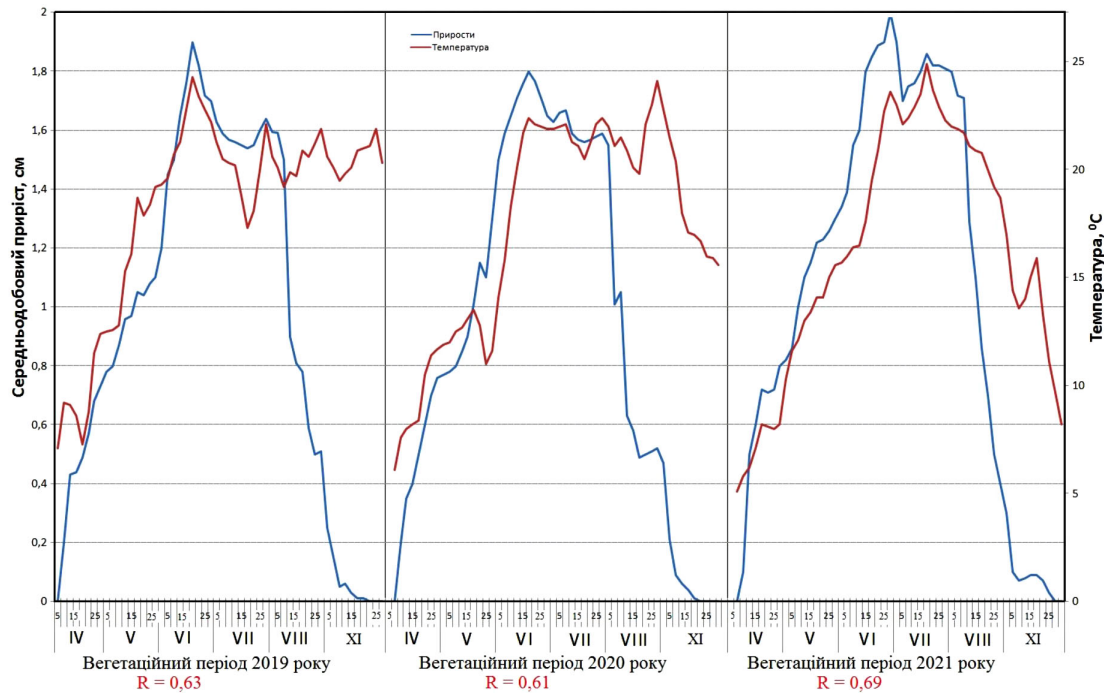


Рис. 1. Залежність сезонного росту пагонів *P. sylvestris* від температури повітря / Dependence of seasonal growth of *P. sylvestris* shoots on the air temperature

