

УДК 582.542.11:581.44:[581.522.4+581.95](477:292.482/.485)

<http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334>

Особливості будови пагонів проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу та Поліссі України

Т. О. Щербакова*, Д. Б. Рахметов

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ, 03004, Україна,
*e-mail: Shcherbacova@ukr.net

Мета. Виявити морфологічні особливості різних типів пагонів рослин проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) у зв'язку з інтродукцією в Правобережному Лісостепу та Поліссі України. **Методи.** Морфологічний та онтогенетичний аналіз, морфометричний, статистичний. **Результати.** Встановлено, що у рослин *P. virgatum* утворюються такі типи пагонів: вегетативно-генеративні коротко- та довго кореневищні (закладаються як на підземній частині материнського пагона в зоні «дуги вкочорених міжвузлів», так і в основі його надземної частини); вегетативні підземні та надземні (формуються у пазухах лусок підземної частини материнського пагона, а також у пазухах листків стебла); генеративні надземні (розвиваються в пазухах бруньок стебла). Описано морфологічні параметри та особливості морфогенезу бруньок поновлення, сплячих та резервних бруньок. **Висновки.** У фазі цвітіння материнського пагона бруньки поновлення *P. virgatum* перебувають на I–II етапі органогенезу, розгортання їх відбувається після цвітіння материнського пагона. Встановлено, що довжина міжвузлів корелює з довжиною листових пластинок та піхвових частин листка, максимальне значення зазначених показників спостерігається в середній частині префлоральної зони стебла. В умовах інтродукції фаза викидання волоті настає в III декаді липня, початок цвітіння припадає на I декаду серпня. Виявлено, що маточково-тичинкові квітки розкриваються швидше, ніж тичинкові.

Ключові слова: *Panicum virgatum* L., інтродукція, будова пагонів, коротко- та довгокореневищні пагони, бруньки поновлення.

Вступ

Серед різноманіття родин квіткових рослин злаки (Poaceae) займають особливе місце. Завдяки тому, що вегетативним органам злаків властива велика морфологічна та екологічна пластичність, ці рослини можуть освоювати найрізноманітніші місця зростання й домінувати на великих просторах, будучи основним компонентом рослинного покриву саван, прерій, степів, пампасів, луків, бамбукових заростей, а також культурних фітоценозів – полів і плантацій [1]. Серед нових перспективних енергетичних рослин родини Poaceae, що інтродукуються в Україну, на особливу увагу заслуговує просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.). *P. virgatum* у природі поширене від Центральної Америки до Півдня Канади і є одним з домінуючих видів центральних північноамериканських прерій. *P. virgatum* належить до рослин з C4-шляхом фотосинтезу і має ефективну систему використання сонячної енергії. У культурі його використовують як високопродуктивну біоенергетичну, кормову, технічну та декоративну рослину. Засто-

сують також для збереження ґрунтів та боротьби з їх ерозією [2–4].

В Україні дослідження рослин *P. virgatum* охоплюють питання їх агротехніки, урожайності насіння та біомаси, розмноження, біохімічного складу сировини, сортовивчення та створення високопродуктивних сортів [5–8]. Однак, не був проведений детальний морфологічний аналіз пагонових систем та особливостей їх формування в рослин *P. virgatum* у процесі їхнього онтогенезу та сезонного розвитку. Дослідження особливостей будови та морфогенезу пагонів під час інтродукції рослин визначатиме ступінь їхньої адаптації до нових едафо-кліматичних умов та дасть можливість розробити прийоми для їх успішного культивування.

Мета досліджень – виявити морфологічні особливості різних типів пагонів рослин проса прутоподібного (*P. virgatum*) у зв'язку з інтродукцією в Правобережному Лісостепу та Поліссі України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили на території Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України протягом 2008–2016 рр. Об'єктом досліджень були інтродуковані тут рослини *P. virgatum*.

Визначення морфологічних особливостей рослин монокарпічних пагонів та їх класифі-

Tetiana Shcherbakova
<https://orcid.org/0000-0003-1763-6841>
Dzhamal Rakhmetov
<https://orcid.org/0000-0001-7260-3263>

кацію здійснювали за методикою Т. І. Серебрякової [1]. При цьому досліджували органотвірні процеси в бруньках поновлення та особливості морфогенезу пагонів. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методикою Г. М. Зайцева з використанням програми Microsoft Excel [9].

