

УДК 633.282:631.5

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНУ ЖИВЛЕННЯ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. В. ФЕДУРУК, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин

E-mail: fedoruky_4@ukr.net

В. С. ХАХУЛА, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин

Л. А. ГЕРАСИМЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук,
асистент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин

Білоцерківський національний аграрний університет

ROY BROWNE, PhD (agronomy),

Writtle University College, UK, Essex

***Анотація.** Останнім часом в Україні, як у більшості країн світу, спостерігається скорочення споживання викопних енергоресурсів (газу та нафти), та необхідність їх раціонального використання. Тому для України є перспективним створення власного відновлювального джерела енергії на основі вирощування та переробки рослинної біоенергетичної сировини. Особлива увага, як у світі, так і в Україні, приділяється вирощуванню високопродуктивних енергетичних культур, надземна маса яких використовується для виробництва біопалива.*

У статті експериментально встановлено, що за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{45}K_{120}$ рослини міскантусу мають найвищі показники польової схожості, висоти основного пагона і куща вцілому, утворення додаткових пагонів тощо. За цієї дози добрив тривалість вегетаційного періоду становила 170 діб, висота основного пагона і куща сягала максимуму і дорівнювала відповідно 210 і 207 см, куцистість – 13,2 шт. пагонів у кущі, що значно впливає на продуктивність надземної маси міскантусу.

***Ключові слова:** міскантус, мінеральні добрива, схожість, висота головного пагона, куціння*

Актуальність. Виробництво енергії з відновлюваних джерел, у тому числі біомаси, динамічно розвивається у більшості Європейських країн. У 1995 р. в країнах ЄС на долю відновлюваних джерел енергії припадало 74,3 млн т. нафтового еквівалента, що складало близько 6% загального споживання

первинних енергоносіїв. З них на долю біомаси відносилось більше 60 %, що становило близько 3 % загального споживання первинних енергоносіїв. У окремих країнах доля біомаси в загальному споживанні первинних енергоносіїв значно перевищує середньоєвропейську: в США її доля складає 3,2 %, у Данії – 8 %, в Австрії – 12 %, у Швеції – 18 %, у Фінляндії – 23 %. У відповідності до програми розвитку відновлюваних джерел енергії, в країнах ЄС біомаса покриває близько 74 % загального вкладу відновлюваних джерел енергії, що складає близько 9 % загального споживання первинних енергоносіїв [9, <http://esco-ecosys.narod.ru>].

Сучасний стан виробництва та використання біопалива в Україні знаходиться у стадії становлення, що складає лише 1 % від загального споживання енергоресурсів. Серед багатьох неузгоджених проблем у даній галузі є відсутність стандартів на сировину, недостатня кількість законодавчо-нормативних актів, а також виробники біопалива стикаються з проблемою недостачі сировини для забезпечення роботи протягом усього року. Для стабільного завантаження виробничих потужностей біопаливних заводів необхідна планова кількість органічної сировини та відповідна логістика. Дану проблему можливо вирішити завдяки створенню власних енергетичних плантацій високопродуктивних культур швидкої ротації з високою врожайністю біомаси із підвищеним вмістом целюлози та лігніну. З поміж цілого ряду високопродуктивних культур перспективною для виробництва біопалива у вигляді паливних гранул є багаторічна злакова культура міскантус. Біологічні особливості міскантусу вдало поєднуються з цілою низкою цінних господарських характеристик – висока адаптивність, ефективне використання потенціалу території, висока продуктивність і низька собівартість біомаси [6, с. 213].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відповідно, постає завдання і актуальним є розробка елементів технології вирощування біоенергетичних культур, що забезпечить максимальне наростання надземної маси в результаті їхньої фотосинтетичної діяльності.

Дослідження розвитку і використання альтернативних джерел енергії з

біомаси висвітлено у працях багатьох науковців: В. Зінченка, Л. Лося, В. Квака, Г. Гелетухи, В. Бунецького, Г. Калетника та інших учених [1, с. 328–340; 2, с. 60–65; 3, с. 40–41; 4, с. 130–132; 5, с. 464; 6, с. 213; 8, с. 46-58].

