

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РІЗНИХ СОРТІВ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО

С. М. МАНДРОВСЬКА¹, кандидат сільськогосподарських наук

В. В. ЛЮБИЧ², доктор сільськогосподарських наук

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

²Уманський національний університет садівництва

У статті представлені результати досліджень формування продуктивності й виходу твердого біопалива та енергії з біомаси різних сортів проса прутоподібного. Досліджено, що найвища врожайність сирової та сухої маси встановлена в сортозразку Канлоу, яка в середньому за роки була 25,8 т/га і 13,2 т/га. У пізньостиглих і середньостиглих сортів врожайність була найбільша – від 15,2 до 19,0 т/га. У зразків Кейв-ін-Рок, Шелтер і Картадж цей показник становив відповідно 18,5 т/га, 19,0 т/га й 18,7 т/га. Найнижча врожайність у сорту Дакоти – лише 10,5 т/га. В усіх інших сортів урожайність сирової маси варіювала від 14,9 до 15,2 т/га.

Ключові слова: висота, кількість стебел, урожайність, біомаса, вихід біопалива.

Вступ. Застосовуючи технології вирощування та використання рослин для отримання енергії, Україна може вирішити свої економічні, енергетичні, екологічні та соціальні проблеми. Проса прутоподібне здатне виробити велику кількість біомаси (до 18 т/га), що може забезпечити отримання 79,5 ГВт·год енергії з одного гектара або 10,8 тонн умовного палива. Нині фермери, які бажають використовувати різні види палива з рослин, можуть вирощувати просо прутоподібне (світчграс, просо лозоподібне) на землях, які є не продуктивними або непридатні для ведення сільськогосподарського виробництва [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *Panicum virgatum* L. – просо прутоподібне є нещодавно інтродукованою культурою в Україні приблизно з 2000 року. Однак вирощування на землях, непридатних для землеробства, має вирішальне значення для виготовлення палива [4, 5]. Інтродукцію проса прутоподібного в Україні розпочали за сівби сортів американського походження Кейв-ін-рок і Картадж [6, 7]. В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків у 2015 році було створено вітчизняний сорт проса прутоподібного Морозко, а в 2018 році – Лядовський. У Національному ботанічному саді ім. М. М. Гришка НАН України отримано сорт Зоряне. Всі вони є в Державному Реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні [8].

Просо прутоподібне збирають у різні терміни залежно від напрямків використання врожаю (на насіння або на біомасу). Біомаса – органічний матеріал, отриманий з рослин у процесі фотосинтетичного перетворення.

Енергію біомаси отримують із тваринних і рослинних матеріалів, таких як лісова деревина, залишки сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва, промислові відходи, органічні добрива. Важливим є те, що просо прутіподібне багаторічне [9, 10].

Під час росту рослини використовують вуглекислий газ (CO₂) з атмосфери для утворення органічних речовин. Найкращий спосіб розмноження цієї культури – насіння. Після збирання насіння проса прутіподібного має низькі якісні показники і характеризується тривалим часом спокою перед проростанням. Просо прутіподібне має тривалий період спокою, тому якість його насіння неможливо виміряти сучасними методами, які базуються на швидкості проростання [11, 12].

У роботах науковців, а саме Дороніна В. А. та Кулик М. І. [13, 14] здебільшого прослідковується напрям як виміряти силу проростання та як зафіксувати споживану енергію і схожість насіння. Досліджено, що на процес проростання сильно впливає охолодження насіння перед посадкою. Протягом чотирьох діб тримають низьку температуру, а на сьому добу після закладання насіння починає проростати. Швидкість проростання при 20 °С на 15 % вища, ніж без контролю температури.

Дослідження, проведені Кулик М. І. в умовах центральної частини Лісостепу на малородючих ґрунтах вказують, що за продуктивністю та якісними показниками доцільно відмітити сорти проса прутіподібного Кейв-ін-рок і Картадж. Ці сорти переважали сорт Форесбург за врожайністю та висотою і вмістом сухої речовини [15]. Як відмічає Дрига В. В. для Західного Лісостепу України, добираючи сортозразки, важливим є врахування особливостей культури і формування біомаси. Дослідник рекомендує для цієї зони використовувати ранньостиглий сортозразок Форестбург, середньоранній Самбурст, середньопізній сорт Морозко, сортозразки Кейв-ін-рок та Аламо. Пізні та дуже пізні сортозразки забезпечують такий же вихід сухої біомаси, однак у них низька схожість і зрідження посівів [16].

В умовах нестійкого зволоження Західного Лісостепу України Ялтушківської дослідно-селекційної станції впродовж 2018–2023 рр. формування врожайності проса прутіподібного найвищим було в середньопізнього сортозразку Кейв-ін-рок – 0,137 т/га, ранньостиглого Форестбург – 0,128 т/га та середньораннього Небраска – 0,124 т/га. Сорти із низькими показниками урожайності Дакота та пізній Картадж і дуже пізній Канлоу. Крім урожайності ці сорти формували різні якісні показники насіння [17].

