

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ
на диссертационную работу Масловой Светланы Петровны
«Экофизиология подземного метамерного комплекса
длиннокорневищных растений»,
представленную на соискание ученой степени
доктора биологических наук по специальностям
03.01.05 – Физиология и биохимия растений
и 03.02.08 – Экология (в биологии)

Формирование и функционирование растительного организма, его способность к перенесению неблагоприятных условий в ходе онтогенеза и, в конечном итоге, способность вида занимать определенные экологические ниши напрямую зависят от всего комплекса структурно-функциональных особенностей растений. Изучение этого многогранного вопроса представляет несомненный научный интерес и важно с практической точки зрения, поскольку позволяет глубже проникнуть в тайны механизмов адаптации и устойчивости растений к условиям обитания, а также создает основу для культивирования и эффективного использования растений, произрастающих в естественных условиях.

Все это в полной мере относится и к растениям, имеющим хорошо развитую систему подземных органов, представленных корнями и видоизменениями стебля, в том числе корневищами. Однако если в отношении корней, а также органов стеблевого происхождения, имеющих сельскохозяйственное значение, - клубней и луковиц - исследования ведутся достаточно интенсивно, то корневища мало привлекают внимание ученых. Морфофизиология этих органов, физиологические, экологические, эволюционные аспекты их формирования, связь с адаптивными стратегиями растений и по сей день остаются слабо изученными. При этом роль корневищ в жизни растений чрезвычайно высока. Они участвуют во взаимодействии растительных организмов со средой, являются органами вегетативного размножения и расселения, участвуют в формировании механизмов устойчивости и адаптации растений к действию экологических факторов.

Поэтому актуальность диссертационной работы С.П. Масловой, в которой поставлена цель изучить структурную организацию и выявить закономерности функционирования подземного метамерного комплекса длинокорневищных многолетних растений в связи с ростом, развитием и устойчивостью не вызывает сомнений.

Представленная работа основана на трудах отечественных и зарубежных ученых. В этой связи мне хочется упомянуть несколько научных направлений.

В первую очередь, это работы И.Г. Серебрякова о растении как компоненте биосферы»; его учение о жизненных формах, получившее название «биоморфология»; работы, посвященные изучению роли эндогенных и экзогенных факторов в годичном ритме развития растений и экологической морфологии растений, основанные на системном подходе и структурном анализе, а также труды по изучению типов формирования корневищ у травянистых многолетников.

Также в основу диссертационной работы С.П. Масловой положена концепция донорно-акцепторных отношений растений, начатая в нашей стране академиком А.Л. Курсановым, развитая его коллегами, единомышленниками и учениками и доведенная до логического завершения академиком А.Т. Мокроносовым.

Несомненным достоинством диссертации является также опора на достижения современной мировой фитогормонологии. Известно, что именно фитогормоны являются наиболее эффективными регуляторами всех сторон жизнедеятельности растительных организмов, в том числе их роста, развития, устойчивости и продуктивности.

Представленная к защите диссертационная работа выполнена в ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН. В ней получили достойное развитие и продолжение идеи научных школ по экологической физиологии растений, сформировавшихся в Коми, а также в других регионах нашей страны – Екатеринбурге и Санкт-Петербурге.

Рассматриваемая диссертация хорошо структурирована. Она состоит из введения, обзора литературы, главы, посвященной описанию объектов и методов исследований, четырех экспериментальных глав с описанием, анализом и обобщением полученных результатов, заключения, выводов, списка литературы. Положительным моментом является то, что каждая глава завершается самостоятельным заключением, а вся работа еще и общим итоговым заключением.

Диссертация изложена на 233 страницах машинописного текста, содержит 63 рисунка и 37 таблиц. Список литературы включает 348 источников, треть из которых - на иностранных языках.

В целом, структура диссертации традиционна и соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению докторских диссертаций.

В первой главе - обзоре литературы - С.П. Маслова обобщила имеющийся в литературе большой массив экспериментальных и теоретических данных, посвященных формированию и функционированию подземных метамерных комплексов корневищных растений, регуляторным механизмам вегетативного развития, ростовых ориентаций, адаптивным стратегиям растений, выделила спорные и неясные вопросы, логично подводя к обоснованию программы изложенных далее экспериментальных исследований.

Мое замечание к этой главе заключается лишь в том, что в ней мало процитированы работы последнего десятилетия (доля таких работ в общем списке использованной литературы составляет менее 20%).

