



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/411713>
Article received 2017.09.04
Article accepted 2017.11.15

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Alexey Afonin
afonin.salix@gmail.com

УДК 581[143.28 + 1.15] : 582.623 : 630*561.1 : 631.524.82

Особливості лінійного приросту однорічних пагонів верби шерстистопагінцевої (*Salix dasyclados* Wimm.)

Я. Д. Фучило¹, О. О. Афонін²

Різні форми і гібриди верби шерстистопагінцевої масово вирошуються на спеціальних плантаціях для отримання енергетичної біомаси. Однак останнім часом інтерес до верб як джерела біоенергетичної сировини помітно знизився. Однією з головних причин цього є нестабільність врожайності плантацій. Водночас відомо, що стабільний урожай фітомаси може бути забезпечений шляхом створення поліклональних насаджень з використанням клонів з різними ритмами розвитку.

За результатами проведених досліджень вивчено типи динаміки наростання лідерних пагонів верби шерстистопагінцевої на відносно вирівняному одновіковому матеріалі, в однорідних едафо-фітоценотичних умовах.

Встановлено, що динаміка росту пагонів верби шерстистопагінцевої характеризується наявністю трьох чітко виражених максимумів. Перший максимум в усіх пагонів припадає на кінець травня, у першій декаді липня спостерігається другий максимум, а у другій половині літа проявляються індивідуальні особливості в динаміці наростання пагонів: у особини *da 2* третій максимум припадає на кінець липня, а у *da 5* – на першу декаду серпня.

Довгоперіодичними компонентами динаміки середньодобового приросту характеризуються не різні особини, а різні пагони. Усі короткоперіодичні компоненти характеризуються наявністю чотирьох максимумів, які загалом збігаються з фактичними максимумами.

Довгоперіодичні компоненти визначають загальний тренд розвитку пагонів, а короткоперіодичні – спричиняють модуляційний вплив на динаміку наростання пагонів. Саме короткоперіодичні компоненти визначають індивідуальні відмінності в динаміці наростання пагонів.

Ключові слова: енергетична фітомаса, плантації, *Salix dasyclados* Wimm., лідерні пагони, середньодобовий приріст за висотою, максимуми приросту, періодичність приросту

Вступ. Верб (*Salix* L.) – найбільший за кількістю видів рід деревних рослин вітчизняної дендрофлори, який широко використовують під час створення протиерозійних, водорегуляційних, медоносних, кормових, рекреаційно-декоративних насаджень і плантаційних культур (Afonin, 2011, Chmelar & Meusel, 1976, Szczukowski et al., 2005, Starova, 1980, Fuchylo & Sbytina, 2009). Останнім часом види верби разом з деякими іншими деревними рослинами,

розглядають як енергетичну культуру другого покоління – джерело біомаси для потреб біоенергетики (Debrynyuk, 2010, Bassam, 2010, Freda et al., 2008, Heinsoo et al., 2009, McCracken & Dawson, 1998, Möller et al., 2007).

До найпродуктивніших верб Європи належить верба шерстистопагінцева (*Salix dasyclados* Wimm.) (Afonin, 2011, Pohjonen, 1987, Weih et al., 2006, Willow, 2012). Це великий кущ, рідше – дерево зі

¹ Фучило Ярослав Дмитрович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач лабораторії селекції, насінництва та розсадництва біоенергетичних культур. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна. Тел. +38-067-605-91-41. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net

² Афонін Олексій Олексійович – доктор сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри біології. Брянський державний університет ім. акад. І. Г. Петровського, вул. Бежицька, 14, м. Брянськ, 241036, Російська Федерація. Тел. 8-910-230-69-75. E-mail: afonin.salix@gmail.com

сіруватими або бурими сильно опушеними річними пагонами. Багаторічні гілки (стовбури) темно-бурісірі. Листкові пластинки великі, широко ланцето-подібні, опушені з великими прилистками. Росте швидко, використовують для закріплення берегів. Пагони використовують на виробництво обручів і на грубе плетіння. Листя поїдають дикі та свійські тварини. Деякі форми декоративні і їх рекомендують для озеленення (Afonin, 2011, Starova, 1980). За кордоном вербу шерстистопагінцеву використовують для отримання біомаси на плантаціях (Freda et al., 2008, Heinsoo et al., 2009, Pohjonen, 1987, Weih et al., 2006). За останні 10 років інтерес до верб як джерела біоенергетичної сировини помітно знизився (Freda et al., 2008). Однією з головних причин цього є нестабільність врожайності плантацій. Водночас відомо (McCracken, 1998), що стабільний урожай біомаси можна забезпечити шляхом створення поліклональних насаджень з використанням клонів з різними ритмами розвитку.

