

РОСТ И РАЗВИТИЕ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Гущина Вера Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Растениеводство и лесное хозяйство»

Борисова Екатерина Николаевна, аспирантка третьего года обучения кафедры «Растениеводство и лесное хозяйство»

ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА

440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30; тел.: 89648728243

e-mail:ekaterina310191@mail.ru

Ключевые слова: мискантус гигантский, гидротермический коэффициент, интродукция, биомасса, ризомы.

В условия Пензенской области на землях несельскохозяйственного пользования ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА в 2015–2016 гг. проведены исследования по изучению агробиологических особенностей *Miscanthus sinensis Giganteus* в условиях лесостепи Среднего Поволжья с целью установления оптимальной защиты растений от сорняков, обеспечивающей создание высокопродуктивных агрофитоценозов. Почва опытного участка – светло – серая лесная, супесчаная по гранулометрическому составу. При изучении интродуцента выявлены особенности роста и развития растений, засоренность культуры при использовании довсходовых, послевсходовых гербицидов и междурядной обработки, в зависимости от гидротермических условий, так как осадки в области являются лимитирующим фактором, а потребность мискантуса в них находится в пределах 700 мм в год. Метеорологические условия в годы проведения исследований были различные и наиболее оптимальные сложились в 2016 году, когда длина вегетационного периода составила 149 дней с суммой активных температур 2643,5°C и ГТК – 1,17 ед. При ранней посадке мискантуса 16 апреля (против 6 мая в 2015 году) к концу вегетации высота растений в среднем по опыту на 53,0 см превышала высоту растений предыдущего года, а количество стеблей возросло на 38%. Урожайность сырой и сухой массы была выше в 4,03 и 2,39 раза соответственно. В среднем же за два года мискантус на естественном фоне плодородия способен формировать 7...12 побегов/раст. высотой 136,0...171,0 см, которые обеспечивают урожайность сырой массы 6,87 т/га, сухой – 2,36 т/га.

Введение

В настоящее время идет активный поиск быстро возобновляемых растительных источников для многоцелевого использования. Одним из перспективных шагов в этом направлении является введение в агрокультуру таких видов растений, которые дают большие урожаи биомассы с высоким содержанием целлюлозы. Наряду с известными видами в практику активно внедряются новые растения, в том числе мискантус гигантский [1]. Это многолетнее травянистое растение семейства мятликовых, которое рассматривают как перспективный сырьевой источник недревесного происхождения, используемый для сохранения медленно возобновляющихся лесных массивов и выращиваемый традиционными методами сельского хозяйства.

Обладая высокой скоростью накопления биомассы растение не конкурирует с продовольственными культурами за землю и может произрастать на непродуктивных землях, иногда даже с перспективой их восстановления, так как способно обеспечить положительный баланс гумуса, поскольку после четырех лет выращивания накапливает 15–20 т/га подземной

биомассы, эквивалентной 7–9 т/га углерода [2, 3]. Внедрение мискантуса в сельскохозяйственное производство позволяет использовать его даже как противоэрозионное растение. Надземная масса, достигающая в естественных условиях шестиметровой высоты, по содержанию целлюлозы (40 - 44%) не уступает традиционным лесным культурам, на восстановление которых требуется более 70 лет. Перспективным направлением агропромышленного комплекса Пензенской области является так же производство альтернативных источников энергии. Применение мискантуса гигантского позволит получать высококачественный энергетический продукт – биопеллеты, а их использование – решить одновременно как экологические проблемы, так и проблемы энергопотребления. Введение в производство мискантуса гигантского требует изучения влияния гидротермических условий на его рост, развитие и продуктивность в первый год жизни [4, 5]. В связи с этим целью исследований является изучение агробиологических особенностей культуры в условиях лесостепи Среднего Поволжья, характеризующейся недостаточным увлажнением, и установление

оптимальной схемы защиты растений от сорняков, обеспечивающей создание высокопродуктивных агрофитоценозов.

