

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ДИНАМІКУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

***Ю. О. Люта, кандидат сільськогосподарських наук
Н. П. Косенко, кандидат сільськогосподарських наук
Ю. О. Степанов, науковий співробітник
Інститут зрошуваного землеробства НААНУ***

Представлено результати досліджень впливу термінів сівби, способів і норм внесення мінеральних добрив на вміст загальної сухої речовини, цукру й нітратів у коренеплодах буряка столового. Встановлено, що між накопиченням сухої речовини й нітратами та цукру й нітратами існує лінійний зворотній кореляційний зв'язок.

Буряк столовий, добрива, якість коренеплодів, вміст сухої речовини, цукру, нітратів.

Столовий буряк є лідером серед овочів, які знижують кров'яний тиск і забезпечують профілактику гіпертонічної хвороби. Але він також може накопичувати нітрати й за їх рівня, що перевищує граничнодопустимий (ГДР = 1400 мг/кг), буряк втрачає свої лікувальні й профілактичні властивості [1]. Об'єм неякісних коренеплодів коливається залежно від погодних умов. Кількість нітратів протягом зимового зберігання зменшується, але в наслідок низької лежкості більша частина врожаю втрачається [2].

Краплинне зрошення дає змогу регулювати процеси накопичення корисних речовин, які є інгібіторами зростання вмісту нітратів. Для оперативного застосування цих засобів було поставлено завдання вивчити динаміку накопичення сухих речовин і цукру та їх зв'язок з коливаннями вмісту нітратів у коренеплодах буряка столового.

За даними Л. П. Ходєєвої та ін. на формування 1 т коренеплодів витрачається $N_{2,7-3,7}P_{1,5-2,1}K_{3,9-4,2}$ кг діючої речовини, з орієнтовним співвідношенням – 1,0:0,6:1,25 [3]. Більшість вчених визначають пріоритет калійних добрив на дерново-підзолистих [4] і чорноземних ґрунтах [5]. Проте на темно-каштанових ґрунтах нижнього Поволжжя участь калію значно зменшується ($N_{320}P_{175}K_{145}$) – до співвідношення 1:0,55:0,45. За такої системи живлення, за рівня врожайності коренеплодів 107–110 т/га, вміст нітратів у коренеплодах склав 1201, а в контрольному варіанті 711 мг/кг [6].

В. К. Штефан стверджує, що проведення підживлень посівів буряка столового не заміняє основного внесення добрив, але є необхідним на ґрунтах з низьким рівнем родючості. Підживлення слід проводити на ранніх етапах розвитку рослин [7]. Суперечать цьому ствердженню дослідження І. П. Дерюгіна, який вказує на достатність для ранніх етапів розвитку рослин припосівного внесення $N_{10}P_{10}K_{10}$, а в період формування

коренеплодів рекомендує вносити $N_{60-80}P_{20-30}K_{100-120}$ [4]. Аналогічну систему живлення, для своїх сортів, пропонує фірма Нунемс.

Наукові дослідження й виробничий досвід свідчить, що дозоване внесення з поливною водою розчинних добрив (фертигація) підвищує врожайність овочів, порівняно з внесенням такої ж кількості добрив локально. Розрахункову кількість мінеральних добрив рекомендується вносити в три етапи: під оранку (основне внесення), одночасно з сівбою й у вигляді підживлення впродовж вегетаційного періоду [9].

Дослідження показників якості коренеплодів у дослідях Інституту овочівництва і баштанництва торкалися виключно проблеми накопичення нітратів. Вченими цього закладу доведено, що схильність до накопичення нітратів вища за умов внесення нітратної форми азоту. Фосфорні добрива не мають істотного впливу, а калійні спроможні зменшувати вміст нітратів. За внесення добрив у співвідношенні 1:1:2 такі культури, як салат, цибуля на зелень, петрушка, огірок, перець солодкий і кавун, накопичували нітратів менше допустимого рівня, а буряк, хоч і мав високий їх вміст, показав тенденцію до їх зниження впродовж зберігання [2].

