

УДК 631.547:57.087

Особливості росту й розвитку буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу в умовах Правобережного Лісостепу України

О. І. Присяжнюк^{1*}, А. С. Заришняк², Т. П. Костина³, В. М. Сінченко¹,
І. В. Свистунова⁴, В. В. Слободянюк¹, Б. М. Борисенко¹, О. В. Лук'янчук¹

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: ollpris@gmail.com

²Національна академія аграрних наук України, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

³ТОВ «БАСФ Т.О.В», б-р Миколи Міхновського, 19, м. Київ, 01042, Україна

⁴Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Установити закономірності росту й розвитку буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу культури в умовах зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (50.023194, 30.173895) упродовж 2014–2018 рр. Схема досліду передбачала внесення вологоутримувача Aquasorb (300 кг/га), обробку ґрунту концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 кг/га), застосування в період вегетації культури регулятора росту рослин Келпак РК (2 л/га, ВВСН 14 + 4 л/га, ВВСН 18) та мікродобрив Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18) і Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18). Вологоутримувач Aquasorb уносили під ранньовесняну культивування суцільним способом за допомогою розкидача типу Amazone ZA-TS 3200. Концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) ґрунт обробляли безпосередньо перед культивування за допомогою польового навісного обприскувача типу Amazone UF з нормою витрати робочої рідини 200 л/га. **Результати.** Застосування вологоутримувача Aquasorb у нормі 300 кг/га дає змогу утримати в шарі ґрунту 0–20 см додаткові 5 мм вологи, що надзвичайно актуально на початку вегетаційного періоду. Крім того, розташовані близько до поверхні ґрунту структури гідрогелю збільшують ємність ґрунтового вбирного комплексу під час опадів, що мають зливовий характер. Установлено, що у варіанті поєднання вологоутримувальних полімерів Aquasorb з унесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт отримано найкращі показники густоти рослин на час завершення вегетації – 108–109,3 тис. шт./га. Останнє, найімовірніше, пояснюється високою ефективністю цього препарату проти коренеїду сходів. Зокрема, за середнього поширення в посівах коренеїду 2,73 % ураженість ним буряків у варіантах досліду з поєднанням вологоутримувача та препарату Міразоніт становила 1,4–1,7 %. Застосування регулятора росту Келпак РК позитивно позначилось на формуванні довжини бічних корінців у фазі змикання листків у рядку (ВВСН 30). У фазі змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) у варіантах унесення Aquasorb рослини мали на 18,8 мм довші бічні корінці, що зрештою забезпечило й формування більшої маси кореневої системи – на 11,9 г/рослину. Водночас впливу регуляторів росту як окремо, так і в комбінації з іншими агрозаходами на довжину корінців виявлено не було. **Висновки.** Найкращі умов для росту й розвитку рослин буряків цукрових формувались у варіантах комбінованого застосування всіх досліджуваних агротехнічних заходів. Практичне значення одержаних результатів полягає в удосконаленні технології вирощування культури в умовах зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України на основі комплексного застосування впродовж вегетаційного періоду заходів, що сприяють підвищенню толерантності рослин до посухового стресу.

Ключові слова: адсорбент; регулятор росту рослин; мікродобриво; концентрат ґрунтових бактерій; тривалість міжфазних періодів; густина; довжина коренів.

Присяжнюк О. І., Заришняк А. С., Костина Т. П., Сінченко В. М., Свистунова І. В., Слободянюк В. В., Борисенко Б. М., Лук'янчук О. В. Особливості росту й розвитку буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу в умовах Правобережного Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2020. № 8. doi: <https://doi.org/10.47414/na.8.2020.285436>.

Вступ

Буряки цукрові належать до рослин з підвищеною потребою у волозі внаслідок тривалого періоду вегетації та формування високої врожайності. А тому використання потенціалу культури неможливе без наявності води в період високого попиту рослин [1, 2].

Для успішного росту й розвитку та формування високого рівня продуктивності бурякам цукровим необхідні достатні запаси вологи. Адже лише на формування 1 г сирової маси коренеплодів рослина витрачає 70–80 см³, а на накопичення 1 г цукру в коренеплоді близько 450–500 см³ води. Незважаючи на те, що транспіраційний коефіцієнт буряків цукрових становить 260–400 г води на формування 1 г сухої речовини, загальний рівень водоспоживання складає 70–160 м³/т [3, 4].

Якщо аналізувати вегетаційний період культури, то найменше вологи буряки цукрові використовують у період розвитку листків: від першої до дев'ятої пар. Однак для проростання насіння, яке поглинає не менше ніж 150–170 % води від власної маси, у 20-сантиметровому шарі ґрунту потрібен запас вологи не менше ніж 25 мм. Водоспоживання рослин буряків цукрових після появи сходів незначне, оскільки площа листкової поверхні в цей період вегетації є мінімальною, а найактивніше розвивається коренева система. Найбільша потреба рослин буряків цукрових у волозі спостерігається в період від змикання листків у рядку та до змикання листків у міжряддях. Наслідком нестачі води може бути значне пригнічення рослин, навіть до втрати частини листків, зменшення маси рослини та, як наслідок, урожаю [5–7].