Объект и методы исследований

В качестве объекта исследований использовали *Miscanthus sinensis Giganteus* – многолетнее высокостебельное прямостоячее растение с мощной корневой системой, проникающей на глубину до 2,5 м и образующей длинные побеги с ростовыми почками. Подземные побеги быстро колонизируют почвенное пространство, создавая сплошную и ровную плантацию. Размножение происходит исключительно вегетативным путем. Устойчив к болезням и вредителям. В первые два года выращивания слабо конкурирует с сорняками. В последующие годы нет необходимости в борьбе с ними, так как опавшая зимой листва образует толстый слой мульчи. Максимальная продуктивность достигается на 3 - 4 год, после чего мискантус может ежегодно продуцировать на протяжении 15-20 лет [6]. В Центральной Европе он цветет, однако всхожих семян не образует. В наших условиях он не дает генеративных органов и выделить фазы развития невозможно, а окончание вегетативного периода отмечается с наступлением постоянных заморозков, поэтому все наблюдения проводили по календарным срокам (конец месяца).

На землях несельскохозяйственного пользования ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА в 2015 и 2016 гг. заложены плантации мискантуса гигантского 6 мая и 16 апреля соответственно. Почва

светло – серая лесная супесчаная с содержанием гумуса в пахотном слое 2,7%, легкогидролизуемого азота – 102 мг/кг, подвижного фосфора – 188 и обменного калия – 110 мг/кг почвы, $pH_{\text{сол}}$ – 5,7. Опыты заложены по следующей схеме: 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 Магнум (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 Магнум (0,01 кг/га). Повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов систематическое.

Подготовка почвы включала внесение гербицида неизбирательного действия Торнадо 500 в конце августа, через три недели – вспашка на глубину 22...25 см, весной – боронование зубowymi боронами, а перед закладкой плантации – культивация. Посадку мискантуса проводили корневищами – ризомами длиной 8...10 см, визуально не поврежденными вредителями и болезнями во влажную почву на глубину до 10 см по схеме 75×70 см.

Все наблюдения, анализы и учеты проводили по общепринятым методикам, а математическую обработку экспериментальных данных – методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований

По данным Шумного В.К. (2010 г.), Блюма

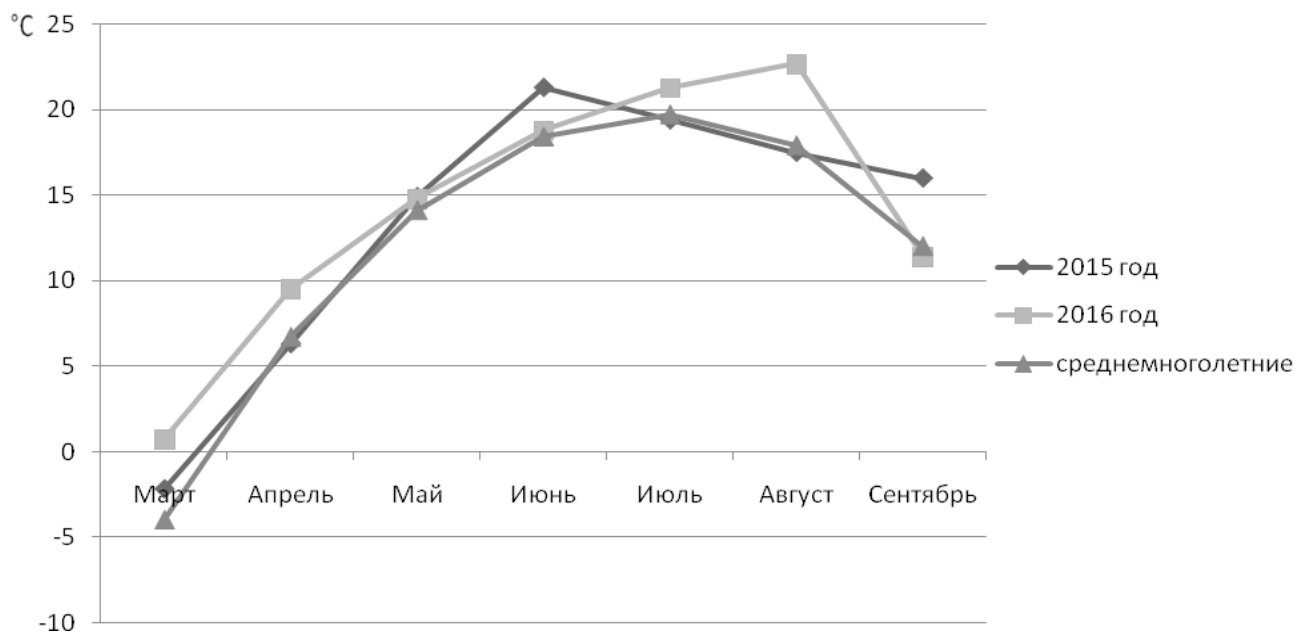


Рис. 1 – Температура воздуха за вегетационный период 2015-2016 гг. (данные Пензенской ГСМ)