Мета досліджень полягала у вивченні типів динаміки наростання лідерних пагонів верби шерстистопагінцевої на відносно вирівняному одновіковому матеріалі, в однорідних едафо-фітоценотичних умовах.

Об'єкти та методика досліджень. Матеріал збирали шляхом спостережень за лінійним наростанням однорічних пагонів двох груп високопродуктивних сіянців верби шерстистопагінцевої – *da 2* і *da 5* – упродовж вегетаційного періоду 2012 р.; початок – 11.05 (початок інтенсивного росту пагонів), закінчення – 22.08 (до цього часу наростання пагонів у довжину практично завершується). Кожні 4–7 діб на кожному сіянці заміряли довжину (*h*, см) двох лідерних пагонів. Фактичний середньодобовий лінійний приріст кожного пагона ($\Delta h(t)$, см/добу) для кожного розрахункового порядкового дня спостережень $t_{розр}$ (починаючи з 11.05.2012 р.) розраховували за формулою

$$\Delta h_{факт}(t_{розр}) = (h_{k+1} - h_{k-1}) / (t_{k+1} - t_{k-1}),$$

де *h* – поточна довжина пагона (см) для *k*-порядкового номера спостереження; *t* – порядковий день спостережень. Цей підхід до розрахунку середньодобового приросту забезпечує згладжування емпіричних рядів. Кожен емпіричний ряд динаміки $\Delta h_{факт}(t)$ розглядали як реалізацію випадкової функції (Gmtzman, 1999):

$$\Delta H(t) = \varphi(t) + \varepsilon,$$

де $\Delta H(t)$ – випадкова функція, що описує динаміку середньодобового лінійного приросту; $\varphi(t)$ – математичні очікування Δh за заданих значень розрахункового дня спостережень ($t_{розр}$); ε – випадкове відхилення $\Delta h_{факт}$ від математичного очікування. Математичні очікування $\varphi(t)$ випадкових функцій розглядали як суми

$$\varphi(t) = \Delta h_{ср} + \omega_1(t) + \dots + \omega_n(t),$$

де $\Delta h_{ср}$ – середній середньодобовий приріст упродовж вегетаційного періоду, $\omega_1(t) + \dots + \omega_n(t)$ – гармонійні функції, що описують відхилення $\Delta h_{факт}$ від розрахункових Δh .

Гармонійні функції розраховували як синусоїди

$$\omega_n(t) = A \cdot \sin(n \cdot \pi \cdot (t \div t_{max}) + \tau),$$

де *A* – амплітуда коливання; *n* – порядковий номер гармоніки; π – число «пі»; *t* – розрахунковий день спостережень; t_{max} – розрахована тривалість періоду вегетації для цього пагона; τ – зміщення фази.

Порядковий номер гармоніки задавали в інтервалі $n = 2-4$. Емпіричні параметри рівнянь – *A*, t_{max} і τ – обчислювали ітераційним методом з використанням пакета Excel. Достовірність апроксимації емпіричних рядів визначали з використанням *F*-критерію Фішера

$$F = (SS_{заг.} \div v_1) \div (SS_{зал.} \div v_2),$$

де *SS* – сума квадратів відхилень; v_1 і v_2 – число ступенів свободи для *K* числа спостережень ($v_1 = K - 1$, $v_2 = K - 2$).

Період коливань (*T*, діб) для кожної синусоїди обчислювали за формулою

$$T = (n \cdot t_{max}) \div n.$$

На підставі знайдених значень *A*, за заданих значень *n*, побудували амплітудні спектри коливань для кожного пагона. Шляхом візуальної кластеризації гармонік у координатах *A* – *n* виділяли цикли різної періодичності.

Усі розраховані ряди динаміки $\Delta h(t)$ візуалізували у вигляді діаграм Excel.

Результати досліджень. Фактичну динаміку середньодобового приросту пагонів ($\Delta h(t)$, см) показано на рис. 1.

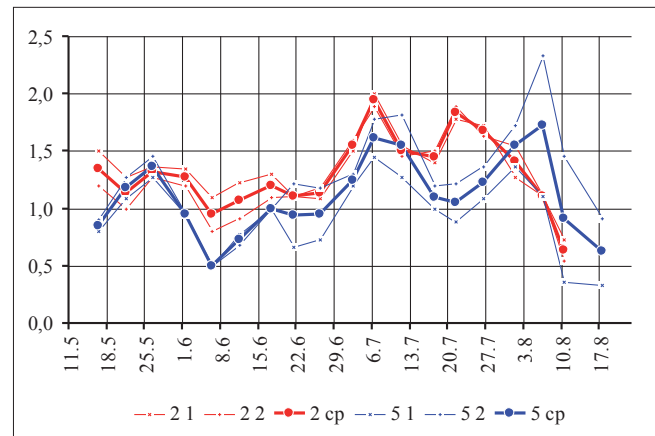


Рис. 1. Фактична динаміка середньодобового приросту пагонів верби шерстистопагінцевої:

