

## ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СТОЛОВОЙ СВЕКЛОЙ

*И.Р. Вильдфлуш, д.с.-х.н., УО БГСХА, А.Р. Цыганов, ак. НАН Беларуси, д.с.-х.н., БНТУ, Н.Э. Хизанейшвили, УО БГСХА*

*213410, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5;*

*тел. (3752233)79638, e-mail: [nukzar2692@tut.by](mailto:nukzar2692@tut.by)*

*На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве максимальная продуктивность столовой свеклы (55,7 т/га), а также наибольшее содержание в корнеплодах сухого вещества (17,4 %) и сахаров (15,3 %) отмечены при применении микроудобрения МикроСтим Бор, Медь на фоне  $N_{100}P_{90}K_{140}$ .*

*Ключевые слова: свекла столовая, удобрения, качество, вынос элементов питания.*

Для цитирования: Вильдфлуш И.Р., Цыганов А.Р., Хизанейшвили Н.Э. Влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность, качество корнеплодов и вынос элементов питания столовой свеклой // Плодородие. – 2022. – №4. – С. 6-8. DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.02.

В условиях дерново-подзолистых почв Беларуси получение высоких и устойчивых урожаев невозможно без применения удобрений. На современном этапе развития сельского хозяйства важную роль играют комплексные и микроудобрения, а также регуляторы роста. Это при грамотном использовании позволяет раскрыть потенциал культуры и повысить качество получаемой продукции [3].

**Цель исследований** – изучить влияние макро-, микроудобрений и регулятора роста на урожайность, качество корнеплодов свеклы столовой и вынос элементов питания.

**Методика.** Исследования проводили со столовой свеклой белорусского сорта Гаспадыня в 2018-2020 г. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства Белорусской ГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки 14,4 м<sup>2</sup>, учетная – 10,8 м<sup>2</sup>, повторность опыта – четырехкратная. Предшественник – картофель.

В опытах применяли удобрения: карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (42 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 % N), хлорид калия (60 % K<sub>2</sub>O), комплексное удобрение марки 13:12:19 + B<sub>0,15</sub>Mn<sub>0,1</sub>, Эколист Бор (150 г/л бора), МикроСтим В (150 г/л бора, 0,6-8,0 гуматов, 50 г/л N), МикроСтим Cu (78 г/л меди, 0,6-5,0 гуматов, 65 г/л N), МикроСтим В, Cu (40 г/л бора, 40 меди, 0,6-6,0 гуматов, 65 г/л N), регулятор роста Экосил (50 г/л тритерпеновых кислот), водорастворимое комплексное удобрение с микроэлементами Лифдрил (10 % N, 8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 42 K<sub>2</sub>O, 1 MgO, 3 SO<sub>3</sub>, 0,025 Fe, 0,035 Mn, 0,015 Zn, 0,003 Cu, 0,015 B, 0,003 % Mo), жидкое комплексное удобрение Агрикола вегета-аква (1,8 % N, 1,2 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,2 K<sub>2</sub>O, 0,2 % гуматов, Cu, Zn, B, Mn) (производство ЗАО «Техноэкспорт», Россия).

Почва опытного участка характеризовалась низким и средним содержанием гумуса (1,2-1,8 %), кислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды (рН<sub>KCl</sub> 5,5-6,1), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (209-266 мг/кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калия (294-295 мг/кг K<sub>2</sub>O), низким и средним содержанием подвижных форм меди и цинка (1,54-1,71 и 1,53-3,75 мг/кг почвы соответственно).

Агротехника свеклы столовой соответствовала технологическим регламентам [4]. Статистическую обработку полученных данных проводили по методикам Б.А. Доспехова [2] и М. Ф. Дембицкого [1].

Вегетационный период 2018 г. характеризовался температурой выше климатической нормы в сочетании с дефицитом влаги весной и в середине лета. В 2019 г. в первой половине лета отмечались дефицит осадков и повышенная температура воздуха, а во второй половине – наступила холодная погода с затяжными дождями. Вегетационный период 2020 г. характеризовался температурой ниже климатической нормы с избыточным увлажнением.

**Результаты и их обсуждение.** Применение минеральных удобрений в дозах  $N_{70}P_{60}K_{100}$  и  $N_{90}P_{80}K_{130}$  обеспечивало прибавку урожайности корнеплодов 15,1 и 22,2 т/га соответственно по отношению к контролю (табл. 1).

