

УДК 581.143.28

**А. С. Машевська** – старший викладач кафедри ботаніки Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки;

**Т. М. Єрмейчук** – старший лаборант кафедри ботаніки Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

## Сезонні зміни активності ростових процесів у рослин

*Роботу виконано в СНУ ім. Лесі Українки*

Вивчення стану спокою в рослин має важливе теоретичне і практичне значення, оскільки він тісно пов'язаний з процесами їх розвитку й зимівлі. Під час досліджень використали методи фенологічних спостережень, експериментальні та математичної обробки отриманих результатів. Висвітлено динаміку ростових та фізіолого-біохімічних процесів у бруньках деревних порід, вивчено ефективність штучних прийомів для прискорення виходу бруньок зі стану вимушеного спокою. Ростові процеси в багаторічних деревних рослин проявляють чітко виражену сезонну ритмічність: навесні темпи росту є найвищими з поступовим його гальмуванням, починаючи з кінця червня, і повним його припиненням у липні–серпні. Зовнішніми чинниками цього є зміна температури та довжина світлової частини доби. Початок видимого росту в досліджуваних рослин настав майже одночасно. Зміна інтенсивності ростових процесів графічно описується кривими росту.

**Ключові слова:** приріст, пагін, брунька, суха речовина, водний режим.

### **Машевская А. С., Ермейчук Т. М. Сезонные изменения активности ростовых процессов у растений.**

Изучение состояния покоя у растений имеет важное теоретическое и практическое значение, поскольку оно тесно связано с процессами их развития и зимовки. Во время исследований были использованы методы фенологических наблюдений, экспериментальные и математической обработки полученных результатов. Освещена динамика ростовых и физиолого-биохимических процессов в почках древесных пород, изучена эффективность искусственных приемов для ускорения выхода почек из состояния вынужденного покоя. Ростовые процессы у многолетних древесных растений проявляют четко выраженную сезонную ритмичность: весной темпы роста являются самыми высокими с постепенным его торможением, начиная с конца июня, и полным его прекращением в июле–августе. Внешними факторами этого является изменение температуры и длина светового дня. Начало видимого роста у исследуемых растений наступало почти одновременно. Изменение интенсивности ростовых процессов графически описывается кривыми роста.

**Ключевые слова:** пророст, побег, почка, сухое вещество, водный режим.

### **Mashevskaya A. S., Yermeychuk T. M. Seasonal Changes of Plants Growing Processes Activity.**

The study of dormancy in plants is of great theoretical and practical significance, since it is closely related to the processes of development and wintering. During the research methods were used phenological observations, experimental and mathematical processing of the results. The dynamics of growing and physiological and biochemical processes in the buds of wood types is specified, the effect of artificial methods of accelerated transition of buds from the state of forced hibernation has been considered. Growth processes in perennial woody plants exhibit a pronounced seasonal rhythm of spring growth rates are highest with a gradual deceleration, since the end of June, and its complete phase-out in July–August. External factors for this is the change in temperature and length of daylight. Start of visible growth in the studied plants occurred almost simultaneously. Change in the intensity of growth processes graphically describes the growth curve.

**Key words:** increase, sprout, bud, dry substance, water regimen.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Вивчення стану спокою в рослин має важливе теоретичне і практичне значення, оскільки він тісно пов'язаний із процесами їх розвитку та зимівлі. Без знання його особливостей було б неможливо розробити методи керування цим процесом для збільшення продукції рослинництва, підвищення ефективності робіт у лісовому господарстві та зеленому будівництві.

**Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми.** Одним із важливих питань біологічної науки є питання росту і розвитку. Учені розглядають ріст рослин по-різному. Так, В. М. Любименко пояснював ріст як комплексний процес, що складається з трьох етапів: живлення, приріст, формоутворення. Д. А. Сабінін визначав ріст як процес новоутворення елементів структури організму. Для росту рослин характерний стан спокою. Розрізняють вимушений та фізіологічний спокій у рослин. Ці

питання досліджували: В. Г. Николаєв, який запропонував класифікацію різних етапів органічного спокою, П. О. Генкель та К. З. Опінін, які спостерігали за змінами фізико-хімічного стану протоплазми клітин у процесі підготовки рослин до зими. Вчені виявили, що головними ендогенними факторами, які впливають на ріст, морфогенез, регенерацію і розвиток рослин, є фітогормони.

