



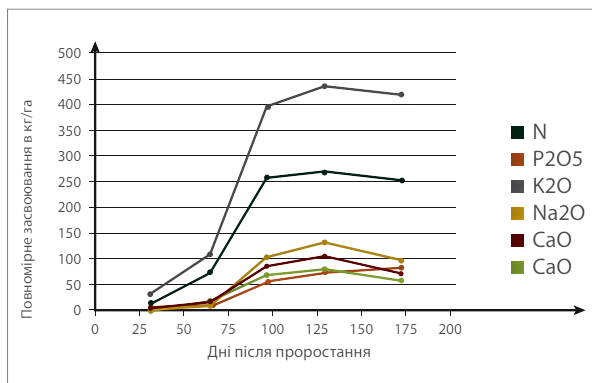
Живлення цукрових буряків



Док. Пшемислав Барлог

Відділ Агрохімії і біогеохімії навколишнього середовища, Познань, Університет природничих наук, Війська Польського 71F, 60-625 Познань, Польща.

Рис.1. Динаміка забору макроелементів цукровими буряками на стандартному ґрунті, стандартний ґрунт за три роки



Джерело: автор

Основні цілі удобрення.

Потенційна врожайність сучасних сортів цукрових буряків є надзвичайно високою. В Європі врожайність сягає рівня 90-100 т/га. Сільгоспвиробники, проте, мають дещо нижчі показники. Середня врожайність коренеплідів в Україні становить, наприклад, близько 50 т/га. В порівнянні до потенціалу це становить приблизно 40-45 %. Розвиток біологічного прогресу дає про себе знати лише в роки з оптимальним перебігом погоди на ґрунтах, щедро збагачених фосфором та калієм. Саме ці компоненти найбільшою мірою відповідають за ефективність використання рослин-

ною води і азоту з добрив. Дефіцит фосфору та калію призводить до повної втрати врожаю в несприятливі роки. Взявши в якості пріоритету стабілізацію врожайності та отримання високоякісної продукції, до головних цілей удобрення слід зарахувати наступне:

- усунення факторів, що обмежують розростання коренеплідів та засвоєння ними поживних речовин, напр. регулювання рН ґрунту, формування відповідної структури ґрунту (за допомогою органічних добрив);
- контроль за рівнем вмісту в ґрунті фосфору і калію, основних

Таблиця1. Одиночний забір поживних інгредієнтів на високоврожайних плантаціях цукрових буряків (>70 т/га) на 1 тунну коренеплідів + відповідну масу листя.

Макроелементи	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na O	CaO	MgO	S
Одиночний забір, кг/тонну	3,7	1,0	5,3	1,8	1,1	0,7	0,7
Мікроелементи	B	Mn	Zn	Cu	Fe	Mo	Cl
Одиночний забір, г/тонну	6	12	6	1,2	34	1,5	345

Джерело:Барлог 2009, Гжебіш 2011

елементів, які відповідають за транспортування азоту з добрив до рослини;

- оптимізація дозування добрив та терміни внесення азоту, найважливішого компонента, який відповідає за врожайність та якість коренеплідів.

Потреби в живленні цукрового буряка.

Цукровий буряк відноситься до культурних рослин з досить значними потребами в харчуванні. Накопичення поживних речовин відбувається в три етапи. В кожному з них відзначається домінування калію над іншими компонентами, навіть над азотом (Рис.1) Уже на початку вегетації дуже важливим є режим оптимального живлення рослин відповідними харчовими інгредієнтами, зокрема NPK (мінеральні добрива, які складаються з азоту (N), фосфору (P), калію(K) у формі доступній для засвоєння). В процесі підгортання рядків прискорюється накопичування поживних речовин. В цій фазі буряки

особливо інтенсивно нагромаджують Кі N. Денна акумуляція калію може становити навіть 12 кг K2O/га. У цій же фазі спостерігається підвищена потреба буряків в Mg, Ві Mn. У свою чергу в фазі дозрівання надмірне поглинання рослинами азоту, яке активно стимулюється рештою мікроелементів, призводить до подовження фази росту листків за рахунок кореневої маси та якості самих коренеплідів. Співвідношення основних поживних речовин (N:P2O5:K2O)для високоврожайних плантацій цукрових буряків знаходиться на рівні: 1:0,3:1,4 (Рис.2). Зазначене співвідношення дає змогу легко вирахувати дозу добрив Р і К. Якщо потреби азотного добрива визначимо на рівні 100 кг, то доза P2O5становитиме 30 кг/га, а K2O – 140 кг/га.