Аналіз наукової літератури дозволяє констатувати, що питанням регулювання цілющої якості коренеплодів буряка столового приділялось мало уваги, а в період становлення краплинного зрошення дослідження з цієї проблеми не проводились.

Мета дослідження – вивчити характер біохімічних процесів залежно від фаз розвитку рослин, погодних умов, способів та норм мінерального живлення за краплинного зрошення у весняних і літніх посівах; розробити технологічні прийоми одержання підвищеного (порівняно з традиційною технологією) рівня показників якості продукції за вмістом сухої речовини, цукру й нітратів.

Матеріали і методи дослідження. Для виконання завдання протягом 2008–2010 рр. у чотирифакторному польовому досліді були проведені щомісячні добори коренеплодів, починаючи з пучкової стиглості. Відбирали по два зразки з кожної облікової ділянки (загалом – восьмикратна повторність зразків).

Дослідження проводили на типовому для південного Степу України темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті в зоні Інгулецької зрошуваної системи. Місце проведення дослідів – дослідне поле лабораторії овочівництва Інституту зрошуваного землеробства НААН України. Передпосівний вміст поживних речовин в орному шарі ґрунту (в середньому за три роки) складав: під весняним посівом – нітратного азоту $2,2 \text{ мг/100г}$, доступного фосфору $4,6 \text{ мг/100г}$ та обмінного калію 32 мг/100г ; під літнім – відповідно $3,6$; $6,0$ і 30 мг/100г .

Весняний посів проводили в третій декаді травня, літній посів – у першій декаді липня, схема посіву $30+30+30+50$ см. Мінеральні добрива у варіантах локального способу внесення вносили одноразово під час сходовизивного поливу. У якості азотного добрива використовували аміачну селітру, фосфорного – ортофосфорну кислоту, калійного – калійну сіль. За вегетацію було проведено десять підживлень методом фертигації. Перше підживлення (1/10 норми) проводили разом зі

сходовизивним поливом, інші дев'ять – рівномірно, з таким інтервалом: за весняної сівби – 7 діб (поливний період червень – серпень), за літньої сівби – 4 доби (поливний період липень – серпень). Вегетаційні поливи проводили під час зниженої вологи шару ґрунту 0–50 см до 80 % НВ. Поливи призначались за допомогою біофізичного методу Д. А. Штойко під час наростання підсумку випаровування вологи до 180–200 м³/га.

Для оцінки якості коренеплодів визначали вміст сухої речовини – термогравіметричним методом; цукрів (сума) – за Бертраном; нітратів – потенціометрично-іоноселективним методом. За три роки досліджень для лаконічності висвітлення закономірностей виділено останні два – 2009 і 2010. У період вегетації погодні умови цих років проявили два види несприятливих і один оптимальний періоди (рис. 1, 2).

Результати дослідження та їх аналіз. Під час направлених досліджень проведено, відповідно, 7 і 5 відборів на посівах весняного й літнього термінів сівби (таблиці 1 і 2). Для більш детального аналізу в таблицях вставлені вектори напрямку зростання біохімічних показників.

