

21. Li J. Kinase interaction domain of kinase-associated protein phosphatase, a phosphoprotein-binding domain / J. Li, G.P. Smith, J.C. Walker // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1999. – 96. – P. 7821-6.
22. Mayer B.J. SH₃ domains: complexity in moderation // J. Cell Sci. – 2001. – 114(7). – P. 1253-63.
23. Mongiovi A.M. A novel peptide-SH₃ interaction / A.M. Mongiovi, P.R. Romano, S. Panni, M. Mendoza, W.T. Wong, A. Musacchio, G. Cesareni, P.P. Di Fiore // EMBO J. – 1999. – 18(19). – P. 5300-9.
24. Park J.M. A dynamin-like protein in *Arabidopsis thaliana* is involved in biogenesis of thylakoid membranes / J.M. Park, J.H. Cho, S.G. Kang, H.J. Jang, K.T. Pih, H.L. Piao, M.J. Cho, I. Hwang // EMBO J. – 1998. – 17(4). – P. 859-67.
25. Pawson T. Protein modules and signalling networks / T. Pawson // Nature. – 1995. – 373(6515). – P. 573-80.
26. Pawson T. Assembly of cell regulatory systems through protein interaction domains / T. Pawson, P. Nash // Science. – 2003. – 300(5618). – P. 445-52.
27. Qin C. The *Arabidopsis* phospholipase D family. Characterization of a calcium-independent and phosphatidylcholine-selective PLD zeta 1 with distinct regulatory domains / C. Qin, X. Wang // Plant Physiol. – 2002. – 128(3). – P. 1057-68.
28. Sato T.K. Location, location, location: membrane targeting directed by PX domains / T.K. Sato, M. Overduin, S.D. Emr // Science. – 2001. – 294(5548). – P. 1881-5.
29. Williams J.G. SH₂ domains in plants imply new signalling scenarios / J.G. Williams, M. Zvelebil // Trends Plant Sci. – 2004. – 9(4). – P. 161-3.
30. Yu H. Solution structure of the SH₃ domain of Src and identification of its ligand-binding site / H. Yu, M.K. Rosen, T.B. Shin, C. Seidel-Dugan, J.S. Brugge, S.L. Schreiber // Science. – 1992. – 258 (5088). – P. 1665-8.

Гут Р.Т. Значение доменов белок-белковых взаимодействий в сигнализации

Исследования сигнальных механизмов у растений обнаружили, что несмотря на то, что организация сигнальных путей в клетках растений и других эукариот похожа, существуют также существенные отличия, которые также проявляются в пространенности в протеомах растений отдельных семейств доменов, и отличительных функциях белков, которые эти домены содержат.

Ключевые слова: клетка, сигнализирование, домены, белки.

Gout R.T. A role of domains of protein-protein's cooperations in signaling

Researches of alarm mechanisms at plants discovered, that although organization of the alarm ways in the cells of plants and other eucariot is similar, there are also fundamental differences which also appear in prevalence at the proteomes of the plants of separate domain families, and alternative functions of proteins which these domains contain.

Keywords: cell, signaling, domain, protein.

УДК 582.475:630*1(477.4)

**Проф. В.П. Шлапак, д-р с.-г. наук – НДП
"Софіївка" НАН України, Умань; аспір. С.А. Макаринська –
Уманський НУС; аспір. В.В. Шлапак – НУБіП України, Київ**

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МОРОЗОСТІЙКОСТІ
ОКРЕМИХ ВИДІВ РОДУ *PINUS* L.**

Досліджено стійкість до морозу чотирьох видів роду *Pinus* L. в умовах глибокого і вимушеного спокою. Визначено індекс морозного пошкодження окремих частин пагона і бруньки. Встановлено, що найвища стійкість до низьких температур спостерігається в стані органічного або глибокого спокою. В цей час можна визначити потенційну морозостійкість надземної частини рослини, що підтвердили результати досліджень, коли всі породи були найбільше пошкоджені тільки внаслідок проморожування їх пагонів за температури -35 °С.

Ключові слова: морозостійкість, проморожування, глибокий і вимушений спокій, індекс морозного пошкодження.

Вступ. Сукупність прямих і непрямих пошкоджень, зумовлених особливими умовами зимової погоди, називають зимовими пошкодженнями. Механізми, за допомогою яких багаторічні рослини здатні їм протистояти, називають зимостійкістю. Морозостійкість і холодостійкість є лише частинами цього комплексу. Вивчення морозостійкості як автохтонних, так і інтродукованих видів, стає особливо актуальним на сьогодні у зв'язку з перепадами погодних умов протягом року.

