

Научная статья

УДК 332.142.6

DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.576

Anzhelika Vasilyevna Vitebskaya

Candidate of Economics,

Associate Professor of the Department of Economics and Finance,
Kaliningrad State Technical University
Kaliningrad, Russian Federation
anzhelika.vitebskaya@klgtu.ru

Анжелика Васильевна Витебская

канд. экон. наук,

доцент кафедры экономики и финансов,
Калининградский государственный технический университет
Калининград, Российская Федерация
anzhelika.vitebskaya@klgtu.ru

Olga Ivanovna Ostrogladova

Associate Professor of the Department of Economics and Finance,
Kaliningrad State Technical University
Kaliningrad, Russian Federation
olga.ostrogladova@klgtu.ru

Ольга Ивановна Остроглядова

доцент кафедры экономики и финансов,
Калининградский государственный технический университет
Калининград, Российская Федерация
olga.ostrogladova@klgtu.ruРАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
ЗА СЧЕТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика

Аннотация. В связи с современной политической, экономической и экологической ситуацией возникла серьезная необходимость снижать давление этих факторов на успешность развития Калининградского региона. Поэтому для эффективного функционирования региона необходимо постоянно исследовать и развивать его потенциал. Одним из направлений такого развития может быть открытие производств, связанных с инновационными альтернативными возобновляемыми источниками энергии. Данная статья посвящена анализу целесообразности выращивания одного из таких альтернативных возобновляемых биоэнергетических источников — многолетней травы Мискантус × Гигантеус (*Miscanthus* × *Giganteus*), биомассу которой можно использовать для производства топливных пеллет и брикетов, а в перспективе и другой продукции. В статье рассмотрены перспективы выращивания и переработки данной культуры в условиях Калининградской области с социально-экономической и экологической точки зрения. Выявлены экономические и экологические преимущества индустриального производства

и переработки данной культуры, проведено сравнение по различным параметрам с традиционными источниками энергии. Также в статье определены перспективные направления переработки мискантуса в Калининградской области — пеллеты и брикеты, целлюлоза, композитные материалы. В заключении статьи представлены преимущества производства продукции из биомассы мискантуса для региона.

Соответственно Калининградская область может стать крупным экспортером пеллет и биотоплива, а в перспективе — сырья для производства целлюлозы и строительных композитов. Это даст возможность использовать пустующие неплодородные участки земельных угодий и при использовании этой продукции снизить загрязнение сточными водами, а также снизить социальную напряженность за счет дополнительных рабочих мест.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, биотопливо, биоэнергетика, мискантус, биомасса, топливные пеллеты, целлюлоза, инвестиции, эффективность, рентабельность, бюджетные субсидии

Для цитирования: Витебская А. В., Остроглядова О. И. Развитие потенциала Калининградской области за счет возобновляемых альтернативных источников энергии // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 1(62). С. 159—162. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.576.

Original article

DEVELOPING THE POTENTIAL OF THE KALININGRAD REGION
THROUGH RENEWABLE ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

5.2.3 — Regional and sectoral economy

Abstract. Due to the current political, economic and environmental situation, a serious need has arisen to reduce the pressure of these factors on the development of the Kaliningrad region. Therefore, for effective functioning of the region it is necessary to constantly explore and develop its potential. One of the directions of such development may be the opening of industries related to innovative alternative renewable energy sources. This article analyzes the feasibility of growing one of such alternative renewable bioenergy sources - perennial grass *Miscanthus Giganteus*, the biomass of which can be used for the production of fuel pellets and briquettes, and in the future other products.

The article considers the perspectives of growing and processing this crop in the Kaliningrad region from a socio-economic and environmental point of view. The economic and ecological advantages of industrial production and processing of this crop are revealed, a comparison according to various parameters with traditional energy sources is made. The promising areas for processing miscanthus in the Kaliningrad region — pellets and briquettes, cellulose, composite materials are also defined in the article. In conclusion, the article presents the advantages of producing products from miscanthus biomass for the region.

In conclusion, the article presents the advantages of producing products from miscanthus biomass for the region.

In that connection, the Kaliningrad region can be a major exporter of pellets and biofuels, and later, raw materials to produce cellulose and building composites. This will allow using

empty infertile land and reduce sewage pollution, as well as reduce social tension due to additional jobs.