Дослідженнями підтверджено, що врожайність сухої маси проса прутіподібного варіювала залежно від сортів і року вирощування. Так, пізньостиглі сорти – Картадж, Шелтер і Канлоу переважали за врожайністю середньостиглі – Кейв-ін-рок і Самбурст. Найкращі показники продуктивності були сформовані в пізньостиглих сортів проса прутіподібного – Картадж (13,3 т/га), Канлоу (13,0 т/га) і Шелтер (12,1 т/га) та середньостиглих – Кейв-ін-рок (11,5 т/га) і Самбурст (11,8 т/га) [18].

Отже, продуктивність проса прутіподібного значно залежить від групи

стиглості сорту. При цьому рівень її визначають також погодні умови. Тому дослідження цього питання є актуальним.

Мета статті – визначити формування продуктивності різних сортів проса прутоподібного.

Методика досліджень. Досліди було закладено на Веселоподільській ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, яка розташована в Східному Лісостепу протягом 2016–2022 рр. Грунт дослідних ділянок – чорнозем типовий потужний, слабосолонцюватий, малогумусний. За гранулометричним складом ґрунт середньосуглинковий, грубопилуватий. Потужність гумусного шару змінюється від 35 до 45 см, вміст гумусу в орному шарі ґрунту – від 3,7 до 4,3 %.

Для поставлених задач здійснювали посів проса прутоподібного з шириною міжрядь 45 см і нормою висіву насіння з розрахунку 4,62 кг/га. Сівбу здійснювали на глибину 1,0–1,5 см, а передпосівну культивуацію проводили на глибину 4 см. Насіння висівали сівалкою точного висіву "Клен-6". Вивчення впливу груп стиглості проводили на різних матеріалах, які відносяться до: ранньостиглих (150–160 діб), середньостиглих (160–170 діб), пізньостиглих (180–190 діб), надпізньостиглих (190–200 діб). У якості досліджуваних зразків були обрані сорти іноземної селекції, а саме: Форестбург, Небраска, Дакота, Шелтер, Санберст, Кейв-ін-Рок, Картадж, Аламо, Канлоу. За усі роки досліджень у вегетаційний період здійснювали обліки і спостереження відповідно до методичних рекомендацій [16–17]. Статистичну обробку даних і аналіз цифрового матеріалу отриманих даних проводили за допомогою пакета прикладних програм Statistica 6.0. [18].

Результати досліджень. Кількість стебел проса прутоподібного залежно від групи стиглості дозволяє вказати, що по сортах вони розподілялися не рівномірно. У середньому за роки досліджень встановлено, що в ранньостиглих сортів кількість стебел становила від 790 до 868 шт/м², середньостиглих – від 768 до 803 шт/м², пізньостиглих – 764 шт/м² і надпізньостиглих – від 696 до 717 шт/м². Дослідженнями відмічено, що варіювання кількості стебел у межах певного року було значним у зразків Дакота, Санберст і не значним у зразків Аламо, Кейв-ін-Рок, Картадж, Канлоу (табл. 1). Дослідження висоти рослин проса прутоподібного дозволяє вказати, що варіювання як у межах усіх досліджуваних сортів, так і впродовж вегетаційного періоду (року) воно було незначним (табл. 2). Встановлено, що значні коливання в межах сортозразків виявлено в 2016 році – від 43 до 93 см. Аналізуючи роки, встановлено, що незначне варіювання по висоті відмічено в зразків Дакота (від 75 до 116 см) та Форестбург – від 93 до 149 см, найбільше – в сорту Канлоу – від 52 до 205 см.

На основі експериментальних даних з'ясовано, що завдяки статистичному аналізу виявлені дисперсії взаємодій сорту рослин та умов вирощування (рис. 1, 2). Встановлено, що на кількість стебел проса прутоподібного на 47 % впливає умови вирощування, а біологічні особливості сорту на 1 %, у той же час взаємодія факторів становить 38 %.