Перспективною біологічною сировиною для одержання твердого палива є міскантус. Надземна маса цієї культури є цінною сировиною для виробництва висококалорійного твердого біопалива у вигляді гранул та брикетів [6, с. 213].

Мета досліджень – встановити оптимальну дозу мінеральних добрив за вирощування міскантуса, обґрунтувати їх вплив на ріст і розвиток культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились у 2015 – 2017 рр. у зоні нестійкого зволоження в умовах Білоцерківського НАУ. Дослід закладається за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти досліду розміщуються по ділянках послідовно. Повторність досліду – чотириразова. Фосфорно-калійні добрива вносяться під осінню оранку (фон), азотні навесні. Садіння ризомів масою 50–60 г на глибину 6–10 см з шириною міжрядь 70 см. Густина садіння 15 тис.шт./га. Площа ділянки – 50 м², облікової – 25 м². В досліді вивчалися різні дози мінеральних добрив (без добрив, N₃₀P₁₅K₄₀, N₆₀P₃₀K₈₀, N₉₀P₄₅K₁₂₀).

Результати досліджень та їх обговорення. Міскантус – багаторічна кущиста трав'яниста рослина, що розмножується кореневищами, належить до родини злакових, з механізмом фотосинтезу C₄. У процесі еволюції, природного і штучного відборів на фоні різних ґрунтово-кліматичних умов було отримано велику різноманітність форм цієї культури. Вони розрізняються між собою за висотою рослин, кількістю і забарвленням листків, кущистістю, величиною і забарвленням волоті, консистенцією, формою і розміром насіння. Висота пагонів рослин коливається від 1,5 до 5,0 м. Рослини однодомні, короткого дня вегетації, тому цвітуть з кінця серпня до початку жовтня [6, с. 213].

В умовах Правобережного Лісостепу України фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин міскантуса показали, що досліджувані фактори, зокрема внесення мінеральних добрив, істотно впливали на проходження фаз

росту і розвитку в онтогенезі цієї культури.

У середньому за три роки досліджень спостерігався вплив мінеральних добрив на тривалість міжфазних періодів розвитку рослин (табл. 1), зокрема на варіантах із внесення добрив тривалість міжфазних періодів подовжувалася на 1-3 доби, що й подовжувало тривалість вегетаційного періоду в цілому на 5-9 діб, порівняно з контролем. За внесення максимальної дози $N_{90}P_{45}K_{120}$ тривалість вегетаційного періоду становила 170 діб. На варіанті, де добрива не вносили, цей період був найменшим і дорівнював 161 діб.

1. Тривалість міжфазних періодів рослин міскантусу протягом вегетації залежно від фону живлення, діб (середнє за 2015 – 2017 рр.)

Фон живлення	Тривалість міжфазних періодів							тривалість вегетаційного періоду
	садіння – поява сходів	сходи – три листочки	три листочки – кущіння	кущіння – вихід у трубку	вихід у трубку – викидання волоті	викидання волоті - цвітіння	цвітіння – усихання надземної маси	
Без добрив (контроль)	27	4	27	10	27	65	28	161
$N_{30}P_{15}K_{40}$	26	4	28	11	28	66	29	166
$N_{60}P_{30}K_{80}$	26	4	28	11	29	67	29	168
$N_{90}P_{45}K_{120}$	26	4	28	11	30	67	30	170

Спостерігається тенденція до подовження тривалості вегетаційного періоду за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{30}K_{80}$.