Результати досліджень

Результати досліджень морфобіологічних особливостей рослин *P. virgatum* свідчать, що вони є кореневищними трав'янистими полікарпіками з асимілюючими пагонами несуккулентного типу. Вегетативне відновлення рослин відбувається симподіально завдяки формуванню монокарпічних пагонів із бруньок під землею як спеціалізованих підземних органів, що несуть лише лускоподібні листки й тільки через деякий час виходять на поверхню, розгортаючи асиміляційні листки. Спочатку напрям росту пагонів є плагіотропним, а перед виходом на поверхню він змінюється на ортотропний, тобто пагони рослин *P. virgatum* належать до анізотропного типу. Спосіб формування пагонів – екстравагінальний. Встановлено, що в умовах інтродукції пагони є безрозетковими. Варто зазначити, що екстравагінальність, як і безрозетковість найчастіше властиві систематично і екологічно примітивним давнім групам злаків [1].

Залежно від довжини кореневищної частини пагона та кількості міжвузлів, які її формують у рослин *P. virgatum*, можна виділити коротко- та довгокореневищні пагони (рис. 1). Довжина плагіотропної частини короткокореневищних пагонів *P. virgatum* становить 0,5–3,0 см. Такі пагони мають від 4 до 10 міжвузлів кореневища завдовжки 2,0–3,0 мм та від 2 до 6 розвинених додаткових коренів завдовжки 10–25 см. Довгокореневищні пагони несуть від 11 до 20 міжвузлів підземної частини завдовжки 2,5–4,0 мм та утворюють 6–14 додаткових коренів. На кореневищній частині пагонів обох типів формуються тонкі сірувато-коричневі луски – катафіли завширшки 0,5 см та завдовжки 0,6 см.

У пазухах лусок верхніх 3–4 вузлів кореневищної частини пагонів у зоні їх переходу до ортотропної частини закладається від 2 до 4 бруньок поновлення та стільки ж сплячих бруньок, утворюючи так званий вузол кущіння. У фазі цвітіння материнського пагона довжина бруньок поновлення становить 3–6 см, ширина – 0,3–0,4 см. Вони перебувають на I–II етапі органогенезу і складаються зі сформованих міжвузлів кореневищної частини зачаткового пагона, вкритих катафілами, та 2–6 примордів листків. Сплячі бруньки, що до-

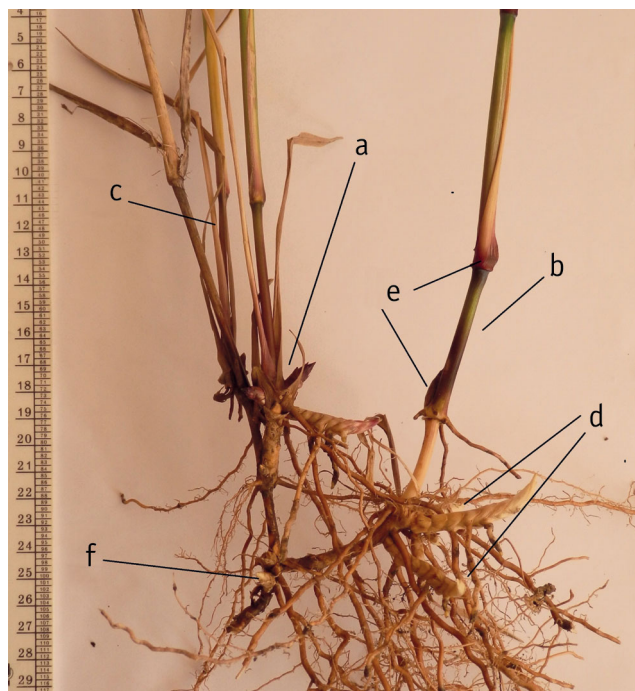


Рис. 1. Нижня частина пагонів *Panicum virgatum*:
a – вегетативно-генеративних короткокореневищних,
b – вегетативно-генеративних довгокореневищних,
c – вегетативних надземних; d – бруньки поновлення,
e – резервні бруньки, f – сплячі бруньки

сягають 0,4–3,0 см завдовжки та 0,3 см завширшки, мають лише 6–12 сформованих міжвузлів кореневищної частини, вкритих лусками, та 3–6 зачаткових лусок. Розвиток бруньок поновлення є досить тривалим. Їх розгортання відбувається після цвітіння материнського пагона, тобто рослини досліджуваного виду характеризуються постгенеративним кущінням. Монокарпічні пагони рослин *P. virgatum* в умовах Лісостепу та Полісся України є моноциклічними: розгортання бруньок, цвітіння й плодоношення пагона відбуваються протягом одного вегетаційного сезону, їх асимілююча діяльність – одночасно з квітінням.

