ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

*В. А. Гущина, доктор с.-х. наук, профессор; А.А. Володькин, канд. с.-х. наук, доцент;
Н.И. Остробородова, канд. с.-х. наук, доцент; А.С. Лыкова, канд. с.-х. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия, тел. 8(8412) 62-83-67, e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

В настоящее время актуальной задачей является поиск экологически безопасных и экономически доступных источников энергии для многоцелевого использования. Одним из таких ресурсов является многолетнее растение из семейства Мятликовые – мискантус гигантский (*Miscanthus giganteus*), который отличается значительным нарастанием надземной массы по C_4 -фотосинтезу, но не может реализовать свои потенциальные возможности как культура с высокими темпами фотосинтетической деятельности, поскольку в год посадки слабо конкурирует с сорняками. Поэтому изучали способы борьбы с сорным компонентом в агроценозе мискантуса на светло-серой почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. В годы проведения исследований, характеризующихся различными гидротермическими условиями (ГТК 0,64-1,29), установлено, что гербициды системного действия Балерина и Магnum по фону Торнадо 500 способствуют увеличению площади листовой поверхности мискантуса в первый год жизни до 18,36...19,09 тыс. m^2/ga , фотосинтетического потенциала до 496,1...508,7 тыс. $m^2 \cdot сут./ga$. Максимальные показатели чистой продуктивности фотосинтеза 0,62...0,85 $г/м^2 \cdot сут.$ отмечены в конце июня. За счет двукратной химической прополки снижение засоренности ведет к получению максимальной урожайности надземной массы 8,92...9,09 т/га. Наибольший сбор сухой массы 2,13...2,97 т/га получен при использовании Торнадо 500 в сочетании с гербицидами Балерина и Магnum.

Ключевые слова: фотосинтез, ассимиляционная поверхность, мискантус гигантский, сбор сухой массы, борьба с сорняками, гербициды

Введение

В мире в настоящее время обостряется энергетическая проблема. Поэтому весьма актуальной задачей является поиск экологически безопасных и экономически доступных источников энергии для многоцелевого использования [3, 4, 11, 15, 16]. Предметом для обсуждения является многолетнее травянистое растение из семейства Мятликовые – мискантус гигантский (*Miscanthus giganteus*), который отличается значительным нарастанием надземной массы [5, 14, 18] за счет специфической организации фотосинтетической деятельности растений по C_4 -типу [13].

Широкое его распространение в России и, в частности, в зоне неустойчивого увлажнения Среднего Поволжья сдерживается слабой проработкой элементов технологии выращивания мискантуса. Одним из таких приемов является определение наиболее оптимального способа борьбы с сорняками, поскольку в год посадки мискантус не обладает высокой конкурентной способностью к сорному компоненту [2, 12, 17]. В результате мискантус не может реализовать свои потенциальные возможности как

культуры с высокими темпами фотосинтетической деятельности.

Методы и материалы

В связи с этим в 2015...2017 гг. заложен однофакторный опыт на светло-серой почве коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Содержание гумуса в пахотном горизонте 2,7 %, легкогидролизуемого азота – 102 мг/кг, подвижного фосфора – 188 и обменного калия 110 мг/кг почвы. Схемой опыта предусмотрены агротехнические и химические меры борьбы с засорённостью культуры. 1. Абсолютный контроль (контроль 1); 2. Производственный контроль (контроль 2 – две междурядные обработки); 3. Обработка гербицидом Торнадо 500 (4 л/га); 4. Обработка гербицидом Балерина (0,6 л/га); 5. Обработка гербицидом Магnum (0,01 кг/га); 6. Обработка гербицидом Торнадо 500 (4 л/га) + обработка гербицидом Балерина (0,6 л/га); 7. Обработка гербицидом Торнадо 500 (4 л/га) + обработка гербицидом Магnum (0,01 кг/га). Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое.

Подготовку почвы начинали в год, предшествующий посадке мискантуса, с

внесения гербицида Торнадо 500 в середине августа с последующей вспашкой через три недели на глубину 20-25 см. Весной при наступлении физической спелости почвы проводили боронование и перед закладкой – культивацию.