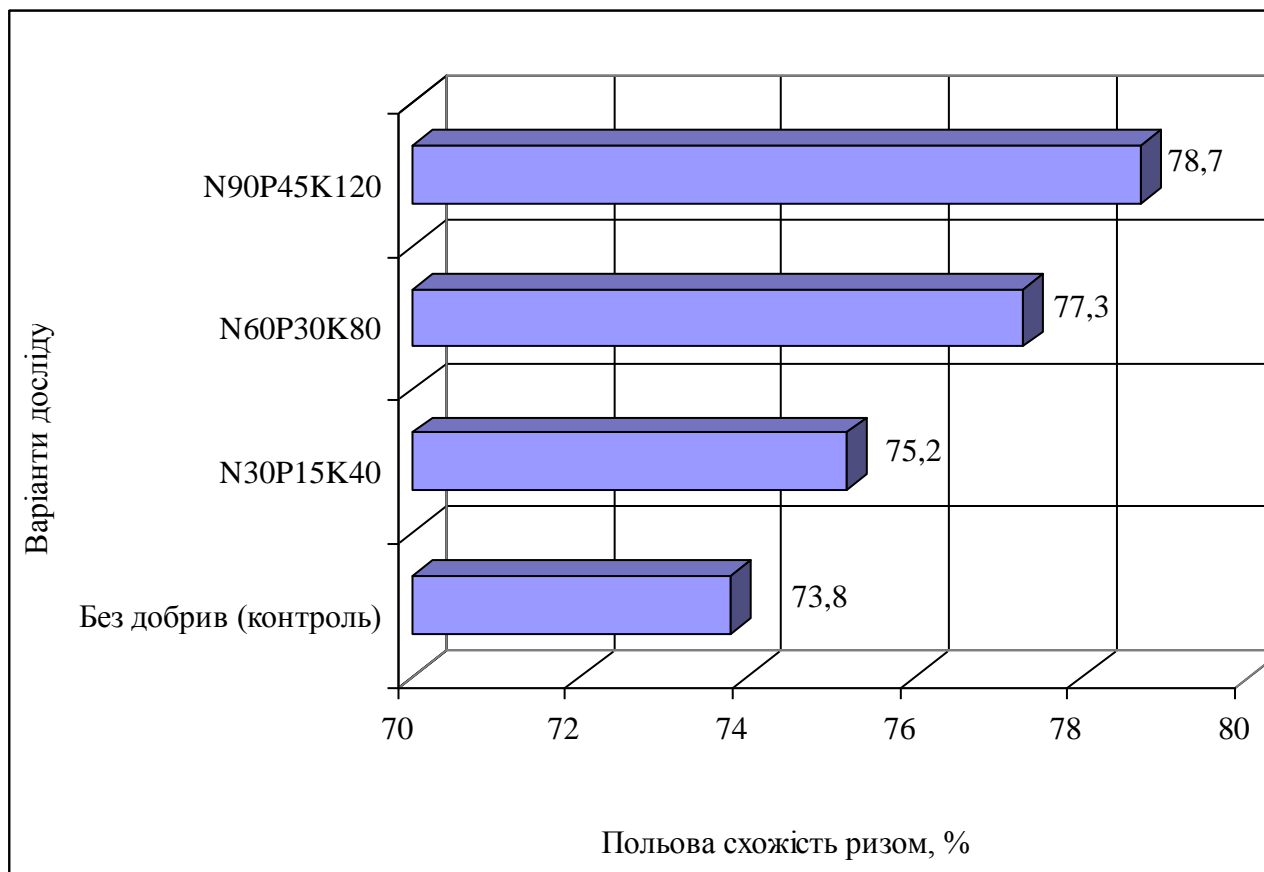
Одержання повних дружніх сходів – передумова формування достатньої густоти стояння рослин, оптимальної густоти стеблостою, а отже – і високої продуктивності всього агрофітоценозу.

Прискореному накопиченню інформації, про характер зміни польової схожості залежно від природних факторів, сприяє дослідження її за різних доз мінерального живлення.

Польова схожість висаджених ризом у наших дослідженнях у значній мірі залежала від системи удобрення (рис. 1). У середньому за роки проведення досліджень ризоми міскантусу у разі покращення умов живлення характеризувалися вищою польовою схожістю, яка на варіанті досліду в межах

73,8-78,7 % підвищувалась на 4,9 % від першого до останнього варіанту.

Найвищий показник польової схожості ризом міскантусу був зафіксований на варіанті із внесенням добрив у дозі $N_{90}P_{45}K_{120}$ – 78,7 %, і найнижчий – 73,8 % – на варіанті без добрив.



$HP_{05} = 1,2$

Рис. 1. Польова схожість ризом міскантусу залежно від фону живлення, % (середнє за 2015 – 2017 рр.).

Темпи росту і розвитку рослин міскантусу у процесі вегетації дають можливість своєчасно впливати на процес формування високої продуктивності культури. Куперман Ф. М. стверджує, що однією із головних ознак, що визначає ріст і розвиток рослин, є висота [7, с. 314].