- по осі абсцис – розрахункова дата спостережень;
- по осі ординат – середньодобовий лінійний приріст, см/доба;
- у легенді – номери особин (перша цифра) і номери пагонів (друга цифра)

Динаміка росту усіх чотирьох пагонів характеризується наявністю трьох чітко виражених максимумів. Перший максимум $\Delta h(t)$ у всіх пагонів припадає на кінець травня, а потім упродовж червня середньодобовий приріст був мінімальним (з незначним збільшенням у середині місяця). У першій декаді липня з'являється другий максимум, який особливо яскраво виражений в особини *da 5*. У дру-

гій половині літа проявляються індивідуальні особливості в динаміці наростання пагонів: у особини *da 2* третій максимум Δh припадає на кінець липня, а у особини *da 5* – на першу декаду серпня. Індивідуальні особливості динаміки $\Delta h(t)$ проявляються і в тому, що відмінності між пагонами в особини *da 2* найпомітніші до середини червня, а в особини *da 5*, навпаки, – з другої половини червня. До середини серпня приріст пагонів стає мінімальним. Отже, динаміка середньодобового приросту пагонів визначається як індивідуальними особливостями рослин, так і відмінностями між пагонами в межах особин. Розрахункову динаміку середньодобового приросту усіх пагонів ($\Delta h(t)$, см) наведено на рис. 2, фактичну і розрахункову динаміку $\Delta h(t)$ всіх чотирьох пагонів – на рис. 3, 4.

Візуальне порівняння фактичних і розрахункових рядів показало, що в усіх чотирьох випадках запропонований алгоритм добре описує динаміку лінійного приросту пагонів, зберігаючи усі мінімуми і максимуми $\Delta h(t)$.

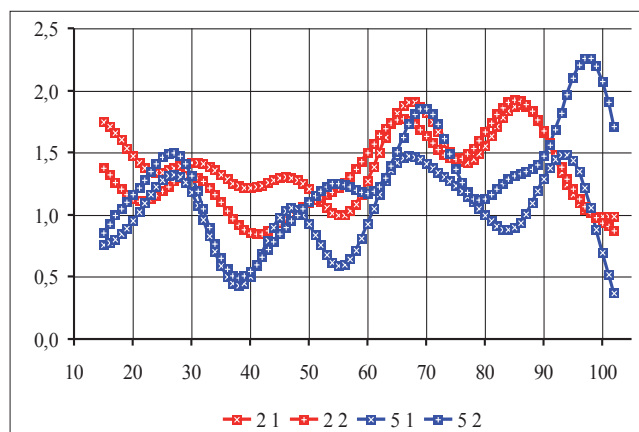


Рис. 2. Розрахункова динаміка середньодобового приросту пагонів верби шерстистопагінцевої:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – середньодобовий лінійний приріст, см/доба;
 – у легенді – номери особин (перша цифра) і номери пагонів (другу цифра)