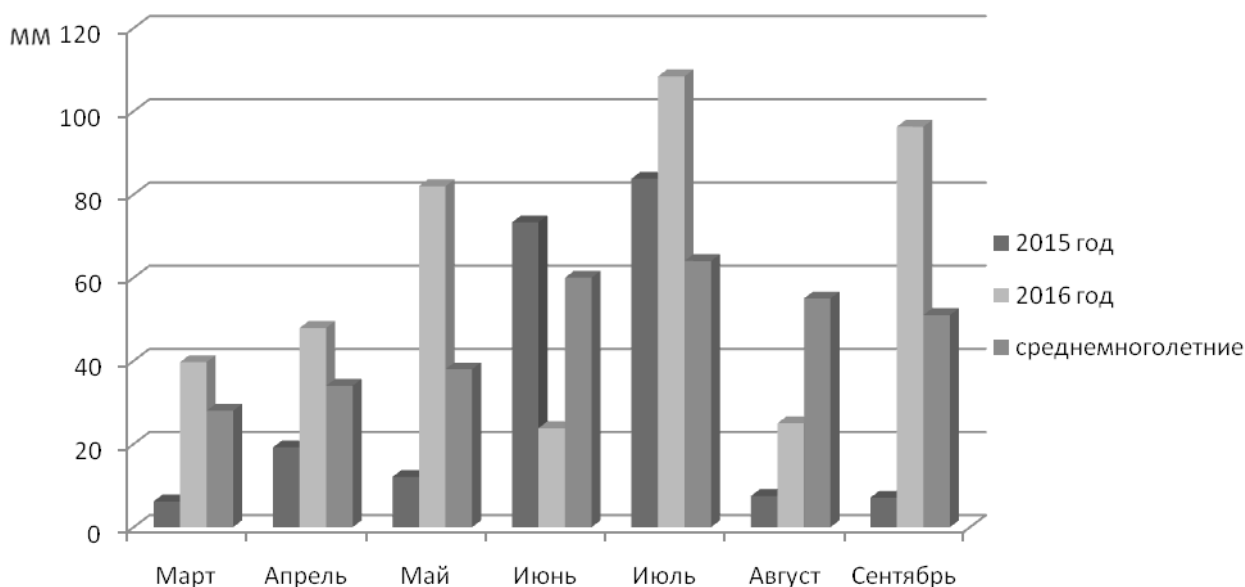


Рис. 2 – Количество осадков за вегетационный период 2015-2016 гг. (данные Пензенской ГСМ)

Я.Б. (2010 г.) и др. для нормальной вегетации мискантуса гигантского необходимо около 700 мм осадков в год [6, 7]. Такие повышенные требования к обеспеченности влагой, несмотря на незначительное поглощение воды для продуцирования 1 кг сухого вещества (около 250 л), обусловлены большим объемом биомассы, получаемым с единицы площади [3]. В Пензенской области осадки являются самым неустойчивым элементом климата, поэтому очень важно оценить соответствие гидротермических условий зоны возделывания биологическим требованиям [8, 9] мискантуса гигантского. Погодные условия в годы исследований были различными.

Сумма осадков, выпавших в 2015 году составила 613 мм, что на 87 мм ниже потребности мискантуса, причем доля осадков приходящихся на вегетационный период составила только 28% или 172 мм, а сумма активных температур – 2383,4°C. В период от посадки до всходов гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,36 ед., то есть при среднесуточной температуре 16,5°C, осадков выпало в 2,1 раза меньше средне многолетних (табл. 1; рис. 1, 2). Но они не оказывают влияния на появление всходов. Спящие почки, находящиеся на ризомах, для прорастания используют пластические вещества корневищ. Для их пробуждения сложились благоприятные условия, то есть температура воздуха превышала норму на 1,0°C, что способствовало лучшему прогреванию почвы и начало появления всходов мискантуса отмечено через 20

дней после посадки, полные всходы – 10 июня.

В мае, при среднесуточной температуре воздуха 14,9°C, сумма выпавших осадков была в 3,1 раза меньше нормы (ГТК – 0,37).