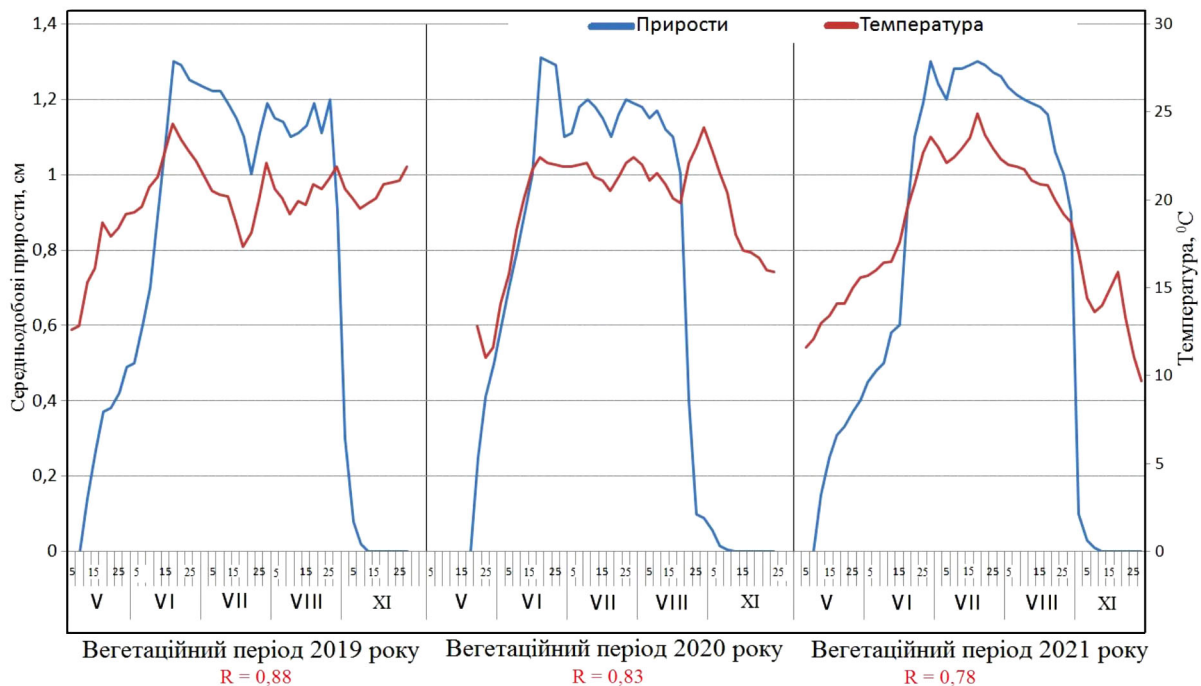


Рис. 2. Залежність сезонного росту хвої *P. sylvestris* від температури повітря / Dependence of seasonal growth of *P. sylvestris* needles on the air temperature

Дані графіка показують, що інтенсивність росту хвої дещо змінюється залежно від коливання температури повітря. Це підтверджується також показниками коефіцієнта кореляції, які знаходяться в межах 0,78-0,88. Наприклад, за всі роки досліджень, у другій декаді липня різке та короточасне підвищення температури вище 22°C супроводжувалося збільшенням приросту до 1,1-1,3 см за добу. Далі температура знизилась до 20°C і

разом з цим знизилась інтенсивність приросту. Подібна залежність спостерігалась протягом усього періоду росту хвої. Кульмінація приросту також збігається з кульмінацією температури повітря і припадає на першу-другу декаду червня. Найбільший добовий приріст на цей час становить 1,2-1,3 мм. На відміну від пагонів, інтенсивність росту хвої залежить від температури повітря впродовж усього періоду.

Завершення ходу росту хвої відбувається в третій декаді серпня – першій декаді вересня, коли температура повітря нижча +18 °С. У період згасання приросту хвої, який триває 45 діб, формується 28 % маси річного приросту. Загальна тривалість росту хвої становить 105 діб. Період посиленого росту хвої майже в 1,5 раза довший, ніж період згасання і складає 60 % від загальної тривалості її формування. За цей час утворюється до 73 % маси річного приросту.

Обговорення результатів дослідження. Чимало закордонних авторів стверджує, що чисельні сторони формування вегетативних органів у хвойних рослин, зокрема і сосни впродовж вегетаційного періоду, вивчені досить слабо [4, 9, 13, 14, 22]. Протягом періоду їх досліджень також відзначено, що інтенсивність росту пагонів від основи крони до її верхівки поступово збільшується. Так, максимальний приріст зафіксовано у верхній частині крони, у середній він був дещо нижчим і найнижчим – біля основи крони.

Нестерович М. Д. [13] встановив, що середньодобовий приріст пагонів *Pinus sylvestris* у середній і нижній частинах крони менший, ніж у верхній приблизно на 38 і 55 %. Тоді як довжина верхівки більша, ніж у верхній, середній та нижній частинах крони – в середньому в 2,5, 4,5 і 11,5 раза.

Після проведення наших досліджень виявлено, що довжина верхівки більша за інші в 2,8 раза. Середньодобовий приріст пагонів нижньої частини крони менший, ніж верхньої приблизно на 47 %. Також відрізняється тривалість росту пагонів різних частин крони (табл. 3).

Табл. 3. Тривалість росту пагонів різних частин крони / Duration of shoots growth in different parts of the crown

Період росту	Частини пагона				НІР _{0,05}
	Верхівка	Верхній ярус	Середній ярус	Нижній ярус	
Початок	04.04	04.04	04.04	04.04	
Завершення	16.09	12.09	03.09	26.08	
Тривалість, діб	159	155	146	138	2,04

З даних табл. 3 видно, що найдовше ростуть пагони верхівки та пагони верхнього ярусу дерева – відповідно 159 і 155 діб. Пагони середнього ярусу перестають рости дещо раніше. Найменше часу ростуть пагони нижнього ярусу – 146 діб. Різниця між тривалістю росту верхівки та нижнього ярусу становить приблизно 20 діб.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати таку наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше у Правобережному Лісостепу України було досліджено сезонний ріст пагонів і хвої.