Ризомы мискантуса с густотой 20 тыс. шт./га и шириной междурядий 75 см в 2015 и 2017 годах высаживали в начале мая (6 и 4 числа соответственно), на три недели раньше – в 2016 году, так как во второй декаде апреля среднесуточная температура превышала многолетнюю на 4,5 °С, что привело к ранней и дружной весне.

Погодные условия, сложившиеся в первый год исследований, характеризовались недостаточным увлажнением при гидротермическом коэффициенте 0,64, во второй – умеренным (ГТК – 1,17) и в третий – достаточным увлажнением (ГТК – 1,29).

Результаты и обсуждение

В формировании сырой биомассы и сухого вещества растений ведущая роль принадлежит фотосинтезу. Большая часть органического вещества создается в их листьях, а вклад других зелёных органов невелик. Под ассимиляционной поверхностью принято понимать площадь листьев [7].

Развитие мискантуса как многолетнего растения в первый год жизни происходит слабо. Нарастание ассимиляционной

поверхности листьев культуры в годы исследований зависело не только от способов борьбы с засоренностью, но и складывающихся условий произрастания.

На начальных этапах онтогенеза в засушливом 2015 году формирование листовой поверхности было очень медленным и к концу июня в контроле она не превышала 0,19 тыс. м²/га. Обработка почвы гербицидом Торнадо 500, как в чистом виде, так и в сочетании с системными гербицидами, увеличила площадь листьев в 1,47...2,16 раза, применение гербицидов только в год посадки в 1,11...1,63 раза.

Подобная зависимость наблюдалась и в последующие годы. Однако, в 2016 году площадь листьев на эту дату определения была в 4,13...6,05 раза больше, чем в предыдущем, и составила 1,09...1,97 тыс. м²/га. Вероятно, более ранняя посадка мискантуса способствовала появлению всходов уже 8 мая, когда для формирования ассимиляционной поверхности сложились более благоприятные метеоусловия (ГТК – 1,80).

Гербицидная борьба с сорняками привела к увеличению фотосинтетической поверхности в 1,08...1,81 раза по отношению к абсолютному контролю (рис. 1).

Рис. 1. Ассимиляционная поверхность мискантуса гигантского первого года жизни в конце вегетационного периода

Хотя полные всходы растений мискантуса в 2017 году отмечены всего на четыре

дня раньше, чем в первый год исследований, но площадь листьев в июне на

0,19...0,99 тыс. м²/га была выше. Причем максимальная – 0,89...1,40 тыс. м²/га сформировалась на плантациях с осенним внесением гербицида Торнадо 500 и его сочетании с системными гербицидами. В последующие летние месяцы аналогичная закономерность сохранилась.

Наибольшую площадь листьев мискантуса наблюдали перед уходом в зиму. При этом наиболее благоприятные условия для формирования ассимиляционной поверхности были в 2016 году, когда её индекс в 2,15...4,21 раза превышал индекс предыдущего года и в 1,15...2,59 раза – следующего года исследований.

К периоду уборки 2015 года растения сформировали 2,20...11,50 тыс. м²/га фотосинтезирующей поверхности. Гербициды Балерина и Магнум, используемые как отдельно, так и по фону Торнадо 500, улучшили условия для формирования листового аппарата в 2,22...5,23 раза по сравнению с абсолютным контролем. Осеннее внесение Торнадо 500 увеличило ассимиляционную поверхность в 3,45 раза, междурядная обработка – в 1,86 раза. К концу вегетации 2016 года в условиях достаточного увлажнения площадь листьев была на уровне 7,15...34,39 тыс. м²/га. Применение гербицида сплошного действия способствовало увеличению коэффициента покрытия в 2,28...4,81 раза по сравнению с абсолютным контролем. Площадь листьев после обработки плантаций только системными гербицидами превысила его в 2,21...3,16 раза.

Гербициды Магнум и Балерина в 2017 году привели к увеличению площади ассимиляционной поверхности перед уборкой по отношению к абсолютному контролю в 1,58...1,98 раза, их внесение по фону Торнадо 500 – в 2,13...2,27 раза, применение только гербицида сплошного действия – в 1,6. Слабее увеличение площади листьев

(на 0,6 тыс. м²/га) отмечено при механическом удалении из агроценоза сорного компонента.