Вторая глава, посвященная описанию климатических и почвенных условий района проведения опытов, объектов и методов исследований, показывает, что диссертант овладел большим арсеналом современных и разнообразных методов

анализа растений. Столь комплексный подход, исследование целого ряда анатомо-морфологических, физиологических и биохимических параметров, к сожалению, не всегда применяется в эколого-биологических исследованиях. Этот подход выгодно отличает диссертационную работу С.П. Масловой.

Очень позитивное впечатление производит подбор экспериментальных объектов. Исследования проведены на четырнадцати видах длиннокорневищных многолетних растений разных таксонов, жизненных форм, эколого-ценотических групп и адаптивных стратегий. В главе дано прекрасное описание анатомо-морфологических особенностей этих объектов и обоснована возможность и целесообразность их использования как моделей для проведения исследований в соответствии с поставленной целью и задачами работы.

Однако остались непонятными некоторые моменты методического характера, в первую очередь, связанные с применением экзогенных фиторегуляторов. Хорошо известна таксоноспецифичность, возрастная и концентрационная зависимость эффектов этих биологически активных веществ. В связи с этим возникает вопрос: как выбирали концентрацию эффективного действия фиторегуляторов и сроки обработки, какова была норма расхода препарата, расход рабочей жидкости, сколько препарата попадало на растение? Последняя часть вопроса связана с тем, что и фирма БАСФ, и Бердский завод производят пестициды для сельского хозяйства. Поэтому в препарате «Гиббереллин» Бердского завода и препарате ЦеЦеЦе 750 фирмы БАСФ содержится не только действующее вещество, но и дополнительные агенты. Остается непонятным, являются ли приведенные в работе концентрации растворов концентрацией действующего вещества или это общая концентрация раствора?

Применительно к этому разделу диссертации хочу также напомнить автору, что при первом упоминании латинское название вида должно сопровождаться указанием фамилии автора таксона, что в работе не сделано.

В целом же, раздел убеждает в том, что работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, с использованием современных методов анализа растений, достоверность результатов благодаря использованному арсеналу методов, соблюдению требований статистики при поведении экспериментов и статистической обработке результатов не вызывает сомнений.

Анализ следующих глав (3-6), в которых приведены и обсуждены полученные результаты, показывает, что диссертант выполнил очень большой объем экспериментальной работы и получил интересные и значимые результаты.

Материалы главы 3 убеждают, что С.П. Маслова обстоятельно изучила и детально описала структурную организацию корневищ, онтогенетическую динамику, закономерности сезонного развития и накопления биомассы длиннокорневищных многолетних растений различных эколого-ценотических групп. Закономерным

итогом этой главы стало заключение автора работы о том, что «анатомическая структура корневища соответствует его функциональной активности и зависит от жизненной стратегии и эколого-ценотических условий обитания растений». Эти исследования существенно дополняют наши знания об особенностях морфогенеза корневищ.

Четвертая глава посвящена изучению физиолого-биохимических особенностей корневищных растений. Диссертант изучил сезонную динамику целого комплекса физиолого-биохимических параметров: выделение углекислоты (дыхание), тепловыделение, оводненность и температуру замерзания воды верхушек корневищ, оценил размер пула растворимых углеводов в этих органах, выявил температурную зависимость скорости роста корневищ и обнаружил сезонные колебания уровня и соотношения всех исследованных в работе фитогормонов – ИУК, цитокининов, гиббереллинов, АБК.

В пятой главе, посвященной выяснению роли корневищ в донорно-акцепторной системе растений, автор охарактеризовал донорно-акцепторный баланс длиннокорневищных растений на основании данных по росту донорных и акцепторных частей, их ассимиляционной способности, дыхательной активности и распределению меченого углерода между различными органами. Особое внимание уделено реакции растений на изменение донорно-акцепторного баланса в результате скашивания или применения экзогенных фиторегуляторов – фитогормона гиббереллина и ретарданта хлорхолинхлорида.

В последней, шестой главе изучено влияние факторов антропогенной природы (загрязнения почвы нефтью, действие поллютанта метилфосфоновой кислоты) на рост, развитие, функциональное состояние и продуктивность длиннокорневищных многолетних растений, а также оценен видовой состав и продуктивность некоторых естественных фитоценозов, в которых доминантом является один из изученных в работе видов - *Bromopsis inermis*. Особенно хочу подчеркнуть то, что автор нашел практическое применение полученных им научных результатов – использование длиннокорневищного злака *Phalaroides arundinaceae* для фиторекультивации загрязненных метилфосфоновой кислотой территорий и очистки почвы от высоких концентраций нефти и нефтепродуктов, причем последний способ автором запатентован (в составе авторского коллектива).