Аналізуючи багаторічні дані, отримані в дослідях інших науковців, слід зауважити, що найбільш актуальними питаннями визначення параметрів росту й розвитку буряків цукрових є встановлення їх стану на початкових етапах. Адже в подальшому, після формування ефективної кореневої системи та листкового апарату, а це як правило період після змикання листків в міжряддях (ВВСН 40), рослини здатні ефективно засвоювати елементи живлення, вологу та фотосинтетично активну енергію без істотного втручання людини [8–11].

Відповідно розроблення елементів технології вирощування буряків цукрових задля уникнення рослинами стресів від екстремального та несприятливого впливу абіотичних факторів повинна стосуватись першої половини вегетації культури, як найбільш відповідального періоду життя рослин. А друга половина вегетаційного періоду розглядається виключно як коригуюча – коли необхідно втрутитись у технологію задля уникнення тимчасового дефіциту елемента живлення тощо [12–16].

Мета досліджень – установити закономірності росту й розвитку буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу культури в умовах зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження виконували в умовах зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (50.023194, 30.173895) упродовж 2014–2018 рр. Схема досліду наведена в таблиці 1.

Площа елементарної ділянки становила 50 м², облікової – 35 м², чотири повторення.

Вологоутримувач Aquasorb уносили під ранньовесняну культивування суцільним способом за допомогою розкидача типу Amazone ZA-TS 3200. Концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) ґрунт обробляли безпосередньо перед культивуванням за допомогою польового навісного обприскувача типу Amazone UF з нормою витрати робочої рідини 200 л/га.

Ґрунт дослідного поля ІБКіЦБ – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесовидному суглинку: вміст гумусу – 2,58 % (за Тюрнімом), лужногідролізованого азоту – 176 мг/кг ґрунту (за Корнфільдом), рухомих сполук фосфору та калію – 160 і 95 мг/кг ґрунту (за Чириковим), рН_{сольове} – 6,75, сума ввібраних основ – 305 мг-екв/кг ґрунту, гідролітична кислотність – 9,1 мг-екв/кг. Вміст гумусу та лужногідролізованого азоту середній, вміст рухомого фосфору високий та підвищений вміст калію.

Погодні умови за роки досліджень були строкатими, з градацією від помірного зволоження до сильної посухи, що не тільки визначало ефективність росту й розвитку буряків цукрових, а й більше відповідало за показниками динамік зміни елементів погоди зоні недостатнього зволоження. Найбільша потреба рослин буряків цукрових у волозі спостерігається в період від змикання листків в рядку та до змикання листків у міжряддях. У фазі змикання рядків (ВВСН 30)

найнижчі запаси вологи були в шарі ґрунту 0–50 см у 2017 р., а найвищі – у 2014-му. Решта ж років мали близькі до середніх показники наявності вологи. Застосування вологоутримувальних полімерів дало змогу стабільно накопичувати 5 мм доступної рослинам вологи у верхніх шарах ґрунту.

Таблиця 1

Розроблення елементів технології, спрямованих на підвищення толерантності до водного дефіциту буряків цукрових на ранніх етапах росту й розвитку

Вологоутримувач	Обробка ґрунту	Регулятор росту	Мікродобриво	№	
Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	1	
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	2	
			Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	3	
	Келпак РК (2 л/га, ВВСН 14) + (4 л/га, ВВСН 18)	Контроль	Контроль	Контроль	4
				Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	5
				Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	6
	Концентрат ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га)	Контроль	Контроль	Контроль	7
				Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	8
				Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	9
	Келпак РК (2 л/га, ВВСН 14) + (4 л/га, ВВСН 18)	Контроль	Контроль	Контроль	10
				Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	11
				Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	12
Вологоутримувальні полімери Aquasorb (300 кг/га)	Контроль	Контроль	Контроль	13	
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	14	
			Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	15	
	Концентрат ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га)	Контроль	Контроль	Контроль	16
				Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	17
				Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	18
Келпак РК (2 л/га, ВВСН 14) + (4 л/га, ВВСН 18)	Контроль	Контроль	Контроль	19	
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	20	
			Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	21	
Міразоніт (20 л/га)	Келпак РК (2 л/га, ВВСН 14) + (4 л/га, ВВСН 18)	Контроль	Контроль	22	
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки (3 л/га, ВВСН 18)	23	
			Мікро-Мінераліс (Буряки) (1,5 л/га, ВВСН 18)	24	

Ріст і розвиток рослин буряків цукрових та визначення маси 100 рослин, густоти посівів, ураженості коренієм тощо проводили за методикою ІБКіЦБ НААН [17]. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали згідно з [19].