Загальний попит цукрових буряків на поживні інгредієнти можна обчислити шляхом множення прогнозованої врожайності коренеплідів (найкраще множити середнє за декілька років, збільшене на 20-30%) на вартість одиночного забору макроелементів. Вартість одиночного забору елементів для

високоврожайних господарств вміщено в таблиці 1. Якщо система вирощування цукрових буряків є малоефективною, то слід застосувати одиночний забір макроелементів 25-33% . Необхідна кількість добрив для буряків встановлюється через визначення можливостей забезпечення рослин поживними інгредієнтами на належному рівні, проаналізувавши при цьому їх наявність в ґрунті.

Удобрювання азотом.

Азот є найважливішим поряд з водою фактором, який безпосередньо впливає на врожайність коренеплідів. Ознаками відсутності належної кількості азоту є: сповільнений ріст рослини, яскраво зелене листя, схильність рослини до в'янення та відмирання основної маси листя. (Фото 1).

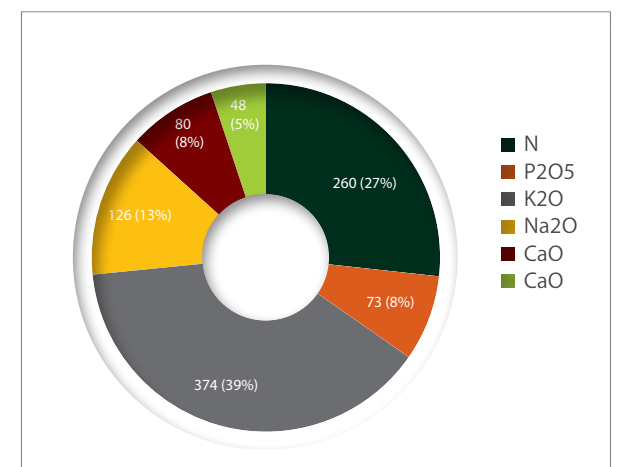
У свою чергу надмірна кількість азоту негативно впливає на врожайність і на якість коренеплідів, сприяє надмірному розростанню зеленої маси, знижує поляризацію, спричинює збільшення ме-

Фото автора



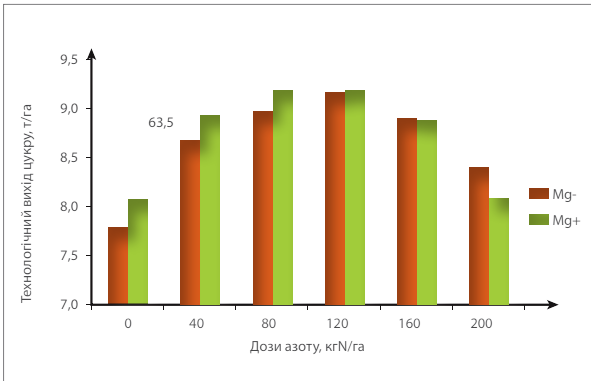
Фото 1. Порівняння вигляду ділянки цукрового буряку без удобрення (ліва сторона) і удобреного азотом (права сторона), розквіт вегетації.

Рис.2. Структура накопичення макроелементів (в кг/га і у відсотках) високоврожайними господарствами (70 т/га) в час збору врожаю.