Следовательно, наибольшую фотосинтезирующую поверхность в годы исследований формируют растения мискантуса, на плантациях которых проводилась двукратная гербицидная обработка. В среднем за три года максимума 18,36...19,09 тыс. м²/га она достигала перед уходом в зиму и её деятельность прекращалась с наступлением заморозков.

От продолжительности вегетационного периода зависит фотосинтетический потенциал (ФП) площади листовой поверхности, метеоусловий и способов борьбы с сорняками, который по периодам вегетации растений мискантуса последовательно возрастал. В среднем за три года максимальный показатель формировался у растений в варианте, где применялась двукратная гербицидная обработка. В июне фотосинтетический потенциал составил 13,2...17,1 тыс. м²·сут./га, в июле – 103,2...121,5, в августе – 371,6...397,0, перед уходом в зиму – 496,1...508,7 тыс. м²·сут./га. Наиболее низкий он отмечен в абсолютном контроле, где его максимум 136,8 тыс. м²·сут./га был достигнут к уборке.

В течение всего вегетационного периода мискантуса показатели фотосинтетического потенциала в вариантах с применением гербицидов превышали значения абсолютного контроля. Его параметры в 2015 году возрастали по периодам вегетации, достигая максимума перед уходом в зиму, в контроле 76,7 тыс. м²·сут./га, при использовании гербицидов – 170,5...399,9, а при междурядной обработке – 141,9 тыс. м²·сут./га. Из-за слабого развития ассимиляционной поверхности данный показатель был меньше, чем в другие годы исследований (табл.).

Таблица

Фотосинтетический потенциал растений мискантуса гигантского, тыс. м²·сут./га (среднее за 2015-2017 гг.)

Вариант		Июнь	Июль	Август	Перед уходом в зиму
Абсолютный контроль		7,7	56,5	128,0	136,8
Производственный контроль (две междурядные обработки)		8,5	76,3	174,1	187,1
Обработка гербицидами	Торнадо 500	12,0	76,2	236,0	305,7
	Балерина	8,8	87,8	284,7	352,2
	Магнум	10,2	80,3	226,1	270,4
	Торнадо 500 + Балерина	17,1	121,5	397,0	508,7
	Торнадо 500 + Магнум	13,2	103,2	371,6	496,1

По данным Е.Н. Кудриной (2018) растения мискантуса на начальных этапах развития при осеннем внесении гербицида Торнадо 500 имеют преимущество перед другими вариантами опыта. Данная закономерность прослеживается в течение всех лет исследований. В результате их фотосинтетический потенциал в среднем за три года оказался выше на 4,3...9,4 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$, чем в абсолютном контроле [8].

Наибольший показатель фотосинтетического потенциала – 178,6...859,3 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$ в 2016 году – достигнут растениями в конце вегетации благодаря лучшим условиям увлажнения и температурного режима. По сравнению с 2015 и 2017 гг. ФП был значительно выше, поскольку лучше развивалась ассимиляционная поверхность при более продолжительном периоде вегетации (149 дней). В абсолютном контроле фотосинтетический потенциал растений в июне составил 16,4 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$, в июле – 100,3, в августе – 194,1, перед уходом в зиму – 178,6 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$.

Снижение этого показателя перед уборкой, как в абсолютном, так и в производственном контролях, связано с повышенной засоренностью плантаций, что приводило к незначительному увеличению ассимиляционной поверхности (на 0,01...0,02 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$). Гербициды системного действия Магnum и Балерина увеличивали ФП до 394,8...564,1 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$, и применение по фону Торнадо 500 – до 735,8...859,3 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$. При использовании одного гербицида Торнадо 500 он был в 2,27 раза выше по отношению к абсолютному контролю и в 1,40 раза – при междурядной обработке.

В посадках, где двукратно применяли гербициды, к концу вегетационного периода 2017 года фотосинтетический потенциал составил 330,3...352,5 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$, что выше абсолютного контроля в 2,13...2,27 раза, и отмечено его минимальное значение (155,0 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$), в производственном контроле он был в 1,10 раза выше. Магnum и Балерина способствовали увеличению фотосинтетического потенциала до 246,0...305,8 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$, осеннее применение гербицида сплошного действия до 246,0 тыс. $\text{м}^2\cdot\text{сут./га}$.