Табл. 1. Кількість стебел проса прутоподібного різних сортів, шт./м²

Зразок	Рік							Середнє
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Ранньостиглі (150–160 діб)								
Форестбург	168	706	752	820	950	1067	1071	790
Небраска	130	714	732	740	1010	1130	1100	794
Дакота	180	520	943	1012	1135	1140	1150	868
Середньостиглі (160–170 діб)								
Шелтер	211	704	711	911	920	740	1180	768
Санберст	142	700	722	734	990	1141	1130	794
Кейв-ін-Рок	250	695	720	899	1005	1023	1035	803
Пізньостиглі (180–190 діб)								
Картадж	170	720	820	830	878	968	960	764
Надпізньостиглі (190–200 діб)								
Аламо	80	521	677	855	884	920	933	696
Канлоу	92	611	753	743	881	962	979	717
<i>НІР₀₅</i>	7	32	34	36	50	57	55	–

Табл. 2. Висота проса прутоподібного різних сортів, см

Зразок	Рік							Середнє
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Ранньостиглі (150–160 діб)								
Форестбург	93	102	105	120	122	134	149	113
Небраска	77	93	103	122	128	138	154	110
Дакота	75	88	83	95	98	105	116	91
Середньостиглі (160–170 діб)								
Шелтер	57	93	104	113	115	123	155	101
Санберст	85	105	107	114	126	136	169	112
Кейв-ін-Рок	67	140	117	126	137	148	173	122
Пізньостиглі (180–190 діб)								
Картадж	43	94	112	122	124	133	168	105
Надпізньостиглі (190–200 діб)								
Аламо	62	113	125	127	139	147	160	119
Канлоу	54	141	174	187	176	193	205	154
<i>НІР₀₅</i>	3	7	9	11	10	11	13	–

Частка впливу факторів на висоту рослин проса прутоподібного вказує, що частка сорту становить 53 %, умов вирощування – 33 %, а взаємодії факторів – 19 %. Найбільший вплив на показники продуктивності були відмічені в середньостиглих і надпізньостиглих сортів проса прутоподібного.

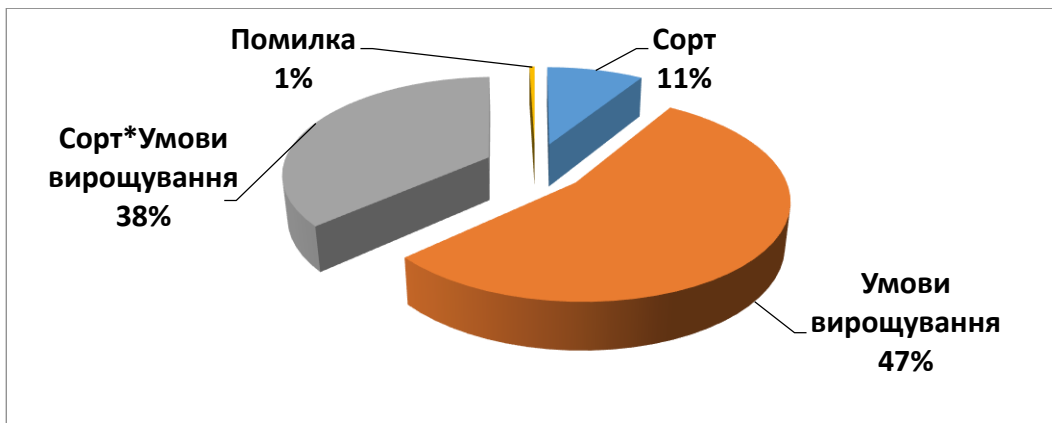


Рис. 1. Частка впливу факторів на кількість стебел проса прутоподібного

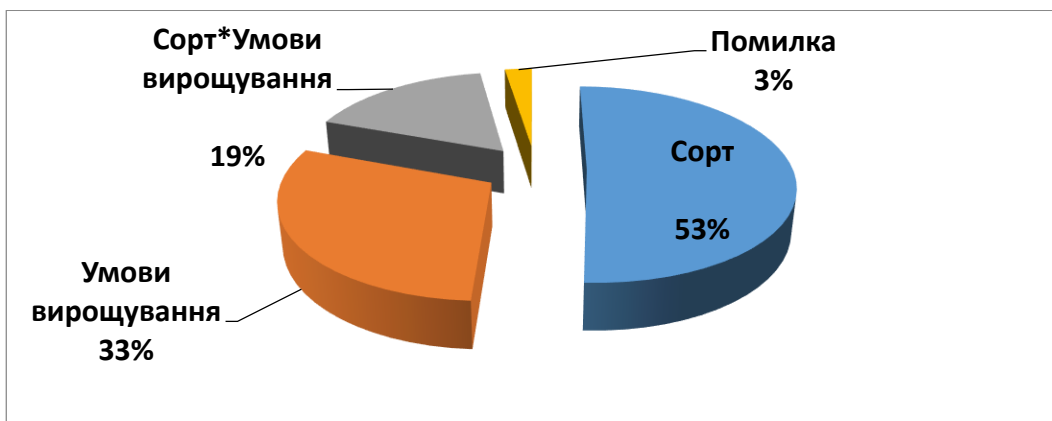


Рис. 2. Частка впливу факторів на висоту рослин проса прутоподібного

Найвища врожайність сирової маси встановлена в сортозразку Канлоу, яка в середньому за роки була 25,8 т/га (табл. 3).