Результати досліджень

Дані щодо тривалості міжфазних періодів буряків цукрових у разі застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 2.

Досліджувані нами агрозаходи не впливали на тривалість міжфазного періоду сходи – перша пара справжніх листків (ВВСН 09–12), тривалість якого в середньому по досліді була 9,3 доби.

Це пов'язано не тільки з тим, що деякі агротехнічні заходи, як-от застосування регулятора росту Келпак РК або внесення мікродобрив Мікро-Мінераліс чи Альфа-Гроу-Екстра Буряки проводили на більш пізніх етапах росту й розвитку (ВВСН 14 та 18). А й із тим, що внесення вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га) та концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) – заходи стратегічного плану, які абсолютно не впливають на рослини на початку вегетації. Адже для отримання вологи та поживних речовин потрібно, щоб коренева система була розташована в місцях залягання вологоутримувача та поширення ґрунтових мікроорганізмів.

Тривалість міжфазного періоду перша – друга пара справжніх листків (ВВСН 12–14) у середньому по досліді була 7,5 доби, а друга – третя пара справжніх листків (ВВСН 14–16) – 9,3 доби. Аналогічно попередньому міжфазному періоду ми не відмітили достовірних відхилень у розвитку буряків цукрових під впливом застосованих елементів технології, які вивчали в досліді.

У міжфазний період третя пара справжніх листків – змикання рядків (ВВСН 14–30) основні відмінності в тривалості періоду були зафіксовані між варіантами із застосуванням

вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га). Зокрема, середня тривалість міжфазного періоду у варіанті без застосування становила 20,8, а у варіанті з гідрогелем Aquasorb рослини на 1,5 доби швидше проходили цю фенофазу.

Таблиця 2

Тривалість міжфазних періодів буряків цукрових (середнє за 2014–2018 рр.)

Варіант, №	Міжфазні періоди					
	Сходи – перша пара справжніх листків (ВВСН 09–12)	Перша – друга пара справжніх листків (ВВСН 12–14)	Друга – третя пара справжніх листків (ВВСН 14–16)	Третя пара справжніх листків – змикання рядків (ВВСН 14–30)	Змикання рядків – змикання міжрядь (ВВСН 30–39)	Змикання міжрядь – технічна стиглість (ВВСН 39–49)
1	9,2	7,6	9,2	21,0	26,8	76,0
2	9,3	7,5	9,5	20,8	26,9	77,3
3	9,3	7,3	9,3	20,8	26,9	77,0
4	9,3	7,4	9,3	20,9	26,8	77,2
5	9,2	7,4	9,1	20,8	26,9	77,8
6	9,3	7,5	9,5	20,9	27,0	77,6
7	9,2	7,5	9,4	20,8	27,0	77,7
8	9,2	7,5	9,4	20,8	26,9	78,0
9	9,3	7,6	9,2	20,8	26,8	78,0
10	9,3	7,6	9,2	20,9	27,0	78,4
11	9,3	7,5	9,4	20,7	26,9	79,0
12	9,4	7,4	9,2	20,7	26,8	78,7
13	9,3	7,5	9,3	19,8	25,1	77,1
14	9,3	7,4	9,4	19,8	25,1	78,3
15	9,3	7,6	9,2	19,8	25,2	78,2
16	9,4	7,5	9,4	19,8	25,2	78,2
17	9,2	7,7	9,1	19,9	25,1	78,6
18	9,2	7,6	9,3	19,7	25,1	78,7
19	9,4	7,5	9,2	18,8	24,1	78,7
20	9,3	7,6	9,3	18,7	24,2	79,0
21	9,3	7,4	9,5	18,8	24,1	79,1
22	9,3	7,4	9,2	18,9	24,1	79,3
23	9,4	7,4	9,2	18,9	24,0	80,0
24	9,4	7,6	9,3	18,8	24,1	79,8
НІР _{0,05}	0,7	0,9	0,8	0,6	0,5	0,8

У міжфазний період змикання листків у рядках – змикання листків у міжряддях (ВВСН 30–39) були застосовані вже усі елементи досліджу, однак найбільш вагома різниця спостерігалась у варіантах використання вологоутримувача, що проявлялось в тому, що рослини на 2,3 доби швидше проходили цей період вегетації. Також на фоні внесення вологоутримувальних полімерів Aquasorb та концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) тривалість цього міжфазного періоду була на добу меншою.

А от тривалість міжфазного періоду змикання міжрядь – технічна стиглість (ВВСН 39–49) – навпаки, в разі застосування вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га) збільшувалась у середньому на одну добу. Це зумовлено наявністю додаткових запасів вологи для забезпечення тривалішого періоду росту й розвитку рослин.

Дані густоти та стану посівів буряків цукрових у разі застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 3.

Для отримання високопродуктивних посівів буряків цукрових в умовах Лісостепу України важливо намагатись сформуванню посівів з густотою, близькою до 110 тис. шт./га. Адже саме така густина забезпечує формування найбільш вирівняних рослин з оптимальною масою коренеплоду.