**Формування мети і завдання статті.** Мета статті – встановити динаміку ростових та фізіолого-біохімічних процесів у бруньках, що перебувають у стані спокою та при виході з нього. Для досягнення мети було досліджено наявність ростових процесів у бруньках деревних порід узимку, вивчено ефективність деяких штучних прийомів для прискорення виходу бруньок зі стану спокою, встановлено загальні закономірності настання і тривалості спокою та росту бруньок у деревних порід за різної напруженості кліматичних факторів.

**Матеріали і методи.** Використано матеріали власних польових та експериментальних досліджень. Під час досліджень ми використовували різні теоретичні (метод аналізу, синтезу, порівняння) і практичні методи. Серед останніх – метод фенологічних спостережень, метод експерименту та метод математичної обробки одержаних результатів.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.**

Експеримент проводився за такими схемами: *варіант 1* – бруньки ранньоквітучих рослин (термін цвітіння – квітень початок травня); *варіант 2* – бруньки рослин, що цвітуть у травні; *варіант 3* – бруньки пізноквітучих рослин (термін «цвітіння» – червень-липень).

Щомісячно з липня до квітня досліджували десять бруньок з однорічних пагонів, вибраних для роботи. Бруньки брали з відповідних по ярусу і положенню в кроні пагонів. Штангенциркулем вимірювали довжину бруньок від основи до вершини. Дані вимірювань статистично опрацьовували для кожного виду за методикою У. Руге, отримуючи величину середньої помилки і середнє арифметичне за формулою  $F_n = \pm \sqrt{\sum f^2 / n(n-1)}$ , де  $F_n$  – середня помилка вимірювань;  $f$  – відхилення окремих значень від середнього арифметичного;  $\sum f^2$  – сума квадратів відхилень;  $n$  – число вимірювань, узятих для визначення середнього числа вимірювань бруньок.

За цією методикою проводили виміри однорічних пагонів із квітня до серпня. Дані опрацьовували і записували в таблицю. Паралельно проводились виміри температури повітря.

*Варіант 4.* Визначення фаз періоду спокою в деревних рослин. З вересня до березня щомісячно зрізають однорічні пагони одного і того ж ярусу в кроні вибраних для дослідів рослин (по 6–9 пагонів). Пагони всіх рослин розділяли на три групи. Одну частину пагонів ставили у воду за кімнатної температури; другу обробляли теплими ваннами 9 год за 37–39 °С; третю проморожували з вересня до листопада в холодильнику за температури від –1 °С до –4–7 °С протягом 1–1,5 год.; з листопада до березня в суміші снігу із сіллю (2:1) за температури від –18 °С до –23 °С на протязі 1,5 год, або на природньому морозі. Оброблені пагони ставили у воду на два тижні, після чого проводили підрахунок кількості набубнявілих і розкритих бруньок у процентах від всієї кількості. Дані записували в таблицю. Паралельно вели спостереження за рослинами в природних умовах.

Процеси росту зосереджені в бруньках, тому вони передусім чергу вступають у стан спокою. У спочиваючий стан можуть вступати не всі бруньки, розміщені на даній рослині, а лише окремі. Спокій бруньок має важливе значення для виживання деревних багаторічників помірних широт, які в зимовий період зазнають дії низьких температур. Хоча спочиваючі бруньки не збільшуються, тобто не спостерігається видимий ріст, однак у різні фази спокою в них виявлена меристематична активність.

У багатьох дерев бруньки переходять у стан спокою в середині літа, задовго до осіннього листопаду.

На протязі двох років ми проводили спостереження за ростом і розвитком таких рослин: калини звичайної, липи серцелистої, тополі сіруватої, клена ясенелистого. Визначали початок та кінець видимого росту, а також настання терміну цвітіння (табл. 1).

Із даних табл. 1 випливає, що початок видимого росту в досліджуваних рослин наступив 2010 р. майже в один і той самий термін (з 13 до 15 квітня; 2011 р. дещо пізніше (з 20 до 25 квітня). Причиною цього були порівняно низькі значення мінімальних температур протягом другої та третьої декад 2011р. (+6 °С і +8 °С проти +12 °С і +14 °С у 2010 р.).