Табл. 3. Урожайність сирової біомаси проса прутоподібного різних сортів, т/га

Зразок	Рік дослідження						Середнє
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Ранньостиглі (150–160 діб)							
Форестбург	12,8	15,2	17,7	16,9	16,1	12,4	15,1
Небраска	13,4	13,0	15,1	17,4	17,0	13,5	14,9
Дакота	9,9	7,0	11,3	15,1	12,4	7,7	10,5
Середньостиглі (160–170 діб)							
Шелтер	19,3	17,0	25,1	16,2	21,3	15,2	19,0
Санберст	12,1	11,5	17,9	18,0	18,8	12,8	15,2
Кейв-ін-Рок	20,0	18,1	20,3	12,3	22,9	17,7	18,5
Пізнюстиглі (180–190 діб)							
Картадж	15,1	11,6	23,2	18,8	27,3	16,1	18,7
Надпізнюстиглі (190–200 діб)							
Аламо	12,0	12,8	20,0	11,2	22,8	12,3	15,2
Канлоу	27,9	23,7	26,9	22,4	35,0	19,1	25,8
<i>НІР₀₅</i>	0,8	0,9	1,0	0,8	1,2	0,7	–

У пізньостиглих і середньостиглих сортів врожайність була від 15,2 до 19,0 т/га. У зразків Кейв-ін-Рок, Шелтер та Картадж було сирової маси відповідно 18,5 т/га, 19,0 т/га і 18,7 т/га. Отримано найнижчу врожайність за вирощування сорту Дакота – лише 10,5 т/га. В усіх інших сортів врожайність сирової маси варіювала від 14,9 до 15,2 т/га.

Аналізуючи врожайність сухої біомаси проса прутоподібного залежно від досліджуваних чинників, встановлено, що вона тісно пов'язана із врожайністю сирової біомаси та має подібну залежність (табл. 4).

Табл. 4. Врожайність сухої біомаси проса прутоподібного різних сортів, т/га

Зразок	Рік						Середнє
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Ранньостиглі (150–160 діб)							
Форестбург	9,2	10,8	11,0	8,9	9,0	11,1	10,0
Небраска	7,2	8,0	11,4	10,0	11,2	11,9	9,9
Дакота	5,4	6,0	6,5	10,0	9,9	8,2	7,7
Середньостиглі (160–170 діб)							
Шелтер	10,4	11,0	16,4	10,3	9,6	12,5	11,7
Санберст	8,8	9,7	12,6	7,6	13,5	12,5	10,8
Кейв-ін-Рок	10,8	13,0	12,7	9,3	10,4	14,4	11,8
Пізньостиглі (180–190 діб)							
Картадж	7,0	7,0	16,7	7,1	13,2	13,6	10,8
Надпізньостиглі (190–200 діб)							
Аламо	8,1	8,5	16,5	5,3	12,5	12,0	10,8
Канлоу	10,0	12,5	15,4	12,7	13,7	15,1	13,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	–

У ранньостиглих сортозразків врожайність сухої біомаси варіювала в межах 7,7–10,0 т/га, середньостиглих – 10,8–11,8 т/га, пізньостиглих – 10,8 т/га та в надпізньостиглих – 10,8–13,2 т/га. Врожайність сухої біомаси проса прутоподібного найбільшою була в сорту Канлоу – 13,2 т/га, найменшою в сорту Дакота – 7,7 т/га. Дослідженнями встановлено, що сорти середньостиглої групи майже не відрізнялися за врожайністю сухої біомаси і мали такі показники: Шелтер – 11,7 т/га, Санберст – 10,8 т/га та Кейв-ін-Рок – 11,8 т/га.

Статистичний аналіз досліджень вказує, що частка впливу факторів на врожайність сирової біомаси сортозразків проса прутоподібного формується на 45 % залежно від групи стиглості, на 27 % від умов вирощування, а взаємодія факторів становила 20 % (рис. 3). Перерозподіл факторів, а зокрема, збільшення впливу умов вирощування та власне взаємодії ознак сорт та умови вирощування побічно свідчить про достовірність відмінностей за рахунок формування в різних умовах вирощування основної продукції з різним вмістом вологи, що в кінцевому підсумку і чинить вплив на досліджений показник.