Іноді бруньки поновлення рослин *P. virgatum* формують лише плагіотропні підземні вкорочені або подовжені вегетативні пагони, які не виходять на поверхню і характеризуються неповним циклом розвитку. Це, очевидно, є наслідком впливу чинників, несприятливих для переходу в репродуктивний період, зокрема: невеликої площі живлення, невідповідності довжини дня, дуже високої або низької температури.

Ортотропна частина монокарпічних пагонів рослин *P. virgatum* представлена префлоральною зоною (стеблом з листками, які виконують асимілюючу функцію) та флоральною (зоною суцвіття). Надземна частина рослин заввишки 150–180 см несе від 6 до 9 міжвузлів, довжина яких збільшується в середній частині стебла і

становить $14,5 \pm 1,9$ см у фазі цвітіння (рис. 2). Довжина міжвузлів позитивно корелює з довжиною листкових пластинок та піхвових частин листка, максимальне значення зазначених показників також спостерігається в середній частині префлоральної зони стебла. Ширина листкових пластинок становить $1,2 \pm 0,4$ см.

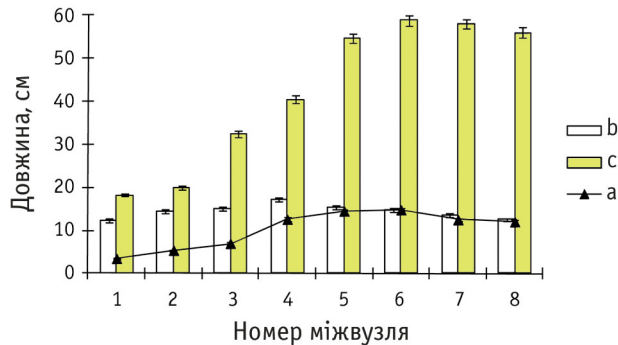


Рис. 2. Співвідношення довжин міжвузлів (а), піхвових частин листків (б) та листкових пластинок (с) префлоральної зони вегетативно-генеративних пагонів *Panicum virgatum*

У пазухах нижніх листків стебла закладаються стеблові (резервні) бруньки, які під час вегетації стебла можуть розвиватися в надземні вегетативні або генеративні пагони. Таким чином, у рослин *P. virgatum* відбувається розсіяне галузнення у префлоральній зоні стебла. Якщо бруньки нижньої частини соломини знаходяться нижче поверхні ґрунту, вони можуть розвивати не лише вегетативну надземну частину, а й формувати корені та бруньки наступних порядків, утворювати додатковий вузол куштіня.

Флоральна зона пагонів представлена суцвіттям типу волоть, яка є кільчастою, розлогою, має світло-зелене забарвлення під час цвітіння та жовте – у фазі плодоношення. В умовах інтродукції довжина волоті *P. virgatum* становить $48,0 \pm 4,2$ см, ширина – $25,5 \pm 3,5$ см. Гілочки волоті – пониклі, кожна з них несе від 20 до 50 колосків, згрупованих попарно. Колоски яйцеподібні, на ніжках, складаються з двох квіток – маточково-тичинкової та тичинкової. Виявлено, що маточково-тичинкові квітки розкриваються швидше, ніж тичинкові. В умовах інтродукції фаза викидання волоті настає в III декаді липня, початок цвітіння припадає на I декаду серпня.

Висновки

Рослини *P. virgatum* в умовах Правобережного Лісостепу та Полісся України утворюють такі типи пагонів: вегетативно-генеративні коротко- та довгокореневищні, (зкладаються як на підземній частині материнського пагона в зоні «дуги вкорочених міжвузлів (формується у пазухах лусок підзем-

ної частини материнського пагона, а також у пазухах листків стебла); генеративні надземні (розвиваються в пазухах листків стебла). Формування різноякісних пагонів рослинами *P. virgatum* має адаптивне значення для вегетативного та генеративного розмноження, а також підтверджує успішність інтродукції досліджуваного виду в умовах Правобережного Лісостепу та Полісся України.

