

ФОРМИРОВАНИЕ ФИТОМАССЫ СОРТОВ ПРОСА ПРУТЬЕВИДНОГО КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА

М. И. Кулик¹⁾, W. Elbersen²⁾, R. Poppens²⁾, П. А. Крайсвитный¹⁾, А. В. Рий¹⁾

¹⁾ *Институт биомассы и устойчивого развития,
Украина, 36000, г. Полтава, ул. Гожуливска, 67,
e-mail: labenergy.blogspot.com*

²⁾ *Wageningen University and Research Centre
Netherlands, Droevendaalsesteeg 4, 6708 PB Wageningen
Atlas, gebouw 104, Campus Wageningen UR,
e-mail: wageningen.ru*

Реферат: *установлены особенности формирования фитомассы различных сортов проса прутьевидного в зависимости от почвенных условий выращивания с целью получения сырья для биотоплива, определена взаимосвязь количественных признаков с урожайностью культуры третьего года вегетации.*

Ключевые слова: *фитомасса, урожайность, сорта, просо прутьевидное, биотопливо.*

В настоящее время в условиях все большей нехватки и удорожания топлива особого внимания заслуживает вопрос поиска и использования альтернативных источников энергии, обеспечения ими прежде всего социальных учреждений и сельских товаропроизводителей, а также сокращения удельного потребления исчерпаемых энергоресурсов.

Одной из энергетических многолетних культур, которая имеет низкую себестоимость выращивания, обладает высоким уровнем урожайности фитомассы (сырья для производства биотоплива), является просо прутьевидное (свитчграсс) [1–3].

Для получения высоких урожаев фитомассы свитчграсса большое значение имеет подбор сортов, адаптированных к определенным условиям выращивания. Изучению этого вопроса были посвящены наши исследования, которые проводились в рамках международного научного проекта «Pellets for power» на протяжении длительного периода.

Существуют два основных экотипа свитчграсса: низменный и возвышенный. Низменные виды выращиваются на влажных почвах – они имеют высокие, толстые, грубые стебли, которые растут кустами. Возвышенный тип, более адаптированный к сухому климату, имеет тонкие стебли и большее их количество, чем у низменных видов [4, 5].

Согласно исследованиям L. E. Moser и K. P. Vogel [6], сорта, происходящие из Южной Америки, лучше приспособлены к условиям южных территорий Европы. Они также продуктивны и в северной Европе, но холодостойкость их меньше по сравнению с сортами северного происхождения.

В европейских условиях было протестировано значительное количество сортов американского происхождения, и многие из них оказались пригодными для выращивания в том или ином регионе. Например, сорт свитчграсса Кейв-ин-рок более адаптирован для выращивания в условиях северо-западной Европы (Великобритания, Нидерланды). Сорт Канлоу адаптирован к более южным территориям (южная Великобритания, северная Италия). Эти сорта могут переносить снижение температуры в зимний период на северных территориях. Сорт свитчграсса Аламо лучше подходит для выращивания в южных регионах Европы (Греция, Италия) [7, 8].

Цель исследований – установить особенности формирования урожайности фитомассы сортов свитчграсса в зависимости от условий выращивания.

Согласно поставленной цели исследований предусматривалось решение следующих задач:

определить изменчивость элементов структуры урожая сортов свитчграсса; определить урожайность фитомассы сортов (в пересчете на сухое вещество); установить корреляционные взаимосвязи между элементами структуры урожая и их влияние на урожайность сухой фитомассы свитчграсса при выращивании на разных почвах.

Для реализации определенных задач на протяжении трех лет в условиях Полтавской области был проведен эксперимент на низкопродуктивных почвах (НПП) и высокопродуктивных почвах (ВПП). Опыт имел четырехкратную повторяемость с рандомизированным размещением вариантов – сортов свитчграсса Кейв-ин-рок, Картадж и Форесбург.

Опыт на НПП размещен на тяжелых суглинистых почвах с низким содержанием гумуса и низкими или средними показателями основных элементов питания (азот N, фосфор P, калий K). Опыт на ВПП расположен на черноземах со средним содержанием гумуса и повышенным показателем основных элементов питания растений.

Методика закладки и проведения эксперимента – общепринятая, согласно Б. А. Доспехову [9]. Учет биометрических показателей свитчграсса (высота и количество растений на 1 м²) проводили на время окончания вегетации культуры. Урожайность определяли путем скашивания растений, их взвешивания с последующим пересчетом на сухой вес после определения процента влаги [10].

Полученные результаты исследований, которые апробированы в опыте, обрабатывали с помощью современных методов математической статистики с применением компьютерных программ Excel и Statistica 6.0.

Экспериментальная часть

Анализ погодных условий за последние годы показал, что происходит ухудшение условий увлажнения и имеется четкая тенденция уменьшения показателей гидротермического коэффициента (ГТК). Многолетний тренд среднегодовой температуры воздуха Полтавской области в последние годы повысился на 0.8–0.9 °С. Также возросла сумма эффективных температур.