Незначительное количество осадков второй декады июня 2015 года (1,3 мм) компенсировалось избыточным увлажнением в третьей декаде, когда сумма выпавших осадков в 2,9 раза превышала норму. В среднем, июнь характеризовался умеренным увлажнением (ГТК – 1,14) и растения мискантуса достигли высоты 27,9...35,9 см, причем наиболее развитыми были растения в посадках с использованием Торнадо 500. В этот период при незначительной засоренности агроценоза мискантуса количество побегов не превышало трех.

При среднемесячной температуре 19,4°C, соответствующей норме, июль отличался достаточным увлажнением (ГТК – 1,4), так как за месяц выпало 83,8 мм осадков, что в 1,3 раза больше средне многолетних. Основная часть осадков (73,0 мм) пришлось на вторую декаду месяца, что позволило каждому растению сформировать 4...10 опушенных стеблей изумрудного цвета с антоциановой окраской высотой 72,1...127,9 см. Верхние листья гладкие, окраска светло-зеленая, стеблевые листья – изумрудные с четко выраженной по жилке белой полосой, в узлах – яркая антоциановая окраска. Край листа зазубрен, форма кончика – острая, листовая пластинка опушенная. После применения гербицидов системного действия (Балерина и

Таблица 1

Рост и развитие растений мискантуса гигантского первого года жизни по месяцам

Вариант	Июнь*				Июль*				Август*				Сентябрь*											
	высота растений, см		количество побегов, шт./раст.		высота растений, см		количество побегов, шт./раст.		высота растений, см		количество побегов, шт./раст.		высота растений, см		количество побегов, шт./раст.									
	2015 г.	2016 г.	средняя	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	средняя	2015 г.	2016 г.	среднее								
Без обработки	28,0	82,0	55,0	2	2	2,0	72,1	141,0	106,6	4	9	6,5	100,0	160,0	130,0	5	10	7,5	109,5	163,0	136,3	5	10	7,5
Механическая обработка	27,9	95,0	61,5	1	4	2,5	98,5	149,0	123,8	6	7	6,5	109,6	169,0	139,3	7	10	8,5	117,5	171,0	144,3	7	10	8,5
Обработка гербицидом Торнадо 500	35,5	86,0	60,8	2	3	2,5	100,6	150,0	125,3	6	10	8,0	114,8	173,0	143,9	7	12	9,5	120,4	175,0	147,7	6	12	9,0
Обработка гербицидом Балерина	28,7	113,0	70,9	2	3	2,5	102,6	148,0	125,3	9	11	10,0	124,9	200,0	162,5	10	16	13,0	130,9	204,0	167,5	9	16	12,5
Обработка гербицидом Магнум	35,5	98,0	66,8	2	3	2,5	113,3	162,0	137,7	6	12	9,0	127,6	207,0	167,3	7	16	11,5	132,3	210,0	171,2	7	16	11,5
Обработка гербицидами Торнадо 500 + Балерина	35,9	100,0	67,9	3	3	3,0	122,5	176,0	149,3	10	12	11,0	136,9	190,0	163,5	11	13	12,0	140,1	194,0	167,1	10	13	11,5
Обработка гербицидами Торнадо 500 + Магнум	34,5	80,0	57,3	2	2	2,0	127,9	140,0	133,9	9	8	8,5	146,7	175,0	160,9	9	10	9,5	153,3	180,0	166,7	9	10	9,5

*- конец месяца

Магнум) засоренность снизилась на 27,2...84,7% и высота растений в июле достигла 102,6...127,9 см. Платация обработанная только Торнадо 500 была более засоренная однолетниками, что тормозило развитие мискантуса и его высота не превышала 100 см. Междурядная культивация снизила засоренность на 74,1 %, но оставшиеся в рядах сорняки создали конкуренцию культуре и ее высота была на уровне 98,5 см. В посадках, где не проводились уходные работы, мискантус был слабее, побеги имели высоту 72,1 см, а их количество не превышало четырех. Гербициды и междурядная обработка повысили конкурентоспособность мискантуса и количество побегов увеличилось до 6...10 шт./раст.

Температура воздуха в августе 2015 года (ГТК – 0,14), практически не отличалась от среднемесячной и составила – 17,5°C. К концу месяца междурядья уже хорошо просматривались, количество стеблей увеличилось до 5...11 шт./раст., а высота растений до 100,0...146,7 см.

