

ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ РЕГЕНЕРАТИВНОЕ ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ У *QUERCUS ROBUR* КАК АДАПТАЦИОННАЯ РЕАКЦИЯ НА ПОЗДНИЕ ВЕСЕННИЕ ЗАМОРОЗКИ

© 2025 М.В. Костина^{1*}, М.Н. Стаменов^{2**}

¹Московский педагогический государственный университет
ул. Кибальчича, 6, корп. 3, г. Москва, 129164, Россия

²Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт экологии Волжского бассейна РАН
ул. Комзина, 10, г. Тольятти, Самарская обл., 445003, Россия

*e-mail: mkostina@list.ru

**e-mail: mslv-eiksb@inbox.ru

Аннотация. Восстановительное побегообразование позволяет *Quercus robur* адаптироваться к последствиям поражения молодых весенних побегов поздними весенними заморозками. В зависимости от степени повреждения весенних побегов в этом процессе могут участвовать разные типы почек – венечные и пазушные почки, почки, не распустившие до начала весенних заморозков (запасные почки), венечные спящие почки и спящие почки, расположенные в основании материнского побега, а также пазушные почки, расположенные в основании практически полностью погибших весенних побегов. Стрессовая ситуация, обусловленная тотальным обмерзанием всех весенних побегов, приводит к тому, что длительность покоя почек, по положению являющихся спящими, может сократиться до 10–15 дней.

Ключевые слова: *Quercus robur*; регенеративное побегообразование, спящие почки, почки регулярного возобновления.

Поступила в редакцию: 29.07.2025. **Принято к публикации:** 30.08.2025.

Для цитирования: Костина М.В., Стаменов М.Н. 2025. Восстановительное регенеративное побегообразование у *Quercus robur* как адаптационная реакция на поздние весенние заморозки. — Фиторазнообразие Восточной Европы. 19(3): 209–214. DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-3-209-214

ВВЕДЕНИЕ

Quercus robur L. (дуб черешчатый) является важнейшим лесообразующим видом на территории Европейской части России. Поздние весенние заморозки, наступающие в период распускания почек, нередко приводят к повреждению молодых побегов. Поэтому все вопросы, связанные с восстановлением листовой поверхности у дуба после поздних весенних заморозков, весьма актуальны.

На роль спящих почек в восстановлении кроны у деревьев после воздействия поздних весенних заморозков указывали И.Г. Серебряков (Serebryakov, 1952), М. Бюсген (Busgen, 1960), И.С. Грудзинская (Grudzinskaya, 1960). Т.Н. Астапова (Astarova, 1954) отмечала также роль в этом процессе не тронувшихся весной в рост венечных и пазушных почек регулярного возобновления.

И.Г. Грудзинская (Grudzinskaya, 1960) предложила классификацию типов побегообразования:

1. Естественное регулярное побегообразование, соответствующее климатическим условиям умеренно-холодной зимы;

2. Восстановительное побегообразование, возникающее в результате повреждения растений или резких нарушений обычных условия среды. Последний основной тип она подразделила на регенеративное и ложнокоррелятивное побегообразование.

Согласно этой классификации, побегообразование, вызванное повреждением весенних побегов поздними весенними заморозками, относится к восстановительному регенеративному.

Цель данного исследования состояла в выяснении способов восстановления листовой поверхности дуба черешчатого в зависимости от степени повреждения молодых листьев и побегов поздними весенними заморозками.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в мае – июле 2025 году в Щелковском районе Московской области на вырубках, образовавшихся на месте ельника-черничника с примесью сосны и березы, после удаления пораженной типографом ели

Изучали молодые виргинильные растения высотой от 1.5 до 3 м, у которых молодые побеги длиной 1.5-4 см в разной степени пострадали от поздних весенних заморозков. Исследовали степень повреждения побегов весенними заморозками, образовавшихся на 30 прошлогодних побегах, участвующих в формировании ствола.

Основной метод – сравнительно-морфологический. Выявляли степень повреждения молодых весенних побегов:

- полностью погибли;
- живой сохранилась нижняя часть побега длиной 0.2–0.5 см;
- живой сохранилась нижняя часть побегов длиной от 1 до 10 см.
- побеги сохранились полностью и образовали верхушечную почку.