Формування надземної маси міскантусу, зокрема висоти, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних і агротехнологічних заходів, у тому числі й від удобрення [10, с. 320].

Вимірюючи висоту основного пагона міскантусу в різні періоди проведення обліків (табл. 2), бачимо, що на варіанті без добрив висота основного пагона була

найменшою впродовж всього періоду вегетації. У другій декаді червня вона становила 37 см, тоді як на удобрених варіантах вона була вищою на 3-5 см. У другій декаді липня на варіанті з внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{30}K_{80}$ та $N_{90}P_{45}K_{120}$ висота головного пагона була 100 та 102 см, на варіанті без внесення добрив та за внесення $N_{30}P_{15}K_{40}$ цей показник дорівнював відповідно 93 та 98 см. У серпні місяці висота головного пагона була в межах від 148 до 160 см залежно від досліджуваних варіантів.

У вересні приріст висоти головного пагона міскантусу був у середньому на 31-34 см більший, ніж у серпні. І найвищі дані висоти основного пагона отримані у жовтні місяці, слід зазначити, що приріст висоти рослин з вересня по жовтень був незначним і знаходиться в межах 13-16 см. Максимальний показник висоти 210 см спостерігали на варіанті із внесенням добрив $N_{60}P_{30}K_{80}$, і найнижчий показник 192 см відмічено на варіанті без внесення добрив.

Приріст рослин у висоту – одне з найбільш яскравих відображень життєдіяльності рослинного організму, який, за даними В.О. Рубіна залежить від усієї сукупності процесів обміну, що відбуваються в рослинах [11, с. 584].

2. Висота рослин міскантусу залежно від фону живлення, см (середнє за 2015 – 2017 рр.)

Фон живлення	Проведення обліків									
	II декада червня		II декада липня		II декада серпня		II декада вересня		II декада жовтня	
	Висота рослин, см									
	Висота основного пагона, см	Висота куща, см	Висота основного пагона, см	Висота куща, см	Висота основного пагона, см	Висота куща, см	Висота основного пагона, см	Висота куща, см	Висота основного пагона, см	Висота куща, см
Без добрив (контроль)	37	35	93	90	148	145	179	176	192	188
$N_{30}P_{15}K_{40}$	40	38	98	96	155	152	187	184	202	198
$N_{60}P_{30}K_{80}$	41	39	100	98	158	155	191	188	207	203
$N_{90}P_{45}K_{120}$	42	40	102	100	160	158	194	191	210	207
НІР ₀₅									4,3	3,8

В середньому за три роки досліджень відмічено незначну різницю у висоті куща міскантусу залежно від фону живлення.

На період збирання (друга декада жовтня) висота куща на варіанті без удобрення в середньому була 188 см. З внесенням $N_{30}P_{15}K_{40}$ – 198 см, за подвійної дози $N_{60}P_{30}K_{80}$ та найвищої $N_{90}P_{45}K_{120}$ – 203 та 207 см відповідно.

Важливим показником, що визначає величину асиміляційної поверхні на одиниці площі, є густина стеблостою, яка на відміну від густоти стояння рослин залежить від особливостей їх розвитку, зокрема від здатності в конкретних умовах утворювати додаткові пагони. Тобто здатність культур до кушіння повинна бути спрямована для створення значної надземної маси (рис. 2).