У середньому за роки досліджень фактори досліджу не впливали на густоту рослин на час повних сходів, а тому нами було отримано оптимальні показники густоти: 113,6 тис. шт./га, або ж 5,11 рослин на метр погонний рядка.

Густина посівів перед збиранням залежала не тільки від початкової густоти посівів, а й відсотка загибелі рослин упродовж вегетації. А тому в середньому по досліджу ми отримали 106,8 тис. шт./га, а от серед факторів найбільшого впливу на збереженість рослин можна виділити застосування

вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га). За таких варіантів досліду рослин на кінець вегетації було на 1,6 тис. шт./га більше, ніж на контрольних варіантах.

Таблиця 3

Густота та стан посівів буряків цукрових (середнє за 2014–2018 рр.)

Варіант, №	Густота на час повних сходів, тис. шт./га	Густота перед збиранням, тис. шт./га	Кількість рослин на 1 м. п. рядка	Маса 100 рослин (ВВСН 14), г	Ураженість коренеюдом, %
1	113,3	104,2	5,10	61,0	3,5
2	113,2	104,7	5,09	61,7	3,6
3	113,0	104,5	5,09	62,3	3,4
4	114,0	105,5	5,13	63,6	3,4
5	113,5	105,6	5,11	62,0	3,3
6	113,0	105,7	5,09	63,4	3,5
7	113,3	106,0	5,10	60,9	2,6
8	112,9	106,2	5,08	60,5	2,6
9	112,9	106,2	5,08	60,8	2,7
10	114,2	107,4	5,14	62,6	2,4
11	114,1	107,9	5,14	61,3	2,6
12	114,4	108,1	5,15	62,3	2,4
13	113,4	105,5	5,10	69,5	3,4
14	113,6	106,2	5,11	67,4	3,1
15	113,6	106,2	5,11	68,7	3,6
16	114,2	106,8	5,14	69,8	3,4
17	114,1	107,3	5,14	70,0	3,2
18	113,8	107,6	5,12	68,7	3,3
19	113,7	108,0	5,12	68,4	1,6
20	113,7	108,6	5,12	67,5	1,7
21	113,2	108,1	5,10	66,6	1,7
22	113,6	108,5	5,11	68,5	1,5
23	113,8	109,3	5,12	68,9	1,4
24	113,2	108,7	5,10	68,5	1,6
НІР _{0,05}	2,5	2,2	0,8	0,6	0,2

Причому у варіанті поєднання вологоутримувальних полімерів зі внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) отримано найкращі показники густоти рослин на час завершення вегетації – 108–109,3 тис. шт./га. Що своєю чергою підкріплюється високою ефективністю цього препарату проти коренеюду буряків цукрових. Зокрема, за середнього поширення в посівах коренеюду 2,73 % ураженість ним буряків у варіантах досліду з поєднанням вологоутримувача та препарату Міразоніт становила 1,4–1,7 %.

Причому важливим для ефективної роботи мікроорганізмів в ґрунті було забезпечити їх достатньою кількістю ґрунтової вологи, а от варіанти без застосування вологоутримувальних полімерів Aquasorb виявились менш ефективними щодо зменшення поширення фітопатогенних мікроорганізмів у верхніх шарах ґрунту (розвиток коренеюду 2,4–2,6 %).

Отже, застосування вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га) в комбінації зі внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) виявилось ефективним заходом збереження рослин впродовж вегетації та зменшення їх ураженості коренеюдом завдяки витісненню корисною мікрофлорою фітопатогенної з верхніх шарів ґрунту.

Дані щодо довжини бічних корінців та маса кореневої системи на час збирання буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.

Для визначення ефективності впливу препаратів, застосовуваних у досліді, на ріст і розвиток буряків цукрових ми встановлювали інтенсивність формування бічних корінців – як реального механізму формування кореневої системи, розташованої в зоні заробляння вологоутримувальних полімерів та внесення концентрату ґрунтових мікроорганізмів. Адже головний корінь у міру росту рослини проникає на глибину 2,5 м, а інколи й глибше, а тому всі відгалуження кореневих волосків з головного кореня здебільшого під кутом поширюються вниз. А от бічні кореневі волоски, що відходять з головного кореня, а потім з бокових зон коренеплоду, мають вирішальне значення в засвоєнні вологи та елементів живлення з верхніх шарів ґрунту. Адже в них спостерігається горизонтальний ріст, на відміну від вертикального росту головного кореня.

Довжина бічних корінців буряків цукрових у шарі ґрунту 0–10 см та маса кореневої системи на час збирання (середнє за 2014–2018 рр.)