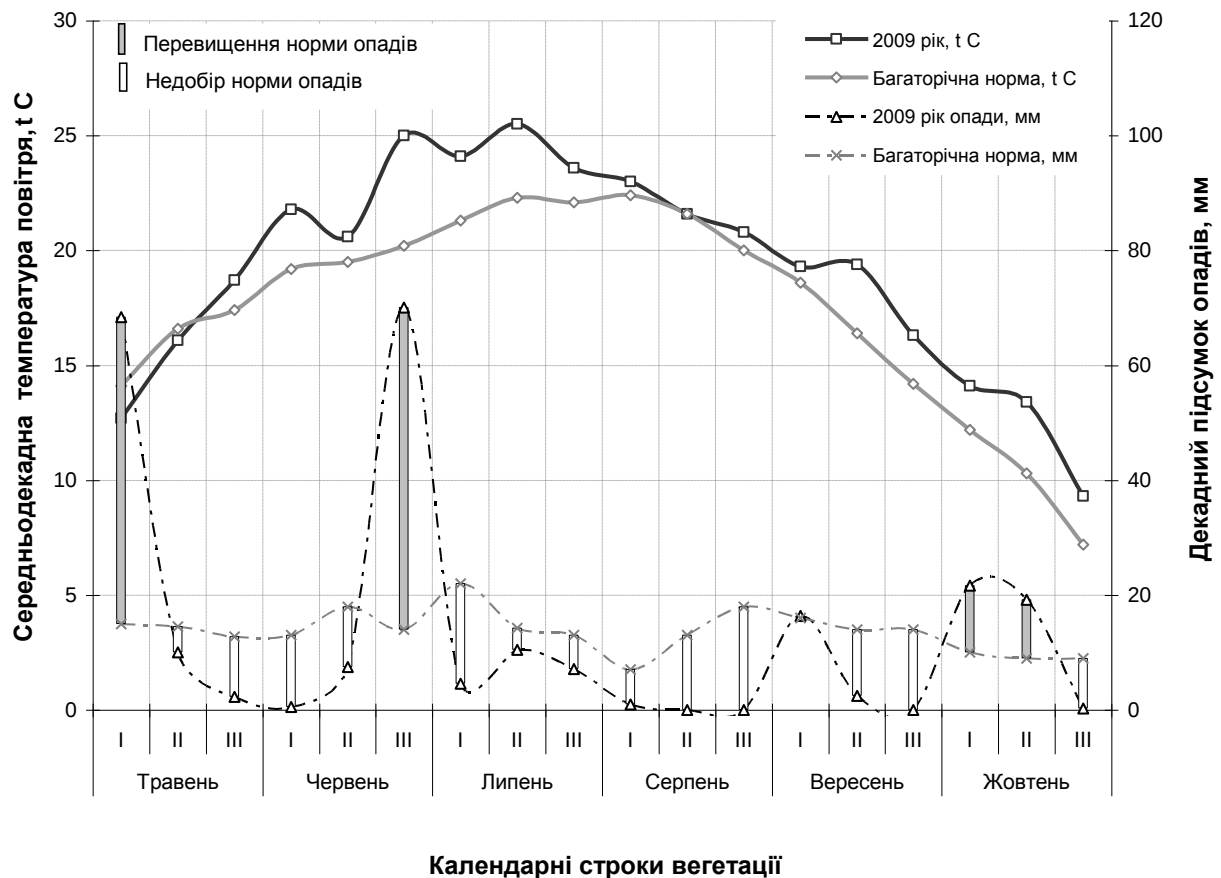


Рис. 1. Погодні умови вегетації буряка столового, 2009 р.