По результатам полевых исследований установлено, что количественные признаки растений свитчграсса значительно изменялись по годам и зависели как от климатически-почвенных условий, так и от сортовых особенностей культуры (таблица).

Биометрические показатели сортов свитчграсса в зависимости от условий выращивания, 2012–2103 гг.

Факторы			Высота растений, см	Количество растений, шт./м ²
Продуктивность почвы (фактор А)	Год (фактор В)	Сорт (фактор С)		
Низкая	2012	Кейв-ин-рок	82.8	360.3
		Картадж	80.5	289.6
		Форесбург	70.5	450.0
	2013	Кейв-ин-рок	123.6	495.3
		Картадж	114.8	342.0
		Форесбург	109.4	384.1
Высокая	2012	Кейв-ин-рок	90.2	426.2
		Картадж	115.0	359.8
		Форесбург	110.1	430.0
	2013	Кейв-ин-рок	174.9	705.0
		Картадж	170.3	570.4
		Форесбург	160.0	560.2
НСР ₀₅ фактор А			6.7	19.2
НСР ₀₅ фактор В			15.4	45.4
НСР ₀₅ фактор С			1.7	3.5

Примечание: НСР – наименьшая существенная разница.

Согласно результатам проведенного подсчета биометрических показателей, установлено, что на НПП высота растений исследуемых сортов свитчграсса варьирует от 70.5 до 82.8 см (2012 г.) и от 109.4 до 123.6 см (2013 г.). Данные показатели имеют существенно большее значение при выращивании культуры на ВПП. В условиях 2012 г. наибольшая высота стеблей зафиксирована у сорта Картадж (115.0 см), существенно ниже у сортов Форесбург (110.1 см) и Кейв-ин-рок (90.2 см). А в условиях 2013 г. данный показатель варьировал в пределах от 174.9 см (Кейв-ин-рок) до 160.0 см (Форесбург).

В 2013 г., на второй год вегетации культуры, количество стеблей на площади у сортов свитчграсса было существенно выше, чем в 2012 г. Продуктивность почвы также оказывала влияние на данный показатель.

Графики биометрических показателей вегетативной части растений свитчграсса приведены на рис. 1, 2.

Биометрические показатели растений имели влияние на урожайность сухой фитомассы сортов свитчграсса (рис. 3).

Статистически доказуемая урожайность исследуемых сортов свитчграсса была в условиях 2013 г. и варьировалась от 10.9 до 11.7 т/га при выращивании культуры на НПП, а также от 13.5 до 18.0 т/га – на ВПП. Сорт Картадж третьего года вегетации формировал наибольшую урожайность фитомассы по сравнению с другими сортами на ВПП.

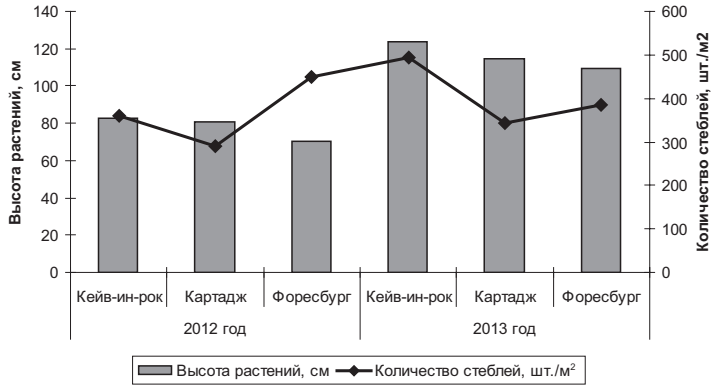


Рис. 1. Элементы продуктивности растений свитчграсса при выращивании на низкопродуктивных почвах, 2012–2013 гг.

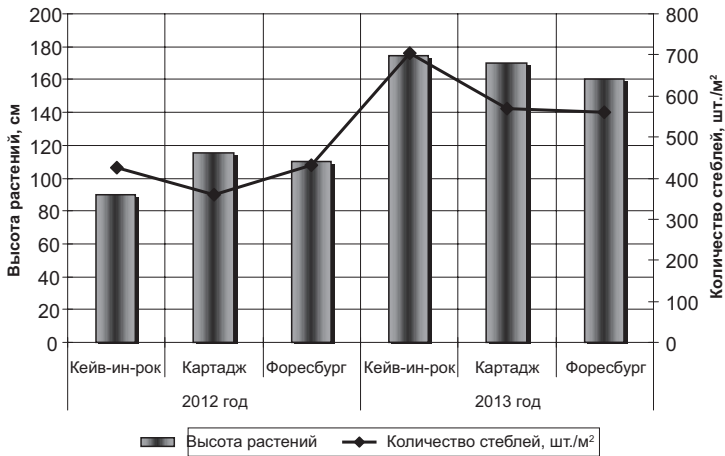


Рис. 2. Элементы продуктивности растений свитчграсса при выращивании на высокопродуктивных почвах, 2012–2013 гг.

