



## KAPITEL 16 / CHAPTER 16<sup>16</sup>

### FEATURES OF THE ACCUMULATION OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN ROOT CROPS AND SHOOTS OF FODDER BEETS

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-22-01-003

#### Вступ

Кормова цінність рослинних кормів визначається вмістом необхідних для нормальної життєдіяльності тварин поживних речовин. Найбільш цінними в кормовому відношенні є: протеїн, жир, цукри, БЕР, клітковина, фосфор, калій, кальцій, натрій, каротин [4, 7, 8, 10, 13].

Як показують дослідження, останнім часом проблема протеїнового живлення постає особливо гостро з огляду на нагальну потребу в підвищенні продуктивності тварин і великих змін у технології годівлі та виробництві кормів. Протеїн став одним із лімітуючих факторів у системі виробництва продукції тваринництва [2, 6, 8, 10].

На основі досліджень встановлено, що буряки кормові – це важливі джерела вітамінів, незамінних амінокислот. Тому одним із шляхів забезпечення сільськогосподарських тварин цінними кормами є нарощування виробництва рослинних кормів за рахунок розширення посівів і підвищення врожайності буряків кормових. Згадані соковиті корми забезпечують високий збір поживних речовин, збалансованих за найбільш дефіцитними амінокислотами та іншими цінними речовинами [1-3, 9, 11, 14].

Доведено, що поживна цінність рослин буряків кормових залежить від комплексу факторів. З проведених наукових досліджень відомо, що найбільш ефективний спосіб підвищення врожайності та поліпшення якості продукції кормовиробництва є застосування добрив. За їх допомогою можна активно впливати на хімічний склад буряків. Встановлено, що підсилення азотного живлення рослин підвищує вміст у рослинних кормах білкових сполук, за одночасного зменшення вмісту вуглеводів. Це часто негативно впливає на якість рослинного корму, порушує цукрово-протеїнове співвідношення. Найзбалансованішим є корм, у якому цукрово-протеїнове співвідношення становить 1:1 [1-5, 12, 15].

<sup>16</sup>*Authors: Burko Lesya Nikolaevna, Svistunova Irina Vladimirovna, Lyakhovych Valentyna Vasylivna*



## **16.1. Значення макро- та мікроелементів для життєдіяльності тварин**

Дослідженнями встановлено, що зольні елементи, які входять до складу рослин у меншій кількості, ніж вуглець, мають важливе значення. Без їх участі неможливе утворення безазотистих та беззольних органічних сполук. Живлення рослин зольними елементами добре піддається регулюванню через застосування добрив [4, 10].

Доведено, що тваринний організм без органічних речовин може прожити до 40 діб залежно від запасу білків, жирів і вуглеводів; без води – до 10 діб з урахуванням вмісту жиру в організмі (жир є депо води); без зольних елементів – не більше 5 діб. Зольні речовини входять до складу структурних елементів тіла тварини. Кожна клітина містить ті чи інші зольні елементи. Утворення нових клітин у зростаючих тварин неможливе без відкладення в них мінеральних речовин. Ці відкладення містяться головним чином у кістках та інших тканинах організму [7, 8, 13].

Ряд авторів вважає, що зольні речовини необхідні для синтезу життєво важливих сполук і входять до складу молекул складних органічних структур. Наприклад, залізо корму разом із міддю і марганцем спрямовується на побудову гемоглобіну крові, завдяки якому в організмі відбувається перенесення кисню і вуглекислого газу. Фосфор входить до складу таких органічних сполук, як казеїн, нуклеїнові кислоти, фосфіди тощо. Сірка бере участь у синтезі амінокислот – метіоніну, цистину й цистеїну, які містяться в білку тіла. Йод є незамінним елементом в утворенні гормонів щитовидної залози. Хлор виступає головним елементом в освіті пепсину – ферменту шлункового соку [4, 7].

Зважаючи на наведене вище, можна стверджувати, що зольні речовини необхідні для підтримки тварин у здоровому стані, для правильного розвитку молодняка і нормального розмноження. Забезпечення в повній нормі зольними речовинами тварин під час відгодівлі сприяє пришвидшенню строків відгодівлі та зниженню витрат кормів на приріст маси тіла [8, 10].