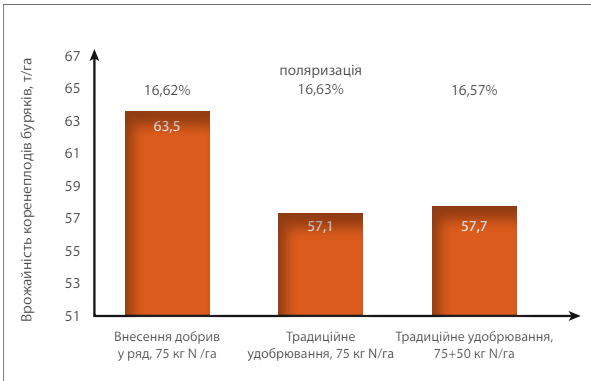
Джерело: Барлог 2009

Рис.3. Технологічний вихід цукру в залежності від дози азоту і листового підживлювання магнієм (+Mg). Середній показник за 3 роки.



Джерело: автор

Рис.4. Вплив азотних добрив на врожайність коренеплодів у залежності від технології внесення азотних добрив.



Джерело: Барлог та ін. 2010

лясотвірних компонентів (азот а-амінний азот, калій,натрій). Надмірна кількість азоту також є причиною розвитку хвороб листя. Щоб визначити оптимальну дозу азоту, потрібно взяти до уваги потреби буряка в поживних інгредієнтах, ресурси Nmin в ґрунті на початку посіву (аналіз Nmin), а також кількість азоту, вивільненого з ґрунту і органічних добрив під час вегетації. Для вирахування оптимальної дози N можна застосувати наступне рівняння:

ND = (YK×Nj) – (Nmin + NF)

де, ND– доза мінерального добрива, кг/га N; YK - прогнозований врожай коренеплодів, т/га; Nj – одиничний забір N, кг/т; Nmin – кількість N мінерального в ґрунті навесні (сума N–NO3 і N–NH4), пласт 0 – 90 см, кг/га; NF – кількість вивільненого азоту з гною або з гноївки, кг/га.

Величина Nju системі високоефективного вирощування буряків становить 3,5; в стандартній – 4,0; в малоефективній – 5,0 кг/тN. Кількість вивільненого Nпід час вегетації варіює в широкому діапазоні, в

залежності від виду ґрунту і величини доз органічних добрив. Наприклад, рослина може мати для свого використання від 35 до 70 кг N/га з 30 тон гною. Згідно з даними агрохімічних досліджень, в пересічних умовах оптимальна доза азоту знаходиться в межах діапазону 80 – 120 кг/га (Рис.3).

Поділ дози N повинен враховувати підвищену потребу цього компоненту ще до початку змикання рядків, а також ризик посухи, яка може наступити в цей період (ускладнений забір азоту). Слід пам'ятати, що цукрові буряки надають перевагу азотові в нітратній формі (N–NO3). Саме ця форма азоту сприяє швидкому росту рослини та оптимальному поглинанню нею катіонів, калію та натрію. Нітратну форму азоту містять різноманітні мінеральні добрива: нітрат кальцію, сульфат амонію, аміачна селітра, нітрофоска. Добрива, які містять азот лише у вигляді аміаку (сечовина, сульфат амонію) потрібно застосовувати досить обережно. Надмірна кількість аміачного азоту в ґрунті негативно впливає на проростання і подальший ріст

Приклад 1.

Основні дані:

Ділянка відповідає нормі, вміст мінерального азоту в ґрунті (Nmin) = 120 кгN/га; одиничний забір (Nj) = 4,0 кгN/т

Варіант А: з гном, 30 т/га, кількість вивільненого азоту з гною(NF) = 60 кгN/га, прогнозований урожай коренеплодів (YK) = 70 т/га
DN = (70 · 4,0) – (120 + 60)
DN = 100 кгN/га

Варіант Б: без гною, прогнозований урожай коренеплодів (YK) = 60 т/га
DN = (60 · 4,0) – (120 + 0)
DN = 120 кг N/га

Таблиця 2. Шкала потреб вапнування ґрунтів та доз вапна, необхідних для усунення токсичного алюмінію відповідно до рекомендацій агрономічних станцій.

Шкала потреб вапнування	Дуже легка		Легка		Середня		Важка	
	до 4,0	2,0-3,0	до 4,5	2,5-3,5	до, 5,0	3,0-4,5	до 5,5	4,5-6,0
Необхідне	4,1-4,5	1,0-2,0	4,5-5,0	1,5-2,5	5,1-5,5	1,7-3,0	5,6-6,0	-
Потрібне	4,6-5,0	1,0	5,1-5,5	1,5	5,6-6,0	-	6,1-6,5	-
Рекомендоване	5,1-5,5	-	5,6-6,0	-	6,1-6,5	-	6,6-7,0	-
Обмежене**	6	12	6	1,2	34	1,5	345	

*реакція ґрунту вимірюється в 1 моль КСl
**оптимальний діапазон рН.