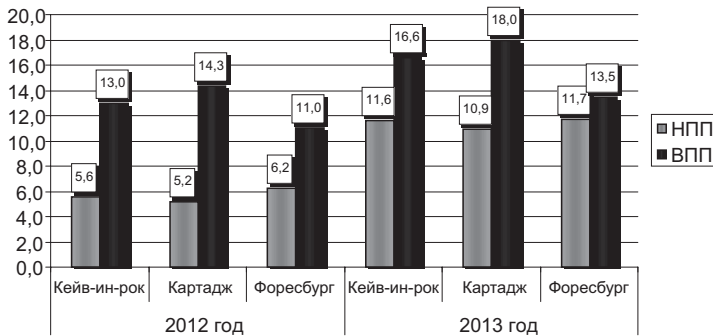


Рис. 3. Динамика урожайности свитчграсса, 2012–2013 гг.: НПП – низкопродуктивные почвы; ВПП – высокопродуктивные почвы

В зависимости от условий выращивания была установлена корреляционная связь между элементами продуктивности культуры и ее урожайностью на третьем году вегетации. При выращивании культуры на НПП урожайность сортов свитчграсса не имеет корреляционной связи с высотой стеблей ($r = 0.02$), а на высокопродуктивных – связь существенная ($r = 0.80$). Урожайность культуры имеет среднюю корреляцию с количеством стеблей на 1 м^2 – на НПП ($r = 0.63$), а на ВПП она отсутствует ($r = 0.27$).

Выводы. При выращивании растений свитчграсса второго и третьего года вегетации большое влияние на их высоту имеют сортовые особенности и продуктивность почвы, что свидетельствует о том, что с улучшением питания растений снижается их конкуренция за минеральные питательные вещества и наблюдается выравнивание по высоте у исследуемых сортов свитчграсса. Данная тенденция сохранялась и для густоты растений на единице площади, но для большего числа сортов (Картадж и Кейв-ин-рок). Это указывает на то, что данный показатель (количество растений на единице площади) может быть более надежным параметром, чем высота для оценки продуктивности сортов свитчграсса для производства биомассы.

На второй-третий год вегетации урожайность фитомассы свитчграсса оказалась существенно выше у сорта Картадж, соответственно годам – 14.3 и 18.0 т/га при выращивании на ВПП. Другие сорта на этих почвах по продуктивности сухой массы растений имели промежуточное значение – 11.0 и 13.5 т/га (Форесбург), 13.0 и 16.6 т/га (Кейв-ин-рок). На НПП наиболее урожайными были сорта Форесбург и Кейв-ин-рок. Урожайность культуры обуславливается особенностью формирования элементов структуры урожая за счет тесной корреляционной взаимосвязи с биометрическими показателями растений: высотой и количеством стеблей на 1 м^2 . На НПП урожайность свитчграсса формируется за счет количества стеблей на единице площади, а на высокопродуктивных – обуславливается высотой растений.

Установлено, что количество сухой фитомассы свитчграсса и биотоплива имеет соотношение 1:1, в связи с чем рекомендуется для получения биотоплива выращивать сорт свитчграсса Картадж, который формирует высокую урожайность на ВПП. А сорта Форесбург и Кейв-ин-рок при выращивании их на НПП будут обеспечивать стабильную урожайность фитомассы – сырья для получения экологически безопасного биотоплива.

Перспективы дальнейших исследований. Учитывая, что просо прутьевидное (свитчграсс) является новой, перспективной фитоэнергетической культурой для производства биотоплива, исследования в данном направлении необходимо расширить и продолжить.

Выражаем благодарность всей научной команде международного проекта «Pellets for power».

Литература

- [1] Гументик М. Я. // Цукрові буряки. 2010. № 4. С. 21.
- [2] Кулик М. І., Elbersen Н. W., Крайсвітній П. А. та ін. // Біоенергетика: вирощування енергетичних культур, виробництво та використання біопалива: Матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2011. С. 25.
- [3] Ройк М., Курило В., Гументик М. и др. // Вест. Львовського нац. аграр. ун-та, 2011. № 15 (2). Режим доступа: http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vldau/Agr/2011_15_2/files.
- [4] Lee D. K., Boe A. // Crop Sci. 2005. Vol. 45, N 6. P. 2583.
- [5] Elbersen W. Switchgrass for biomass: Bibliography and management practices Draft document FAIR 5-CT97-3701: Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as an alternative energy crop in Europe. // Initiation of a productivity network. ATO-DLO, Wageningen., 1998. 22 p.
- [6] Moser L. E., Vogel K. P. // An introduction to grassland agriculture / Ed. R. F. Barnes, C. J. Nelson, M. Collins, K. J. Moore. Ames: Iowa State University Press, 1995. Vol. 1. P. 409.
- [7] Van Esbroeck G. A., Hussey M. A., Sanderson M. A. // Crop Sci. 1997. Vol. 37, N 3. P. 864.
- [8] Muir J. P., Sanderson M. A., Ocumpaugh W. R., Jones R. et al. // Agron. J. 2001. Vol. 93, N 4. P. 896.
- [9] Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
- [10] Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: Фенологические наблюдения за растениями зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Под ред. М. А. Федина. М.: Агропромиздат, 1988. 121 с.