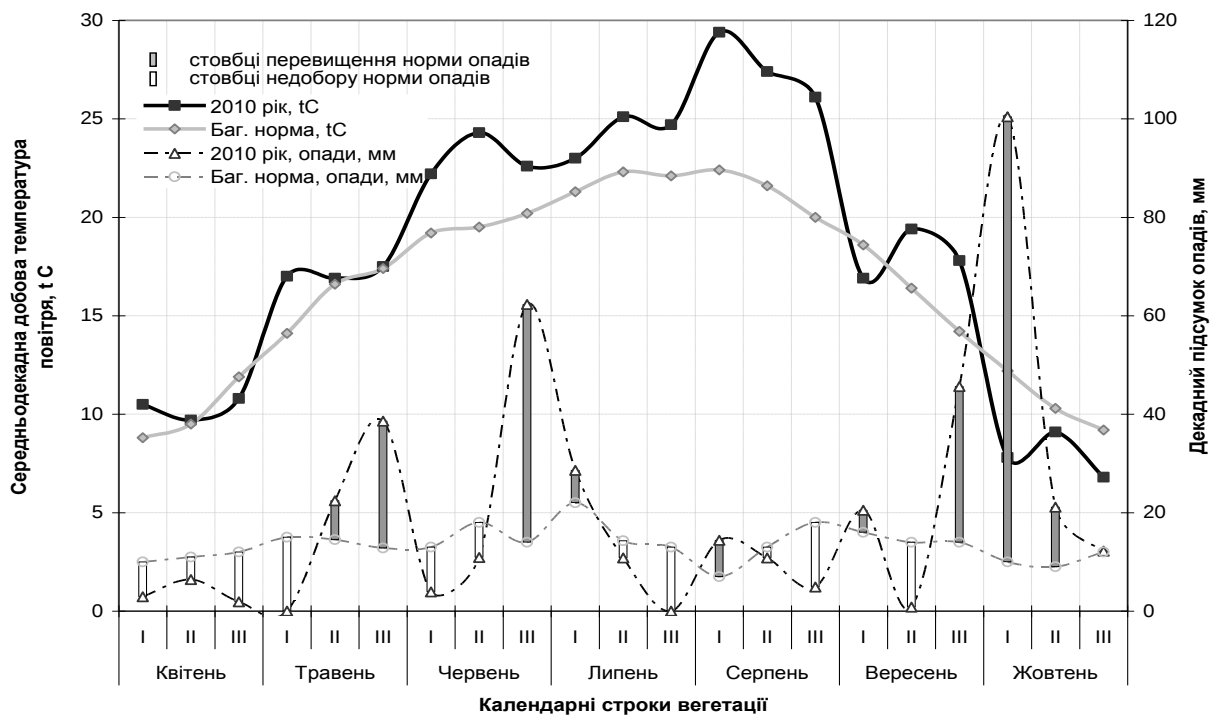


Рис. 2. Погодні умови вегетації буряка столового, 2010 р.

1. Динаміка якості столового буряку залежно від способів і норм внесення добрив, 2009 р.

Показник якості	Дата відбору	Способи та норми внесення добрив								Середнє за способами внесення добрив	
		Локально				Фертигація					
		Без добрив	P ₆₀ (фон)	Фон+ N ₉₀ K ₄₀	Фон+ N ₉₀ K ₁₃₅	Без добрив	P ₆₀ (фон)	Фон+ N ₉₀ K ₄₀	Фон+ N ₉₀ K ₁₃₅	Локальне	Фертигація
Весняний посів											
Сухої речовини, %	3.08	10,0↓→	10,7↓→	11,8↓→	12,4↓	9,7↓→	11,0↓→	12,2↓→	12,8↓	11,2↓→	11,4↓
	1.09	16,5↓←	14,5↓→	15,7↓→	16,1↓	16,4↓→	15,1→	16,3↓→	16,8	15,7↓→	16,1↓
	12.10	16,7←	14,7→	15,8→	16,3	17,1←	15,1→	16,5→	16,6↑	15,9→	16,3
Цукрів, %	3.08	5,0↓	5,0↓→	5,7↓→	6,1↓	4,8↓→	5,2↓→	5,8↓→	6,3↓	5,4↓→	5,5↓
	1.09	8,9↓←	7,3↓→	8,8↓←	8,4↓	9,0←	7,6↓→	9,2←	8,7	8,4→	8,6
	12.10	9,0←	7,4→	8,9←	8,5	8,8↑←	7,8→	9,0↑←	8,7	8,4→	8,6
Нітратів, мг/кг	3.08	708→	749→	785←	764	715→	727→	762←	741	752←	736
	1.09	361↓↑→	720↓↑←	477↓↑←	456↓↑	390↑→	692↓↑←	459↓↑←	438↓↑	503↓↑←	494↓↑
	12.10	364→	727←	482←	461	370↑→	706←	468←	447	508←	497
Літній посів											
Сухої речовини, %	1.09	9,1↓→	9,7↓→	10,7↓→	11,3↓	8,8↓→	10,0↓→	11,1↓→	11,6↓	10,2↓→	10,4↓
	12.10	11,9→	12,6←	11,2→	11,9	12,4→	13,1←	11,7→	12,4	11,9→	12,4
Цукрів, %	1.09	4,7↓→	4,8↓→	5,4↓→	5,8↓	4,5↓→	4,9↓→	5,6↓→	6,0↓	5,2↓	5,2↓
	12.10	6,1→	6,3←	5,9→	6,1	6,4→	6,5←	6,2→	6,3	6,1→	6,4
Нітратів, мг/кг	1.09	779→	824↓→	864←	840↓	787→	800↓→	839←	816↓	827↓←	810↓
	12.10	752↑→	850→	859↑←	958	723↑→	817→	826↑→	904	855←	818