буряку. Добрива такого типу слід застосовувати в період, який забезпечить, хоча б частково, перетворення форми амонію у форму нітрату (процес нітрифікації) безпосередньо перед посівом буряків. Традиційно передпосівна доза N становить 50 -60% від всієї потреби. Решта дози вноситься до фази 7 – 8 листка. Запізнення з внесенням азоту або невчасне його поглинання рослиною через сухість, негативно вплине на врожайність і якість коренеплодів (зменшується поляризація і збільшується вміст N – а – амінного азоту). Для основної дози, з огляду на швидкість реакції, рекомендуються добрива швидкодіючі (напр. нітрат кальцію, сульфат амонію). Азот також можна вносити в рядки посіяних буряків (англ. Bandapplication). Для цього добре підходить розчин нітрату амонію (UAN). Такий метод дозволяє отримати високий врожай з високим рівнем якості при значно менших дозах N.

Регулювання рНґрунту і насиченість ґрунту фосфором та калієм.

Ефективність поглинання азоту рослинами залежить від низки важливих чинників. До найважливіших належать:

- кислотна реакція ґрунту (рН),
- наявність в ґрунті доступного фосфору і калію.

Оптимальний рівень рНґрунту для буряків має досить широкий спектр – між 5,5 і 7,5. При меншому рівні нижнього діапазону рН рослини наражаються на вплив токсичного алюмінію (Al3+). Тому при плануванні вапнування найпершим завданням має бути вилучення іонів Al3+. Наступною дією є відновлення відповідної біологічної активності ґрунту. Величину дози вапна визначає рівень рН та агрономічна категорія ґрунту (Табл.2). Слід пам'ятати, що не рекомендується вносити одноразово великі дози на кислі та легкі ґрунти. Занадто різка зміна рНґрунту викликає низку побічних ефектів, серед них – порушення засвоєння фосфору. Вапнування ділимо на два етапи. В перший рік застосовуємо так звану зменшену дозу (значення в таблиці 2 виділені жирним шрифтом). Через рік проводиться коригування (+/-) решти дози, в залежності від збільшення рН і реакції рослин на вапнування.



Фото: Щепанак В.

Фото 2. Прояви дефіциту калію - хлороз і некроз найстарішого листя, розквіт вегетації

Слід пам'ятати, що оксидна форма (СаО) розкислює ґрунт швидше, ніж карбонатна (СаСО3), проте абсолютно не придатна для ґрунтів з малою кількістю гумусу.

Буряк має особливу потребу в живленні калієм. Дефіцит цього елемента проявляється різноманітними способами, зокрема, повільнішим темпом росту рослини, прискореним в'яненням листя, хлорозом, а в подальшому – некрозом зрілого листя. Якщо рівень калію надалі знижуватиметься, це призведе до повного відмирання листяної маси (Фото 2).

Крім того, недостатня кількість калію (або його відсутність) перешкоджає нормальному транспортуванню сахарози до коренеплодів. Кількість К в ґрунті повинна бути високою не лише в орному пласті, але й в підорному. Агрохімічними дослідями встановлено, що цукровий буряк великою мірою реагує саме на рівень збагачення ґрунту компонентом К. Тому найпершим завданням при плануванні удобрення калієм має стати правильно проведене оцінювання рівня родючості ґрунту та баланс вказаного компонента в сівозміні. (Таблиця 3).

Баланс належить зробити для чотирьохпільної сівозміни на два роки до вирощування буряків. Якщо баланс зроблено для ділянки збагаченої калієм (рівень вмісту на межі середній/високий), то значення балансу можна розглядати як, так звану, початкову (стартову) весняну дозу калію. На практиці це виглядає так: 60 – 90 кгK2O/га.