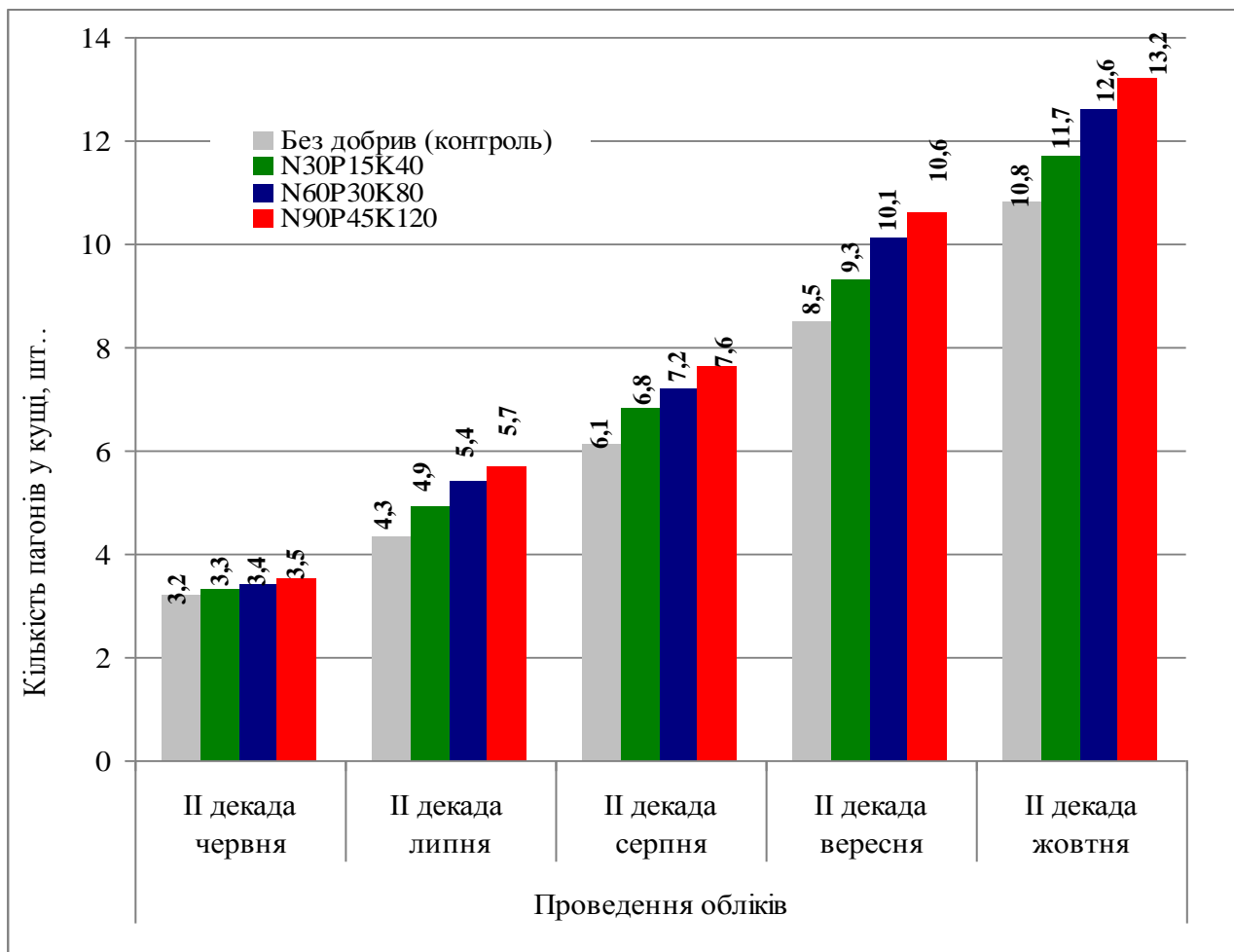


Рис. 1. Кількість пагонів у кущі міскантусу залежно від удобрення, шт./кущ (середнє за 2015 – 2017 рр.).

З рисунку 1 видно, що із збільшенням норми добрив кількість додаткових пагонів зростала, що є позитивною ознакою, оскільки збільшується врожайність надземної біомаси. На варіанті із внесенням добрив у нормі $N_{60}P_{30}K_{80}$ та $N_{90}P_{45}K_{120}$ найбільше було утворено додаткових пагонів і на період збирання (жовтень

місяць) їх кількість у кущі становила відповідно 12,6 та 13,2 штуки.

На варіанті без внесення добрив та за внесення мінімальної дози добрив $N_{30}P_{15}K_{40}$ їх кількість була меншою і складала – 10,8 та 11,7 штук у кущі.

Також слід відмітити, що збільшення кількості пагонів впродовж вегетації відбувається нерівномірно. Якщо у другій декаді червня цей показник збільшувався зі збільшенням норми добрив від 3,3 до 3,5 шт. на одну рослину (6 %) то у другій декаді жовтня зі збільшенням дози добрив у 3 рази середня кількість пагонів збільшується майже на 22 %. Це пояснюється тим, що за рахунок збільшення доз мінеральних добрив на ризомах пробуджуються сплячі бруньки, з яких утворюються нові додаткові пагони, що в подальшому забезпечує прибавку врожаю.