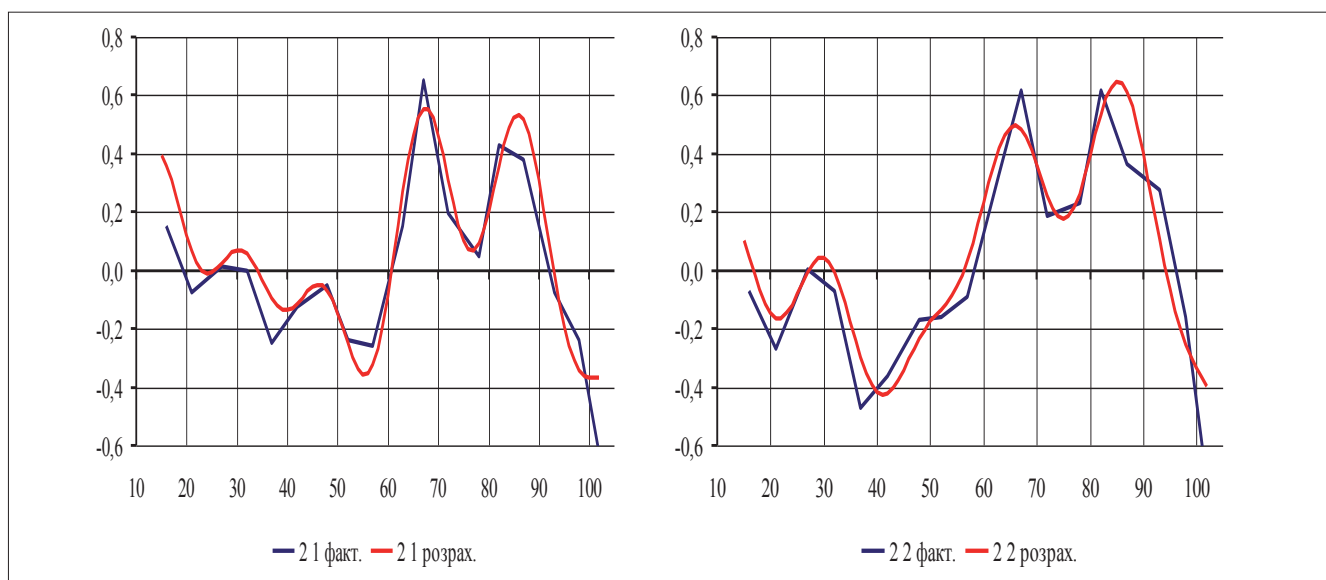


Рис. 3. Фактична і розрахункова динаміка середньодобового приросту пагонів особини *da 2*:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – відхилення середньодобового лінійного приросту від середнього значення, см/доба

Довгоперіодичні компоненти динаміки середньодобового приросту, отримані шляхом підсумовування гармонік $n = 2-4$ кожного пагона, наведено на рис. 5.

Три з них (2-1, 2-2, 5-1) практично збігаються. У результаті фактичні максимуми $\Delta h(t)$ у другій половині травня і в середині липня визначаються довгоперіодичними компонентами. Проте довгоперіодична компонента 2-го пагона особини *da 5* характеризується слабо вираженим весняним максимумом, а влітку – слабо вираженим максимумом на початку серпня. Отже, довгоперіодичними компонентами динаміки середньодобового приросту характеризуються не різні особини, а різні пагони. Короткоперіодичні компоненти динаміки середньодобового приросту, отримані шляхом підсумовування гармонік $n = 6-12$ кожного пагона, наведено на рис. 6.

Усі короткоперіодичні компоненти характеризуються наявністю чотирьох максимумів, які в цілому збігаються з фактичними максимумами $\Delta h(t)$. Короткоперіодичні компоненти обох пагонів особини *da 2* практично збігаються у своєму розвитку, тобто міжпагонові відмінності в динаміці середньодобового приросту, зумовлені короткоперіодичними циклами, у цієї особини незначні. Короткоперіодичні компоненти обох пагонів особини *da 2* також схожі за конфігурацією і лише для другого (слабо вираженого) максимуму спостерігається зміщення по фазі. Розмах коливань короткоперіодичних компонент пагонів особини *da 2* помітно менший від відповідного розмаху для пагонів особини *da 5*. Отже, саме короткоперіодичні цикли визначають індивідуальні відмінності в динаміці наростання пагонів.

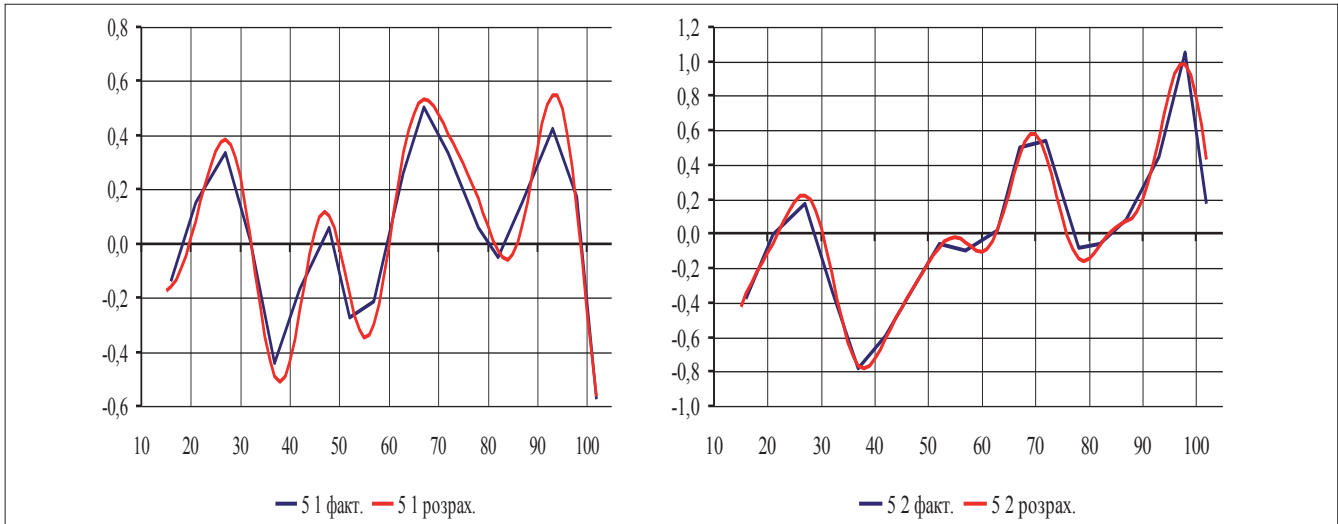


Рис. 4. Фактична і розрахункова динаміка середньодобового приросту пагонів особи *da 5*:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – відхилення середньодобового лінійного приросту від середнього значення, см/доба