→↑↓← вектори напрямку зростання біохімічних показників якості

2. Динаміка якості столового буряку залежно від норм і способів внесення добрив, 2010 р.

Показник якості	Дата відбору	Способи та норми внесення добрив								Середнє за способами внесення добрив	
		Локально				Фертигація					
		Без добрив	P ₆₀ (фон)	Фон+ N ₉₀ K ₄₀	Фон+ N ₉₀ K ₁₃₅	Без добрив	P ₆₀ (фон)	Фон+ N ₉₀ K ₄₀	Фон+ N ₉₀ K ₁₃₅	Локальне	Фертигація
Весняний посів											
Сухої речовини, %	3.08	8,0 ↓←	7,1 ↓	7,1 ↓→	8,1 ↓	8,6 ↓←	8,1 ↓→	8,5 ↓←	8,3 ↓	7,6 ↓→	8,4 ↓
	7.09	11,2←	9,8 ↓→	9,9 ↓←	9,6 ↓	11,0 ←	9,9 ↓→	10,1 ↓→	10,2 ↓	10,1 ↓→	10,3 ↓
	6.10	10,8 ↑↓←	10,3 ↓→	10,9 ↓←	10,1 ↓	10,1 ↓→	10,9 ↓→	↓←	10,6 ↓	10,5 ↓→	11,2 ↓
	9.11	16,7 ←	15,0 →	16,0 ←	15,9	16,5 ←	15,5 →	17,1 ←	16,1	15,9 →	16,2
Цукрів, %	3.08	4,8 ←	3,8→	4,5→	4,7	4,6 ←	4,7→	5,1→	5,4	4,4 →	5,0
	7.09	4,5 ↑←	3,9 ↑	4,0 ↑←	3,8 ↑	3,9 ↑←	3,8 ↑	3,8 ↑	4,2 ↑	4,0 ↑←	3,9 ↑
	6.10	4,4 ↓←	4,2 ↓←	3,7 ↓←	3,5 ↓	4,2 ↓←	4,7 ↓	4,7 ↓←	3,7 ↓	4,0 ↓→	4,3 ↓
	9.11	6,4 ←	6,1 ←	5,7 ←	5,6	6,2 ←	5,8→	6,2 ←	6,1	6,0 →	6,1
Нітратів, мг/кг	3.08	656→	903 ←	796 ←	671 ↓	794 ←	727 ←	715 ←	408 ↓	756←	661
	7.09	403↑↓→	544 ↑↓→	611↑↓→	705 ↓	480↑↓→	566 ↑↓←	369 ↑↓→	496 ↓	566 ↑↓←	478 ↑↓
	6.10	2666 ←	2584 ←	2305 →	2893	2646 ←	2592→	2722→	2869	2612 →	2707
	9.11	1535↑→	1661↑←	1529↑→	1871 ↑	1598↑→	1691↑←	1661↑←	1648 ↑	1649↑	1650 ↑
Літній посів											
Сухої речовини, %	9.09	10,9↓→	11,3↓→	11,7↓←	10,6 ↓	10,4↓→	12,0↓←	11,0 ↓	11,0 ↓	11,1 ↓	11,1 ↓
	12.10	15,6↓←	14,7 ↓	14,7↓←	14,2 ↓	14,5↓←	14,1↓→	14,2↓→	14,8 ↓	14,8 ↓	14,4 ↓
	9.11	15,8 ←	15,5 →	15,7 ←	14,8	14,7 →	16,1	16,1 ←	15,2	15,4 →	15,5
Цукрів, %	9.09	3,9 ↓→	4,0 ↓←	3,7 ↓	3,7 ↓	4,4 ↓←	4,0 ↓←	3,6 ↓←	3,3 ↓	3,8 ↓	3,8 ↓
	12.10	5,7 ↓←	5,4 ↓	5,4 ↓→	5,7	6,0 ↓→	6,1 ↓←	5,8 ←	5,5	5,6 ↓→	5,8
	9.11	6,1 ←	6,0 ←	5,8 ←	5,4	6,4 ←	6,2 ←	5,8 ←	5,4 ↑	5,8	5,8
Нітратів, мг/кг	9.09	578 ↓→	753 ↓→	754 ↓→	803 ↓	516 ↓→	657 ↓→	687 ↓→	836 ↓	722 ↓←	674 ↓
	12.10	2286 ←	1649 →	1719 →	2587	2289 →	2331 →	2411 →	2663	2060 →	2424
	9.11	1593↑←	1336 ↑→	1375↑	1585 ↑	1530↑←	1201 ↑→	1648↑	1609 ↑	1472 ↑→	1497 ↑