Keywords: *alternative energy sources, biofuels, bioenergy, miscanthus, biomass, fuel pellets, cellulose, investments, efficiency, profitability, budget subsidies*

For citation: Vitebskaya A. V., Ostroglyadova O. I. Developing the potential of the Kaliningrad region through renewable alternative energy sources. *Business. Education. Law*, 2023, no. 1, pp. 159—162. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.62.576.

Введение

Актуальность. Поиск новых возобновляемых энергетических ресурсов в условиях всё большего нарастания экологических и энергетических проблем во всём мире становится всё более актуальным. Помимо экологичности и энергоэффективности альтернативных источников энергии большое значение имеет и рентабельность их производства. Одним из таких альтернативных возобновляемых биоэнергетических источников может являться Мискантус × Гигантеус (*Miscanthus × Giganteus*), биомассу которого можно использовать для производства топливных пеллет и брикетов, а также другой продукции. Калининградская область по своим природно-климатическим условиям, а также по близости к рынкам сбыта оптимально подходит для выращивания и переработки данной культуры.

Изученность проблемы. Первые научные работы по изучению мискантуса в целях его использования для переработки в биотопливо и целлюлозу в отечественной науке появились совсем недавно — в 2010-х гг. XXI в. Изучению перспективности выращивания нескольких видов Мискантуса в различных регионах Российской Федерации посвящены работы отечественных ученых: Зинченко, Яшина, Слынько, Булаткина, Гушиной, Остробородовой, Багмет, Дзюбенко, Саковича, Капустянчик. Во многих зарубежных странах, таких как страны ЕС, США, Китай, Индия, приняты законы и государственные программы о переходе к биотопливу.

Целесообразность разработки темы заключается в определении целесообразности и эффективности выращивания и переработки мискантуса в условиях Калининградской области.

Научная новизна состоит в разработке проблемы внедрения в экономику Калининградской области инновационных производств топлива из альтернативных возобновляемых источников энергии.

Цель исследования состоит в оценке перспектив производства продукции из мискантуса в условиях Калининградской области.

Задачи исследования:

- провести обзор биоэнергетических культур;
- рассмотреть пути использования и переработки биомассы мискантуса;
- рассмотреть показатели продуктивности мискантуса в Калининградской области по сравнению с другими регионами Российской Федерации и в сравнении с другими источниками энергии;
- выявить экологические и социально-экономические аспекты выращивания мискантуса в условиях региона;
- оценить перспективы выращивания и переработки мискантуса в Калининградской области.

Методы исследования: сравнительный анализ.

Теоретическая и практическая значимость состоит в возможности использования результатов исследования в разработке инвестиционных проектов по возделыванию и переработке мискантуса в Калининградской области.

Основная часть

Одним из перспективных направлений развития экономики Калининградской области, помимо развития туристической отрасли и отраслей, связанных с обеспечением продовольственной безопасности региона, является возобновляемая энергетика.

Переработка биомассы является наиболее перспективным и прогнозируемым направлением замены традиционных видов топлива. В мировом энергоснабжении растительная биомасса составляет около 25 %, и ее доля только растет [1].

Важным аспектом при поиске новых возобновляемых энергоресурсов является требование к их экологичности, в частности величине показателя углеродного следа при их использовании.

Существует три основные категории биоэнергетических культур [2; 3]:

- крахмалосодержащие и сахаросодержащие культуры, которые используются при производстве этанола;
- масличные культуры, используемые при производстве биодизельного топлива;
- культуры, богатые целлюлозой, используемые для выработки тепла, электроэнергии, биогаза и этанола. К этому виду культур относится и мискантус.

В последнее десятилетие в странах Европы и США интерес к использованию многолетних трав в качестве сырья для производства биотоплива только растет [4].

Многолетняя корневищная трава мискантус (*Miscanthus* семейства *Poaceae*) является наиболее перспективной биоэнергетической культурой, что обусловлено целым рядом причин [1; 5—7]:

- произрастание на одном месте более 20 лет;
- высокая урожайность: до 40 т/га;
- низкая влажность биомассы (менее 15 %);
- высокое содержание целлюлозы (около 50 %);
- культура не требовательна к почвам, а также улучшает их состав и предотвращает эрозию;
- практически не требует удобрений и средств химической защиты;
- культура стерильна, самостоятельно не размножается;
- значительно уменьшает эмиссию CO₂.