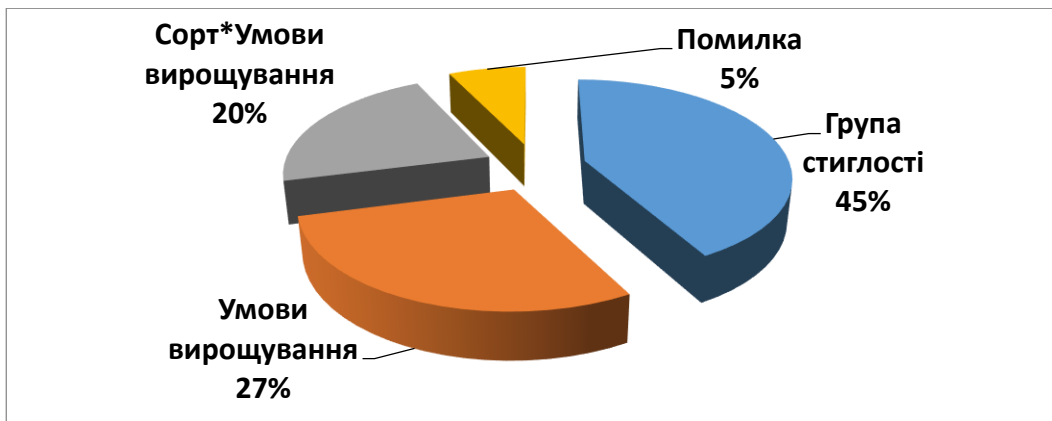


Рис. 3. Частка впливу факторів на урожайність сирової біомаси проса прутоподібного

Аналізуючи зроблений дисперсійний аналіз частки впливу факторів на урожайність сухої біомаси проса прутоподібного видно, що вплив групи стиглості був на рівні 27 %, а умови вирощування впливали на 33 %. (рис. 4).

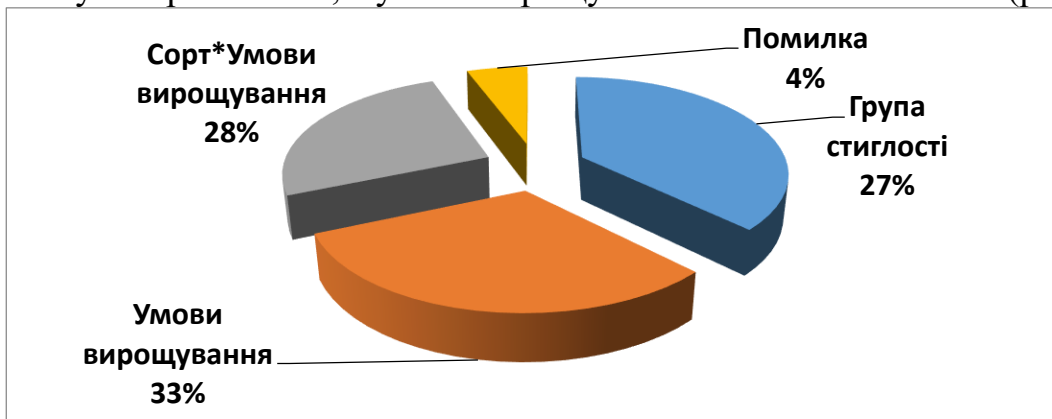


Рис. 4. Частка впливу факторів на урожайність сухої біомаси проса прутоподібного

Отже, на формування сирової біомаси рослин впливають біологічні особливості сорту, а умови вирощування визначають рівень продуктивності, взаємодія факторів сорту та умов вирощування забезпечує 28 % продуктивності.

Одним із важливих показників був вихід твердого біопалива та енергії з біомаси сортів. Встановлено, що найбільш урожайні сорти формували найвищий вихід біопалива (табл. 5). Так, надпізньостиглий сорт Канлоу формував урожайність на рівні 11,5 т/га та забезпечив вихід біопалива 12,8 т/га, енергії – 211,30 ГДж/га. Пізньостиглі та середньостиглі сорти забезпечили урожайність в межах 8,5–10,5 т/га, вихід твердого біопалива – 8,0–11,5 т/га і вихід енергії від 156,53 до 189,43 ГДж/га. Із цієї групи високий вихід біопалива та енергії відмічено в сорту Кейв-ін-Рок 11,5 т/га та енергії 189,43 ГДж/га. Ранньостиглі сорти Форестбург, Небраска і Дакота формували вихід біопалива 10,9 т/га, 8,8 т/га і 6,8 т/га та вихід енергії – 187,08 ГДж/га, 142,68 ГДж/га і 120,36 ГДж/га.

Отже, найвищі показники виходу твердого біопалива та енергії відмічено в сортів Канлоу та Кейв-ін-Рок, які відносяться до надпізньостиглої та середньостиглої групи.