Варіант, №	Довжина бічних корінців у фазі ..., см						Маса кореневої системи на час збирання, г
	Перша пара справжніх листків (ВВСН 12)	Друга пара справжніх листків (ВВСН 14)	Третя пара справжніх листків (ВВСН 16)	Четверта пара справжніх листків (ВВСН 18)	Змикання листків у рядку (ВВСН 30)	Змикання листків у міжряддях (ВВСН 39)	
1	4,2	6,1	10,2	12,4	16,7	27,3	109,7
2	4,3	6,0	10,3	12,6	16,4	27,4	109,9
3	4,2	6,2	10,2	12,5	16,6	27,6	109,8
4	4,1	6,1	10,4	12,7	16,9	28,0	111,3
5	4,3	6,3	10,5	12,6	17,0	28,2	111,7
6	4,2	6,1	10,4	12,8	17,1	28,0	111,4
7	4,3	6,0	10,2	12,5	16,6	29,0	108,7
8	4,1	6,1	10,2	12,4	16,5	29,3	109,0
9	4,0	6,2	10,3	12,6	16,4	29,1	108,8
10	4,2	6,2	10,6	13,0	17,3	30,3	110,2
11	4,3	6,3	10,5	13,1	17,8	30,0	110,2
12	4,2	6,2	10,6	13,0	17,5	30,2	109,8
13	4,4	6,8	11,3	13,9	18,3	44,5	121,6
14	4,3	6,7	11,2	13,8	18,2	44,0	121,5
15	4,5	6,9	11,2	13,9	18,4	44,7	121,1
16	4,3	6,8	11,8	14,3	19,4	46,8	123,7
17	4,5	6,9	11,7	14,2	19,2	47,2	123,7
18	4,4	6,8	11,8	14,4	19,5	47,0	123,1
19	4,3	6,9	11,6	14,5	19,0	48,8	119,7
20	4,4	6,7	11,8	14,6	19,3	48,4	119,6
21	4,5	6,9	11,8	14,5	19,4	48,7	119,9
22	4,6	7,0	12,2	14,7	20,2	49,5	123,1
23	4,4	6,8	12,3	14,8	20,0	50,1	123,0
24	4,4	6,9	12,2	14,7	20,3	50,2	123,5
HP _{0,05}	0,4	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	3,2

На час формування першої пари справжніх листків (ВВСН 12) відмінності в довжині кореневих волосків між варіантами дослідів були мінімальними, і навіть за внесення вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га) різниця між варіантами становила 0,2 см, що було в межах похибки дослідів.

А от уже у фазі формування другої пари справжніх листків (ВВСН 14) довжина бічних корінців на варіантах застосування вологоутримувальних полімерів у середньому по досліді була на 0,7 см більшою порівняно з контрольними показниками. Аналогічно у фазі третьої (ВВСН 16) та четвертої пари справжніх листків (ВВСН 18) довжина бічних корінців була на 1,4 та 1,7 см більшою в рослин у варіантах, де вносили Aquasorb.

Внесення регулятора росту Келпак РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) позитивно позначилось на формуванні довжини бічних корінців на більш пізніх етапах розвитку рослин. Зокрема, у фазі змикання листків у рядку (ВВСН 30) отримано довжину бічних корінців у варіантах внесення концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) – 17,3–17,8 см, а за поєднання ще й із застосуванням вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га) довжина бічних корінців становила 20,0–20,3 см. А от впливу регуляторів росту як окремо, так і в комбінації з іншими агрозаходами, на довжину корінців нами виявлено не було.

У фазі змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) у варіантах внесення вологоутримувальних полімерів рослини мали на 18,8 мм довші бічні корінці. Що в кінцевому підсумку забезпечило й формування більшої маси кореневої системи на 11,9 г/рослину.

Дані щодо маси коренеплодів та листя буряків цукрових у разі застосування досліджуваних елементів технології показано в таблиці 5.

Закономірності формування маси коренеплодів та листового апарату важливо відслідковувати вже на більш пізніх етапах росту й розвитку буряків цукрових, коли відбувається інтенсивне накопичення вегетативної маси та зростання маси коренеплоду.

Маса коренеплодів та листя буряків цукрових (середнє за 2014–2018 рр.)