→↑↓← - вектори напрямку зростання біохімічних показників якості

Можна виділити чотири переважаючих масиви напрямків зростання й зменшення показників. Перший – це суттєве погіршення якості від внесення тільки фосфорних добрив, коли 61 % коренеплодів мають мінімальні показники вмісту сухих речовин і цукру й максимальний вміст нітратів.

У другому масиві ці показники поетапно поліпшуються за внесення на фосфорному фоні $N_{90}K_{40}$ і $N_{90}K_{135}$. Характерним є те, що вони, зазвичай, не досягають рівня контрольних варіантів і показують протилежні напрямки за різних рівнів калійного живлення в нетипових погодних умовах. Спостерігається зворотний напрямок зростання показників якості в парах: вміст сухої речовини – нітрати й цукор – нітрати.

Третій масив вказує на чітку перевагу подрібного внесення добрив над одноразовим локальним.

Четвертий масив відображає зміни якості в часі (табл.) від пучкової стиглості до збирання й показує більш помітну різнонаправленість векторів напрямку зростання вмісту сухої речовини, цукру й нітратів та істотну залежність біохімічних процесів від погодних умов.

Для того, щоб перевірити гіпотези переважної різнонаправленості попарних векторів (сухі речовини – нітрати й цукор – нітрати) у другому масиві, нами був встановлений кореляційний зв'язок між відповідними рядами (термінами) в таблицях 1 і 2. Отримані результати наведені в таблиці 3.

3. Кореляційна залежність вмісту нітратів від накопичення сухих речовин і цукру за внесення мінеральних добрив

2009 р.			2010 р.		
Дата проведення біохімічного аналізу	Коефіцієнт кореляції		Дата проведення біохімічного аналізу	Кореляційний коефіцієнт	
	між вмістом сухих речовин і нітратами	між вмістом цукру й нітратами		між вмістом сухих речовин і нітратами	між вмістом цукру й нітратами
Весняний посів					
3.08	0,71	0,62	3.08	-0,50	-0,67
1.09	-0,93	-0,92	7.09	-0,62	-0,41
12.10	-0,96	-0,92	6.10	-0,13	-0,15
X	X	X	9.11	-0,29	-0,54
Літній посів					
1.09	0,71	0,65	7.09	0,23	-0,79
12.10	-0,86	-0,74	6.10	-0,19	0,47
X	X	X	9.11	-0,37	-0,43

Як видно з таблиці гіпотеза зворотнього кореляційного зв'язку підтверджується у 18 парах рядів із загальних 24 (75 %). Але присутність у різних періодах добору коефіцієнтів з високим (-0,92...-0,96), середнім (-0,41...-0,67) і низьким (-0,13...-0,37) рівнем зворотнього зв'язку вказує на залежність темпів протікання біохімічних процесів від погодних умов.