В рассматриваемых главах 3-6 есть ряд дискуссионных моментов.

Сопоставление результатов, полученных при изучении гормональной регуляции рассматриваемых явлений и изложенных в главах 4 и 5, показывает, что приведенная в диссертации интерпретация результатов по содержанию эндогенных фитогормонов и эффектам экзогенных препаратов представляются не столь однозначной, как видится автору.

В физиологии растений является общепризнанным, что для доказательства участия фитогормона в регуляции того или иного процесса строго необходимо одновременное выполнение двух условий. Во-первых, процесс должен стимулироваться экзогенным фитогормоном. Во-вторых, должна существовать четкая корреляция между интенсивностью процесса и уровнем эндогенного фитогормона. Этого в диссертации выявлено не было.

В качестве примера приведу результаты по гиббереллинам. У *Ph. arundinaceae* и *Achillea millefolium* автор обнаружил сезонные изменения содержания этих фитогормонов в корневищах, происходящие параллельно с морфогенетическими преобразованиями (глава 4). Согласно же данным, приведенным в главе 5, у растений *B. inermis* в фазе трубкования эффекты экзогенного гиббереллина были либо статистически не достоверны («усиление линейного роста надземных ортотропных побегов», «торможение роста подземных диатропных побегов»), либо отсутствовали вовсе (например, число и масса побегов, углеводный статус, дыхание не изменялись). В дополнение к этому, данные главы 6 о том, что у растений *B. inermis* под действием экзогенной гибберелловой кислоты происходило снижение роста латеральных корневищ, противоречат анализу результатов в главе 4, где автор предполагает, что «в период перехода растений в состояние покоя ... высокая активность гиббереллинов необходима для стимуляции линейного роста метамеров корневищ».

Причин таких противоречий может быть три: либо экзогенный фитогормон был применен в несоответствующую фазу развития растения, либо не в оптимальной концентрации, или же фитогормон просто не участвует в регуляции процесса.

С первым предположением согласен и сам автор, связывающий эти противоречия с отсутствием на данном этапе компетентности у растений к гиббереллинам. Но тогда растения на этом этапе онтогенеза не должны воспринимать сигнал и эндогенного фитогормона. Почему же тогда автор решил изучать эффекты гиббереллина на растениях, находящихся именно в этой фазе и на каком основании он делает приведенные выше заключения?

Но возможно, это несоответствие связано с тем, что эндогенные гиббереллины диссертант изучал на одних видах растений (*Ph. arundinaceae*, *A. millefolium*), а эффекты экзогенных фиторегуляторов – на других (*B. inermis*), что просто не позволяет сопоставить полученные результаты из-за высокой таксоноспецифичности действия фитогормонов и различиях в феноритмах растений.

Изучение действия других экзогенных фитогормонов, обсуждаемых в диссертации, – ауксинов, цитокининов, абсцизовой кислоты – вообще проведено не было.

Поэтому подытоженная автором роль фитогормонов (в том числе, по мнению диссертанта, зависящая от их баланса) в формировании и функционировании корневищ не кажется достаточно убедительной.

Тем не менее, эти данные новы, важны и интересны, вносят существенный вклад в наши представления о гормональной системе растений и открывают широкие перспективы для дальнейших исследований.

Хотелось бы также выяснить, почему столь различны величины по содержанию растворимых углеводов, приведенные в разных местах главы 4. Например, в корневищах *A. millefolium* в июне 2009-2010 гг. – 154 мг/г сух. массы (табл. 12), а у этого же вида в этот же период (год не указан) – чуть более 30 (рис. 39) (т.е. разница в 5 раз). Можно ли это объяснить различиями по годам; насколько при таких колебаниях обоснованы наблюдения автора о сезонных изменениях концентрации растворимых углеводов в корневищах и достоверны ли различия по этому параметру у растений разных эколого-ценотических групп, представленные на рис. 39?

Что касается обсуждения полученных результатов, могу подчеркнуть, что оно написано логично и последовательно, на профессиональном уровне, соответствующем искомой ученой степени доктора биологических наук, адекватно отражает представленные результаты.

Правда, некоторые рассуждения автора кажутся маловероятными, например, о том, что уменьшение числа слоев оболочек клеток эндодермы корневищ может быть связано с частичным использованием содержимого клеточных оболочек в синтезе криопротекторных веществ. Разве целлюлозный компонент клеточных стенок может использоваться как запасное вещество, да еще полностью? Да и гемицеллюлозы клеточной стенки метаболизируются лишь при недостатке типичных запасных веществ, которых, как следует из данных самого диссертанта, в зимующем корневище имеется в избытке.