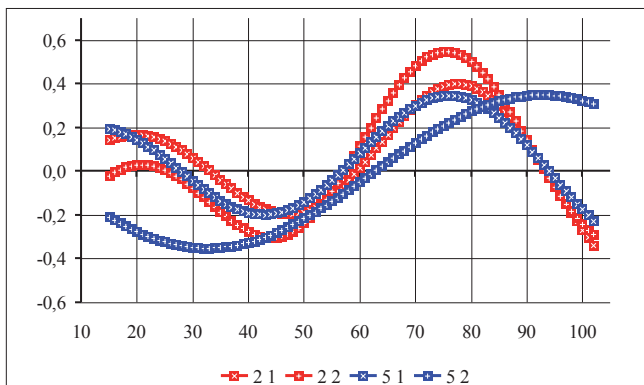


Рис. 5. Довгоперіодичні компоненти динаміки середньодобового приросту пагонів верби шерстистопагінцевої:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – відхилення середньодобового лінійного приросту від середнього значення, см/доба;
 – у легенді – номери особин (перша цифра) і номери пагонів (другу цифра)

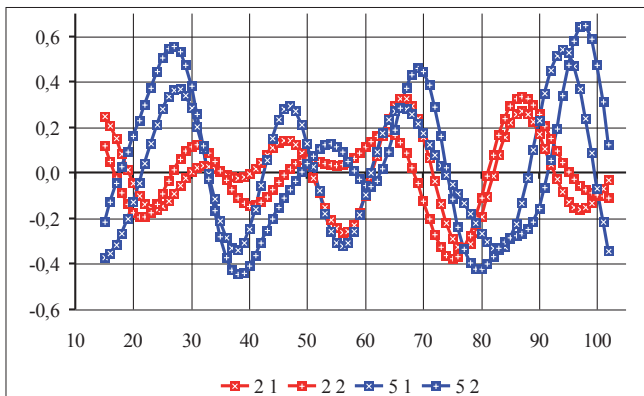


Рис. 6. Короткоперіодичні компоненти динаміки середньодобового приросту пагонів верби шерстистопагінцевої:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – відхилення середньодобового лінійного приросту від середнього значення, см/доба;
 – у легенді – номери особин (перша цифра) і номери пагонів (другу цифра)

Спільний вплив довгоперіодичних і короткоперіодичних циклів на динаміку середньодобового приросту пагонів показано на рис. 7, 8.

В усіх випадках довгоперіодичні компоненти визначають загальний тренд розвитку пагонів: наявність слабо вираженого весняно-літнього піку та яскраво вираженого пізньолітнього піку середньодобового приросту, причому ці піки розділені періодом відносного спокою у червні. Для цієї закономірності індивідуальні відмінності не виявлені. Короткоперіодичні компоненти відображають вплив на інтенсивність росту пагонів поточних змін температурного режиму і режиму зволоження. Перші і четверті максимуми припадають на початок і на закінчення періоду вегетації. Вони певною мірою збігаються з максимумами довгоперіодичних компонент і посилюють їх. Другий і третій максимуми зумовлюють існування додаткових піків середньодобового приросту. Саме короткоперіодичні компоненти визначають індивідуальні відмінності в динаміці наростання пагонів.

Висновки. Динаміка росту пагонів верби шерстистопагінцевої характеризується наявністю трьох чітко виражених максимумів. Перший максимум в усіх пагонів припадає на кінець травня, на першу декаду липня – другий максимум, а у другій половині літа проявляються індивідуальні особливості в динаміці наростання пагонів: у особи *da 2* третій максимум припадає на кінець липня, а у *da 5* – на першу декаду серпня.

Довгоперіодичними компонентами динаміки середньодобового приросту характеризуються не різні особи, а різні пагони. Усі короткоперіодичні компоненти характеризуються наявністю чотирьох максимумів, які загалом збігаються з фактичними максимумами.

Довгоперіодичні компоненти визначають загальний тренд розвитку пагонів, а короткоперіодичні – відображають вплив на інтенсивність росту пагонів поточних змін температурного режиму і режиму

зволонення. Перші і четверті максимуми припадають на початок і на закінчення періоду вегетації. Вони певною мірою збігаються з максимумами дов-

гоперіодичних компонентів і посилюють їх. Саме короткоперіодичні компоненти визначають індивідуальні відмінності в динаміці наростання пагонів.