Зі збільшенням рівня промислового забруднення повітря, останніми роками, дедалі більше уваги приділяють хвойним насадженням, які не лише покращують стан повітря та створюють естетичні композиції, а і є джерелом деревного сортименту, що використовується для господарських потреб. На сьогодні в Україні представлено ряд робіт щодо вивчення морозостійкості плодових і деяких ягідних культур. Однак стійкість до низьких температур хвойних рослин є не досить вивченою. Тому, для проведення досліджень, ми використали автохтонну сосну звичайну (*Pinus sylvestris* L.) та три інтродуковані види, що відрізняються за габітусом і природним місцезростання. Сосна чорна (*P. nigra* Arn.) разом з сосною гірською (*Pinus mugo* Turra) входять до однієї секції з сосною звичайною. На відміну від них, сосна Веймута (*Pinus strobus* L.) належить до п'ятихвоїнкових сосен.

Більшість проведених раніше досліджень стосуються сосни звичайної. Спостереження за її ростом і розвитком показують, що вона вкладається в тривалість вегетаційного періоду в усіх регіонах свого зростання. Ріст пагонів, зазвичай, припиняється своєчасно, відбувається повне їх здерев'яніння і підготовка до зимового періоду. Однак важливо визначити, якою буде реакція на низькі температури інших трьох видів, що вважаються досить перспективними.

Методика дослідів. З метою визначення морозостійкості, за видимими ознаками пошкодження рослин, було застосовано метод прямого проморожування, за якого в спеціальній камері на частини рослин діють певні низькі температури. Заморожування проводили в холодильній камері Інституту садівництва УААН. За зразки брали однорічні пагони 10-річних дерев, що зростають в НДП "Софіївка". Для визначення морозостійкості методом прямого заморожування необхідною умовою є відбір гілок, що мають однакову силу розвитку і порядок галушення [1]. Кожен екземпляр для проморожування складався з декількох гілок середньої частини крони.

У період глибокого спокою проморожування здійснювали за температури -25 °С і -35 °С. А в період вимушеного спокою температуру знижували лише до -20 °С і -25 °С. Дослід виконано в три повторності. У глибокому спокої для досліджень брали зразки з чотирьох видів сосен, а у разі проморожування у вимушеному спокої – лише трьох. Сосну чорну не було досліджено.

Температуру заморожування поступово знижували зі швидкістю 5 °С за годину, починаючи з температури повітря на вулиці, до заданої температури дослідів, яку витримували протягом 4-6 годин. Потім зразки розморожували, підвищуючи температуру на 4-5 °С за годину до початкової. Зробивши поперечний переріз, за допомогою анатомо-мікроскопічного методу, визначали ступінь пошкодження окремих тканин за шестибальною шкалою, запро-

понованою М.О. Соловйовою [2] за модифікацією В.В. Грохольського [3]. Для визначення загальної морозостійкості вводили загальноприйняті коефіцієнти кожної тканини: кора – 6, камбій – 8, деревина – 4, серцевина – 2, брунька – 20. Оцінювання проводили у верхівці пагона, середині через міжвузля і вузол та через бруньку. Визначивши бал морозостійкості в кожній повторності, виводили середнє. Для одержання індексу морозного пошкодження отриманий середній результат множили на відповідний коефіцієнт. Потім підбивали суму індексів окремо за верхівкою пагона, усередині через вузол і всередині через міжвузля.

Результати досліджень. Результати досліджень виявили певні варіації. Виявилось, що різні органи рослин мають неоднакову здатність до загартування і морозні періоди діють на них по-різному (табл.).

Табл. Індекс морозного пошкодження однорічних пагонів унаслідок проморожування в період глибокого і вимушеного спокою

Вид	Верхівка пагона	Середина через міжвузля	Середина через вузол	Брунька
Глибокий спокій контроль (без проморожування)				
Сосна звичайна	0	0	0	0
Сосна Веймута	0,6	0,6	1,4	0
Сосна гірська	0,6	2,4	2,2	0
Сосна чорна	0,6	2,8	0,8	0
Проморожування за -25°C				
Сосна звичайна	4,0	6,2	4,6	0
Сосна Веймута	1,4	1,4	2,0	0
Сосна гірська	3,4	3,4	3,8	6,0
Сосна чорна	5,6	4,2	6,8	4,0
Проморожування за -35°C				
Сосна звичайна	6,1	12,2	6,1	4,0
Сосна Веймута	12,1	11,9	13,2	10
Сосна гірська	6,7	6,1	7,3	4,0
Сосна чорна	8,8	7,9	11,5	7,0
Вимушений спокій контроль (без проморожування)				
Сосна звичайна	0,4	1,5	1,2	0
Сосна Веймута	2,6	4,1	3,2	4,0
Сосна гірська	1,2	5,5	1,6	2,0
Проморожування за -20°C				
Сосна звичайна	0,9	1,0	0	0
Сосна Веймута	3,0	1,1	5,1	4,0
Сосна гірська	5,4	1,2	2,9	2,0
Проморожування за -25°C				
Сосна звичайна	1,2	1,6	1,2	0
Сосна Веймута	4,7	3,2	4,6	2,0
Сосна гірська	7,5	5,6	6,7	7,0