Внесення занадто великої кількості калію в ґрунт може призвести до засоленості ґрунту, наслідком чого буде слабка динаміка проростання та недостатня густота рослин. Якщо баланс зроблено для бідного на калій ґрунту, то обов'язково слід підняти рівень цього компонента до належної норми. Для цього удобрення буряків калієм проводиться в осінній період, після першого збору врожаю. Дози калію за цією системою удобрення коливаються в широкому діапазоні: в залежності від виду ґрунту та рівня потреби калію в ньому. Таку дозу можна внести одноразово або розділити її на дві частини – осінню і весняну (стартову) в співвідношенні 75% і 25%. При цьому оптимальна доза калію восени не повинна перевищувати 240 кг K2O/га. Збагачувати ґрунт калієм найкраще систематично. Вибір калієвих добрив найчастіше пов'язаний з їхньою ціною і тільки вже потім з чутливістю буряків до тієї чи іншої форми калію в добривах. В процесах, які коректують рівень родючості ґрунту, найголовнішим є калійна сіль (KCl) – каїніт магнію. Натомість у стартовому удобренні рекомендується стартер типу Korn-Kali, а також швидкодіючі добрива NPK.

Алгоритм дії плантатора в сфері регулювання в ґрунті рівня поживних речовин, зокрема фосфору, є аналогічним до калію. Першим завданням є створення балансу і визначення кількості фосфору в ґрунті. (Таблиця 3). За наявності



Фото: Щепанак В.



● Фото 3. Прояви дефіциту магнію – хлороз між нервами найстарішого листя, розквіт вегетації

достатньої кількості фосфору в ґрунті, норма добрив визначається на рівні харчової потреби кожної рослини в сівозміні. На ділянках з низьким рівнем фосфору в ґрунті слід відрегулювати рівень вмісту цього компоненту. З розрахованого попиту $\frac{3}{4}$ фосфору вносимо восени, а $\frac{1}{4}$ - навесні разом з калієм як стартову дозу. Весняне удобрення фосфором на ділянках з середнім рівнем вмісту цього компоненту в ґрунті в дозах більших від потреб рослини є необґрунтованим. Для оптимального покриття харчових потреб достатньою є доза 30 – 45 кг P2O5/га. Вносячи добрива рядково, дозу можна дещо зменшити, до 20 кг P2O5/га, розміщуючи добрива на відстані 6 см відносно насіння.

Компоненти, які підвищують ефективність удобрення азотом.

Ефективність удобрення азотом великою мірою залежить від споживання цукровими буряками магнію, сірки та інших мікроелементів. Mg і Spом'якшують вплив

Таблиця 3. Спрощений баланс фосфору і калію у сівозміні з цукровими буряками.

Можливі допущення:

1) ріпакова солома після збору врожаю залишається на полі, а солома зернових збирається;

2) поживні речовини з соломи використовують протягом всього періоду сівозміни: фосфор 50%, калій 90%;

3) доза гною 34 т га -1 =170 кг N га-1 ;

4) використання фосфору з гною в період сівозміни – 75%; калію – 90%.

Сівозміна – рослина / фрагмент рослини	Поживні речовини			
	Фосфор, P ₂ O ₅		Калій, K ₂ O	
	Попит	Постачання	Попит	Постачання
Озимий ріпак; 3,5 т/га				
насіння	70	-	35	-
солома	40	20	200	180
Озима пшениця, 8,0 т/га				
зерно	60	-	35	-
солома+стерня	25+5	2,5	90+30	27
Цукровий буряк, 70 т/га				
коренеплоди	40	-	60	-
листя (гичка)	30	15	312	280
Ярий ячмінь, 5 т/га				
зерно	50	-	30	-
солома+стерня	7+3	1,5	100+20	18
Сума	325	39	912	505
Баланс	-286		-407	
Гній	77 = (102 x 0,75)		214 = (238 x 0,9)	
Добрива для сівозміни	209 = - 286 + 77		193 = -407 + 214	
Річні потреби добрива	52		48	

азотних добрив, який негативно позначається на якісних характеристиках коренеплодів. Ознаки дефіциту обох цих компонентів зазвичай проявляються в період розквіту вегетації. Власне, професійний підхід до удобрення і полягає на допосівному внесенні цих компонентів (Фото 3).