Припинення видимого росту передусім відзначено в клена ясенелистого (20.07.2010 р. і 31.07.2011 р.) потім ростові процеси зупинились у тополі сіруватої (31.07.2010р. і 10.08.2011р.). У липи серцелистої і калини звичайної видимий ріст припинився майже одночасно – 10.08.2010 р. і 20.08.2011 р.

Таблиця 1.

## Результати дворічних спостережень

№ з/п	Назва рослин	Термін цвітіння		Початок видимого росту		Час закінчення видимого росту	
		2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.
1	Клен ясенелистий	21.04. – 28.04.	24.04.– 30.04.	15.04	21.04	20.07	31.07
2	Тополя сіривата	19.04. – 26.04.	21.04.– 28.04.	14.04	20.04	31.07	10.08
3	Липа серцелиста	11.06. – 23.06.	15.06.– 28.06.	13.04	25.04	10.08	20.08
4	Калина звичайна	06.05. – 18.05.	11.05.– 25.05.	14.04	24.04	20.08	20.08

Ростова активність у клена ясенелистого тривала протягом 97, 101 доби, у тополі сіриваті – 102, 112 діб, у липи серцелистої – 120, 117 діб, у калини звичайної – 129, 119 діб.

Результати досліджень свідчать про те, що на ріст рослин істотно впливають умови навколишнього середовища, зокрема температура (табл. 2.), що виявилось у різних змінах початку ростових процесів та у строках припинення видимого росту.

Таблиця 2

## Температурні показники повітря, °С

Дата спостережень		мінімальна		максимальна		середня	
		2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.
квітень	10.04.–20.04	+12	+8	+24	+25	+18	+17
	20.04.–30.04	+14	+8	+22	+24	+18	+16
травень	01.05.–10.05	-2	+16	+10	+28	+4	+22
	10.05.–20.05	+10	+11	+24	+23	+17	+17
	20.05.–31.05	+17	+15	+36	+28	+26	+22
червень	01.06.–10.06	+16	+17	+19	+32	+18	+25
	10.06.–20.06	+20	+16	+34	+30	+27	+23
	20.06.–30.06	+19	+19	+28	+36	+24	+27
липень	01.07.–10.07	+15	+17	+27	+34	+22	+26
	10.07.–20.07	+15	+17	+18	+29	+15	+23
	20.07.–31.07	+19	+16	+26	+29	+18	+18
серпень	01.08.–10.08	+17	+15	+28	+27	+22	+21
	10.08.–20.08	+15	+16	+23	+25	+19	+20
	20.08.–31.08	+16	+12	+20	+24	+18	+18

На ріст рослин і на термін їх цвітіння впливає тривалість світлової і темної частини доби (фотоперіод). Гарнер запропонував класифікацію рослин за їх реакцією на фотоперіод і ввів поняття про критичну довжину дня. Згідно із цією класифікацією рослинами довгого дня є такі, які при скороченні

довжини дня перестають цвісти або запізнюються із цвітінням чи взагалі не зацвітають; рослинами короткого дня є такі, які зацвітають або цвітуть раніше чи більше при укороченні дня; нейтральними рослинами є ті, які зацвітають за будь-якої довжини дня; рослини проміжної групи цвітуть лише в певному інтервалі середніх довжин дня і мають верхню та нижню критичні довжини дня.

Клен ясенелистий і тополя сіривата починали цвісти у квітні, коли тривалість світлової частини доби становила близько 14 год. Ці рослини, за класифікацією Гарнера, належать до рослин короткого дня. Калина звичайна і липа серцелиста зацвітали в травні–червні, коли тривалість світлової частини доби становила близько 16 год (табл. 3) – рослини довгого дня. Протягом весняно-літніх періодів 2010 і 2011 рр., ми виміряли прирости пагонів досліджуваних рослин (табл. 4).