Висновки

Доведено, що від внесення мінеральних добрив у різних дозах значною мірою залежить ріст і розвиток рослин міскантусу.

Встановлено, що за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{45}K_{120}$ рослини міскантусу мають найвищі показники польової схожості, висоти основного пагона і куща вцілому, утворення додаткових пагонів тощо. За цієї дози добрив тривалість вегетаційного періоду становила 170 діб, висота основного пагона і куща сягала максимуму і дорівнювала 210 і 207 см відповідно, кущистість – 13,2 шт. пагонів у кущі, що значно впливає на продуктивність надземної маси міскантусу.

Перспективним напрямком досліджень є подальше проведення досліджень щодо встановлення економічної доцільності та окупності різних доз добрив а також вивчення нових елементів технології за вирощування міскантусу.

Список використаних джерел

1. Бунецький, В. О. Аналіз технологічних процесів отримання твердого палива у вигляді пеллет або брикетів / В. О. Бунецький // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2011. – №10. – С. 328–340.
2. Гелетуша, Г. Г. Возможности замещения природного газа в Украине за счет местных видов топлива / Г. Г. Гелетуша, А. Долинський // Энергетическая политика Украины. – 2006. – № 3-4. – С. 60–65.
3. Зінченко, В. О. Міскантус – джерело енергетичної біомаси / В. О. Зінченко // Новини Агротехніки. – 2008. – №3 (63). – С. 40–41.

4. Зінченко, В. О. Біогеліоенергія – наше енергетичне майбутнє / В. О. Зінченко, В. П. Кусайло // Пропозиція. – 2006. – №8. – С. 130–132.
5. Калетник, Г. М. Розвиток ринку біопалива в Україні: монографія / Г. М. Калетник. – К.: Аграрна наука, 2008. – 464 с.
6. Квак, В. М. Оптимізація елементів технології вирощування міскантусу для виробництва біопалива в західній частині Лісостепу України: дис. кандидата с.-г. наук : 06.01.09 / Квак Володимир Михайлович. – К., 2014. – 213 с.
7. Куперман, Ф. М. Биология развития культурных растений / Ф. М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1982. – 314 с.
8. Лось, Л. В. Вирощування і газифікація біопалив – ефективний шлях вирішення енергетичних і екологічних проблем на прикладі міскантуса гігантеуса / Л. В. Лось, В. О. Зінченко, В. Р. Жайвороновський // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. Наук.–теор. зб. – 2011. – Т.1, №2(29). – С. 46–58.
9. Пояснювальна записка до Закону України про зменшення споживання природного газу стосовно котлів на біомасі та інших видах місцевого палива [Електронний ресурс] / к.т.н. Гелетука Г. Г. // ЭСКО Электронный журнал энергосевиной компании «Экологические системы» – 2006. – февраль №2. – Режим доступа до журналу: <http://esco-ecosys.narod.ru>.
10. Ратнер, Е. И. Минеральное питание и поглотительная способность почвы / Е. И. Ратнер. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 320 с.
11. Рубин, Б. А. Курс физиологии растений / Б. А. Рубин. – М.: Высшая школа, 1961. – 584 с.

References

1. Bunetskyi, V. O. (2011) Analiz tekhnolohichnykh protsesiv otrymannia tverdoho palyva u vyhliadi pellet abo bryketiv [Analysis of technological processes of obtaining solid fuel in the form of pellets or briquettes]. Bulletin of the Central Scientific Research Center of the Kharkiv region, 2, 328-340.
2. Heletukha, H. H., Dolynskiy, A. (2006) Vozmozhnomy zameshchennya pryrodnoho haza v Ukrayne zaschetmestnykh vydov toplyva [Possibilities of replacement of natural gas in Ukraine due to local fuels]. Energy policy of Ukraine, 3-4, 60-65.
3. Zinchenko, V. O. (2008) Miskantus – dzherelo enerhetychnoi biomasy [Miscanthus - the source of energy biomass]. News of the Agricultural Technology, 3 (63), 40-41.
4. Zinchenko, V. O. Kusailo, V. P. (2006) Biohelioenerhiia– nash eenerhetychn emaibutnie [Bioghelioenergy - our energy future]. Proposal, 8, 130-132.
5. Kaletnyk, H. M. (2008) Rozvytok rynku biopalyva v Ukraini: monohrafiia [Development of Biofuel Market in Ukraine: Monograph]. Agrarian Science, 464.
6. Kvak, V. M. (2014) Optymizatsiia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia miskantusu dlia vyrobnytstva biopalyva v zakhidnii chastyni Lisostepu Ukrainy [Optimization of the elements of the technology of growing of the miscanthus for the production of biofuels in the western part of the forest-steppe Ukraine]. Kyiv, 213.
7. Kuperman, F. M. (1982) Byolohiya razvytyia kulturnykh rastenyi [Biology