Встановлено, що у фазі цвітіння материнського пагона бруньки поновлення *P. virgatum* перебувають на I–II етапі органогенезу. Їх розгортання відбувається після цвітіння материнського пагона. Довжина міжвузлів надземної частини пагона корелює з довжиною листкових пластинок та піхвових частин листка, максимальне значення зазначених показників спостерігається в середній частині префлоральної зони стебла. В умовах інтродукції фаза викидання волоті настає в III декаді липня, початок цвітіння припадає на I декаду серпня. Виявлено, що маточково-тичинкові квітки розкриваються швидше порівняно з тичинковими.

Використана література

1. Серебрякова Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков / Т. И. Серебрякова. – М. : Наука, 1971. – 360 с.
2. Cortese L. M. Bioenergy Traits of Ten Switchgrass Populations Grown in the Northeastern/Mid-Atlantic USA / L. M. Cortese, S. A. Bonos // Bioenerg. Res. – 2013. – Vol. 6, Iss. 2. – P. 580–590. doi: 10.1007/s12155-012-9271-6
3. Griffiths M. Index of Garden Plant / M. Griffiths. – Portland, Oregon : Timber Press, 1994. – 1234 p.
4. McLaughlin S. B. Development of switchgrass *Panicum virgatum* as a bioenergy feedstock in the United States / S. B. McLaughlin, L. A. Kszos // Biomass and Bioenergy. – 2005. – Vol. 28, Iss. 6 – P. 515–535. doi: 10.1016/j.biombioe.2004.05.006
5. Рахметов Д. Б. *Panicum virgatum* L. – перспективний інтродуцент в Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України / Д. Б. Рахметов, О. М. Вергун, С. О. Рахметова // Інтродукція рослин. – 2014. – № 3. – С. 3–14.
6. Кулик М. І. Вплив умов вирощування на врожайність фітотомаси світчграссу (*Panicum virgatum* L.) другого року вегетації / М. І. Кулик // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2013. – № 2. – С. 30–35.
7. Методика проведення експертизи сортів проса прутіноподібного (*Panicum virgatum* L.) на відмінність, однорідність і стабільність / М. В. Роїк, Д. Б. Рахметов, С. М. Гонтаренко [та ін.] // Методика проведення експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС-тест). Кормові та коренеплідні / за ред. С. О. Ткачик. – К. : Нілан-ЛТД, 2014. – С. 637–651.
8. Світчграсс як нова фітоенергетична культура / О. В. Мороз, В. М. Смірних, В. Л. Курило [та ін.] // Цукрові буряки. – 2011. – № 3. – С. 12–14.
9. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1991. – 184 с.

References

1. Serebryakova, T. I. (1971). *Morfogenez pobegov i evolyutsiya zhiznennykh form zlakov* [Morphogenesis of shoots and the evolution of grass life-forms]. Moscow: Nauka. [in Russian]
2. Cortese, L. M., & Bonos, S. A. (2013). Bioenergy Traits of Ten Switchgrass Populations Grown in the Northeastern/Mid-Atlantic USA. *Bioenerg. Res.*, 6(2), 580–590. doi: 10.1007/s12155-012-9271-6

3. Griffiths, M. (1994). *Index of Garden Plant*. Portland, Oregon: Timber Press.
4. McLaughlin, S. B., & Kszos, L. A. (2005). Development of switchgrass *Panicum virgatum* as a bioenergy feedstock in the United States. *Biomass and Bioenergy*, 28(6), 515–535. doi: 10.1016/j.biombioe.2004.05.006
5. Rakhmetov, D. B., Verhun, O. M., & Rakhmetova, S. O. (2014). *Panicum virgatum* L. as a promising introduced species at M. M. Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Introduktsiia roslyn* [Plant Introduction], 3, 3–14. [in Ukrainian]
6. Kulyk, M. I. (2013). Impact of growing conditions on phytomass productivity of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) on the second year of vegetation. *Visn. Poltav. derž. agrar. akad.* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 2, 30–35. [in Ukrainian]
7. Roik, M. V., Rakhmetov, D. B., Hontarenko, S. M., Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., Blium, Ya. B., ... Andriushchenko, A. V. (2014). Methods of examination of *Panicum virgatum* L. varieties for distinction, uniformity and stability. In S. O. Tkachyk (Ed.), *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn na vidminnist, odnorodnist ta stabilnist (VOS-test). Kormovi ta koreneplidni* [Methods of examination of plant varieties for distinction, uniformity and stability (VOS-test). Forage and Root Crops] (pp. 637–651). Kyiv: Nilan-LTD. [in Ukrainian]
8. Moroz, O. V., Smirnykh, V. M., Kurylo, V. L., Herasymenko, Yu. P., Mostovna, N. A., Horobets, A. M., & Kulyk, M. I. (2011). Switchgrass as a new phytoenergy crop. *Tsukr. buriaky* [Sugar Beet], 3, 12–14. [in Ukrainian]
9. Zaytsev, G. N. (1991). *Matematicheskiy analiz biologich. dannykh* [Mathematical analysis of biological data]. Moscow: Nauka. [in Russian]