Урожайность любой сельскохозяйственной культуры зависит не только от размеров ассимиляционного аппарата и фотосинтетического потенциала, но и от интенсивности работы листьев, оценивающийся показателем чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), который характеризует способность растений накапливать сухое

вещество за сутки в расчете на квадратный метр листьев [9, 10]

На основании наших исследований установлено, что продуктивность посадок мискантуса гигантского в большей степени определяется площадью листьев и в меньшей – чистой продуктивностью фотосинтеза.

В течение вегетации в первый год исследований ЧПФ изменялась от 0,01 до 1,24 $\text{г/м}^2\cdot\text{сут.}$, во второй – от 0,01 до 0,76 и в третий – от 0,01 до 0,63 $\text{г/м}^2\cdot\text{сут.}$ Максимум наблюдался в июне. Это связано с тем, что в начале вегетации растения не затеняют друг друга, все листья хорошо освещены и в них активно протекают процессы, усиливающие накопление сухого вещества. С увеличением индекса листовой поверхности ЧПФ уменьшается из-за конкуренции листьев за свет и их отмирания в нижней части стебля. В среднем за три года перед уходом в зиму данный показатель снизился до 0,01...0,08 $\text{г/м}^2\cdot\text{сут.}$

Более интенсивный рост листовой поверхности, обусловленный двукратной гербицидной обработкой плантаций растений мискантуса, способствовал активизации фотосинтеза, что, в конечном итоге, повлияло на продуктивность культуры. Накопление и запас энергии в процессе фотосинтеза сопровождается увеличением биомассы, которая служит структурным и энергетическим материалом растений.

Основными элементами продуктивности мискантуса гигантского является количество побегов на единице площади и их высота, значения которых зависят от способов борьбы с сорняками и метеоусловий. При засушливых погодных условиях в 2015 году (ГТК – 0,64) урожайность сырой массы мискантуса варьировала в пределах 1,30...5,01 т/га (рис. 2).

По результатам исследований Е.Н. Борисовой установлено, что наименьший выход сырой массы получен с плантации, где уходные работы не проводились, при этом количество побегов не превышало пять штук при их высоте 109,5 см. Существенную роль в накоплении урожая надземной массы, по сравнению с абсолютным контролем, сыграло использование гербицидов системного действия по фону Торнадо 500, что повлияло на увеличение высоты растений на 30,6...43,8 см, количества стеблей – на 4...5 штук. Урожайность надземной массы была наибольшей – 3,35...5,01 т/га. При улучшении фитосанитарного состояния посадок путем применения гербицидов Балерина и Магnum количество стеблей, высотой 130,9...132,3 см, увеличилось до 7...9 штук, что в свою очередь, повысило урожайность

сырой массы до 2,11...2,59 т/га. Применение гербицида Торнадо 500 способствовало

повышению урожайности культуры до 3,20 т/га при высоте стеблей 120,4 см [1].

Рис. 2. Урожайность сырой массы мискантуса гигантского первого года жизни, т/га

При достаточном увлажнении в 2016 году (ГТК – 1,17) ростовые процессы мискантуса протекали более интенсивно, что способствовало увеличению элементов продуктивности растений. Так, по сравнению с предыдущим годом, количество стеблей увеличилось в 1,4...2,0 раза, высота растений – в 1,3...1,5 раза и сырая масса в среднем по опыту – на 8,27 т/га. Существенная прибавка урожайности 10,91...14,71 т/га наблюдалась при двукратной химической прополке плантаций мискантуса.

Аналогичная ситуация отмечена и в 2017 году, но урожайность сырой массы в среднем по опыту была на 5,92 т/га ниже, чем в 2016 году, что связано с более прохладным и коротким периодом вегетации мискантуса (124 дня). На момент определения высота растений находилась на уровне 172,3 см, количество стеблей не превышало 10 штук. Наименьший выход сырой массы 3,85 т/га получен в варианте, где уходные работы не проводились. Двукратное применение гербицидов обеспечило надежную защиту мискантуса гигантского от сорняков, что позволило получить наибольшую урожайность – 5,35 и 6,33 т/га. На посадках с применением гербицидов Балерина и Магнум урожайность сырой надземной массы, по сравнению с абсолютным контролем, возросла на 1,38 и 1,15 т/га. Междурядная обработка почвы способствовала увеличению урожайности сырой массы в 1,2 раза, применение гербицида Торнадо 500 – в 1,3 раза.