Під час глибокого спокою в контрольному варіанті найбільше пошкодився вузол пагона сосни гірської – 2,2. Також у неї спостерігалось значне

пошкодження тканин міжвузля – 2,4, однак сильніше воно пошкодилось у сосни чорної – 2,8, при тому, що вузол мав лише незначне пошкодження – 0,8. У досліді з проморожуванням міжвузля за -25°C найбільше пошкоджень зазнала сосна звичайна – 6,2. Дещо менше постраждали міжвузля сосни чорної і гірської. Відповідно 4,2 і 3,4. Найбільш пошкодився вузол у сосни чорної – 6,8. Унаслідок проморожування на цьому етапі спостерігається вже і пошкодження бруньки сосни гірської і чорної – 6,0 і 4,0. У разі зниження температури до -35°C найсильніше пошкодилось міжвузля – 13,2 і брунька – 10 у сосни веймутової. Високий індекс пошкодження цих частин пагона мала і сосна чорна – 11,5 і 7,0 відповідно. Також, за цієї температури найбільше пошкодилась верхівка її пагона – 12,1. Брунька сосни звичайної, незважаючи на значне пошкодження тканин міжвузля, так само як і сосни гірської, була найменше пошкоджена – 4,0. Брунька сосни чорної постраждала найбільше – 7,0.

Як свідчать наведені діаграми (рис.), найбільше пошкодились пагони сосни гірської. Це може пояснюватись тим, що ареал її зростання – біля узбережжя Середземного моря, де клімат м'якший. Інші три види природно зростають в більш холодному кліматі. Крім того, протистояння мінусовим температурам пов'язане або з утворенням льоду, який веде до відмирання рослини, або з такими явищами, коли відмирання здійснюється лише внаслідок переохолодження без утворення льоду. Відомо, що різні хвойні породи, для досягнення низькотемпературної стійкості, реалізують процеси біохімічної адаптації різного напрямку. Це насамперед, як стверджує Ю.С. Шимова [4], пов'язане синтезом білків-кріопротекторів. Очевидно, цей механізм у сосни гірської розвинений найслабше з-поміж усіх досліджуваних видів.