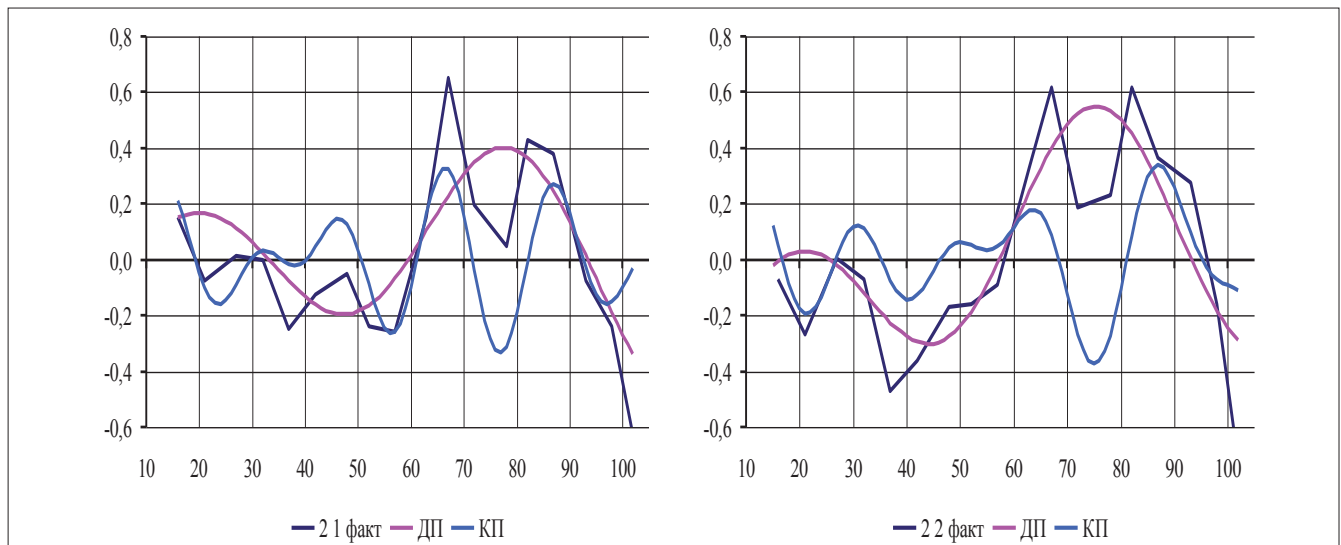


Рис. 7. Довгоперіодична та короткоперіодична компоненти динаміки середньодобового приросту пагонів особини *da 2*:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – відхилення середньодобового лінійного приросту від середнього значення, см/доба

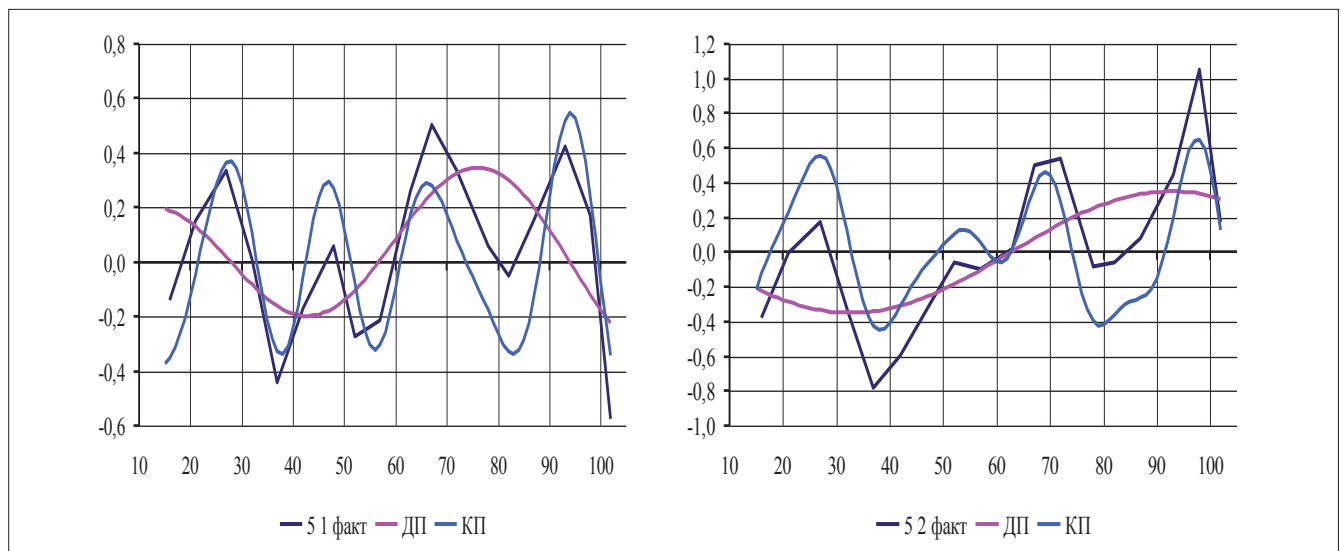


Рис. 8. Довгоперіодична та короткоперіодична компоненти динаміки середньодобового приросту пагонів особини *da 5*:
 – по осі абсцис – розрахунковий день періоду вегетації;
 – по осі ординат – відхилення середньодобового лінійного приросту від середнього значення, см/доба