Столь же сомнительным представляется утверждение о том, что «сокращение объемов механической ткани корневищ ... может быть результатом модификации клеточных стенок элементов склеренхимы» (склеренхима – мертвая ткань).

Все это не умаляет достоинств представленной диссертационной работы, являющейся серьезным, глубоким исследованием с высоким уровнем обобщений. Автор получил большой экспериментальный материал. Заключение и выводы основываются на убедительном фактическом материале, адекватны экспериментальным данным и соответствуют поставленной цели и задачам работы. Полученные материалы достоверны. Некоторые установленные автором положения приоритетны. Другие являются развитием положений, упоминавшихся в литературе, но диссертант внес существенный вклад в развитие существующих в науке представлений.

Общим итогом диссертации явилась 1) Констатация того факта, что стратегической целью многолетних длиннокорневищных растений является реализация репродуктивной функции, которая определяет характер анатомо-морфологических и физиолого-биохимических преобразований, происходящих в онтогенезе. Среди них эффективное использование ассимилятов, рост и накопление биомассы корневищ, устойчивость растений. Дано экспериментальное обоснование и количественное описание взаимосвязи структуры и функциональной активности подземных побегов растения.

2) Охарактеризована роль подземного метамерного комплекса в донорно-акцепторной системе длиннокорневищных растений.

3) Выявлены онтогенетические и экологические закономерности роста, развития корневищ и перехода их в состояние покоя. В определенной степени рост подземных побегов происходит независимо от воздействия на ортотропные побеги и направлен на реализацию морфогенетической программы генома в конкретных условиях вегетации.

4) Проанализировано участие гормонального комплекса растений, роль растворимых сахаров, дыхательная активность, особенности роста и морфогенеза корневищ при подготовке растений к перенесению условий осенне-зимнего периода. Оно связано с комплексом физиолого-биохимических адаптивных реакций, сопряженных с морфогенетическими процессами в верхушках корневищ.

5) Изучены особенности роста и некоторые физиолого-биохимические аспекты устойчивости корневищных многолетников при действии природных и антропогенных факторов среды. Показана ведущая роль подземного метамерного комплекса в адаптации и устойчивости длиннокорневищных злаковых многолетников к загрязнению почвы нефтью и фосфорорганическими веществами.

Полученные диссертантом теоретические результаты имеют практический выход. Разработан и запатентован способ очистки почвы от нефти и нефтепродуктов с помощью *Ph. arundinacea*. Это серьезная практическая разработка автора. Кроме того, обоснована возможность фиторекультивации загрязненных метилфосфоновой кислотой территорий с использованием этого же злака.

Мне представляется, что спектр практического использования результатов диссертации может быть расширен. Результаты работы имеют немаловажное значение для сельскохозяйственной практики, создавая основу для эффективного управления продуктивностью кормовых угодий, а также борьбы с сорными растениями. Результаты работы могут использоваться в учебном процессе при подготовке специалистов биологического, экологического, сельскохозяйственного профиля.

Работа прошла апробацию на многих научных конференциях и съездах, большинство из которых – международного и всероссийского уровня. По ее результатам опубликовано 55 работ, в том числе 18 статей в журналах из перечня ВАК РФ, 36 публикаций в рецензируемых журналах, сборниках научных трудов и материалах научных конференций и съездов, получен патент на изобретение.

Диссертация и автореферат написаны логично и грамотно, хорошим литературным языком, практически не содержат ошибок и опечаток.

Автореферат верно отражает суть работы.

В целом, диссертационная работа С.П. Масловой воспринимается как цельное, законченное, высокорезультативное исследование. В ней разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как серьезное завершённое научное исследование, в котором решена крупная научная проблема физиологии, биохимии растений и экологии.

Все вышесказанное позволяет заключить, что диссертационная работа С.П. Масловой «Экофизиология подземного метамерного комплекса длиннокорневищных растений» соответствует требованиям ВАК РФ и отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора биологических наук по специальностям 03.01.05 – Физиология и биохимия растений и 03.02.08 – Экология (в биологии).

02.10.2014

Заведующий кафедрой агрономии
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Калининградский государственный
технический университет»,
доктор биологических наук, профессор



Е.С. Роньжина

(236022 г. Калининград, Советский проспект, 1; тел. (4012)210847; E-mail: ron-box@mail.ru)

Подпись Е.С. Роньжиной заверяю

Ученый секретарь

03 октября 2014 г.