Биомасса мискантуса имеет множество применений: она используется для производства биотоплива, топливных пеллет и брикетов, за счет высокого содержания целлюлозы возможно производство бумаги и картона, причем затраты энергии на производство целлюлозы из мискантуса в 3 раза меньше, чем при использовании древесины [7]. Также из биомассы мискантуса производят композитные материалы (заменители дерева и пластмассы), «зеленый» бетон, хлорофилл, используют как подстилку для животных и многое другое.

При применении мискантуса в качестве топлива целесообразна его переработка в пеллеты, которые оказывают меньшее влияние на окружающую среду, чем пеллеты из древесины: углеродный след на 8 % ниже [8].

Пеллеты из биомассы мискантуса в России используют в частных домохозяйствах и небольших котельных, тогда как в европейских странах их используют как топливо на электростанциях, малых и средних котельных, а также отапливают ими промышленные предприятия.

Экспериментальные плантации мискантуса заложены уже в нескольких регионах России.

В Калининградской области ГК «Калагра» заложена плантация мискантуса × гигантеуса. *Miscanthus giganteus* является стерильным гибридом, полученным в результате природного скрещивания *Miscanthus sacchariflorus* и *Miscanthus sinensis* [9].

Урожайность плантации мискантуса возрастом 2 года в Калининградской области составила 12 т/га, что для плантации данного возраста является достаточно высоким показателем. Содержание целлюлозы 53 %, тогда как в древесине содержание целлюлозы находится в пределах 40—55 % [10].

Себестоимость производства целлюлозы из биомассы мискантуса в 2 раза ниже, чем из древесины [11].

Плантации мискантуса существенно превосходят по эффективности накопления биомассы лучшие леса умеренной зоны Евразии, а экономические показатели агропроизводства делают мискантус лидером по рентабельности. Накопление биомассы на 1 га при производстве мискантуса, в сравнении с основными древесными породами, представлены в таблице.

Накопление биомассы на 1 га при производстве мискантуса в сравнении с основными древесными породами (тонн/га)

Год	Мискантус	Сосна	Береза	Осина
5-й	35	–	–	–
10-й	85	–	25	25
20-й	185	56	58	54
30-й	270	112	112	84
50-й	455	224	187	148
100-й	925	392	287	229

С учетом возрастающего спроса на целлюлозную продукцию и уменьшением количества лесов, альтернативой может стать производство целлюлозы из мискантуса.

В связи с дефицитом посадочного материала мискантуса (ризом) в России на ближайшие 10 лет часть бизнеса будет направлена на размножение посадочного материала. В Калининградской области ГК «Калагра» заложен питомник ризом. На данный момент планируется увеличение посевной площади до 10 тыс. га и строительство завода по производству пеллет.

Стартовые инвестиции в создание плантации мискантуса составляют 149 тыс. рублей на один гектар, питомника закрытого типа для выращивания ризом — 300 тыс. рублей. В случае крупномасштабного производства (от 10 тыс. гектаров) затраты снижаются до 65 тыс. рублей на гектар. Даже на первоначальном этапе выращивания биомассы мискантуса предприятие может ожидать рентабельность в диапазоне 20—50 %, а в дальнейшем, после 3-го года, до 70—75 % [12].

Полный цикл производства, включающий переработку биомассы мискантуса в конечную продукцию (пеллеты, брикеты, целлюлозу, строительные материалы) позволит увеличить добавленную стоимость в разы [2].

Общий объем инвестиций в проект ГК «Калагра» — 1 млрд руб. ГК «Калагра» инвестировала на начальном этапе реализации инвестиционного проекта в оборудование для переработки, питомник и земельные участки.

Что касается внедрения, то предприятие согласовало условия по поставке биотопливных пеллет в качестве замены углю одному из операторов системы центрального теплоснабжения в Калининградской области [13] и условия долгосрочного контракта на поставку биотопливных пеллет компаниям — производителям электроэнергии в Великобритании. Общий экспортный потенциал этого контракта — до 8,4 млрд рублей [13].

Калининградская область на данный момент единственный регион в Российской Федерации, который выделяет бюджетные субсидии в размере 20 тыс. руб./га на поддержку сельхозпроизводителей, намеревающихся выращивать в регионе мискантус.