Указывали положение побегов на материнском побеге:

- побег из верхушечной или из пазушной почки регулярного возобновления;
- побег из спящей почки;
- побег из почки, расположенной в основании весеннего практически полностью обмершего побега.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе анализа литературных данных (Paderevskaya, 1953; Astapova, 1954, Grudzinskaya, 1960) на годичном побеге мы выделили следующие типы почек, которые различаются по строению, динамике развития и выполняемым функциям. В основании побега в пазухах почечных чешуй закладываются спящие почки длиной 0.1–0.2 см. Спящие почки также формируются в пазухах самых нижних быстро опадающих небольших листьев срединной формации. Следует отметить, что спящими принято называть почки, которые находятся в состоянии относительного покоя более двух лет (Serebryakov, 1952; Lyashenko, 1958; Busgen, 1960). Спящие почки могут пробуждаться в результате повреждения ствола (ветви), естественного старения системы побегов, и как уже отмечалось выше, в результате повреждения растений поздними весенними заморозками или насекомыми.

Выше по оси годичного побега формируются пазушные почки регулярного возобновления до 0.6–0.7 см длиной, которые после зимнего периода покоя трогаются в рост, образуя боковые побеги. Эти почки имеют более крупные по сравнению со спящими почками размеры и содержат большее число листовых зачатков. Если они не тронулись в рост в текущем году, то они отмирают в конце вегетационного периода, т.е. они менее долговечны по сравнению со спящими почками.

На вершине побега листья и пазушные почки скучены и плотно окружают верхушечную почку. Такие почки мы вслед за М.И. Падеревской (Paderevskaya, 1953) будем называть венечными. Венечные почки различаются степенью дифференциации и динамикой развития. Наружние венечные почки крупные и находятся в пазухах листьев срединной формации. Они выполняют функции почек регулярного возобновления. Ближе к верхушечной почке располагаются мелкие почки в пазухах чешуевидных листьев. Эти почки длиной 0.1–0.2 см следует отнести к категории спящих почек.

Далеко не все почки регулярного возобновления (боковые и венечные) трогаются в рост весной. Они остаются жизнеспособными до конца вегетационного периода и обычно отмирают к зиме (Astapova, 1954). И.С. Грудзинская (Grudzinskaya, 1960) называла такие почки запасными.

Завершает побег верхушечная почка 0.6–0.7 см длиной.

Основные варианты повреждения весенних побегов поздними весенними заморозками и способы восстановления листовой поверхности.

1. Погибает побег, растущий только из верхушечной почки. Одна из венечных почек регулярного возобновления принимает направление роста побега из верхушечной почки. Спящие почки как в основании материнского побега, так и в дистальной его части не инициируются.

2. Погибают побег из верхушечной почки и треть побегов из почек регулярного возобновления (пазушных и венечных). У остальных растущих пазушных побегов отмирает дистальная часть. На материнском прошлогоднем побеге в рост трогаются нераспустившиеся венечные и пазушные почки регулярного возобновления (запасные почки), образующие удлиненные побеги. Побеги с погибшими в результате весенних заморозков верхушками достигают длины от 0.5 до 12 см и имеют от 3 до 12 листьев срединной формации. Спящие почки не инициируются (рис. 1,а).

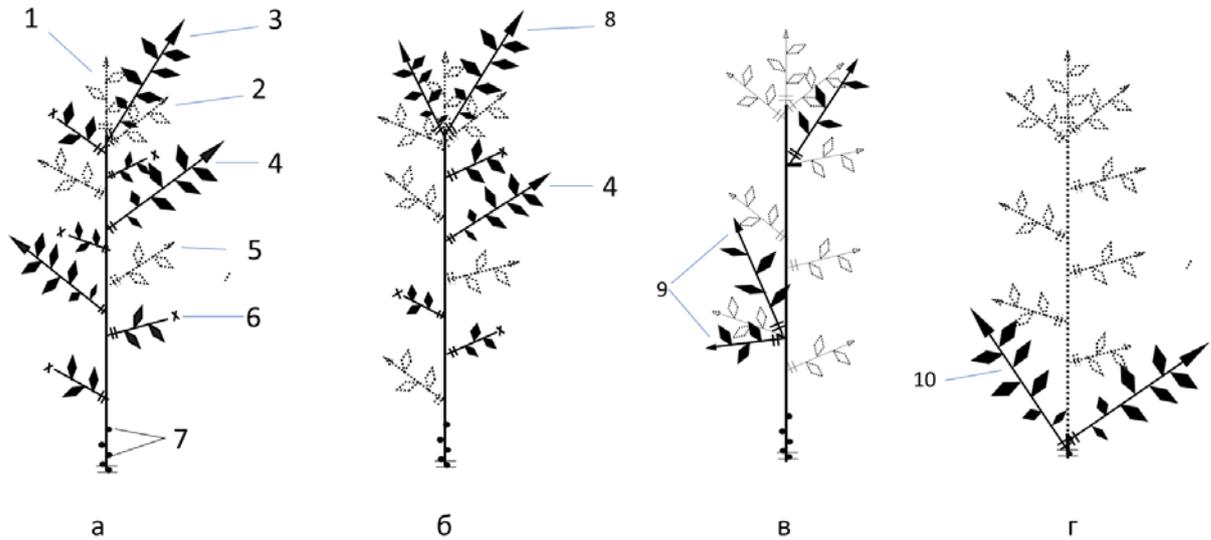


Рис. 1. Варианты восстановительного регенеративного побегообразования, вызванного повреждением весенних побегов поздними весенними заморозками.