Таким чином, мінеральна частина кормового раціону відіграє важливу роль в організації повноцінної годівлі тварин. Тільки за наявності в раціоні необхідної кількості зольних речовин організм тварини найбільш повно використовує поживні речовини корму, зберігає здоров'я та забезпечує максимальну продуктивність.

Загальновідомо, що в організації повноцінного мінерального живлення важливе значення мають мікроелементи. Вони беруть участь у регулюванні основних фізіологічних процесів у тваринному організмі – зростання, розвитку,



розмноження, кровотворення, дихання тощо. Мікроелементи входять до складу гормонів, ферментів, вітамінів, беруть активну участь в обмінних функціях тваринного організму [4, 7, 8].

Дослідники вказують, що у районах зі зниженим або підвищеним вмістом мікроелементів у ґрунті, воді і рослинних кормах тварини опиняються в умовах неповноцінного мінерального живлення. Своєчасна добавка до раціонів відсутніх мікроелементів нормалізує обмін речовин в організмі, сприяє підвищенню повноцінності харчування та продуктивності тварин [10, 13].

З мікроелементів, які містяться у коренеплодах та гичці буряків кормових, найбільше значення для тварин мають мідь, цинк, марганець, бор та ін.

Ряд авторів вважає, що мідь відіграє істотну роль у процесі кровотворення як біокатализатор, що стимулює утворення гемоглобіну з неорганічних сполук заліза. Мідь має істотне значення для росту тварин і позитивно впливає на стійкість організму проти захворювань. За нестачі міді в кормах у тварин посилюється захворювання на анемію, у овець з'являється своєрідна хвороба «лизуха». Діагностичною ознакою недостатності міді в раціонах і організмі є поява в крові незрілих форм еритроцитів [7, 8, 10].

Численними дослідженнями встановлено, що в організмі тварин цинк зосереджений головним чином у кістках і шкірі. Він необхідний для нормального росту, розвитку і статевого дозрівання, підтримки репродуктивної функції, смаку та нюху, нормального перебігу загоєння ран і т. п. Цинк впливає на обмінні процеси, зокрема підвищує всмоктування азотистих речовин і використання організмом вітамінів, що, у свою чергу, підсилює ріст молодняку. У разі недостатності цинку у свиней з'являється паракератоз – захворювання, що характеризується ураженням шкіри, втратою і збоченням апетиту (тварини гризуть дерев'яні годівниці). Паракератоз у свиней виникає найчастіше при годівлі сухим кормом із надлишком кальцію. Нестача цинку в кормах пригнічує ріст, знижує плодючість тварин і може привести до безпліддя [4, 13].

Доведено, що марганець у тілі тварин присутній у кістках, крові та в усіх м'яких тканинах. У найбільшій кількості марганець міститься в печінці та підшлунковій залозі. Марганець стимулює тканинне дихання, бере участь у синтезі аскорбінової кислоти (вітаміну С), ферментів фосфатази і пероксидази. Він необхідний як катализатор при використанні в організмі тварин тіаміну (вітаміну В1). Встановлено, що у свиней і птиці марганець стимулює ріст і розвиток. Крім того, цей елемент необхідний для отримання хороших інкубаційних яєць, для нормального розвитку ембріонів [8, 10].



## **16.2. Вміст золи та макроелементів у коренеплодах і гичці буряків кормових**

За одержаними результатами, важливими факторами, які впливають на вміст зольних елементів в буряках кормових, є сортові особливості, рівні удобрення, густина рослин та ґрунтово-кліматичні умови. Зважаючи на це, було здійснено визначення вмісту зольних елементів у коренеплодах та гичці буряків кормових залежно від елементів технології вирощування.

Як показали дослідження, на вміст сирої золи, азоту, фосфору і калію у коренеплодах та гичці впливає густина рослин, удобрення та сортові особливості (табл. 1). У гичці сирої золи, азоту, фосфору та калію була більша кількість, ніж у коренеплодах. Із збільшенням густоти рослин їх кількість зменшувалася. Так, при густоті 60 тис. шт./га у коренеплодах сирої золи виявилось – 5,20-6,97 %, азоту – 2,01-2,19 %, фосфору – 0,32-0,49 %, калію – 0,98-1,61 %, а за густоти 100 тис. шт./га вміст сирої золи становив 4,32-6,43 %, азоту – 1,82-2,19 %, фосфору – 0,22-0,45 %, калію – 0,90-1,53 %.