Заключение

По итогам исследования можно сделать следующие выводы:

- на данный момент мискантус является наиболее перспективным и прогнозируемым альтернативным источником энергии [14];

- высокое содержание целлюлозы в урожае, полученном в Калининградской области, позволяет рассматривать мискантус как перспективное для области направление;

- культивирование мискантуса в регионе позволит ввести некондиционные и нерентабельные земли в сельскохозяйственный оборот;

- возделывание мискантуса позволит сельхозпроизводителям диверсифицировать производство и иметь устойчивый доход;

- использование топливных пеллет, производимых в регионе, положительно повлияет на экологию за счет усиленного поглощения из атмосферы углекислого газа и способности данного растения очищать почву от тяжелых металлов и нефтяных загрязнений;

- культивирование мискантуса повысит инвестиционную привлекательность региона за счет многовариантности его высокорентабельной переработки и использования;

- открытие новых производств увеличит количество рабочих мест в сельских районах области и будет способствовать развитию инфраструктуры сёл;

- увеличится экспорт;

- возделывание мискантуса будет способствовать уменьшению ареала распространения борщевика;

- высокая урожайность мискантуса обеспечит рынок Калининградской области дешевым сырьем;

- популяризация мискантуса будет способствовать появлению мультипликативного эффекта для развития смежных отраслей [15];

- чрезвычайно широки перспективы использования биомассы мискантуса в составе строительных композитов: полученные составы более легкие с пониженной теплопроводностью, что позволит сократить энергозатраты на отопление зданий и сооружений, а также сократить логистические издержки и сроки доставки в регион.

Соответственно Калининградская область может стать крупным экспортером пеллет и биотоплива, а в перспективе — сырьем для производства целлюлозы и строительных композитов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шавыркина Н. А., Гисматулина Ю. А., Будаева В. В. Перспективы химической и биотехнологической переработки мискантуса // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2022. Т. 12. № 3(42). С. 383—393.
2. Бондар В. С., Фурса А. В. Экономическое обоснование технологий выращивания и переработки растительного биосырья на твердые виды топлива // Международный научно-производственный журнал «Экономика АПК». 2015. № 3(245). С. 22—27.
3. Капустянчик С. Ю., Якименко В. Н. Мискантус — перспективная сырьевая, энергетическая и фитомелиоративная культура (литературный обзор) // Почвы и окружающая среда. 2020. Т. 3. № 3. С. 5.
4. Wang C., Kong Y., Hu R., Zhou G. Miscanthus: A fast-growing crop for environmental remediation and biofuel production // *Global Change Biology Bioenergy*. 2020. Vol. 12. Pp. 1—12.
5. Анисимов А. А., Хохлов Н. Ф., Тараканов И. Г. Мискантус (*miscanthus* spp.) в России: возможности и перспективы // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 3—5.
6. Остробородова Д. А., Блудова Ю. В. Сырьевая продуктивность мискантуса гигантского (*miscanthus giganteus*) // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 132—134.
7. Сайт Межрегионального союза производителей мискантуса. URL: <http://мспм.рф/index.htm> (дата обращения: 30.01.2023).
8. Pellet production from Miscanthus: energy and environmental assessment / A. Fusi, J. Vacenetti, A. R. Proto et al. // *Energies*. 2020. Vol. 14. No. 1. P. 73.
9. Капустянчик С. Ю., Якименко В. Н., Гисматулина Ю. А., Будаева В. В. Мискантус — перспективная энергетическая культура для промышленной переработки // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 3. С. 66—71.
10. Evaluation of Chemical Composition of Miscanthus × giganteus Raised in Different Climate Regions in Russia / Y. A. Gismatulina, V. V. Budaeva, A. N. Kortusov et al. // *Plants*. 2022, № 11, 2791. URL: <https://doi.org/10.3390/plants11202791>.
11. Сайт ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет». URL: <https://pgau.ru> (дата обращения: 30.01.2023).
12. Капустянчик С. Ю. Агроэкологические основы интродукции культуры мискантус в условиях лесостепи западной Сибири : дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01. Новосибирск : СибНИИРС филиал ИЦиГ СО РАН, 2022. 263 с.
13. Сайт ГК «Калагра». URL: <http://kalagra.com/ru/> (дата обращения: 30.01.2023).
14. Булаткин Г. А. Исследование эффективности энергетических культур на примере мискантуса китайского (*Miscanthus sinensis* Anders.) // Экологический вестник России. 2018. № 10. С. 36—41.
15. Приоритеты системы научного обеспечения АПК (по материалам научных конференций «Совершенствование механизмов научного обеспечения хозяйствующих субъектов АПК» и «Технологии и технические средства вовлечения в оборот залежных земель для организации органического производства») / Под общ. ред. д-ра экон. наук В. Г. Савенко М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. 267 с.