УДК 582.542.11:581.44:[581.522.4+581.95](477:292.482/.485)

Щербакова Т. О.*, **Рахметов Д. Б.** Особенности строения побегов проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) в условиях интродукции в Правобережной Лесостепи и Полесье Украины // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 85–88. <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334>

Національний ботанічний сад імені Н. Н. Гришко НАН України, ул. Тимирязевська, 1, г. Київ, 03004, Україна,
*e-mail: Shcherbacova@ukr.net

Цель. Выявить морфологические особенности разных типов побегов проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) в связи с интродукцией в Правобережной Лесостепи и Полесье Украины. **Методы.** Морфофизиологический и онтогенетический анализ, морфометрический, статистический. **Результаты.** Установлено, что у растений *P. virgatum* образуются такие типы побегов: вегетативно-генеративные коротко- и длиннокорневищные (закладываются как на подземной части материнского побега в зоне «дуги укороченных междоузлий», так и в основании его надземной части); вегетативные подземные и надземные (формируются в пазухах чешуй подземной части материнского побега, а также в пазухах стеблевых листьев); генеративные надземные (развиваются в пазухах стеблевых листьев). Описаны морфологические параметры и особенности морфогенеза почек возобновления, спящих и

резервных почек. **Выводы.** В фазе цветения материнского побега *P. virgatum* почки возобновления находятся на I–II этапе органогенеза, их раскрытие происходит после цветения материнского побега. Установлено, что длина междоузлий коррелирует с длиной листовых пластинок и влажностных частей листьев, максимальное значение упомянутых показателей отмечается в средней части префлоральной зоны стебля. В условиях интродукции фаза выбрасывания метелки наступает в III декаде июля, начало цветения приходится на I декаду августа. Выявлено, что пестично-тычиночные цветки раскрываются быстрее, чем тычиночные.

Ключевые слова: *Panicum virgatum*, интродукция, строение побегов, коротко- и длиннокорневищные побеги, почки возобновления.

UDC 582.542.11:581.44:[581.522.4+581.95](477:292.482/.485)

Scherbakova, T. O.*, **Rakhmetov, D. B.** (2017). Structural peculiarities of shoots of switch grass (*Panicum virgatum* L.) in the context of introduction in the Right-Bank Forest-Steppe and Polissia zones of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(1), 85–88. <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334>

M. M. Hryshko National Botanical Garden National Academy of Sciences of Ukraine, 1 Timiriazevska Str., Kyiv, 03004, Ukraine,
*e-mail: Shcherbacova@ukr.net

Purpose. To define morphological peculiarities of the different types of shoots of switch grass (*Panicum virgatum* L.) in the context of introduction in the Right-Bank Forest-Steppe and Polissia zones of Ukraine. **Methods.** Morpho-physiological and ontogenetic analysis, morphometric technique, statistical evaluation. **Results.** It was found that *P. virgatum* plants were producing the following types of shoots: vegetative-generative short or long rhizomatous ones (they appeared as in the underground part of a maternal shoot in «the area of shortened internodes» and in the base of its aboveground part); vegetative underground and aboveground ones (they are forming both in the axils of scales of the underground part of a maternal shoot and in the axils of cauline leaves); generative aboveground shoots (borne in the axil of cauline leaves). Morphological parameters

and features of morphogenesis of reproduction, resting and secondary buds have been described. **Conclusions.** During flowering phase of maternal shoot, *P. virgatum* reproduction buds were on the organogenesis phase I–II, their bursting occurred after maternal shoot has flowered. The correlation of internodes length, leaf blades and sheaths has been established. The maximum values of the above parameters were observed in the middle part of the prefloral zone of the stem. In the context of introduction, panicle earing came in the third decade of July, flowering began in the first decade of August. It was revealed that complete flowers are bloomed faster than the staminate ones.

Keywords: *Panicum virgatum* L., introduction, shoot structure, short rhizomatous shoots, long rhizomatous shoots, reproduction buds.

Надійшло 9.12.2016
Погоджено до друку 17.01.2017