Таблиця. 3

**Тривалість світлової частини доби (середнє значення по декадах)**

10.04–20.04–13 год 56 хв	20.06–30.06–16 год 26 хв
20.04–30.04–14 год 25 хв	01.07–10.07–16 год 16 хв
01.05–10.05–15 год 09 хв	10.07–20.07–16 год 00 хв
10.05–20.05–15 год 30 хв	20.07–31.07–15 год 35 хв
20.05–31.05–16 год 00 хв	01.08–10.08–15 год 03 хв
01.06–10.06–16 год 15 хв	10.08–20.08–14 год 31хв
10.06–20.06–16 год 25 хв	20.08–31.08–13 год 54 хв

Таблиця 4

**Довжина пагонів, мм**

Терміни	Липа серцелиста		Клен ясенелистий		Тополя сіривата		Калина звичайна	
	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.	2010 р.	2011 р.
10.04–20.04	4	2	3	1	2	1	4	4
20.04–30.04	13	9	8	7	6	7	9	12
01.05–10.05	24	23	11	12	10	11	20	27
10.05–20.05	36	38	16	18	16	17	32	39
20.05–31.05	44	45	32	30	25	28	45	52
01.06–10.06	51	54	42	42	35	38	58	66
10.06–20.06	58	65	49	49	42	45	64	73
20.06–30.06	63	75	53	54	50	50	68	79
01.07–10.07	71	82	55	57	54	54	72	85
10.07–20.07	77	87	56	59	57	58	76	90
20.07–31.07	82	89	56	60	58	59	79	93
01.08–10.08	84	90	56	60	58	59	81	95
10.08–20.08	84	91	56	60	58	59	84	97
20.08–31.08	84	91	56	60	58	59	84	97

Під час аналізу кривих росту досліджуваних рослин (рис. 1) видно, що ріст пагонів спочатку здійснюється повільно, цей етап є початковою фазою росту й називається лаг-фазою. Лаг-фаза переходить у лог-фазу, яка характеризується інтенсивними ростовими процесами. Далі швидкий ріст уповільнюється і настає фаза сповільнення росту, в рослині нагромаджується інгібітори, що призводить до послаблення ростових процесів. І остання фаза – це стаціонарна фаза, у рослині припиняються ростові процеси.

Якщо порівняти прирости пагонів рослин за 2010–2011 рр., то видно (табл. 4), що довжина пагонів більша в 2011 р. Особливо яскраво це проявлялось у пізньоцвітів – липи серцелистої і калини звичайної.

Ця зміна передусім зумовлена метеорологічними умовами. У період спостережень було помічено, що досліджувані рослини швидко росли при зростанні тривалості світлової частини доби (до липня). При зменшенні світлової частини доби ріст рослин гальмується і поступово припиняється. Це свідчить про те, що співвідношення дня і ночі (фотоперіод) має великий вплив на ріст та розвиток рослин.