Зі збільшенням доз внесених добрив вміст азоту, фосфору та калію підвищувався. Так, за внесення тільки органічних добрив у нормі 40 т/га гною під попередник вміст сирої золи у коренеплодах знаходився в межах 4,32-5,47 %, азоту – 1,82-2,05 %, фосфору – 0,22-0,32 %, калію – 0,90-1,06 %, у гичці – азоту – 3,06-3,16 %, фосфору – 0,49-0,54%, калію – 1,40-1,48 %.

За внесення органічних (під попередник) та мінеральних добрив у дозі 40 т/га гною під попередник +  $N_{120}P_{120}K_{140}$  та 40 т/га гною під попередник +  $N_{180}P_{180}K_{210}$  сирої золи містилося 5,13-6,97 %, азоту – 2,04-2,29 %, фосфору – 0,29-0,51 % та калію 1,16-1,62 %. У гичці при цьому ж удобренні вміст сирої золи коливався від 21,13-23,17 %, азоту – 3,31-3,53 %, фосфору – 0,50-0,62 %, калію – 1,54-2,02 %.

У гичці буряків кормових серед мікроелементів найвищим виявився вміст азоту, який залежно від удобрення та густоти рослин становив 3,06-3,53 %, у коренеплодів його показник був дещо меншим – 1,82-2,29 %.



**Таблиця 1. – Вміс золи і макроелементів у коренеплодах та гичці  
буряків кормових, %**

Гібрид	Удобрення	Густота рослин тис./га	Коренеплоди				Гичка			
			Сира зола	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Сира зола	N	P <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
Козіма	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	5,20	2,05	0,32	1,06	19,56	3,16	0,54	1,46
		80	4,80	1,93	0,28	1,01	19,26	3,09	0,52	1,44
		100	4,32	1,82	0,27	0,96	18,81	3,06	0,49	1,40
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	5,87	2,11	0,36	1,36	21,87	3,44	0,56	1,67
		80	5,40	2,08	0,33	1,30	21,53	3,40	0,54	1,61
		100	5,13	2,04	0,31	1,26	21,13	3,32	0,52	1,54
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	6,50	2,29	0,51	1,62	22,57	3,53	0,59	2,02
		80	6,00	2,23	0,47	1,56	21,56	3,48	0,56	1,98
		100	5,53	2,16	0,45	1,52	20,78	3,42	0,52	1,95
Центаур-полі	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	5,47	2,01	0,31	0,98	20,26	3,16	0,55	1,48
		80	5,07	1,93	0,27	0,94	19,74	3,12	0,53	1,45
		100	4,77	1,88	0,23	0,90	19,22	3,09	0,50	1,42
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	5,87	2,12	0,38	1,27	22,70	3,46	0,56	1,88
		80	5,57	2,09	0,34	1,24	22,07	3,37	0,53	1,79
		100	5,33	2,04	0,29	0,49	21,63	3,31	0,50	1,73
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	6,97	2,29	0,49	1,61	23,17	3,55	0,62	2,05
		80	6,60	2,25	0,45	1,55	22,60	3,52	0,59	2,02
		100	6,43	2,19	0,42	1,50	21,93	3,46	0,57	1,95
Солідар	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	5,33	2,03	0,32	1,03	19,67	3,13	0,53	1,46
		80	4,97	1,97	0,28	0,96	19,14	3,09	0,51	1,43
		100	4,67	1,93	0,22	0,92	18,81	3,06	0,49	1,41
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	5,87	2,16	0,38	1,27	22,21	3,48	0,55	1,73
		80	5,73	2,10	0,35	1,22	21,84	3,44	0,56	1,66
		100	5,40	2,04	0,32	1,16	21,39	3,41	0,50	1,60
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	6,63	2,28	0,47	1,61	22,68	3,55	0,58	1,99
		80	6,27	2,23	0,44	1,57	21,97	3,49	0,55	1,92
		100	5,97	2,19	0,41	1,53	21,37	3,46	0,52	1,89
Sx			0,13	0,03	0,02	0,06	0,26	0,03	0,01	0,04
V%			9,4	6,2	22,9	23,6	6,4	5,3	6,1	13,7
HIP <sub>05</sub>			0,4	0,1	0,0	0,2	0,8	0,10	0,02	0,13



### **16.3. Вміст мікроелементів у коренеплодах та гичці буряків кормових залежно від елементів технології вирощування**

Враховуючи важливість мікроелементів для годівлі тварин, було виконано дослідження щодо їх вмісту в коренеплодах та гичці буряків кормових, залежно від впливу різних рівнів удобрення, густоти рослин та сортових особливостей.