Бібліографічні посилання

Afonin, A. A. (2011). *Variability of mass species of willow in the South-West of Russia: theoretical and applied salicology*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing (in Russian).
 Caslin, B., Finnan, J., McCracken, A. (2012). *Willow Varietal Identification Guide*. Carlow: Crops Research Centre & Belfast: Agri-Food Bioscience Institute.
 Chmelar, J. & Meusel, W. (1976). *Die Weiden Europas*. Wittenberg-Lutherstadt: Ziemsen (in Germanium).
 Debrynyuk, Y. M. (2010). Forest short-rotation stand as renewable energy source. *Scientific Bulletin of Na-*

tional University of Life and environmental Sciences of Ukraine, 147, 201-208 (in Ukrainian).
 El Bassam, N. (2010). *Handbook of Bioenergy Crops. A Complete Reference to Species, Development and Applications*. London - Washington, DC: Earthscan publishing for a sustainable future.
 Fredga, K., Danell, K., Frank, K.H., Hedberg, D. & Kullander, S. (2008). *Bioenergy: Opportunities and constraints*. Energy Committee Report. June. 30 p.
 Fuchylo, Ya. D. & Sbytna, M. V. (2009). *Willows of Ukraine (biology, ecology, use)*. Kyiv: Logos (in Ukrainian)

- Gmurman, V. E. (1999). *Theory of Probability and Mathematical Statistics*. Moscow: Higher School (in Russian)
- Heinsoo, K., Merilo, E., Petrovits, M., Koppel, A. (2009). Fine root biomass and production in a *Salix viminalis* and *Salix dasyclados* plantation. *Estonian Journal of Ecology*, 58 (1), 27-37.
- McCracken, A. R., & Dawson, W. M. (1998). Interaction of willow (*Salix*) clones growing in mixtures. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*, 19, 54-55.
- Pohjonen, V. (1987). *Salix* «*Aquatica Gigantea*» and *Salix* × *dasyclados* Wimm. in biomass willow research. *Silva Fennica*, 21(2), 109-122.
- Starova, N. V. (1980). *Selection of Salicaceae*. Moscow: Forest Industry (in Russian).
- Szczukowski, S., Stolarski, M., Tworowski, J., Przyborowski, J., Klasa, A. (2005). Productivity of willow coppice plants grown in short rotations. *Plant Soil Environment*, 51 (9), 423-430.
- Weih, M., Rönnerberg-Wästljung, A.C., Glynn, C. (2006). Genetic basis of phenotypic correlations among growth traits in hybrid willow (*Salix dasyclados* × *S. viminalis*) grown under two water regimes. *New Phytologist*, 170, 467-477.

Особенности линейного прироста однолетних побегов ивы шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm.)

Я. Д. Фучило¹, О. О. Афонин²

Различные формы и гибриды ивы шерстистопобеговой массово выращиваются на специальных плантациях для получения энергетической биомассы. Однако в последнее время интерес к ивам в качестве источника биоэнергетического сырья заметно снизился. Одной из главных причин этого является нестабильность урожайности плантаций. В то же время, известно, что стабильный урожай фитомассы может быть обеспечен путем создания поликлональных насаждений с использованием клонов с разными ритмами развития.

По результатам проведенных исследований изучены типы динамики нарастания лидирующих побегов ивы шерстистопобеговой на относительно

выровненном одновозрастном материале, в сходных эдафо-фитоценологических условиях.

Материал собирался путем наблюдений за линейным нарастанием однолетних побегов двух высокопродуктивных сеянцев – *da 2* и *da 5* на протяжении вегетационного периода 2012 г. Наблюдения проводились с 11 апреля (начало интенсивного роста побегов) по 22 августа (к этому времени нарастание побегов в длину практически завершилось). Каждые 4-7 суток на каждом сеянце измеряли длину двух первых замещающих побегов.