Табл. 5. Вихід твердого біопалива і енергії з біомаси проса прутоподібного різних сортів

Зразок	Урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, т/га	Вихід енергії, тис. ГДж/га
Кейв-ін-Рок	10,5	11,5	189,43
Аламо	8,0	8,7	144,21
Шелтер	10,1	10,9	185,33
Картадж	7,5	8,0	135,16
Форестбург	9,7	10,9	187,08
Канлоу	11,5	12,8	211,30
Санберст	8,5	9,3	156,53
Небраска	7,8	8,8	142,68
Дакота	6,6	6,8	120,36
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>6,67</i>

Висновки. Продуктивність проса прутоподібного істотно залежить від групи стиглості сортів і погодних умов вирощування. З'ясовано, що чим більша висота та кількість стебел, тим більша врожайність біомаси. Найвищий вміст сирової та сухої біомаси відмічено в сортів надпізньостиглих і середньостиглої групи. Найвища врожайність сирової та сухої маси встановлена в сортозразку Канлоу, яка в середньому за роки становить 25,8 т/га і 13,2 т/га. У пізньостиглих і середньостиглих сортів врожайність найбільша – від 15,2 до 19,0 т/га. У зразків Кейв-ін-Рок, Шелтер і Картадж становить відповідно 18,5 т/га, 19,0 т/га і 18,7 т/га. Найнижча врожайність у сорту Дакота – лише 10,5 т/га. В усіх інших сортів урожайність сирової маси варіює від 14,9 до 15,2 т/га. Зразок Канлоу формує найбільшу врожайність фітомаси, а найнижча врожайність у зразків Дакота та Форестбург, що пов'язано з тривалістю вегетаційного періоду та особливостями сорту.

Література:

1. Крайсвітній П. А., Кулик М. І., Рій О. В. Просо прутоподібне як енергоємна сировина для виробництва біопалива. Вінниця, 2012. 150 с.
2. Моргун А. В., Пясецький П. І., Любич В. В. Продуктивність різних сортів і гібридів сорго цукрового за різних строків збирання. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. С. 163–173.
3. Любич В. В., Пясецький П. І., Моргун А. В. Формування показників біоенергетики сортів сорго цукрового за різних строків сівби і збирання. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 2. С. 85–90.
4. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я. та ін. Роль і місце фітоенергетики у паливно-енергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 6–7.
5. Гументик М. Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного *Panicum virgatum* L. *Біоенергетика*. 2014. № 1. С. 29–32.
6. Пясецький П. І., Моргун А. В., Леонова К. П., Любич В. В. Вихід біоетанолу з урожаю стебел різних гібридів сорго цукрового за різної норми

висіву. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. № 3(5). С. 49–56.

7. Браніцький Ю. Ю., Мазур О. В. Кількісні показники рослин проса лозовидного за різних технологічних прийомів вирощування. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2019. № 12. С. 28–43.

8. Mazur V. A., Branitskyi Y. Y., Pantsyreva H. V. Bioenergy and economic efficiency technological methods growing of switchgrass. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(2). P. 8–15.

9. Elbersen H. W., Christian D. G., El Bassen N. et al. Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*. 2001. Vol. 65. P. 21–28.

10. Рахметов Д. Б., Вергун О. М., Рахметова С. О. *Panicum virgatum* L. – перспективний інтродуцент у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НААН України. *Інтродукція рослин*. Вип. 3(63), 2014. С. 4–12.

11. Мандровська С. М., Балан В. М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 44–49.

12. Gumentyk M., Kharytonov M. Development and assessment of technologies of miscanthus and switchgrass growing in Foreststeppe zone of Ukraine. *Agriculture & Forestry*. 2018. Vol. 64. Issue 2. P. 137–146.

13. Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Бусол М. В., Доронін В. В., Мандровська С. М., Гончарук Г. С. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. Київ: ІБКіЦБ НААН, 2015. 10 с.

14. Кулик М. І. Мінливість кількісних показників проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від сорту. матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої пам'яті професора М. М. Чекаліна «Генофонд рослин та його використання в сучасній селекції», 22–23 квітня 2015 р. Полтава : видавець Р. В. Шевченко, 2015. С. 89–90.

15. Кулик М. І. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сортів проса прутоподібного. *Екологічні, соціальні й економічні аспекти розвитку АПК на засадах раціонального природокористування*. Полтава : Сімон, 2015. С. 194–205.

16. Дрига В. В. Оцінка сортозразків проса прутоподібного за врожайністю вегетативної маси та якістю насіння залежно від груп їх стиглості. *Новітні агротехнології*. 2024. Вип. 12(1). <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.297360>.

17. Дрига В. В., Доронін В. А., Кравченко Ю. А., Доронін В. В., Бойко А. І. Насіннева продуктивність проса прутоподібного залежно від сортових особливостей. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2023. Вип. 31. С. 76–84.

18. Кулик М. І. Урожайність сортів проса прутоподібного п'ятого року вегетації залежно від біометричних показників рослин. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 1–2. С. 30–35.

19. Писаренко П. В., Кулик М. І., Elbersen W. H. та ін. Методичні рекомендації по технології вирощування енергетичних культур (проса прутоподібного) в умовах України. Полтава: Полтавська ДАА, 2011. 40 с.

20. Курило В. Л., Гументик М. Я., Гончарук Г. С. та ін. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітку ґрунту і сівби проса лозовидного. Київ: Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, 2012. 26 с.

21. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi : Cosmo Publications, 2006. 354 p.

