

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Анисимова Александра Алексеевича** «Эколого-физиологические аспекты продукционного процесса растений мискантуса (*Miscanthus* spp.)», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. – физиология и биохимия растений

Актуальность работы. Диссертационная работа Анисимова Александра Алексеевича посвящена решению актуальной научно-практической задачи – влияния экологических факторов на продукционный процесс и физиологические особенности четырёх видов мискантуса. Следует отметить, что многолетние травы такие как *Miscanthus*, обладающее C₄-типом фотосинтеза занимают ключевое место в связи с высокой продуктивностью и возможностью длительного использования участков с этим растением. *Miscanthus*, обладает потенциальной продуктивностью до 40 т сухой биомассы/га и стал одной из важнейших технических культур с большой перспективой использования для производства биотоплива, целлюлозы и для биоремедиации почв.

Несмотря на то, что имеется немало работ посвященных исследованию мискантуса они в основном носят прикладной характер и узконаправлены. До сих пор остаются малоизученным ряд эколого-физиологических параметров, характеризующих продукционный процесс мискантуса, прежде всего в связи с действием таких распространенных стрессовых факторов как засуха, пониженные температуры и низкая интенсивность света. Диссертант рассмотрел их в комплексе, сделав при этом акцент на особенностях продукционного процесса мискантуса при интродукции в Северные регионы и в среднюю полосу Европейской части России.

Научная новизна исследований. Стоит обратить внимание на то, физиологические особенности продукционного процесса мискантуса - высокопродуктивного растения с C₄-типом фотосинтеза – для условий средней полосы России до недавних пор оставались фактически не изученными. В частности, слабо исследованы ответные реакции растений мискантуса на действие лимитирующих рост и продуктивность неблагоприятных факторов среды.

Важным новым результатом является проведение оценки урожайности разных видов мискантуса в полевых условиях в средней полосе России, а также в других странах по результатам международного географического эксперимента. Диссертант сумел выделить факторы, которые не дают высокопродуктивной культуре реализовать весь свой фотосинтетический потенциал. Особое внимание в работе уделено изучению

особенностей фотопериодической регуляции онтогенеза мискантуса. Анисимовым А.А. выявлена короткодневная фотопериодическая реакция, под контролем которой находится как переход растений к цветению, так и особенности кущения. Особый интерес представляют данные о влиянии низкой температуры и пониженной освещённости на физиологические процессы мискантуса, в частности описана реакция торможения ростовых процессов в условиях пониженной температуры и способность их восстановления при перемещении растений в оптимальные условия. Одно из достижений Анисимова А.А. заключается в том, что выявлена уникальная особенность мискантуса— это способность поддерживать достаточную интенсивность фотосинтеза даже в условиях невысокой температуры, что позволяет выращивать мискантус в северных широтах.

На основании полученных результатов сделано заключение о возможности и целесообразности выращивания мискантуса в средней полосе Европейской части России.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные автором данные могут иметь практическую ценность при составлении рекомендации по возделыванию мискантуса и разработке технологических карт. Полученные данные можно рекомендовать для включения в курсы дисциплин «Физиология растений» и «Продукционный процесс растений» для студентов агрономической и биологической направленности.

Достоверность и апробация результатов исследований. Достоверность полученных автором результатов обусловлена большим объёмом проведённых исследований (полевой опыт, серия вегетационных опытов и лабораторный биотест), а также статистической обработкой полученных экспериментальных данных. Основные положения диссертации опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Результаты исследований излагались и обсуждались на Всероссийских и Международных (в том числе - зарубежных) конференциях (всего – 14 мероприятий).

Основные научные результаты, излагаемые в диссертации, отражены в 21 работе, в том числе в 2 изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в 2 изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science.

Структура и объём диссертации. Рецензируемая диссертация построена по традиционному плану и состоит из введения, обзора литературы, объектов и методов исследования, результатов исследования, заключения, библиографического списка и приложений. Диссертация изложена на 170 страницах машинописного текста и содержит

55 рисунков и 20 таблиц. Список литературы включает 196 источников. Автореферат отражает содержание диссертации.

Введение диссертации чётко структурировано и достаточно логично. Ясно определена цель, поставленные задачи позволяют её достигнуть. Обоснована актуальность исследования, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

Обзор литературы по теме диссертации, представленный в главе 1, включает в себя достаточно обширный спектр вопросов. К ним относится общая характеристика продукционного процесса растений, рассмотрение особенностей взаимодействия «генотип-среда» и его реализации в продуктивности растений. Приведён анализ основных экологических факторов, лимитирующих продукционный процесс растений. Отдельно рассматриваются физиологические особенности растений с C_3 - и C_4 -типом фотосинтеза. Особенное внимание в обзоре литературы уделено биологическим особенностям изучаемой культуры. Обзор производит достаточно хорошее впечатление. Представлен обширный библиографический список, включающий в себя 196 источников, в том числе 128 – на иностранных языках.

В главе 2 «*Объекты и методы исследований*» описана методика закладки многолетнего полевого опыта на территории Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, представлена почвенная и климатическая характеристика места выращивания растений. Описаны точки географического эксперимента по выращиванию разных видов мискантуса. Описана методика определения показателей (фенологических, биометрических, физиологических, спектрорадиометрических) растений и их урожайности. Дана подробная характеристика серии вегетационных опытов, которые автор провёл для изучения отдельных аспектов влияния экологических факторов на мискантус. Описана методика проведения лабораторных биотестов для изучения потенциальной аллелопатической активности мискантуса. Кроме того, дано подробное описание объектов исследования – разных видов мискантуса.