1 – погибший побег из верхушечной почки; 2 – погибший побег из венечной почки регулярного возобновления; 3 – побег из запасной венечной почки регулярного возобновления; 4 – побег из запасной пазушной почки регулярного возобновления; 5 – погибший побег из пазушной почки регулярного возобновления; 6 – короткие побеги из пазушной почки регулярного возобновления с отмершей верхушкой; 7 – спящие почки в основании годовичного побега; 8 – побег из спящей венечной почки; 9 – побеги, образующиеся в основании пазушного побега регулярного возобновления; 10 – побеги из спящих почек

Пунктирной линией обозначены побеги или части побегов, погибшие после весенних заморозков. Сплошной линией обозначены побеги или части побегов, сохранившиеся после весенних заморозков и восстановительные регенеративные побеги.

Fig. 1. Variants of restorative regenerative shoot formation caused by damage to spring shoots by late spring frosts. 1 – dead shoot from the apical bud; 2 – dead shoot from the coronal bud of regular renewal; 3 – shoot from the spare coronal bud of regular renewal; 4 – shoot from the spare axillary bud of regular renewal; 5 – dead shoot from the axillary bud of regular renewal; 6 – short shoot from the axillary bud of regular renewal with a dead apex; 7 – dormant buds at the base of the annual shoot; 8 – shoot from the dormant coronal bud; 9 – shoots formed at the base of the axillary shoot of regular renewal; 10 – shoots from dormant buds

The dotted line indicates shoots or parts of shoots that died after spring frosts. The solid line indicates shoots or parts of shoots that survived after spring frosts and restorative regenerative shoots.

3. Погибают побег из верхушечной почки и большая часть венечных почек регулярного возобновления, а также около половины боковых почек регулярного возобновления. В рост трогаются венечные спящие почки, нераспустившиеся венечные и боковые почки регулярного

возобновления и развиваются небольшие побеги с погибшими верхушками. Спящие почки в основании материнского побега обычно не иницируются (рис. 1,б).

4. Погибают побег из верхушечной почки и все побеги из венечных почек, а две трети боковых побегов регулярного возобновления. У остальных весенних побегов живой остается только самая нижняя часть длиной 0.2–0.4 см. На этой части отрастают удлинённые побеги в числе одного–трех. Спящие почки в основании материнского побега обычно не иницируются (рис. 1,в).

5. Все тронувшиеся в рост побеги из почек регулярного возобновления вместе с побегом из верхушечной почки и всеми побегами из венечных почек (включая и спящие почки) погибают. В рост трогаются спящие почки, расположенные в основании материнского побега, образовавшегося в 2024 г. (рис. 4, г).

6. Погибает весь материнский побег, образовавшийся в 2024 году. В рост трогаются спящие венечные почки, расположенные на побеге предыдущего года – 2023 года. Могут тронуться в рост и спящие почки, расположенные в основании побега 2023 года и побега 2022 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На высокую уязвимость верхушечных почек и весенних молодых побегов из верхушечных почек в результате воздействия поздних весенних заморозков обращала внимание Т.Н. Астапова (Astapova, 1953). Наше исследование подтверждает данные этого автора.

В случае небольшого процента полностью погибших весенних побегов восстановление листовой поверхности может произойти за счет нераспустившихся боковых и венечных почек регулярного возобновления, дающих удлинённые побеги. На этот вариант указывала Т.А. Астапова (Astapova, 1953). И.С. Грудзинская (Grudzinskaya, 1959) отмечала, что реализацию запасных почек в побеги после повреждения листьев весной следует отнести к явлению запоздалого прорастания. Следует отметить, что в этом варианте восстановления листовой поверхности из-за гибели верхушки весенних молодых побегов происходит увеличение числа коротких побегов.

При более серьезных повреждениях молодых весенних побегов, регенерационные побеги начинают формироваться из почек, образовавшихся в самом основании практически полностью погибших весенних молодых побегов. По положению почки, из которых формируются эти побеги, за счет которых происходит восстановление листовой поверхности, являются спящими. Но период покоя данных почек составляет всего 10–15 дней. Этот вариант регенеративного побегообразования был описан нами впервые.

Также следует отметить, что в случае гибели всех молодых весенних побегов могут просыпаться и спящие почки в основании побега, образовавшегося в 2024 году. Длительность покоя этих почек составляет менее одного года. Таким образом, в условиях стресса, когда практически не остается точек роста, спящие почки начинают брать на себя функцию почек регулярного возобновления.