22. Бабак В. П., Білецький А. Я., Приставка П. О., Приставка О. П. Статистична обробка даних. Київ: МІВВЦ, 2001. 388 с.

23. Єременко В. С., Куц Ю. В., Мокійчук В. М., Самойліченко О. В. Статистичний аналіз даних вимірювань. Київ: Київський НАУ, 2013. 320 с.

References:

1. Kraisvitnii, P. A., Kulyk, M. I., Rii, O. V. (2012). Millet as an energy-intensive raw material for biofuel production. Vynnytsia, 150 p. [in Ukrainian].

2. Morgun, A. V., Pyasetskyi, P. I., Lyubich, V. V. (2022). Productivity of different varieties and hybrids of sugar sorghum at different harvest times. *Coll. of scientific works of Uman NUH*, no. 101, pp. 163–173. [in Ukrainian].

3. Lyubich, V. V., Pyasetskyi, P. I., Morgun, A. V. (2022). Formation of indicators of bioenergetics of sugar sorghum varieties at different times of sowing and harvesting. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, no. 2, pp. 85–90. [in Ukrainian].

4. Roik, M. V., Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya. et al. (2011). The role and place of phytoenergy in the fuel and energy complex of Ukraine. *Sugar beets*, no. 1, pp. 6–7. [in Ukrainian].

5. Humentyk, M. Ya. (2014). Agrotechnical methods of growing millet *Panicum virgatum* L. Bioenergetics. *Bioenergy*, no. 1, pp. 29–32. [in Ukrainian].

6. Pyasetskyi, P. I., Morgun, A. V., Leonova, K. P., Lyubich, V. V. (2022). Yield of bioethanol from the harvest of stems of various sugar sorghum hybrids at different sowing rates. *Agriculture and crop production: theory and practice*, no. 3(5), pp. 49–56. [in Ukrainian].

7. Branitskyi, Yu. Iu., Mazur, O. V. (2019). Quantitative parameters of vine millet plants under different technological methods of cultivation. *Coll. of scientific works of VNAU*, no. 12, pp. 28–43. [in Ukrainian].

8. Mazur, V. A., Branitskyi, Y. Y., Pansyryeva H. V. (2020). Bioenergy and economic efficiency technological methods growing of switchgrass. *Ukrainian Journal of Ecology*, no. 10(2), pp. 8–15.

9. Elbersen, H. W., Christian, D. G., El Bassen, N. et al. (2001). Switchgrass variety choice in Europe. *Aspects of Applied Biology*, no. 65, pp. 21–28.

10. Rakhmetov, D. B., Verhun, O. M., Rakhmetova, S. O. (2014). *Panicum virgatum* L. – a promising introducer in the National Botanical Garden named after M. M. Hryshka, National Academy of Sciences of Ukraine. *Plants introduction*, no. 3(63), pp. 4–12. [in Ukrainian].

11. Mandrovska, S. M., Balan, V. M. (2015). Productivity of millet (*Panicum virgatum* L.) depending on the sowing rate and varietal characteristics. *Scientific works of Institute of bioenergetic cultures and sugar beets*, no. 23, pp. 44–49. [in Ukrainian].

12. Gumentyk, M., Kharytonov, M. (2018). Development and assessment of technologies of miscanthus and switchgrass growing in Foreststeppe zone of Ukraine. *Agriculture & Forestry*, no. 64, pp. 137–146. [in Ukrainian].

13. Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Busol, M. V., Doronin, V. V., Mandrovska, S. M., Honcharuk, H. S. (2015). Determination of the germination of the seeds of switchgrass *Panicum virgatum* L. Kyiv : IBKiTsB NAAN. 10 p. [in Ukrainian].

14. Kulyk, M. I. (2015). Variability of quantitative indicators of millet (*Panicum*

virgatum L.) depending on the variety. Proc. of Int. sci. konf. «Genepool of plants and its use in modern breeding». Poltava : publisher R. V. Shevchenko, pp. 89–90. [in Ukrainian].

15. Kulyk, M. I. The influence of elements of cultivation technology on the productivity of varieties of rod-shaped millet. Poltava : Simon, 2015, pp. 194–205. [in Ukrainian].

16. Dryha, V. V. (2023). Assessment of rod-shaped millet cultivars by yield of vegetative mass and seed quality depending on their maturity groups. *Novelty agrotechnology*, no. 12(1). [in Ukrainian].

17. Dryha, V. V., Doronin, V. A., Kravchenko, Yu. A., Doronin, V. V., Boiko A. I. (2023). Seed productivity of rod-shaped millet depending on varietal characteristics. *Scientific works of Institute of bioenergetic cultures and sugar beets*, no. (31), pp. 76–84. [in Ukrainian].

18. Kulyk, M. I. (2016). Yield of rod-shaped millet varieties in the fifth year of vegetation depending on plant biometric indicators. *Bulletin of PSAA*, no. 1–2, pp. 30–35. [in Ukrainian].