of the development of cultural plants].HigherSchool, 314.

8. Los, L. V., Zinchenko, V. O., Zhaivoronovskyi V. R. (2011) Vyroshchuvannia i hazyfikatsiia biopalyv – efektyvnyi shliakh vyrishennia enerhetychny khiekolohichnykh problem naprykladi miskantusa hihanteusa [Cultivation and gasification of biofuels is an effective way to solve energy and environmental problems on the example of the giantusmiskantus]. Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University,2 (29), 46-58.

9. Explanatory note to the Law of Ukraine on reducing natural gas consumption for boilers in biomass and other types of local fuels // ESCO Electronic Journal of the Energy Sewage Company "Ecological Systems" Access mode: <http://esco-ecosys.narod.ru>.

10. Ratner, E. Y. (1950) Myneralnoe pytanye y pohlotytelnaia sposobnostpochvy [Mineral nutrition and absorption capacity of soil]. Edition of the USSR Academy of Sciences, 320.

11. Rubyn, B. A. (1961) Kursfyzyolohy y rastenyi[Course of Plant Physiology]. Moscow,HigherSchool, 584.

РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА ПИТАНИЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ю. В. Федорук, В. С. Хахула, Л. А. Герасименко Р. Браун

Аннотация. В последнее время в Украине, как в большинстве стран мира, наблюдается сокращение потребления ископаемых энергоресурсов (газа и нефти), и необходимость их рационального использования. Поэтому для Украины является перспективным создание собственного восстановительного источника энергии на основе выращивания и переработки растительного биоэнергетического сырья. Особое внимание, как в мире, так и в Украине, уделяется выращиванию высокопродуктивных энергетических культур, надземная масса которых используется для производства биотоплива.

В статье экспериментально установлено, что за внесение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{45}K_{120}$ растения мискантуса имеют высокие показатели полевой всхожести, высоты основного побега и куста в целом, образования дополнительных побегов и тому подобное. При этой дозе удобрений продолжительность вегетационного периода составила 170 дней, высота основного побега и куста достигала максимума и становила 210 и 207 см соответственно, кустистость – 13,2 шт. побегов в кусте, что значительно влияет на производительность надземной массы мискантуса.

Ключевые слова: мискантус, минеральные удобрения, сходство, высота главного побега, кущения

GROWTH AND DEVELOPMENT OF MISCANTUS GIGANTEUS PLANTS DEPENDING ON THE NUTRITION BACKGROUND THE RIGHT-BANKFOREST STEPPE OF UKRAINE

Y. Fedoruk, V. Khakhula, L. Herasymenko, R. Browne

Abstract. *Recently, in Ukraine, as well as in most countries of the world, there is a decrease in the consumption of fossil fuels (gas and oil), and the need for their rational use. Therefore, it is promising for Ukraine to create its own renewable energy source based on the cultivation and processing of bioenergy power crops as raw materials. Particular attention, both in the world and in Ukraine, is given to the cultivation of highly productive energy crops, the above-ground plants of which is used for biofuels production.*

It was established that Miscanthus plants have the highest indices of field similarity, the main shoots height and the bush in general, the formation of additional shoots, and so on under introduction of mineral fertilizers in a dose of $N_{90}P_{45}K_{120}$. For this dose of fertilizer, the duration of the growing season was 170 days, the bush reached a maximum in the main shoots height and equaled 210 and 207 cm, respectively, the bushiness made 13,2 pieces of shoots in the bush, which greatly affects the productivity of the above-ground mass of miscanthus.

Keywords: *miscanthus, mineral fertilizers, sprouting, main shoots height, planting*