При цьому встановлено, що удобрення та густота рослин впливають на накопичення мікроелементів у коренеплодах та гичці буряків кормових (табл. 2 та табл. 3).

Найбільше міді, бору, цинку та марганцю містилося у коренеплодах при густоті рослин 60 тис.шт./га. Збільшення густоти до 80 і 100 тис.шт./га призводило до зменшення вмісту мікроелементів. Так, за густоти 60 тис.шт./га міді містилося 9,4 мг/кг, при густоті 100 тис. шт./га – 5,1 мг/кг (за різної норми удобрення та в одного гібрида).

При внесенні тільки органічних добрив у нормі 40 т/га гною під попередник міді у коренеплодах містилося, залежно від густоти та гібриду, 4,3-7,7 мг/кг абсолютно сухої речовини, бору – 11,5-14,1 мг/кг, цинку – 32,3-58,3 мг/кг та марганцю – 33,1-48,3 мг/кг. За внесення органічних (під попередник) і мінеральних добрив кількість мікроелементів збільшувалася і становила, при нормі 40 т/га гною під попередник + N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>140</sub>: цинку – 4,6-9,4 мг/кг, бору – 11,5-15,7 мг/кг, цинку – 43,2-60,7 мг/кг і марганцю – 37,5-72,5 мг/кг. При нормі 40 т/га гною під попередник + N<sub>180</sub> P<sub>180</sub> K<sub>210</sub> мікроелементів містилося відповідно: 3,9-9,3 мг/кг, 12,7-16,6 мг/кг, 53,0-67,4 мг/кг, 38,1-89,3 мг/кг.

Серед гібридів, які досліджували, найбільше мікроелементів, зокрема міді, бору, цинку та марганцю, виявилось у Центаур-Полі. Гібриди Козіма і Солідар містили меншу кількість мікроелементів. У гібрида Центаур-Полі міді було 9,4 мг/кг, а у Козіма і Солідар, за однакової густоти та удобрення 8,3 мг/кг.

При вивченні вмісту мікроелементів у гичці буряків кормових було встановлено, що тут їх міститься більша кількість ніж у коренеплодах. Так, бору у гичці містилося 16,3-55,8 мг/кг, а у коренеплодах їх кількість була значно меншою і становила 11,5-16,6 мг/кг, марганцю у гичці було – 132-215 мг/кг, у коренеплодах значно менше – 33,1-89,3 мг/кг. Найбільшою мірою впливала густота рослин. Так, при густоті 60 тис.шт./га вміст мікроелементів становив: міді – 7,3-9,4 мг/кг, бору – 21,8-39,2 мг/кг, цинку 41,5-61,4 мг/кг і марганцю – 144-215 мг/кг. За густоти 100 тис. шт./га їхня кількість була дещо нижчою і становила відповідно міді – 6,4-8,5 мг/кг, бору – 16,3-46,6 мг/кг, цинку 37,1-82,1 мг/кг і марганцю – 132-187 мг/кг.



**Таблиця 2 – Вміст мікроелементів у коренеплодах буряків кормових залежно від удобрення і густоти, мг/кг сухої речовини**