Незначительные осадки сентября (7,1 мм против 51,0 мм) при среднемесячной температуре 16,0°C, привели к увеличению высоты мискантуса всего на 3,2...9,5 см. Верхние листья затеняли нижние и они не участвовали в процессе фотосинтеза, а это в свою очередь, привело к их засыханию и осыпанию.

За период вегетации сумма активных температур в 2016 году на 260°C была выше, чем в предыдущем, а осадков выпало на 144 мм больше. Однако их распределение было неравномерным. Повышенные температуры марта и апреля привели к быстрому таянию снега и к моменту посадки мискантуса почва была хорошо увлажнена и прогрета. Превышение среднемесячной температуры на 4,5°C во второй декаде апреля позволило провести посадку мискантуса на 20 дней раньше предыдущего года и всходы появились уже 30 апреля, полные отмечены 8 мая. Период от посадки до начала появления всходов характеризовался как достаточно увлажненный (ГТК – 1,21).

Рост и развитие мискантуса в мае протекали при обильных осадках, основная часть которых приходилась на вторую и третью декады месяца. Их количество превышало среднемесячные на 18,0 и 26,0 мм соответственно (ГТК – 1,79).

В относительно засушливых условиях июня (ГТК – 0,4) высота растений мискантуса находилась в пределах 80,0...113,0 см и наибольшей она была на плантации с использованием гербицида системного действия – Балерина.

Существенную роль в накоплении урожая надземной массы мискантуса сыграли осадки третьей декады июля. За этот период высота растений увеличивается на 35,0...76,0 см по сравнению с предыдущим месяцем, а количество стеблей возрастает до 7...12 шт./раст. Установившаяся среднесуточная температура 21,3°C была выше нормы на 1,6 °C. Кроме избыточного увлажнения данного периода (ГТК – 1,64) на более интенсивное развитие мискантуса повлияло как применение гербицидов, так и междурядная обработка, которые снизили засоренность. Общее количество сорняков на 1 м² уменьшилось в 1,3...11,7 раз в зависимости от способа борьбы и применяемых гербицидов. В посадках, где уходные работы не проводились, мискантус достигал высоты 141,0 см при хорошо развитых 9 побегах. Междурядная обработка привела к увеличению количества стеблей до 7 штук и высоты растений до 149,0 см. Применение гербицида Торнадо 500 способствовало увеличению высоты мискантуса в 1,7 раза, а количества стеблей – в 3,3 раза. На плантациях, обработанных гербицидами системного действия (Балерина и Магнум), засоренность уменьшилась на 7,5...18,9 % и высота растений находилась в пределах 140,0...176,0 см.

При высокой температуре и дефиците осадков в августе 2016 года (ГТК – 0,36) рост мискантуса замедлился и в конце месяца высота растений находилась в пределах 160,0...207,0 см, а среднее количество стеблей составило 12 штук.

В сентябре избыточное увлажнение (ГТК – 2,86) и среднемесячная температура 11,4 °C практически не оказали влияния на увеличение высоты растений. В этот период в среднем по опыту она возросла всего на 3,3 см, а количество побегов не изменилось.

Погодные условия 2016 года оказались более благоприятными для роста и развития мискантуса гигантского, которые позволили ему сформировать наиболее мощную надземную массу, так как осадки, выпавшие за вегетацию растений на 144 мм превышали их количество за тот же период 2015 года. В результате к периоду уборки в 2016 году высота растений в среднем на 53,0 см была выше растений прошлого года, а количество стеблей увеличилось на 5 штук.

Основным показателем ценности культуры является урожайность, которая связана с множеством свойств растений, отражающих их реакцию на приемы возделывания и устойчивость к неблагоприятным факторам среды.