Одним из главных признаков, определяющих целесообразность возделывания многолетних культур, является не только

урожайность сырой массы, но и сбор сухого вещества. Считается, что продуктивность растений определяет накопление сухого вещества, которое является функцией процесса ассимиляции [6].

В среднем за три года применение гербицида Торнадо 500, как отдельно, так и в сочетании с системными гербицидами способствовали увеличению урожайности сухой надземной массы на 1,10...1,94 т/га. Наименьшая урожайность сухой массы 1,03 т/га получена в абсолютном контроле.

Оптимальным для роста и развития мискантуса был 2016 год, когда двукратная обработка плантаций гербицидами позволила получить урожайность сырой и сухой массы в пределах 15,92...18,06 и 4,57...5,56 т/га соответственно. В среднем за три года исследований мискантус на естественном фоне плодородия способен формировать урожайность сырой массы 6,27 т/га, сухой – 2,07 т/га. Наибольшей продуктивностью отличаются посадки с комплексным применением гербицидов системного действия Балерина и Магнум с Торнадо 500.

Заключение

Гербициды системного действия по фону Торнадо 500 способствуют увеличению площади листовой поверхности мискантуса в первый год жизни до 18,36...19,09 тыс. м²/га, фотосинтетического потенциала до 496,1...508,7 тыс. м²·сут./га. Максимальные показатели чистой продуктивности фотосинтеза 0,62...0,85 г/м²·сут. отмечены в конце июня.

В среднем за три года, при осенней уборке надземной массы, урожайность мискантуса гигантского составила 3,30...9,09

т/га, которая зависит как от влагообеспеченности в период вегетации, так и от изучаемых технологических приемов. В среднем за годы исследований за счет двукратной химической прополки снижение засоренности ведет к получению максимальной

урожайности надземной массы 8,92...9,09 т/га. Наибольший сбор сухой массы 2,13...2,97 т/га получен при использовании Торнадо 500 в сочетании с гербицидами Бальерина и Магнум.