И.Г. Грудзинская (Grudzinskaya, 1960), как уже отмечалось выше, относила рассмотренные нами варианты побегообразования к восстановительному регенеративному побегообразованию, возникающему в результате повреждения растений или резких нарушений обычных условий среды. Она отмечала, что образующиеся при этом побеги могут существенно отличаться от весенних по ритму роста и направлению формообразовательных процессов. Наши данные подтверждают выводы И.Г. Грудзинской об особенностях этого типа побегообразования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проведены в рамках темы Государственного задания Института экологии Волжского бассейна РАН «Комплексная оценка состояния биологических ресурсов и мониторинг природных экосистем Волжского бассейна» (FMRW-2025-0047), № 1024032600230-5-1.6.19.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [Astarova] Астапова Т.Н. 1954. Рост и формирование побегов дуба в лесах Подмосковья. — Учёные записки Московского городского педагогического института им. В.П. Потемкина. 37: 135–155.
- [Busgen] Бюсген М. 1961. Строение и жизнь наших лесных деревьев. М.; Л. 424 с.
- [Grudzinskaya] Грудзинская И.А. 1960. Летнее побегообразование у древесных растений и его классификация. — Бот. журн. 45(7): 968–978.
- [Lyashenko] Ляшенко Н.И. 1964. Биология спящих почек. М.; Л. 87 с.
- [Paderevskaya] Падеревская М.И. 1953. Биологические особенности почек дуба. — Уч. Зап. Московского пед. ин-та им. В.И. Ленина. 73(2): 73–130.
- [Serebryakov] Серебряков И.Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. М. 390 с.

RESTORATIVE REGENERATIVE SHOOT FORMATION IN *QUERCUS ROBUR* AS AN ADAPTIVE RESPONSE TO LATE SPRING FROSTS

© 2025 M.V. Kostina^{1,*}, M.N. Stamenov^{2,**}

¹*Moscow Pedagogical State University
6/3, Kibalchich Str., Moscow, 129164, Russia*

²*Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS
10, Komzin Str., Togliatti, Samara region, 445003, Russia*

**e-mail: mkostina@list.ru*

***e-mail: mslv-eiksb@inbox.ru*

Abstract. Restorative regenerative shoot formation allows *Quercus robur* to adapt to the consequences of damage caused by late spring frosts in the spring shoots. Depending on the damage degree of the spring shoots various bud types can take part in this process: coronal and axillary buds, reserve buds, dormant coronal buds, dormant buds at the base of the parental shoot and axillary buds at the base of the almost dead spring shoots. The stress situation provoked by the total frosting of all spring shoots leads to decrease to 10–15 days of the dormancy phase in buds which are dormant by their position.

Key words: *Quercus robur*, regenerative shoot formation, dormant buds, buds of regular renewal.

Submitted: 29.07.2025. **Accepted for publication:** 30.08.2025.

For citation: Kostina M.V., Stamenov M.N. 2025. Restorative regenerative shoot formation in *Quercus robur* as an adaptive response to late spring frosts. — *Phytodiversity of Eastern Europe*. 19(3): 209–214. DOI: 10.24412/2072-8816-2025-19-3-209-214

ACKNOWLEDGEMENTS

The research is conducted within the framework of the State assignment of the Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS “Comprehensive assessment of the state of biological resources and monitoring of natural ecosystems of the Volga Basin” (FMRW-2025-0047) (project no. 1024032600230-5-1.6.19).

REFERENCES

Astapova T.N. 1954. Rost i formirovanie pobegov duba v lesakh Podmoskov'ya [Growth and formation of oak shoots in the forests of Moscow region]. — Uch. Zap. Moskovsk. Gor. pedagogich. in-ta im. V.P. Potemkina. 37: 135–155. (In Russ.).

Busgen M. 1961. Stroenie i zhizn' nashikh lesnykh derev'ev [Structure and life of our wood trees]. Moscow; Leningrad. 424 p. (In Russ.).

Grudzinskaya I.A. 1960. Summer-shoot formation in trees and its classification. — Bot. Zhurn. 43(7): 968–978. (In Russ.).

Lyashenko N. I. 1964. Biologiya spyashchikh pochek [Biology of dormant buds]. Moscow; Leningrad. 87 p. (In Russ.).

Paderevskaya M.I. 1953. Biologicheskie osobennosti pochek duba [Biological features of the oak buds]. — Uch. Zap. Moskovsk. pedagogich. in-ta im. V.I. Lenina. 73(2): 73–130. (In Russ.).

Serebryakov I.G. 1952. Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rasteniy [Morphology of the vegetative organs of the Embriophytes]. Moscow. 390 p. (In Russ.).