Варіант, №	Маса коренеплоду у фазі..., г			Маса листя у фазі..., г		
	змикання листіків у рядку (ВВСН 30)	змикання листків у міжряддях (ВВСН 39)	технічна стиглість (ВВСН 49)	змикання листіків у рядку (ВВСН 30)	змикання листків у міжряддях (ВВСН 39)	технічна стиглість (ВВСН 49)
1	65,1	195,4	644,7	117,9	320,9	307,5
2	65,2	195,7	645,8	119,9	320,0	308,2
3	65,2	195,5	645,0	121,8	314,9	301,6
4	66,1	198,2	654,1	124,9	321,8	301,9
5	66,3	198,9	656,5	119,5	319,9	311,1
6	66,1	198,4	654,6	124,2	320,3	315,9
7	64,6	193,7	639,1	118,2	318,2	292,1
8	64,7	194,2	640,7	116,8	314,6	302,4
9	64,6	193,8	639,6	117,8	316,1	311,1
10	65,4	196,2	647,4	122,4	316,0	298,9
11	65,4	196,3	647,7	118,4	321,3	314,8
12	65,2	195,5	645,3	121,7	318,0	292,5
13	72,2	216,6	714,6	136,4	352,8	336,2
14	72,1	216,3	713,7	130,0	353,3	331,6
15	71,9	215,7	711,7	134,2	349,5	328,2
16	73,4	220,2	726,7	136,1	357,5	354,8
17	73,4	220,3	727,2	136,6	359,4	346,9
18	73,1	219,3	723,6	132,9	359,0	352,1
19	71,0	213,1	703,1	134,1	349,6	331,5
20	71,0	212,9	702,6	131,5	341,2	335,8
21	71,2	213,5	704,4	128,8	348,6	339,1
22	73,1	219,3	723,6	132,4	355,8	342,0
23	73,0	219,0	722,7	133,6	357,2	337,7
24	73,3	219,9	725,6	132,2	352,0	341,6
НІР _{0,05}	2,3	5,6	7,8	3,0	6,2	9,3

У фазі змикання листків у рядку (ВВСН 30) середня по досліді маса коренеплоду була 68,9 г, а листового апарату разом з черешками – 126,8 г. Причому істотно вищі показники маси формувались на варіантах застосування вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га), що на 7,1 та 12,9 г було більше аналогічних варіантів без внесення гідрогелю.

У фазі змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) середня маса коренеплодів по досліді була 206,6 г, а листового апарату рослин разом з черешками – 335,7 г. А кращі параметри формування маси забезпечувало поєднання варіантів застосування регулятора росту Келпак РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) на фоні внесення вологоутримувальних полімерів Aquasorb (300 кг/га) та, зокрема, й у комбінації із застосуванням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га).

А от на час настання технічної стиглості буряків цукрових (ВВСН 49) найістотніше на формування маси коренеплоду впливали фактори внесення вологоутримувальних полімерів AQUASORB (300 кг/га) у поєднанні з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та застосуванням регулятора росту Келпак РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18). А от відхилення від застосування мікродобрив були мінімальними і в межах похибки досліді.

Висновки

Установлено, що у варіанті поєднання вологоутримувальних полімерів зі внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) отримано найкращі показники густоти рослин на час завершення вегетації – 108–109,3 тис. шт./га. Що своєю чергою пояснюється високою ефективністю цього препарату проти коренеїду буряків цукрових. Зокрема, за середнього поширення на посівах коренеїду 2,73 % ураженість ним буряків у варіантах досліді з поєднанням вологоутримувача та препарату Міразоніт становила 1,4–1,7 %.

Застосування регулятора росту Келпак РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) позитивно позначилось на формуванні довжини бічних корінців у фазі змикання листків у рядку (ВВСН 30). А от у фазі змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) у варіантах внесення вологоутримувальних полімерів рослини мали на 18,8 мм довші бічні корінці. Що в кінцевому підсумку забезпечило й формування більшої маси кореневої системи на 11,9 г/рослину. А впливу регуляторів росту як окремо, так і в комбінації з іншими агрозаходами на довжину корінців виявлено не було.