Литература

1. Борисова Е.Н., Люлина М.В. Отзывчивость мискантуса гигантского на средства защиты растений от сорняков. Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых. Пенза, 2015, с. 30-32.
2. Варфоломеев С.Д., Ефременко Е. Н., Крылова Л.П. Биотоплива. Успехи химии, 2010, т. 79, № 6, с. 544-564.
3. Гисматулина Ю.А., Будаева В.В., Сакович Г.В., Васильева О.Ю., Зуева Г.А., Гусар А.С., Дорогина О.В. Особенности ресурсного вида *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Наск. при интродукции в Западной Сибири. Вавиловский журнал генетики и селекции, 2019, № 23 (7), с.933-940.
4. Дорогина, О.В., Васильева О.Ю., Нуждина Н.С., Буглова Л.В., Гисматулина Ю.А., Жмудь Е.В., Зуева Г.А., Комина О.В., Цыбченко Е.А. Ресурсный потенциал некоторых видов рода *Miscanthus* Anderss. в условиях континентального климата лесостепи Западной Сибири. Вавиловский журнал генетики и селекции, 2018, № 22 (5), с. 553-559.
5. Капустянчик С.Ю., Бурмакина Н.В., Якименко В.Н. Оценка эколого-агрохимического состояния агроценоза с многолетним выращиванием мискантуса в западной Сибири. Агрохимия, 2020, № 9, с. 65-73.
6. Карпова Л.В. Формирование урожая, посевных качеств и урожайных свойств семян полевых культур в зависимости от приемов выращивания в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора с.-х. наук. Пенза, 2002, 54 с.
7. Ковалев В.М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая. Москва: МСХА, 1997, 284 с.
8. Кудрина Е.Н. Формирование продуктивности мискантуса гигантского в зависимости от способов борьбы с сорняками в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук. Пенза, 2018, 22 с.
9. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва: АН СССР, 1961, 193 с.
10. Пакуль В.Н. Чистая продуктивность фотосинтеза ярового ячменя. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2009, № 2, с. 34-40.
11. Шумный В. К., Колчанов Н. А., Сакович Г. В., Пармон В. Н., Вепрев С. Г., Нечипоренко Н. Н., Горячковская Т. Н., Брянская А. В., Будаева В. В., Железнов А. В., Железнова Н. Б., Золотухин В. Н., Митрофанов Р. Ю., Розанов А. С., Сорокина К. Н., Слынько Н. М., Яковлев В. А., Пельтек С. Е. Поиск возобновляемых источников целлюлозы для многоцелевого использования. Вестник ВОГиС, 2010, т. 14, № 3, с. 569-578.
12. Anderson E. Herbicide phytotoxicity response and eradication studies in *miscanthus giganteus*. Urbana: Illinois, 2010, 135 p.
13. Gushchina V.A., Volodkin A.A., Agapkin N.D., Ostroborodova N.I. Introduction and Adaptation of giant *miscanthus* to the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga Region. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS), 2018, № 9 (5), p. 2292-2297.
14. Iqbal Y., Gauder M., Claupein W., Graeff-Honninger S., Lewandowski I. Yield and quality development comparison between *miscanthus* and switchgrass over a period of 10 years. Energy, 2015, № 89, p. 268-276.
15. Jones M.B., Walsh M. *Miscanthus* for energy and fibre. London: Earthscan, 2001, 192 p.
16. Schroder P., Beckers B., Daniels S., Gnadinger F., Maestri E., Marmioli N., Menchd M., Millan R., Obermeier M.M., Oustriere N. Persson T., Poschen-rieder C., Rineau F., Rutkowska B., Schmid T., Szulc W., Witters N., S@b0 A. Intensify production, transform biomass to energy and novel goods and protect soils in Europe - A vision how to mobilize marginal lands. Science of The Total Environment, 2018, № 616-617, p. 1101-1123.
17. Walker D. A., Appl J. Biofuels, facts, fantasy, and feasibility. Phycol, 2009, v. 21, p. 509-517.
18. Zhang Y., Li Y., Jiang L., Tian C., Li J., Xiao Z. Potential of perennial crop on environmental sustainability of agriculture. Procedia Environmental Sciences. 2011, № 10, p. 1141-1147.

THE KEY ASPECTS OF THE PRODUCTION PROCESS OF *MISCANTHUS GIGANTEUS* UNDER THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

*V.A. Gushchina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A.A. Volodkin, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant-professor;
N.I. Ostroborodova, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant-professor;
A.S. Lykova, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant-professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University", Penza, Russia, tel. 8(8412) 62-83-67, e-mail: gushchina.v.a@pgau.ru

Currently, an urgent task is to find environmentally friendly and economically accessible energy sources for multi-purpose use. One such resource is a perennial plant from the bluegrass family, *Miscanthus giganteus*, which has a significant increase in above-ground mass by C4-photosynthesis, but cannot realize its potential as a crop with high rates of photosynthetic activity, because in the year of planting it competes poorly with weeds. Therefore, we studied ways to control the weed component in the agroecosystem of *Miscanthus* on the light gray soil of the collection area of Penza State Agrarian University. In the years of the research, characterized by different hydrothermal conditions (HTC 0.64-1.29), it was found that the herbicides of systemic action Balerina and Magnum in the background of Tornado 500 contribute to an increase in the leaf area of *Miscanthus* in the first year up to 18.36...19.09 thousand m²/ha, in the photosynthetic potential to 496.1...508.7 thousand m²·day/ha. The maximum values of net productivity of photosynthesis (0.62...0.85 g/m²·day) were observed at the end of June. Due to the double chemical weeding the decrease of weeds leads to the maximum yield of above-ground mass - 8.92...9.09 t/ha. The highest dry matter yield of 2.13...2.97 t/ha was obtained using the Tornado 500 in combination with the herbicides Balerina and Magnum.

Keywords: photosynthesis, assimilative surface area, *Miscanthus giganteus*, dry matter harvesting, weed control, herbicides.