Гібрид	Удобрення	Густина рослин, тис./га	Cu	B	Zn	Mn
Козіма	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	7,3	13,8	55,4	46,1
		80	6,2	12,2	45,1	38,8
		100	4,5	11,5	32,3	33,1
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	8,3	14,5	59,9	71,7
		80	6,7	13,4	53,3	49,9
		100	4,6	12,4	44,3	38,9
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	8,6	15,9	65,6	87,6
		80	6,5	13,9	61,2	57,3
		100	4,7	13,0	53,0	38,6
Центаур-Полі	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	7,7	14,1	58,3	48,3
		80	5,5	13,3	44,6	41,6
		100	4,9	12,6	34,1	36,4
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	9,4	15,7	60,7	72,5
		80	6,7	14,3	58,5	50,5
		100	5,1	13,1	53,9	37,5
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	9,3	16,6	67,4	89,3
		80	7,5	15,3	60,3	71,6
		100	5,2	14,2	55,4	38,1
Солідар	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	6,7	13,4	55,9	43,4
		80	5,3	12,2	46,1	38,6
		100	4,3	11,7	33,2	33,2
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	8,4	14,0	58,0	70,8
		80	7,3	12,9	52,4	54,0
		100	5,2	12,2	43,2	39,5
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	8,3	14,6	63,7	87,4
		80	4,6	13,4	57,9	59,8
		100	3,9	12,7	54,5	38,3
Sx			0,32	0,25	1,84	3,42
V%			25,8	9,5	18,0	33,9
HIP <sub>05</sub>			1,0	0,7	5,5	10,29



**Таблиця 3 – Вміст мікроелементів у гичці буряків кормових залежно від удобрення і густоти, мг/кг сухої речовини**

Гібрид	Удобрення	Густота рослин тис/га	Cu	B	Zn	Mn
Козіма	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	7,6	22,8	43,2	153
		80	7,5	20,7	40,8	144
		100	7,1	16,3	38,5	138
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	8,1	36,7	54,7	173
		80	7,6	34,4	50,8	166
		100	7,3	31,1	48,6	154
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	8,5	46,8	85,7	203
		80	8,1	43,4	77,8	185
		100	7,4	41,1	72,7	177
Центаур-Полі	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	8,3	23,9	47,1	164
		80	7,8	20,9	44,7	158
		100	7,6	19,1	40,9	153
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	9,4	39,2	61,4	184
		80	8,8	37,8	58,7	176
		100	8,5	36,8	54,4	161
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	9,5	55,8	92,6	215
		80	9,1	50,1	87,8	203
		100	8,3	46,6	82,1	187
Солідар	40 т/га гною під попередник (контроль)	60	7,3	21,8	41,5	144
		80	6,8	20,7	38,4	138
		100	6,4	17,0	37,1	132
	40 т/га гною під попередник + N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>140</sub>	60	7,7	34,4	52,6	166
		80	7,4	32,5	50,8	152
		100	7,0	29,6	47,7	145
	40 т/га гною під попередник + N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>210</sub>	60	8,3	45,5	84,8	193
		80	7,7	43,0	75,7	181
		100	7,1	40,3	70,1	166
Sx			0,15	2,15	3,41	4,20
V%			9,9	33,3	30,2	13,1
НІР <sub>05</sub>			0,4	6,5	10,3	12,64





Серед гібридів найбільше мікроелементів як у гичці, так і у коренеплодах, містилося у Центаур-Полі.

Таким чином, вивчення впливу удобрення на вміст мікроелементів у гичці буряків кормових показало, що внесення органічних (під попередник) і мінеральних добрив має безпосередній вплив. За внесення тільки органічних добрив вміст мікроелементів був дещо меншим

## **Висновки**

В представленій роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, що виявляється у встановленні закономірностей формування кормової якості коренеплодів і гички буряків кормових через оптимізацію живлення, формування густоти рослин та підбору гібридів з метою виробництва високоякісних соковитих кормів.

Агрокліматичні умови Правобережного Лісостепу сприятливі для вирощування буряків кормових, проте обмежуючим фактором збільшення врожайності є дефіцит поживних речовин у ґрунті.

За внесення 40 т/га гною під попередник +  $N_{180}P_{180}K_{210}$  у сухій речовині коренеплодів нагромаджується 4,7-9,3 мг/кг міді, 12,7-16,6 мг/кг бору, 53,0-67,4 мг/кг цинку, 38,1-89,3 мг/кг сухої речовини марганцю, гички відповідно – 7,1-9,5; 40,3-55,8; 70,1-92,6; 166-215 мг/кг сухої речовини.

Найвищий вміст макро- та мікроелементів формується на ділянках за внесення  $N_{180}P_{180}K_{210}$  на фоні післядії 40 т/га гною Встановлено, що із збільшенням густоти рослин від 60 до 100 тис. шт./га поживність зростала. Найвпливовішим фактором є добрива, частка впливу якого на накопичення макро- та мікроелементів у коренеплодах та гичці була найвищою.