Динамика всех четырех побегов характеризуется наличием трех отчетливо выраженных максимумов. Первый максимум у всех побегов приходится на конец мая, а затем на протяжении июня среднесуточный прирост оказывается минимальным (с незначительным увеличением в середине первого летнего месяца). В первой декаде июля появляется второй максимум, который особенно ярко выражен у особи *da 5*. Во второй половине лета проявляются индивидуальные особенности в динамике нарастания побегов: у особи *da 2* третий максимум приходится на конец июля, а у особи *da 5* – на первую декаду августа. Индивидуальные особенности динамики проявляются и в том, что межпобеговые различия у особи *da 2* наиболее заметны до середины июня, а у особи *da 5*, наоборот, со второй половины июня. К середине августа прирост всех четырех побегов становится минимальным. Таким образом, динамика среднесуточного прироста побегов определяется как индивидуальными особенностями растений, так и межпобеговыми различиями в пределах особей.

Математическая обработка полученного эмпирического материала позволила выявить в интенсивности среднесуточного прироста побегов длиннопериодическую (период колебаний 55-120 суток) и короткопериодическую (период колебаний 20-40 суток) компоненты.

Длиннопериодические компоненты определяют общий тренд развития побегов, а короткопериодические – отражают влияние на интенсивность роста побегов текущих изменений температурного режима и режима увлажнения. Именно короткопериодические компоненты определяют индивидуальные различия в динамике нарастания побегов.

Ключевые слова: энергетическая биомасса, плантации, *Salix dasyclados* Wimm., лидирующие побеги, среднесуточный прирост по высоте, максимумы прироста, периодичность прироста

¹ Фучило Ярослав Дмитриевич – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией селекции, семеноводства и питомничества биоэнергетических культур. Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, м. Киев, 03141, Украина. Тел. 067-605-91-41. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net

² Афонин Алексей Алексеевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры биологии. Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского. ул. Бежицкая, 14, г. Брянск, 241036, Российская Федерация. Тел. 8-910-230-69-75. E-mail: afonin.salix@gmail.com

Features of linear growth of *Salix dasyclados* Wimm. annual shoots

Ya. Fuchylo¹, A. Afonin²

Various forms and hybrids of *Salix dasyclados* are massively planted on special plantations to produce energy from biomass. However, in recent years interest in willow as a source of bioenergy raw materials has decreased noticeably. One of the main reasons for this is the instability of plantation yields. At the same time, it is known that a stable harvest of biomass can be provided by creating polyclonal plantations clones with different developmental rhythms.

The purpose of the research was to study the types of growth dynamics of the *Salix dasyclados* leader shoots on a relatively leveled one-age material, in similar eutrophy-phytocenotic conditions.

The experimental material was collected by observing the linear growth of annual shoots of two highly productive seedlings: *da 2* and *da 5* during the vegetative season of 2012. The observations were performed from April 11 (the beginning of intensive shoot growth) to August 22 (by this time, the growth of shoots in length was almost completed). Every 4-7 days on each

seedling, the length of the first two replacing shoots was measured.

The dynamics of all four shoots is characterized by the presence of three distinct maximums. The first maximum for all shoots falls at the end of May, and then during June the average daily growth is minimal (with a slight increase in the middle of the first summer month). In the first decade of July the second maximum appears, which is especially pronounced in the individual *da 5*. In the second half of the summer, individual features appear in the dynamics of shoot growth: in individual *da 2* the third maximum occurs at the end of July, and in the individual *da 5* – in the first decade of August. Individual features of the dynamics are manifested in the fact that the inter-twigs differences in the individual *da 2* are most noticeable until the middle of June, and in the individual *da 5*, on the contrary, from the second half of June. By mid-August, the growth of all four shoots becomes minimal. Thus, the dynamics of the average daily growth of shoots is determined both by individual plant characteristics and by inter-twigs differences within individuals.

Mathematical data processing of the obtained empirical material made it possible to reveal, in the intensity of the average daily growth of shoots, a long-period (oscillation period of 55-120 days) and a short-period (oscillation period of 20-40 days) components. Long-period components determine the general trend of development of shoots, and short-period components – carry out a modulating effect on the dynamics of shoot growth. It is the short-period components that determine individual differences in the dynamics of shoot growth.

Key words: energy biomass, plantations, *Salix dasyclados* Wimm., leading shoots, average daily increment in height, maximum of growth, periodicity of growth

¹ Yaroslav Fuchylo – full member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, doctor of agricultural sciences, professor, head of the laboratory of selection, seed production and nursery of bioenergetic crops. Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Clinical str., 25, Kyiv, 03141, Ukraine. Phone: +38 067-605-91-41. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net

² Alexey Afonin, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department of biology. Bryansk State University named academic I.G. Petrovskiy. Bezhitskaya str., 14, Bryansk, 241036, Russian Federation. Phone: 8-910-230-69-75. E-mail: afonin.salix@gmail.com