Урожайность мискантуса гигантского первого года жизни, т/га

Вариант	2015 г.	2016 г.	Средняя
	сырая/сухая масса	сырая/сухая масса	сырая/сухая масса
Без обработки	1,30/0,57	4,76/1,33	3,03/0,95
Механическая обработка	1,56/0,61	6,69/2,21	4,13/1,41
Обработка гербицидом Торнадо 500	3,20/1,47	10,32/3,24	6,76/2,36
Обработка гербицидом Балерина	3,35/1,49	18,06/5,56	10,71/3,53
Обработка гербицидом Магнум	5,01/2,46	15,92/4,57	10,47/3,52
Обработка гербицидами Торнадо 500 + Балерина	2,59/2,26	12,84/3,68	7,72/2,97
Обработка гербицидами Торнадо 500 + Магнум	2,11/0,90	8,42/2,67	5,27/1,79
Средняя по опыту	2,73/1,39	11,00/3,32	6,87/2,36
НСР ₀₅	0,056/0,026	0,147/0,085	

Наиболее важными элементами продуктивности мискантуса гигантского является количество побегов и высота растений, которые зависят от метеоусловий. Так, в 2015 году при засушливых погодных условиях (ГТК – 0,64) урожайность сырой массы мискантуса варьировала по опыту в пределах 1,30...5,01 т/га, а сухой – 0,57...2,46 т/га. Наименьшая урожайность сырой и сухой массы отмечена у растений, где уходные работы не проводились, а наибольшая – с применением системных гербицидов Магнум и Балерина (3,35/1,49...5,01/2,46 т/га) (табл. 2).

В условиях 2016 года, характеризующихся достаточным увлажнением (ГТК – 1,17), ростовые процессы протекали более интенсивно и урожайность сырой и сухой массы увеличилась в среднем по опыту на 8,27 и 1,93 т/га соответственно.

В зависимости от способов борьбы с сорняками, максимальная урожайность сырой (18,06 т/га) и сухой (5,56 т/га) массы получена при использовании системного гербицида Балерина. Урожайность мискантуса на плантации, обработанной гербицидом Магнум, была ниже на 2,14 и 0,99 т/га соответственно.

В среднем за два года урожайность сырой и сухой массы с применением только системных гербицидов превышала контроль на 7,44...7,68 и 2,57...2,58 т/га соответственно, по фону Торнадо 500 – на 2,24...4,69 и 0,84...2,02 т/га.

Таким образом, мискантус гигантский, при сложившихся погодных условиях, в зависимости от способов борьбы с сорняками, способен формировать урожайность сырой массы в пределах 3,03...10,71 т/га, а сухой – 0,95...3,53 т/га.

Библиографический список

1. Гущина, В.А. Мискантус гигантский – интродуцируемая техническая культура в Среднем Поволжье / В.А. Гущина, А.А. Володькин, Н.Д. Агапкин // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза, 2014. – С. 49 – 51.
2. Brosse, N. Miscanthus: a fast-growing crop for biofuels and chemicals production / N. Brosse, A. Dufour, X. Meng, Q. Sun, A. Ragauskas // Biofuels, Bioprod., Bioref. – 2012. – V. 6. – No. 5. – P. 580-598.
3. Зинченко, В.А. Энергия мискантуса / В.А. Зинченко, М. Яшин // Леспроминформ, 2011. – №6 (80). – С. 134 – 140.
4. Jones, M.B. Miscanthus: For Energy and Fibre / M.B. Jones, M. Walsh. // Published by Earthscan. – 2001. – 192 p.
5. Гущина, В.А. Проблемы интродукции мискантуса в условиях неустойчивого увлажнения / В.А. Гущина, А.А. Володькин, Н.Д. Агапкин // Проблемы и мониторинг природных экосистем: сборник статей II Международной научно – практической конференции. – Пенза, 2015. – С. 52 – 54.
6. Шумный, В.К. Новая форма мискантуса китайского (веерника китайского *Miscanthus sinensis* Anders.) как перспективный источник целлюлозосодержащего сырья / В.К. Шумный, С.Г. Вепрев, Н.Н. Нечипоренко и др. // Вестник ВОГиС. – 2010. – Т.14, №1. – С. 122 – 126.
7. Блюм, Я.Б. Новейшие технологии биоэнергетики – конверсии / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелентуха, И.П. Григорюк и др. / К: «Аграр Медиа Групп», 2010. – 326 с.

8. Гущина, В.А. Влияние сорта и гидротермических условий периода вегетации на продуктивность ярового рапса / В.А. Гущина, А.С. Лыкова // Нива Поволжья. – 2015. - №2(35). – С. 13 – 18.

9. Гущина, В.А. Влияние гидротермических условий периода вегетации на продуктивность календулы лекарственной / В.А. Гущина, О.А. Тимошкин, Е.Н. Вельмисева // Аграрный научный журнал. – 2014. - №1. – С. 11 – 15.