Використана література

1. Tarkalson D., Eujay I., Beyer W., King B. A drought tolerance selection of sugar beet hybrids. *Journal of Sugar Beet Research*. 2014. Vol. 51, Iss. 1–2. P. 14–30.
2. Studnicki M., Lenartowicz T., Noras K. et al. Assessment of stability and adaptation patterns of white sugar yield from sugar beet cultivars in temperate climate environments. *Agronomy*. 2019. Vol. 9, Iss. 7. Article 405. doi: 10.3390/agronomy9070405
3. Xiloyannis C., Montanaro G., Dichio B. Sustainable orchard management in semi-arid areas to improve water use efficiency and soil fertility. *Acta Horticulturae*. 2016. Vol. 1139. P. 425–430. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.74
4. Topak R., Süheri S., Acar B. Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in middle Anatolian, Turkey. *Irrigation Science*. 2011. Vol. 2, Iss. 1. P. 79–89. doi: 10.1007/s00271-010-0219-3
5. Tognetti R., Palladino M., Minnocci A. et al. The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management*. 2003. Vol. 60, Iss. 2. P. 135–155. doi: 10.1016/S0378-3774(02)00167-1
6. Hassanli A. M., Ahmadirad S., Beecham S. Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*. 2010. Vol. 97, Iss. 2. P. 357–362. doi: 10.1016/j.agwat.2009.10.010
7. Kiziloglu F. M., Sahin U., Angin I., Anapali O. The effect of deficit irrigation on water-yield relationship of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under cool season and semi-arid climatic conditions. *International Sugar Journal*. 2006. Vol. 108. P. 90–94.
8. Barzegari M., Sepaskhah A. R., Hamid S. Irrigation and nitrogen managements affect nitrogen leaching and root yield of sugar beet. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2017. Vol. 108, Iss. 2. P. 211–230. doi: 10.1007/s10705-017-9853-y
9. Vamerali T., Guarise M., Ganis A., Mosca G. Effects of water and nitrogen management on fibrous root distribution and turnover in sugar beet. *European Journal of Agronomy*. 2009. Vol. 31, Iss. 2. P. 69–76. doi: 10.1016/j.eja.2009.03.005
10. Mahmoodi R., Maralian H., Aghabarati A. Effects of limited irrigation on root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *African Journal of Biotechnology*. 2008. Vol. 7, Iss. 24. P. 4475–4478.
11. Okom S., Russell A., Chaudhary A. J. et al. Impacts of projected precipitation changes on sugar beet yield in eastern England. *Meteorological Applications*. 2017. Vol. 24, Iss. 1. P. 52–61. doi: 10.1002/met.1604
12. Tarkalson D. D., King B. A., Bjerneberg D. L. Yield production functions of irrigated sugar beet in an arid climate. *Agricultural Water Management*. 2018. Vol. 200. P. 1–9. doi: 10.1016/j.agwat.2018.01.003
13. Masri M. I., Ramadan B. S. B., El-Shafai A. M. A., El-Kady M. S. Effect of water stress and fertilization on yield and quality of sugar beet under drip and sprinkler irrigation systems in sandy soil. *International Journal of Agriculture Sciences*. 2015. Vol. 5, Iss. 3. P. 414–425.
14. Mahmoud E. A., Ramadan B. S. H., El-Geddawy I. H., Korany Samah F. Effect of mineral and bio-fertilization on productivity of sugar beet. *Mansoura University Journal of Plant Production*. 2014. Vol. 5. P. 699–710.
15. Kafka S. R., Grantz D. A. Sugar crops. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* / N. V. Alfen (Ed.). (2nd ed.). Cambridge, MA : Academic Press, 2014. P. 240–260.
16. Liu J., Wiberg D., Zehnder A., Yang H. Modelling the role of irrigation in winter wheat yield, crop water productivity, and production in China. *Irrigation Science*. 2007. Vol. 26, Iss. 1. P. 21–33. doi: 10.1007/s00271-007-0069-9
17. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
18. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.

References

1. Tarkalson, D., Eujay, I., Beyer, W., & King, B. (2014). A drought tolerance selection of sugar beet hybrids. *Journal of Sugar Beet Research*, 51(1–2), 14–30.
2. Studnicki, M., Lenartowicz, T., Noras K., Wójcik-Gront, E., & Wyszynski, Z. (2019). Assessment of stability and adaptation patterns of white sugar yield from sugar beet cultivars in temperate climate environments. *Agronomy*, 9(7), Article 405. doi: 10.3390/agronomy9070405
3. Xiloyannis, C., Montanaro, G., & Dichio, B. (2016). Sustainable orchard management in semi-arid areas to improve water use efficiency and soil fertility. *Acta Horticulturae*, 1139, 425–430. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.74

4. Topak, R., Süheri, S., & Acar, B. (2010). Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in middle Anatolian, Turkey. *Irrigation Science*, 2(1), 79–89. doi: 10.1007/s00271-010-0219-3
5. Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Delfine, S., & Alvino, A. (2003). The response of sugar beet to drip and low-pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management*, 60(2), 135–155. doi: 10.1016/S0378-3774(02)00167-1
6. Hassanli, A. M., Ahmadi, S., & Beecham, S. (2010). Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 97(2), 357–362. doi: 10.1016/j.agwat.2009.10.010
7. Kiziloglu, F. M., Sahin, U., Angin, I., & Anapali, O. (2006). The effect of deficit irrigation on water-yield relationship of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under cool season and semi-arid climatic conditions. *International Sugar Journal*, 108, 90–94.
8. Barzegari, M., Sepaskhah, A. R., & Hamid, S. (2017). Irrigation and nitrogen managements affect nitrogen leaching and root yield of sugar beet. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 108(2), 211–230. doi: 10.1007/s10705-017-9853-y
9. Vamerli, T., Guarise, M., Ganis, A., & Mosca, G. (2009). Effects of water and nitrogen management on fibrous root distribution and turnover in sugar beet. *European Journal of Agronomy*, 31(2), 69–76. doi: 10.1016/j.eja.2009.03.005
10. Mahmoodi, R., Maralian, H., & Aghabarati, A. (2008). Effects of limited irrigation on root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *African Journal of Biotechnology*, 7(24), 4475–4478.
11. Okom, S., Russell, A., Chaudhary, A. J., Scrimshaw, M. D., & Francis, R. A. (2017). Impacts of projected precipitation changes on sugar beet yield in eastern England. *Meteorological Applications*, 24(1), 52–61. doi: 10.1002/met.1604
12. Tarkalson, D. D., King, B. A., & Bjorneberg, D. L. (2018). Yield production functions of irrigated sugar beet in an arid climate. *Agricultural Water Management*, 200, 1–9. doi: 10.1016/j.agwat.2018.01.003
13. Masri, M. I., Ramadan, B. S. B., El-Shafai, A. M. A., & El-Kady, M. S. (2015). Effect of water stress and fertilization on yield and quality of sugar beet under drip and sprinkler irrigation systems in sandy soil. *International Journal of Agriculture Sciences*, 5(3), 414–425.
14. Mahmoud, E. A., Ramadan, B. S. H., El-Geddawy, I. H., & Korany Samah, F. (2014). Effect of mineral and bio-fertilization on productivity of sugar beet. *Mansoura University Journal of Plant Production*, 5, 699–710.
15. Kafka, S. R., & Grantz, D. A. (2014). Sugar crops. In N. V. Alfen (Ed.), *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (2nd ed., pp. 240–260.). Cambridge, MA: Academic Press.
16. Liu, J., Wiberg, D., Zehnder, A. J. B., & Yang, H. (2007). Modelling the role of irrigation in winter wheat yield, crop water productivity, and production in China. *Irrigation Science*, 26(1), 21–33. doi: 10.1007/s00271-007-0069-9
17. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). *Methods of research in sugar beet*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
18. Ermantraut, E. R., Prysiashniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in package Statistica 6.0*. Kyiv: PolygraphConsaltyng. [In Ukrainian]