References

1. Borisova E.N., Lyulina M.V. Responsiveness of *Miscanthus giganteus* to plant protection agents against weeds. The contribution of young scientists to the innovative development of agroindustrial complex of Russia: a collection of articles of the International Scientific-Practical Conference of Young Scientists. Penza, 2015, pp. 30-32.
2. Varfolomeev S.D., Efremenko E.N., Krylova L.P. Biofuels. *Uspekhi Khimii*, 2010, vol. 79, № 6, pp. 544-564.
3. Gismatulina S.A., Budaeva V.V., Sakovich G.V., Vasilyeva O.Yu., Zueva G.A., Gusar A.S., Dorogina O.V. Features resource species *Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack. when introduced in Western Siberia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2019, №.23 (7), pp.933-940.
4. Dorogina, O.V., Vasilyeva O.Yu., Nuzhdina N.S., Buglova L.V., Gismatulina Yu.A., Zhmud E.V., Zueva G.A., Komina O.V., Tsybchenko E.A. Resource potential of some species of *Miscanthus Anderss* in the continental climate of the Western Siberian forest steppe. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2018, № 22 (5), pp. 553-559.
5. Kapustyanchik S.Yu., Burmakina N.V., Yakimenko V.N. Evaluation of ecological and agrochemical state of agroecosystem with perennial cultivation of *Miscanthus* in Western Siberia. *Agrokhimiya*, 2020, № 9, pp. 65-73.
6. Karpova L.V. Formation of yield, sowing qualities and yield properties of seeds of field crops depending on growing methods in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region: Abstract of thesis for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Penza, 2002, 54 p.
7. Kovalev V.M. Theoretical foundations of crop formation optimization. Moscow: Moscow Agricultural Academy, 1997, 284 p.
8. Kudrina E.N. Formation of *Miscanthus giganteus* productivity depending on ways of weed control in the forest-steppe of the Middle Volga region: Abstract of thesis for the degree of candidate of agricultural sciences. Penza, 2018, 22 p.
9. Nichiporovich A. A. Photosynthesis and the theory of obtaining high yields. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1961, 193 p.

10. Pakul V.N. Net photosynthetic productivity of spring barley. *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2009, №2, pp. 34-40.
11. Shumny V.K., Kolchanov N.A., Sakovich G. V., Parmon V.N., Veprev S.G., Nechiporenko N.N., Goryachkovskaya T.N., Bryanskaya A.V., Budaeva V.V., Zheleznov A.V., Zheleznova N.B., Zolotukhin V.N., Mitrofanov R.Yu., Rozanov A.S., Sorokina K.N., Slynko N.M., Yakovlev V.A., Peltek S.E. Search for renewable sources of cellulose for multipurpose use. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2010, Vol. 14, № 3, pp. 569-578.
12. Anderson E. Herbicide phytotoxicity response and eradication studies in miscanthus giganteus. Urbana: Illinois, 2010, 135 p.
13. Gushchina V.A., Volodkin A.A., Agapkin N.D., Ostroborodova N.I. Introduction and Adaptation of giant miscanthus to the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga Region. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS)*, 2018, № 9 (5), p. 2292-2297.
14. Iqbal Y., Gauder M., Claupein W., Graeff-Honninger S., Lewandowski I. Yield and quality development comparison between miscanthus and switchgrass over a period of 10 years. *Energy*, 2015, № 89, p. 268-276.
15. Jones M.B., Walsh M. *Miscanthus for energy and fibre*. London: Earthscan, 2001, 192 p.
16. Schroder P., Beckers B., Daniels S., Gnadinger F., Maestri E., Marmioli N., Menchd M., Millan R., Obermeier M.M., Oustriere N. Persson T., Poschen-rieder C., Rineau F., Rutkowska B., Schmid T., Szulc W., Witters N., Söb0 A. Intensify production, transform biomass to energy and novel goods and protect soils in Europe - A vision how to mobilize marginal lands. *Science of The Total Environment*, 2018, № 616-617, p. 1101-1123.
17. Walker D. A., Appl J. Biofuels, facts, fantasy, and feasibility. *Phycol*, 2009, v. 21, p. 509-517.
18. Zhang Y., Li Y., Jiang L., Tian C., Li J., Xiao Z. Potential of perennial crop on environmental sustainability of agriculture. *Procedia Environmental Sciences*. 2011, № 10, p. 1141-1147.