19. Pysarenko, P. V., Kulyk, M. I., Elbersen, W. N. et al. (2011). Methodical recommendations on the technology of growing energy crops (rod millet) in the conditions of Ukraine. Poltava : *Poltava SAA*, 40 p. [in Ukrainian].

20. Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., Honcharuk, H. S. et al. (2012). Methodological recommendations for carrying out the main and pre-sowing tillage and sowing of vine-shaped millet. K: *Institute of bioenergetic cultures and sugar beets NAAS*, 26 p. [in Ukrainian].

21. Fisher, R. A. (2006). Statistical methods for research workers. *New Delhi : Cosmo Publications*, 354 p.

22. Babak, V. P. Biletskyi, A. Ia., Prystavka, P. O., Prystavka, O. P. (2001). Statistical data processing. Kiev: MIVVT, 388 p. [in Ukrainian].

23. Yeremenko, V. S., Kuts, Yu. V., Mokiichuk, V. M., Samoilenko, O. V. (2013). Statistical analysis of measurement data. Kiev: NAU, 320 p. [in Ukrainian].

Annotation

Mandrovska S. M., Liubych V. V.

Formation of productivity of different varieties of rod-shaped millet

Goal. To determine the formation of productivity of different varieties of rod-shaped millet.

Methods. Field, measurement, calculation and comparison, analysis, statistical.

The results. The article presents the results of studies of the influence of the maturity group of millet varieties on the formation of productivity and yield of solid biofuel and energy from biomass. It was investigated that the highest yield of raw and dry mass was established in the Kanlow variety sample, which was 25.8 t/ha and 13.2 t/ha on average over the years. Late-ripening and mid-ripening varieties had the highest yield - from 15.2 to 19.0 t/ha. In Cave-in-Rock, Shelter, and Carthage samples, this indicator was 18.5 t/ha, 19.0 t/ha, and 18.7 t/ha, respectively. The lowest yield of the Dakota variety is only 10.5 t/ha. In all other varieties, the yield of raw mass varied from 14.9 to 15.2 t/ha. It was studied that the most productive varieties formed a high yield of biofuel. The Kanlow variety, which belongs to the group of super-late ripeners, formed a yield of 11.5 t/ha and provided a biofuel output of 12.8 t/ha, energy – 211.30 GJ/ha. It was established that the varieties of the late-ripening and mid-

ripening group provided yield from 8.5 to 10.5 t/ha, solid biofuel output from 8.0 to 11.5 t/ha, and energy output from 156.53 to 189.43 GJ/ha. Early ripening varieties Forestburg, Nebraska and Dakota formed the lowest rates of biofuel and energy yield.

Conclusions. The productivity of millet depends significantly on the maturity groups of the varieties and the weather conditions of the growing season. It was found that the higher the height and number of stems, the higher the biomass yield. The highest content of raw and dry biomass was noted in varieties of the late-ripening and medium-ripening groups. The Kanlow sample produced the highest phytomass yield, while the Dakota and Forestburg samples had the lowest yield, which was related to the length of the growing season and maturity group.

Key words: height, number of stems, yield, biomass, biofuel yield.

УДК: 338.33:339.137.2:338.43:635(477):631.559-044.55:635.5

DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-95-103

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ *LACTUCA SATIVA* L. РІЗНИХ СОРТІВ

В. В. КЕЦКАЛО¹, кандидат сільськогосподарських наук

С. В. ЩЕТИНА¹, кандидат сільськогосподарських наук

А. Г. ТЕРНАВСЬКИЙ¹, кандидат сільськогосподарських наук

Т. В. ПОЛЩУК², кандидат сільськогосподарських наук

¹Уманський національний університет садівництва

²Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Проведено порівняльну оцінку фенологічних даних, основних біометричних показників та продуктивності й врожайності нових сортів *Lactuca sativa* L. закордонної селекції. В статті представлено результати фенологічних спостережень за розвитком рослин, їх біометричні показники. Визначено продуктивність та рівень врожайності залежно від сорту. Встановлено придатність досліджуваних сортів салату посівного закордонної селекції до вирощування в умовах правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: салат посівний, салат листковий, *Lactuca sativa* L., сорт, сортимент, врожайність

Вступ. Відомо, що вирощування будь-якої овочевої культури, незалежно від технології, передбачає, насамперед, вибір певного сорту або гібриду. Варто зазначити, що сортимент овочевих рослин в Україні досить насичений і дуже різноманітний. Тому, аби вірно підібрати сорт чи гібрид до вирощування, потрібно проаналізувати існуюче сортове різноманіття. Для зеленних культур правильний вибір сорту також є досить вагомим чинником, бо саме від сортових особливостей залежить період надходження першої продукції та тривалість періоду плодоношення, що, в свою чергу, має значення для планування строків