В главе 3 «*Результаты исследований*» представлены оригинальные экспериментальные данные и их анализ. Хотелось бы отметить наиболее важные из полученных А.А. Анисимовым результатов:

1. Установлено, что физиологические характеристики мискантуса гигантского, китайского, сахароцветкового и гибридного позволяют успешно выращивать их на территории средней полосы России.

2. По итогам 8 лет наблюдений определено, что наиболее продуктивным в средней полосе России является мискантус гигантский, его урожайность может достигать 25 тонн сухой биомассы с гектара при условии, что максимально известная цифра это 40 тонн

3. Изучены особенности световой регуляции продукционного процесса мискантуса. Показана короткодневная фотопериодическая реакция, причём как в полевых условиях (в том числе в многолетнем географическом эксперименте), так и в вегетационном опыте. При этом обнаружено, что критическая длина светового дня у мискантуса гибридного и китайского выше, чем у сахароцветкового и гигантского. В условиях Москвы к цветению переходят только первые два. Кроме того, автором установлено, что условия длинного дня приводят к усилению процессов кущения. Особенностью мискантуса при пониженной освещённости является снижение активности фотосинтетического аппарата, которое сопровождается световым насыщением фотосинтеза.

4. Показано наличие у мискантуса двух отдельных стратегий адаптации к условиям водного дефицита – поддержание метаболизма и оптимизации водопотребления.

5. В условиях низкой положительной температуры мискантус останавливает ростовые процессы и максимально снижается скорость фотосинтеза, однако при переносе в благоприятные условия рост и физиологическая активность восстанавливаются. Думаю, что это важный результат работы, который может быть в дальнейшем развит.

В *заключении* автором сделаны выводы по результатам проведённого исследования. Выводы логически вытекают из содержания диссертационной работы. Они теоретически и экспериментально обоснованы.

Важно отметить, что во всех докладах и публикациях фамилия диссертанта стоит на первом месте. Это подчеркивает его самостоятельность в проведении исследований.

Вопросы и замечания по диссертации:

В заключение отмечу ряд критических замечаний, которые возникают при чтении работы Анисимова А. А.

1. Одна из основных проблем – это ряд не очень качественно сделанных рисунков, представленных в автореферате. Многие рисунки нечеткие и с мелкими значками. Не всегда дано полное описание рисунков. Например, рис. 8 (автореферат). Что обозначают столбики на этом рисунке? Не видна шкала по оси У. На рис 12 (автор-т) на осях Х и У есть только единицы измерений. А то, что эти оси - обозначают интенсивность света и скорость фотосинтеза не отмечено. Рис. 13. Не указано, что означает наличие 4 кривых. При этом в диссертации рисунки сделаны явно лучше.

2. Есть некоторый недостаток биохимической части – даны данные только по фотосинтетическим пигментам, который, однако, перекрывается большим количеством физиологических данных.

3. Научная новизна. Сделано много перечислений. Хорошо бы выделить наиболее важные достижения.

4. Большой интерес вызывают данные длительного исследования реакции растений мискантуса на пониженную температуру – при 5°C все процессы замирают, но при повышении температуры восстанавливаются. То есть обнаружен как бы аналог спячки у животных. Особенность ли это мискантуса или многих C4 растений?

5. Почему столь низкий фотосинтез у мискантуса (1-2 мкмоль квантов м⁻² с⁻¹)? (См. табл. 19 диссертации), а на рис. 12 (автор-т) – около 8 мкмоль квантов?

6. Почему мискантус имеет ряд преимуществ по сравнению с другими C4 растениями? В чем принципиальные особенности?

7. Имеется ряд неточностей в автореферате работы. Написано: «(устычная проводимость у растений контрольной группы находилась на уровне 0,040 моль/м²*с, в то время как в условиях засухи она снижалась до 0,028 мкмоль/м²*с)», Проводимость должна быть выражена в моль/м²*с.

В тексте диссертации говорится о стрессирующих факторах. Обычно говорят о стрессовых факторах. В диссертации на стр. 29 написано: «В гликофитах солеустойчивость также включает в себя накопление совместимых с нормальным метаболизмом растения растворенных веществ, таких как пролин, в цитозоле и органеллах для их осмотической адаптации и осмопротекции. Несколько странная фраза.

Заключение. Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от работы А.А. Анисимова. Диссертационная работа на тему «Эколого-физиологические аспекты продукционного процесса растений мискантуса (*Miscanthus spp.*)» по объёму (170 стр. и 55 рисунков), уровню выполнения, важности и актуальности полученных результатов полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автором выполнено оригинальное исследование, которое является законченной научно-квалификационной работой. Считаю, что Анисимов А.А. заслуживает присуждения учёной степени

кандидата биологических наук по специальности 1.5.21. – физиология и биохимия растений.

Официальный оппонент
Креславский Владимир Данилович
Доктор биологических наук
(03.01.05 Физиология и биохимия растений, 2011)
Профессор, ведущий научный сотрудник
группы экологии и физиологии фототрофных организмов
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки «Федеральный исследовательский центр
«Пушинский научный центр биологических исследований
Российской академии наук»
(ФИЦ ПНЦБИ РАН)

Адрес места работы:
142290, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, д.2
Институт фундаментальных проблем биологии РАН,
Обособленное подразделение
ФГБУН «Федеральный исследовательский центр
«Пушинский научный центр
биологических исследований
Российской академии наук»
Тел. 8-496-773-29-88
e-mail: vkreslav@rambler.ru

1. 06. 2023г.



Креславский
Владимир Данилович
Подпись *Креславский В.Д.* удостоверяю
Зав.канцелярией
Института фундаментальных проблем биологии
Российской академии наук
- обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН
Креславский