Практична значущість результатів дослідження – отримані результати дозволять підібрати оптимальні строки ведення лісгосподарських робіт.

Висновки / Conclusions

Початок росту пагонів відбувається у квітні при переході середньодобової температури повітря вище 8,5 °С. Спочатку росте верхівка та пагони верхнього ярусу, приблизно через 10-15 діб починають ріст пагони середнього ярусу, а через 20 діб – нижнього.

Кульмінація росту пагонів спостерігається в першій декаді червня, через 65 діб після набування бруньок.

Тоді добовий приріст сягає до 2 см. Завершення росту пагонів спостерігається в другій-третьій декаді вересня. Загальна тривалість росту пагонів становить близько 175 діб.

Середньодобовий приріст хвої також коливається відповідно до температури повітря та починається через 35-40 діб після початку росту пагонів. Кульмінація добового приросту відбувається в першій-другій декаді липня. На цей час формується 72 % маси річного приросту.

References

- Beydeman, I. N. (1974). *The methodology of studying the phenology of plants and plant communities*. Novosibirsk: Nauka, 153. [In Russian].
- Bulygin, N. E. (1976). Phenological observations of deciduous woody plants. Leningrad: LTA, 70. [In Russian].
- Kalinina, E. V., Knorre, A. A., Fonti, M. V., et al. (2019). Seasonal formation of tree rings in Siberian Larch and Scots Pine in the Southern Taiga of Central Siberia. *Russ J Ecol* 50, 227–233. <https://doi.org/10.1134/S1067413619030068>
- Katri, N., Virjamo, V., Kilpeläinen, A., et al. (2020). Growth Responses of Boreal Scots Pine, Norway Spruce and Silver Birch Seedlings to Simulated Climate Warming over Three Growing Seasons in a Controlled Field Experiment. *Forests*, 11(9), 943. <https://doi.org/10.3390/f11090943>
- Kilpeläinen, A., Peltola, H., Rouvinen, I., & Kellomäki, S. (2006). Dynamics of daily height growth in Scots pine trees at elevated temperature and CO₂. *Trees*, 20, 16–27.
- Kishchenko, I. T. (2020). *Pinus sylvestris* L. seasonal growth in vegetative bodies in different types of forest communities in the Taiga zone (Karelia). *Norwegian Journal of development of the International Science*, 43, 13–17. [In Russian].
- Kishchenko, I. T. (2020). Seasonal Growth of *Pinus Sylvestris* L. and *Picea Abies* L. in the Taiga Zone (Karelia). *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*, 3(47), 32–38. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2020.3.32>
- Kishchenko, I. T. (2021). Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seasonal growth at different stages of ontogenesis in Taiga zone (Karelia). *Forestry Bulletin*, 25(2), 19–24. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2021-2-19-24>
- Kolevska, D., Dimitrova, A., Cokoski, K., & Basova, M. (2020). Growth and quality of *Pinus nigra* (Arn.), *Pinus sylvestris* (L.) and *Pinus pinaster* (Aiton) seedlings in two container types. *Reforesta*, 9, 21–36. Retrieved from: [https://www.journal.reforestationalchallenges.org/index.php/REFOR/article/view/125](https://www.journal.reforestationchallenges.org/index.php/REFOR/article/view/125).
- Makarynska, S. A. (2012). Features of seasonal development *Rinus nigra* Arn. in terms of introduction. *Perspektyvy rozvytku li-sovogo i sadovo-parkovogo gospodarstva*, 114. [In Ukrainian].
- Makarynska, S. A. (2012). Seasonal growth of vegetative organs of three-year-old seedlings of *Rinus nigra* Arn. in the conditions of the right-bank forest steppe eco-zone of Ukraine. *Mezhdunar. chteniya, posvyashchennyye 110-letiyu so dnya rozhdeniya d.b.n., professora L. I. Rubtsova*, 323–325. [In Ukrainian].
- Molchanov, A. A., & Smirnov, V. V. (1967). Technique of studying the growth of woody plants. Moscow: Nauka, 95 p. [In Russian].
- Nesterovich, N. D., Derugina, T. F., & Olikier, B. S. (1972). Rhythm of growth of annual shoots depending on their location in the crown of a tree. *Bulletin of the AN BSSR. Series of biol. Science*, 5–10. [In Russian].
- Osadchuk, L., Melnyk, Y., & Kondratyuk, L. (2015). Some Seasonal Phenology Features and Resin Production Development of Scots Pine in the Conditions of Ukrainian Roztochya. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(2), 14–19. [In Ukrainian].
- Pravdin, L. F. (1964). Pine ordinary. Variability, intraspecies taxonomy and selection. Moscow: Nauka, 201. [In Ukrainian].
- Preobrazhensky, S. M., & Galahov, N. N. (1948). Phenological observations. Moscow: Detgiza, 155. [In Russian].