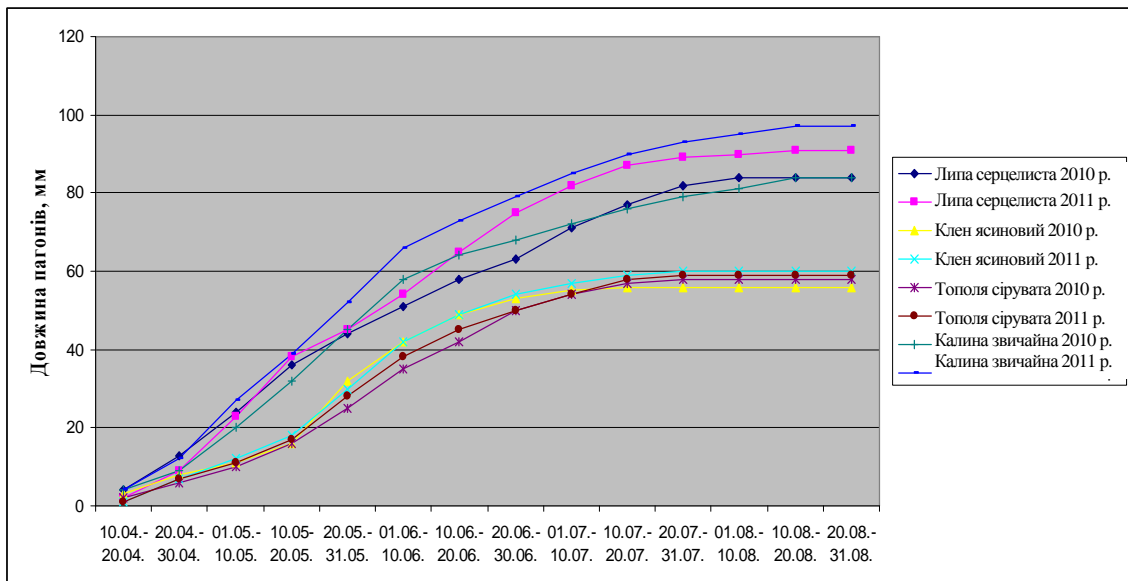


Рис. 1. Криві росту досліджуваних рослин (2010-2011 рр.)

Метеорологічні умови в період спостережень (весна–літо 2010 р.) були менш сприятливі для росту й розвитку рослин, ніж весна–літо 2011 р. У травні 2010 р. були приморозки, які є дуже небезпечними для рослин у цей період, тому що в рослин інтенсифікувався сокорух, активізувалася субапикальна меристема, з'явилися гібереліни, цитокініни й ауксини, що дуже чутливі до низьких температур. У період весна–літо 2011 р. не спостерігалось від'ємних температур, навпаки, цей період характеризувався оптимальною температурою для росту й розвитку рослин.

Ми проводили спостереження не лише у весняно-літній період, а й узимку, коли досліджувані рослини перебували в стані спокою. Завданням цих спостережень було вивчити ефективність різних прийомів виведення рослин зі стану спокою.

З дослідних рослин зрізали однорічні пагони із середнього ярусу. На кожному пагоні залишали в середньому по 10–15 бруньок. З кожної породи дерева зрізали по дев'ять пагонів, які розділили на три групи й помістили в такі умови: кімнатні ( $t^{\circ} \sim 22^{\circ}\text{C}$ ); теплові (тепла ванна з  $t^{\circ} = 37\text{--}39^{\circ}\text{C}$ , на 9 годин); проводили проморожування в холодильнику за  $t^{\circ} = -2\text{--}1^{\circ}\text{C}$  протягом 10–15 год.

Після двох тижнів підраховували кількість розкритих і набубнявілих бруньок, а також бруньок, які залишились у стані спокою у всіх трьох варіантах дослідження. Паралельно проводили спостереження за досліджуваними рослинами в природних умовах, у яких ознак ростових процесів, набубнявіння та розпускання бруньок не виявлено (табл. 5).

Таблиця 5

## Влив різних видів обробки на вихід бруньок зі стану спокою

Рослина	Термін проведення дослідів	Бруньки в певних фенофазах, %								
		кімнатні умови			теплова ванна			проморожування		
		набубнявіли	розпустились	у стані спокою	набубнявіли	розпустились	у стані спокою	набубнявіли	розпустились	у стані спокою
Калина	10.01–25.01	23	70	7	40	47	13	23	56	21
Липа		20	67	13	37	33	30	43	50	7
Тополя		63	33	4	54	26	20	48	23	29
Клен		50	0	50	40	0	60	17	0	83

Калина	19.02–03.03	20	73	7	37	53	10	26	60	14
Липа		22	69	9	37	50	13	40	53	7
Тополя		64	33	3	56	30	14	43	37	20
Клен		53	0	47	43	0	57	23	0	77
Калина	04.03–18.03	17	77	6	30	63	7	40	47	13
Липа		24	73	3	36	53	11	50	47	3
Тополя		65	33	2	49	40	11	48	35	17
Клен		53	7	40	40	7	53	37	3	60

Аналіз отриманих результатів дає підстави стверджувати, що найбільша кількість бруньок у стані спокою виявлена в клена ясенелистого (період з 04.03 до 18.03. від 40 до 60 % у різних варіантах досліду). Ці дані досить несподівані, оскільки цей вид належить до ранньоквітучих. Для інших видів рослин найефективнішими виявились кімнатні умови ( $t \approx 22^\circ\text{C}$ ) лише незначний відсоток становлять бруньки в стані спокою. Застосування обробки тепловими ваннами в цьому досліді не можна вважати ефективним.