REFERENCES

1. Shavyrkina N. A., Gismatulina Y. A., Budaeva V. V. Prospects of chemical and biotechnological processing of miscanthus. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya*, 2022, vol. 12, no. 3(42), pp. 383—393. (In Russ.)
2. Bondar V. S., Fursa A. V. Economic feasibility study of technologies for growing and processing plant bio-raw materials for solid fuels. *Mezhdunarodnyi nauchno-proizvodstvennyi zhurnal "Ehkonomika APK"*, 2015, no. 3(245), pp. 22—27. (In Russ.)
3. Kapustyanchik S. Yu., Yakimenko V. N. Miscanthus is a promising energy crop for industrial processing. *The Journal of Soils and Environment*, 2020, vol. 3, no. 1, p. 5. (In Russ.)
4. Wang C., Kong Y., Hu R., Zhou G. Miscanthus: A fast-growing crop for environmental remediation and biofuel production. *Global Change Biology Bioenergy*, 2020, vol. 12, pp. 1—12.
5. Anisimov A. A., Khokhlov N. F., Tarakanov I. G. Miscanthus (*miscanthus* spp.) in Russia: opportunities and prospects. *New and non-traditional plants and prospects for their use*, 2016, no. 12, pp. 3—5. (In Russ.)
6. Ostrobородова D. A., Bludova Y. V. Raw material productivity of the giant miscanthus (*miscanthus giganteus*). In: *Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial complex. Collection of materials of the international scientific and practical conference*. Penza, 2022. Pp. 132—134. (In Russ.)
7. Website of the Interregional Union of Miscanthus Producers. (In Russ.) URL: <http://мспм.рф/index.htm> (accessed: 30.01.2023).
8. Fusi A., Vacenetti J., Proto A. R. et al. Pellet production from Miscanthus: energy and environmental assessment. *Energies*, 2020, vol. 14, no. 1, p. 73.
9. Kapustyanchik S. Y., Yakimenko V. N., Gismatulina Yu. A., Budaeva V. V. Miscanthus is a promising energy crop for industrial processing. *Ecology and Industry of Russia*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 66—71. (In Russ.)
10. Gismatulina Yu. A., Budaeva V. V., Kortusov A. N. et al. Evaluation of Chemical Composition of Miscanthus giganteus Raised in Different Climate Regions of Russia. *Plants*, 2022, no. 11, 2791. URL: <https://doi.org/10.3390/plants11202791>.
11. Website of FGBOU VO "Penza State Agrarian University". (In Russ.) URL: <https://pgau.ru> (accessed: 30.01.2023).
12. Kapustyanchik S. Yu. *Agro-ecological bases of the introduction of the Miscanthus culture in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia. Diss. of the Doctor of agricultural sciences: 06.01.01*. Novosibirsk, SIBNIIRS filial ITsIG SO RAN, 2022. 263 p. (In Russ.)
13. Website of Kalagra Group. (In Russ.) URL: <http://kalagra.com/ru/> (accessed: 30.01.2023).
14. Bulatkin G. A. Study of the effectiveness of energy crops on the example of Chinese miscanthus (*Miscanthus sinensis* Anders.). *Ecological Bulletin of Russia*, 2018, no. 10, pp. 36—41. (In Russ.)
15. *Priorities of the scientific support system of the agro-industrial complex (based on the materials of scientific conferences "Improving the mechanisms of scientific support of economic entities of the agro-industrial complex" and "Technologies and technical means of involving fallow lands in the circulation for organizing organic production")*. Ed. by Doctor of Economics. V. G. Savenko. Moscow, FGBOU DPO RAKO APK, 2022. 267 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 29.12.2022; одобрена после рецензирования 17.01.2023; принята к публикации 26.01.2023. The article was submitted 29.12.2022; approved after reviewing 17.01.2023; accepted for publication 26.01.2023.