На ділянках з відрегульованим рНґрунту добривом, яке коригує вміст Mgi Se кізерит, який можна застосовувати і навесні. На ґрунтах з середнім рівнем вмісту Mg, але нижчекритичної норми і при відсутності гною, рекомендована доза становить 75 – 100% від потреби. В разі якщо вміст компоненту знаходиться на рівні вищому від критичного, дозу можна знизити до 25 -50%. На ґрунтах з високим рівнем вмісту Mg достатньо застосувати листову підкормку. Оптимальна доза становить близько 1 -1,5 кг/га Mg(5-ти процентний розчин сульфату магнію в 200 -300 л/га води). Цю процедуру найкраще виконати в фазі 5-7 листка, та напередодні змикання рядків. Особливо ефективною ця процедура є при внесенні малих доз азоту.

Цукрові буряки також дуже чутливо реагують на недостатню кількість мікроелементів, зокрема бору і марганцю. Дефіцит В перешкоджає нормальному розвитку бутонів, сповільнює ріст коренеплодів, листової маси, спричинює гангрену листя та коренів (Фото 4).

Джерелом бору в ґрунті є натуральні добрива, найважливіший з яких – гній (містить 150 г В /30 т). Бор можна вносити до ґрунту також з мінеральними добривами, напр. азотні з бором або в формі бури, дозою 2 -2,5 кг/га В. Ефективною є листкова підкормка цим компонентом, її можна застосовувати 2-4 рази протягом сезону – перша у фазі 4-6 листка, наступні – що 10-14 днів. Доза першої підкормки повинна становити 100-150 г/га, в наступних підкормках доза може бути збільшена, тобто становити 150-450 г/га В .

У свою чергу позитивна роль марганцю для буряків впливає з його дії на економіку азотування, фотосинтез та стійкість рослини до патогенів. Недостатня кількість марганцю може проявитися хлорозом між нервами наймолодших листочків (Фото 5).

На ділянках, збагачених гумусом чи систематично удобрених перегноем, дефіцит Mn (навіть на ґрунтах з нейтральною реакцією)



Фото: Щепанак В.

● Фото 4. Перші прояви дефіциту бору – сильно сповільнений ріст і деформація листя, початок червня

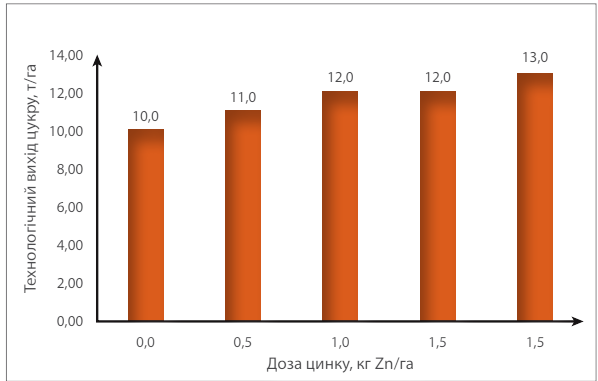


Фото: Щепанак В.

● Фото 5. Прояви дефіциту марганцю – хлороз між нервами листків, початок червня, ґрунт лужний

рідко дає про себе знати. В разі якщо реакція ґрунту є лужною, необхідно застосовувати листову підкормку рослини (варто розпочати навіть від рН 6,0). В залежності від виду добрива, одноразові дози становлять від 0,1 до 1,4 кг/гаMn. Важливим для вирощування буряків є також і цинк. Суттєвий дефіцит цинку в ґрунтах спостерігається в тих господарствах, де довготривалий час на полях не вносили гній та на ґрунтах з рН вище 7,0. Ефективною технологією удобрення є рядкове внесення компоненту в формі ZnO, включно з азотом (UAN). Цинк збільшує ефективність засвоєння N і одночасно технологічний вихід цукру (Рис 5). ■

● Рис.5. Вплив допосівного удобрення цинком методом в рядки сіяного насіння на технологічний вихід цукру



Джерело: Барлог та ін. 2016