#### Висновки й перспективи подальшого дослідження

1. Рісткові процеси в багаторічних деревних рослин проявляють чітко виражену сезонну ритмічність: навесні темпи росту є найвищими з поступовим його гальмуванням, починаючи з кінця червня, і повним його припиненням у липні–серпні. Зовнішніми чинниками цього є, зокрема, зміна температури та довжина світлової частини доби.

2. Початок видимого росту в досліджуваних рослин наступав майже одночасно з інтервалом у два дні у 2010-му і в чотири дні у 2011р. Відновлення рісткових процесів у 2011 р. відбулось на десять днів пізніше, ніж у 2010 р., оскільки відзначено порівняно низькі значення мінімальних температур.

3. Припинення видимого росту відзначено в клена ясенелистого і тополі сіруватої, що дає підставу їх класифікувати як ранньоквітучі. У липи серцелистої і калини звичайної ростова активність зупинилась найпізніше, що дає змогу зарахувати їх до пізньоцвітів.

4. У ранньоквітучих рослин тривалість періоду видимого росту є коротшою, ніж у пізньоквітучих: клена ясенелистого – 99 діб (середнє значення), тополі сіруватої – 111 діб, липи серцелистої – 119 діб, у калини звичайної – 124 доби.

5. Зміна інтенсивності рісткових процесів графічно описується кривими росту, на яких чітко видно чотири фази: лаг-фаза (початкова фаза росту), лог-фаза (інтенсивні рісткові процеси), фаза сповільнення рісткових процесів та стаціонарна фаза (рісткові процеси пагонів зупинились). Різний час настання цих фаз у різні роки зумовлений градацією температурного показника.

6. У ранньоквітучих рослин початок цвітіння і відновлення рісткової активності майже збігаються за часом, а в пізньоквітучих рослин різниця між цими процесами є істотною: у липи серцелистої – 50–60 днів; у калини звичайної – 22–24 дні.

7. Вивчення впливу різних видів обробки на вихід бруньок зі стану спокою показало, що найменш ефективними вони виявилися для клена ясенелистого, у якого найвищий відсоток бруньок у спочиваючому стані (40 %). Для інших видів рослин найефективнішими є кімнатні умови ( $t \approx 22^\circ\text{C}$ ), після перебування в яких у стані спокою залишалось у тополі сіруватої 2 % бруньок, у калини звичайної – 6 % бруньок.

#### Список використаної літератури

1. Бернье Ж. М. Физиология цветения / Ж. Бернье, М. Кине, Ю. Сакс. – Т. 1, 2. – М. : [б. и.], 1985. – С. 189–192, 318.
2. Білокін І. П. Ріст і розвиток рослин / І. П. Білокін. – К. : Вища шк., 1995. – С. 423–432.
3. Генкель П. А. Адаптация растений к экстремальным условиям окружающей среды / П. А. Генкель // Физиология растений. – 1978 – Т. 25, вып. 5. – С. 880–889.
4. Гупало И. П. Физиология индивидуального развития растений / И. П. Гупало, В. В. Скрипчинский. – М. : Наука, 1971. – С. 224.
5. Злобина Э. С. Изучение фаз покоя древесных и кустарных растений в связи с их морозостойкостью / Э. С. Злобина // Физиология растений. – 1975 – Т. 22, вып. 1. – С. 193–196.
6. Разнополов О. Н. Морозостойкость цветковых почек косточковых и состояние в них воды при отрицательных температурах / О. Н. Разнополов, Л. П. Теркулов, О. А. Красавцев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1984. – № 2. – С. 161–165.



7. Сергеева К. А. Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений / К. А. Сергеева. – М. : Наука, 1971. – С. 334–343.
8. Тюрина М. М. Развитие представлений о состоянии покоя у древесных растений / М. М. Тюрина // Физиология растений. – 1979. – Т. 26, вып. 5. – С. 899–906.

Адреса для листування:  
43005, м. Луцьк, Східноєвропейський  
національний університет імені Лесі Українки,  
біологічний факультет, вул. Потапова, 9.

Статтю подано до редколегії  
16.11.2012 р.