UDC 631.5: 633.85 (477.41)

Prysiashniuk, O. I.¹, Zaryshniak, A. S.², Kostyna, T. P.³, Sinchenko, V. M.¹, Svystunova, I. V.⁴, Slobodianiuk, V. V.¹, Borysenko, B. M.¹, & Lukianchuk, O. V.¹ (2020). Peculiarities of growth and development of sugar beets under the application of measures to increase tolerance to drought stress in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Novitni agrotehnologii* [Advanced agritechnologies], 8. doi: <https://doi.org/10.47414/na.8.2020.285436> [in Ukrainian]

¹Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: ollpris@gmail.com

²National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9 Mykhailo Omelyanovich-Pavlenko, Kyiv, 01010, Ukraine

³LLC BASF T.O.V., 19 Mykola Mikhnovskyi Blvd., Kyiv, 01042, Ukraine

⁴National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. To establish the patterns of sugar beet growth and development under application of measures to increase the crop tolerance to drought stress in the zone of unstable moisture of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was carried out in the experimental field of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (50.023194, 30.173895) during 2014–2018. The research scheme included the soil application of the moisture retaining agent Aquasorb (300 kg/ha), Mirazonit soil bacteria concentrate (20 kg/ha), application of the plant growth regulator Kelpak SC (2 l/ha, BBCH 14 + 4 l/ha, BBCH 18) and microfertilizers Alpha-Grow-Extra Beet (3 l/ha, BBCH 18) and Micro-Mineralis Beet (1.5 l/ha, BBCH 18). Aquasorb was applied during early spring tillage with the Amazone ZA-TS 3200 spreader. The soil was treated with the Mirazonit soil bacteria concentrate (20 l/ha) prior to cultivation using an Amazone UF field

mounted sprayer at a flow rate of 200 l/ha. **Results.** Aquasorb moisture retaining agent at the application rate of 300 kg/ha ensured additional 5 mm of soil water in the soil layer of 0–20 cm, which is extremely important at the beginning of the vegetation season. In addition, hydrogel particles located close to the soil surface increase the soil water absorption capacity during rainfalls. Combined action of Aquasorb and Mirazonit ensured the most optimal indicators of plant density at the end of the vegetation season (108–109.3 thousand plants/ha). Most probably, this could be explained by the high efficiency of this biopreparation against the seedling borer. In particular, with an average prevalence of this pest in the 2.73% of the sowings, only 1.4–1.7% of sugar beet plants were damaged due to the complex action of hydrogel and Mirazonit. The use of plant growth regulator Kelpak SC had a positive effect on the formation of the length of lateral roots in the phase of leaf closure in the row (BBCH 30). In the phase of leaf closure between rows (BBCH 39) under the application of Aquasorb, the plants had 18.8 mm longer lateral roots, which ultimately ensured the formation of a higher root mass by 11.9 g/plant. At the same time, the effect of growth regulator on the length of the roots, both separately and in combination with other agricultural measures, was not detected. **Conclusions.** The best conditions for the growth and development of sugar beet plants were created in the treatment with the combined application of all studied agrotechnical practices. The practical significance of the obtained results lies in the improvement of crop cultivation technology in the zone of unstable soil moisture of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine based on the comprehensive application of measures that contribute to increasing the crop tolerance to drought stress.

Keywords: adsorbent; plant growth regulator; micro fertilizer; concentrate of soil bacteria; duration of interphase periods; density; root length.

Надійшла / Received 03.11.2020
Погоджено до друку / Accepted 18.11.2020