GROWTH AND DEVELOPMENT OF FIRST YEAR MISCANTHUS GIGANTEUS DEPENDING ON HYDROTHERMAL CONDITIONS

Gushchina V.A., Borisova E.N

FSBEI HE Penza SAA

440014, Penza, Botanicheskaya st., 30;

Tel.: 89648728243 ; e-mail: ekaterina310191@mail.ru

Key words: Miscanthus Giganteus, hydrothermal index, introduction, biomass, rhizome.

The research on agrobiological peculiarities of *Miscanthus sinensis Giganteus* in the conditions of forest-steppe of Middle Volga was carried out in Penza region on the nonagricultural lands of FSBEI HE Penza SAA in 2015-2016. The aim of the research was to determine suitable protection of plants from weeds, which enabled to create highly productive agrophytocenosis. The soil of the trial field is light-gray forest soil, sabulous according to particle-size distribution. When studying the introduced plant, the following features were revealed: peculiarities of plant growth and development, crop infestation in case of application of pre-emergence and post-emergence herbicides and inter-row tillage, depending on hydrothermal conditions, as precipitation is a limiting factor in the region, whereas, *Miscanthus* requires about 700 mm of precipitation a year. Meteorological conditions varied during the research period and the most favourable were in 2016 when the length of vegetation period was 149 days with the degree days of 2643,5°C and HTI – 1,17. In case of early *Miscanthus* planting on April, 16 (in opposition to May, 6 in 2015), the plant height was averagely 53,0 cm higher by the end of vegetation in comparison with the plant height of the previous year, the number of culms increased by 38%. Wet and dry mass yield was greater by 4,03 and 2,39 times accordingly. Averagely, *Miscanthus* can form 7...12 shoots/plant with the height of 136,0...171,0 cm within the period of two years on the ground of natural fertility, which provides wet mass yield - 6,87 t/ha, dry mass yield - 2,36 t/ha.

Bibliography

1. Gushchina, V.A. *Miscanthus Giganteus* - introduced industrial crop in Middle Volga region / V.A. Gushchina, A.A. Volodkin, N.D. Agapkin // Innovative technologies in AIC: theory and practice: materials of II All-Russia science and practice conference. - Penza, 2014. – pp. 49 – 51.
2. Brosse, N. *Miscanthus: a fast-growing crop for biofuels and chemicals production* / N. Brosse, A. Dufour, X. Meng, Q. Sun, A. Ragauskas // *Biofuels, Bioprod., Bioref.* – 2012. – V. 6. – No. 5. – pp. 580-598.
3. Zinchenko, V.A. *Miscanthus energy* / V.A. Zinchenko, M. Yashin // *Lesprominform*, 2011. - №6 (80). – pp. 134 – 140.
4. Jones, M.B. *Miscanthus: For Energy and Fibre* / M.B. Jones, M. Walsh. // *Published by Earthscan.* – 2001. – 192 p.
5. Gushchina, V.A. *Problems of Miscanthus introduction in the conditions of unstable moisturization* / V.A. Gushchina, A.A. Volodkin, N.D. Agapkin // *Problems and monitoring of natural eco systems: digest of articles of II International science and practice conference.* - Penza, 2015. – pp. 52 – 54.
6. Shumniy, V.K. *New type of Miscanthus sinensis (Miscanthus sinensis Anders) as a potentially productive source of cellulose materials* // V.K. Shumniy, S.G. Veprev, N.N. Nechiporenko and oth. // *Vestnik of VOGS.* – 2010. – V.14, №1. – pp. 122 – 126.
7. Blyum, Y.B. *New technologies of bio energy conversion* / Y.B. Blyum, G.G. Gelentukha, I.P. Grigoryuk and oth. // *K.: Agrar Media Group*, 2010. – 326 p.
8. Gushchina, V.A. *Influence of cultivar and hydrothermal conditions of vegetation period on spring rape productivity* / V.A. Gushchina, A.S. Lykova // *Niva Povolzhya.* – 2015. - №2(35). – pp. 13 – 18.
9. Gushchina, V.A. *Influence of hydrothermal conditions of vegetation period on calendula productivity* // V.A. Gushchina, O.A. Timoshkin, E.N. Velmiseva // *Agrarian scientific journal.* – 2014. - №1. – pp. 11 – 15.