Так, середній рівень коефіцієнтів спостерігався в спекотних умовах липня (перевищення норми на 2,0 °C) й серпня (перевищення норми на 4,0 °C) 2010 року (добори 3-го серпня й 7-го вересня), а низькі – в надмірно вологих умовах (опаді 146 мм) кінця вересня – початку жовтня (добори 6-го жовтня).

Погодні умови 2009 року під час вегетації буряків були близькими до середньої багаторічної норми, тому з великою імовірністю можна передбачити, що за таких умов кореляція в початковий період (до пучкової стиглості) має прямий, а в період росту коренеплодів зворотній характер. Останнє ствердження базується на високих показниках коефіцієнтів (особливо з участю сухих речовин), які вказують на лінійний кореляційний зв'язок (рис 3).

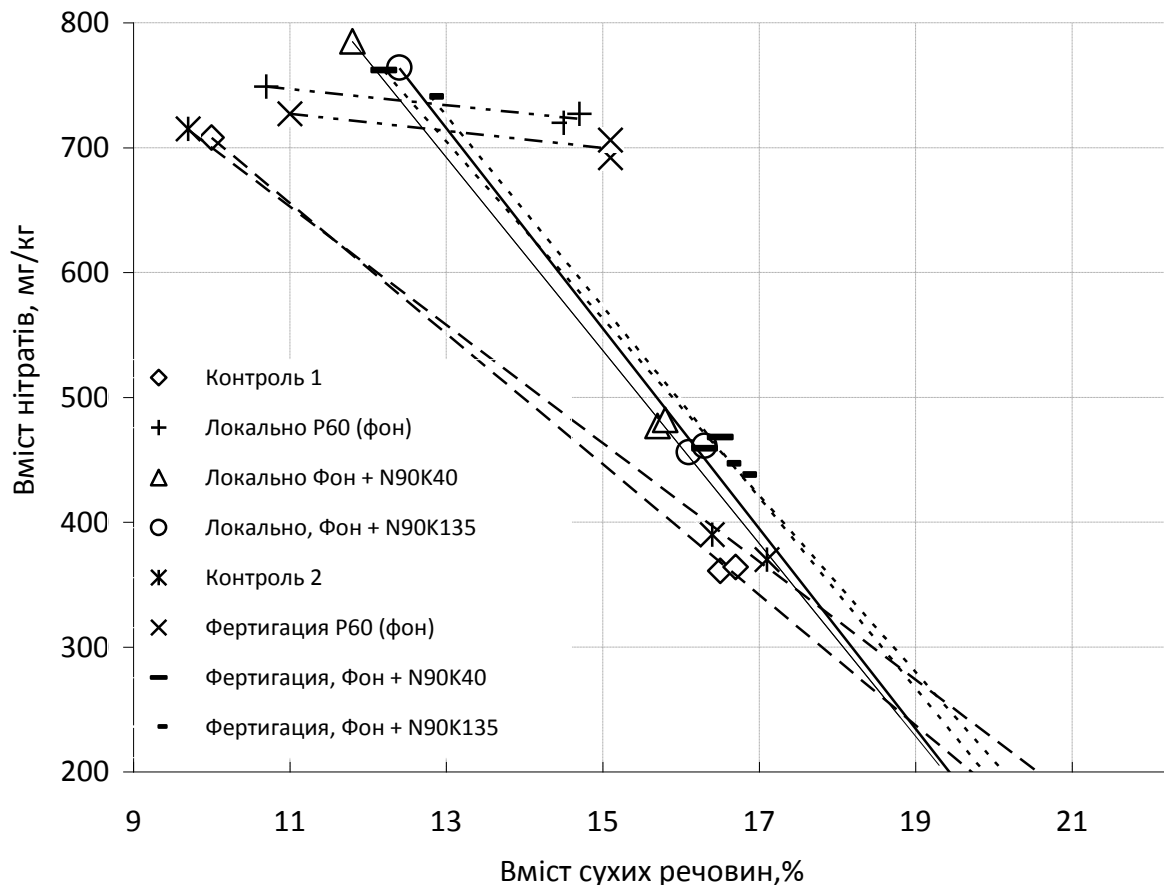


Рис. 3. Кореляційна залежність вмісту нітратів від накопичення сухих речовин у коренеплодах за внесення мінеральних добрив

Висновки. Внесення одних фосфорних добрив за вмісту доступного фосфору в орному шарі ґрунту на рівні 4,6–6,0 $\text{мг}/_{100\text{г}}$ не сприяє зниженню нітратів під час наростання вмісту в коренеплодах сухих речовин.