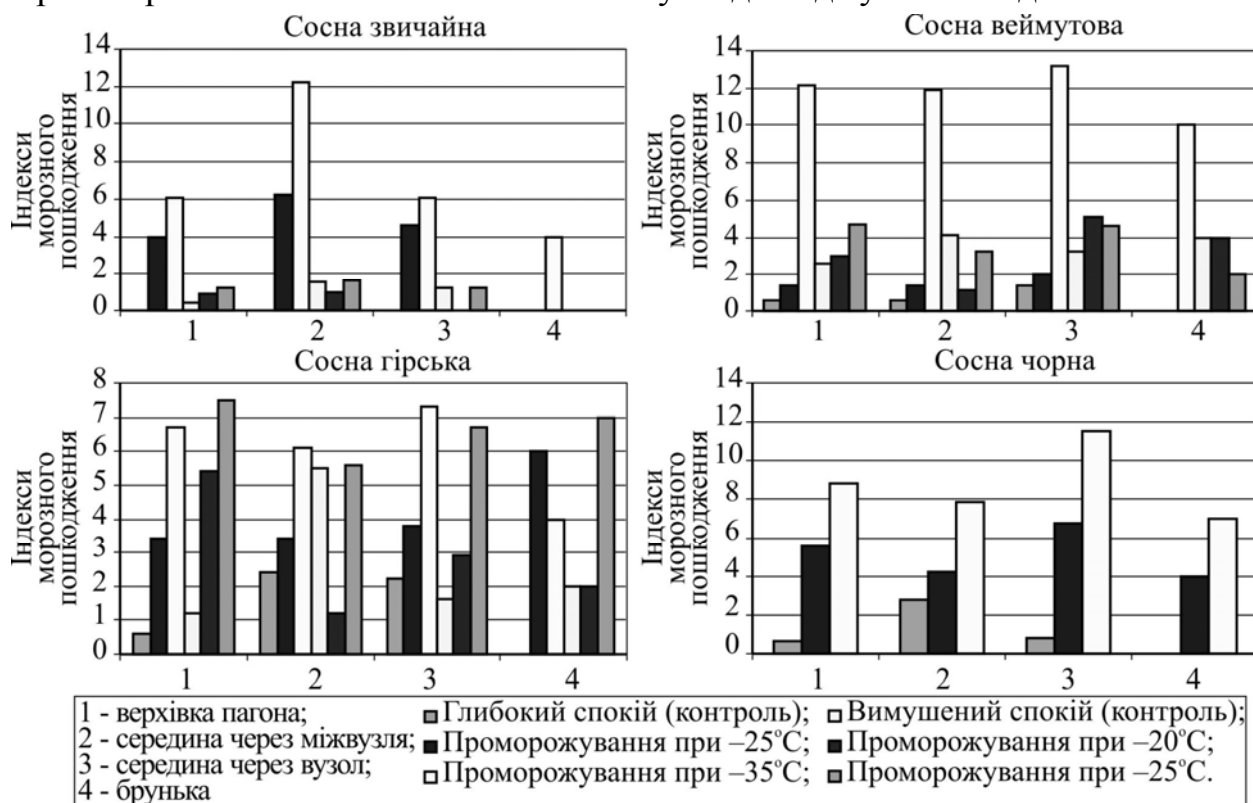


Рис. Пошкодження частин пагона внаслідок проморожування за різних температур у глибокому і вимушеному спокої

Вважається, що найвища стійкість до низьких температур спостерігається в стані органічного або глибокого спокою. В цей час можна визначити потенційну морозостійкість надземної частини рослини. Це підтвердили результати досліджень, коли всі породи були найбільше пошкоджені тільки внаслідок проморожування їх пагонів за температури -35°C .

Висновки:

1. Пагони досліджуваних видів, які перебувають в вимушеному спокої, значно пошкоджує мороз. Однак зниження температури до -35°C найбільш згубно діє на тканини рослин навіть у стані глибокого спокою.
2. Найстійкішою, незважаючи на найвищий індекс морозного пошкодження міжвузля, є сосна звичайна.
3. Сосни Веймута і чорна виявились не такими стійкими до дії несприятливих факторів. Проте загалом їхні показники можна вважати досить задовільними.
4. Сосна гірська, хоча і мала найменший індекс морозного пошкодження міжвузля за -35°C , виявилась найменш стійкою до дії низьких температур.

Література

1. Соловьева М.А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания / М.А. Соловьева. – М. : Изд-во "Колос", 1967. – 239 с.
2. Соловьева М.А. Методы определения зимостойкости плодовых культур / М.А. Соловьева. – Л. : Гидрометеиздат, 1982. – 36 с.
3. Потанін Д.В. Вивчення морозостійкості плодів порід лабораторним методом прямого проморожування / Д.В. Потанін, В.В. Грохольський, О.І. Китаєв та ін. // Садівництво, 2005. – Вип. 56. – С. 170-180.
4. Шимова Ю.С. Характеристика белков меристем почек *Pinus sylvestris* L. / Ю.С. Шимова, Е.В. Алудинова, П.В. Миронов, С.М. Репях // Химия растительного сырья, 2002. – № 4. – С. 25-28.

Шлапак В.П., Макарянская С.А., Шлапак В.В. Сравнительная характеристика морозоустойчивости отдельных видов рода *Pinus* L.

Исследована устойчивость к морозу четырех видов рода *Pinus* L. в условиях глубокого и вынужденного покоя. Определен индекс морозного повреждения отдельных частей побега и почки. Установлено, что наивысшая стойкость к низкой температуре наблюдается в состоянии органического или глубокого покоя. В это время можно определить потенциальную морозоустойчивость надземной части растения, которые подтвердили результаты исследований, когда вся порода была больше всего поврежденная только в результате проморожування их побегов за температуру -35°C .

Ключевые слова: морозоустойчивость, промораживание, глубокий и вынужденный покой, индекс морозного повреждения.

Shlapak V.P., Makarynska S.A., Shlapak V.V. Comparative characteristics of frost hardiness of some species of the genus *Pinus* L.

It was investigated frost resistance of 4 species of the genus *Pinus* L. in deep and forced dormancy. It was identified frosty damage index certain parts of shoot and bud. It is set that the greatest firmness to the low temperatures is observed in a state of organic or deep rest. At this time it is possible to define the potential frost-resistance of above-ground part plants which confirmed the results of researches, when all breeds were most damaged only as a result of freezing of their escapes for temperatures -35°C .

Keywords: frost resistance, freezing, deep and forced dormancy, frosty damage index.