17. Redko, G. I., & Shlapak, V. P. (1991). Cherkasy grower: history, forest planting, using. Kyiv: Lybid, 104. [In Ukrainian].
18. Shlapak, V. P., & Shlapak, V. V. (2008). Strong influence of grass vegetation and pine-tree ordinary in the conditions of Chihirin pine forests. *Scientific Bulletin of UNFU*, 18(1), 34–38. [In Ukrainian].
19. Shlapak, V. V., Shlapak, V. P., & Brovko, F. M. (2013). The features of tillage on pine terraces of the Middle Dnieper. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23(5), 72–81. [In Ukrainian].
20. Sofronova, V. E., Antal, T. K., Dymova, O. V., et al. (2018). Seasonal Changes in Primary Photosynthetic Events during Low Temperature Adaptation of *Pinus sylvestris* in Central Yakutia. *Russ J Plant Physiol* 65, 658–666. <https://doi.org/10.1134/S1021443718050163>
21. Tarkhanov, S. N., Pinaevskaya, E. A., & Aganina, Y. E. (2018). Adaptive Responses of Morphological Forms of the Pine (*Pinus sylvestris* L.) under stressful conditions of the Northern Taiga (in the Northern Dvina Basin). *Contemp. Probl. Ecol.* 11, 377–387. <https://doi.org/10.1134/S1995425518040091>
22. Zabuga, V. F., & Zabuga, G. A. (2007). Peculiarities of growth of vegetative organs of Scots pine in forest-steppe Pre-Baikal Region. *Ecology*, 6, 409–416. [In Russian].

V. P. Shlapak¹, S. A. Adamenko¹, V. V. Shlapak², S. A. Koval¹, M. I. Parubok¹

¹ Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

² Communal Utility Association "Kyivzelenbud", Kyiv, Ukraine

SOME PECULIARITIES OF SEASONAL GROWTH OF *PINUS SYLVESTRIS* L. UNDER THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Generalization of scientific studies and analysis of experimental data on the peculiarities of seasonal growth of vegetative organs of *P. sylvestris*, their compliance with the climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are reported. Studies showed that the mechanisms regulating growth processes were directly affected by the temperature of the air. *P. sylvestris* belongs to the species that begin their vegetation early in spring. The beginning of growth of *P. sylvestris* shoots is considered to be the gaps between bud scales that occur in the first decade of April. Regardless of forest conditions, the indicated phenophase begins with an increase in the air temperature to +8.0 °C. Climax of the first wave of growth was observed in June, when the daily average air temperature rose over +20.0 °C. At that time, the length of the shoots was 5.5 cm. Roughly in the first decade of August the intensity of shoot growth gradually decreases and by the second decade of September, they complete their growth. Our research showed that growth of the needles begins on the 30th-35th day after the onset of growth of the shoots. Differences in terms of the onset of this phase also depend on air temperature. According to the results of the research, growth of the needles is found to be observed at an average daily temperature of +16 °C. The climax of growth also coincides with the climax of air temperature and falls on the first – second decade of July. The largest daily gain at this time is 1.2-1.3 mm. Unlike shoots, the intensity of the needles growth depends on the air temperature throughout the period. The end of growth of the needles is observed in the third decade of August – the first decade of September, when air temperature is lower than +18 °C. In the period of the decline of growth of the needles, which lasts for 45 days, 28 % of the annual growth rate is formed. The total length of the needles growth is 105 days. The period of increased growth of the needles is almost 1.5 times longer than the period of decay and is equal to 60 % of the total duration of its formation. During this time, up to 73 % of the annual growth rate is formed. During the research period it was also noted that the intensity of growth of shoots from the base crown to its top was gradually increasing.

Keywords: phenological development; temperature; shoots; needles; duration; part of the crown.