Внесення $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{40}$ на початку вегетації підвищує вміст сухих речовин і нітратів порівняно з контролем, а починаючи з пучкової стиглості, суттєво підвищує темпи зниження нітратів за зростання вмісту сухих речовин. Підвищення норми внесення калію з 40 до 135 кг д.р. за вмісту його обмінної форми в орному шарі ґрунту на рівні 30–32 $\text{мг}/_{100\text{г}}$ не впливає на цей процес як під час локального, так і подрібного (фертигація) способах внесення.

Для гарантованого одержання низьких показників вмісту нітратів слід планувати освіжаючі поливи, за перевищення норми добових температур на 2–4 $^{\circ}\text{C}$, і глибокі рихлення як запобіжний захід від перезволоження в кінці вегетації.

Список літератури

1. Горбатенко Е. М. Овощи – целители / Е. М. Горбатенко, И. Ю. Горбатенко. – Херсон : Наднепр. правда, 1992. – 176 с.

2. Гончаренко В. Ю. Агротехнічні та технологічні заходи зниження вмісту нітратів у овочах / В. Ю. Гончаренко // Овочівництво і баштанництво: між від. темат. наук. зб. – Х. : ІОБ, 2003. – Вип. 48. – С. 198–202.

3. Наукові принципи застосування добрив в овоче-кормовій сівозміні на чорноземі типовому зрошуваному в лівобережному Лісостепу України / [Л. П. Ходєєва, В. Ю. Гончаренко, Т. В. Парамонова та ін.] // Овочівництво і баштанництво: між. темат. наук. зб. Х.: ІОБ, 2007. – Вип. 53. – С. 236–253.

4. Дерюгин И. П. Агрохимические основы системы удобрения овощных и плодовых культур / И. П. Дерюгин, А. Н. Кулюкин. – М. : Агропромиздат, 1988. – 270 с.

5. Гончаренко В. Ю. Агротехнічні та технологічні заходи зниження вмісту нітратів у овочах / В. Ю. Гончаренко // Овочівництво і баштанництво: міжвід. темат. наук. зб. Х.: ІОБ, 2003. – Вип. 48. – С. 198–202.

6. Степанова Н. Е. Режимы орошения и дозы внесения удобрений для получения планируемой урожайности столовой свёклы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья: автореф. дис. на соиск. научн. степ. канд. с.х. наук: спец. 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» / Н. Е. Степанова. – Волгоград : ТГСА, 2009. – 18 с.

7. Штефан В. К. Жизнь растений и удобрения / В. К. Штефан. – М. : Московский рабочий, 1981. – 240 с.

8. Ромащенко М. Система удобрения овощных культур при микроорошении / М. Ромащенко, А. Шатковский // Овощеводство. – 2007. – № 9 (33). – С. 60–62.

Представлено результати досліджень впливу строку посіву, способів і норм внесення мінеральних добрив на показники якості свеклы столовой (содержание сухого вещества, сахара, нитратов). Установлено, что между накоплением сухого вещества и нитратов, а также между содержанием сахара и нитратами существует линейная обратная корреляционная зависимость.

Свекла столовая, удобрения, качество корнеплодов, сухое вещество, сахар, нитраты.

The results of studies of the effect of sowing dates, methods and norms of application of mineral fertilizers on the quality of beet roots (dry matter content, sugar, nitrates). It is established that between accumulation of dry matter content and nitrates, and also between sugar and nitrates there is a linear inverse correlation relationship.

Beet roots, mineral fertilizers, beet quality, dry matter content, sugar, nitrates.