Некорневая подкормка посевов свеклы микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим Бор на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышала урожайность корнеплодов на 4,8 и 5,4 т/га соответственно.

Комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение марки 13:12:19 с бором и марганцем по сравнению с вариантом, где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия в эквивалентных дозах ( $N_{90}P_{80}K_{130}$ ), повышало урожайность корнеплодов свеклы на 8,3 т/га, а окупаемость 1 кг NPK была максимальной в опыте.

Применение микроудобрения МикроСтим Медь на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  обеспечило прибавку урожая 4,1 т/га, а микроудобрения МикроСтим Бор, Медь на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  и  $N_{100}P_{90}K_{140}$  – урожайность 52,8 и 55,7 т/га соответственно. Применение регулятора роста Экосил в посевах свеклы на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышало урожайность корнеплодов на 4,1 т/га. Прибавка урожайности корнеплодов от использования жидкого комплексного удобрения с микроэлементами Агрикола вегета-аква на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  была минимальной и составила 3,6 т/га. Обработка посевов комплексным удобрением с микроэлементами Лифдрил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышала урожайность корнеплодов на 6,2 т/га. Окупаемость 1 кг NPK 95 кг корнеплодов была приведена в таблице 1.

1. Урожайность и показатели качества корнеплодов столовой свеклы (среднее за 2018-2020 г.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг корнеплодов	Товарность	Сухое вещество	Сахара	Нитраты, мг/кг сырой массы			Средняя масса корнеплода, г
			%			2018 г.	2019 г.	2020 г.	
1. Контроль (б/у)	23,8	-	68,6	14,0	10,4	882	645	101	107
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	38,9	66	85,0	13,5	11,1	1078	870	157	154
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	46,0	74	88,6	14,7	11,8	1341	1025	339	195
4. Фон + Эколист В	50,8	90	92,6	16,1	13,2	1209	913	172	240
5. АФК с B <sub>0,15</sub> Mn <sub>0,1</sub> в дозе, экв. варианту 3	54,3	102	96,2	16,3	13,8	1203	808	355	235
6. Фон + МикроСтим В	51,4	92	94,1	15,9	13,2	1237	865	152	249
7. Фон + МикроСтим Cu	50,1	88	90,5	15,7	12,8	1261	898	151	226
8. Фон + МикроСтим В, Cu	52,8	97	93,2	17,2	14,4	1242	753	117	241
9. Фон + Экосил	50,1	88	90,4	15,3	12,8	1171	772	86	215
10. Фон + Агрикола вегета-аква	49,6	86	89,6	15,4	12,5	1125	836	103	218
11. Фон + Лифдрип	52,2	95	94,9	16,8	14,9	1231	820	166	261
12. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Cu	55,7	97	93,3	17,4	15,3	1354	923	276	262
НСП <sub>05</sub>	1,7	-	2,5	0,6	0,7	58	39	52	10

Внесение минеральных удобрений увеличивало выход товарных корнеплодов. Наибольшая доля товарных корнеплодов отмечена в варианте АФК с B<sub>0,15</sub>Mn<sub>0,1</sub>, внесенного в дозе N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub>, эквивалентной варианту с применением мочевины, аммонизированного суперфосфата и хлорида калия – она была выше, чем в варианте 3 на 7,6 %.

Высокая доля товарных корнеплодов свеклы наблюдалась в варианте с использованием Лифдрип на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> – на 6,3 % больше, чем в фоновом варианте. Борсодержащие микроудобрения Эколист Бор и МикроСтим Бор на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> увеличивали товарность корнеплодов свеклы на 4,0 и 5,5 % соответственно. Обработка посевов свеклы микроудобрением МикроСтим Бор, Медь на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> и N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> повышала товарность корнеплодов на 4,3 и 4,4 % соответственно.

На фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> обработка посевов микроудобрениями Эколист Бор, МикроСтим Бор, МикроСтим Медь, МикроСтим Бор, Медь повышала содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы на 1,4, 1,2, 1 и 2,5 % соответственно.

В вариантах с применением жидкого комплексного удобрения с микроэлементами Агрикола вегета-аква и комплексного удобрения с микроэлементами Лифдрип на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышалось содержание сухого вещества на 0,7 и 2,1 % соответственно. Наибольшее содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы отмечено при применении микроудобрения МикроСтим Бор, Медь на фоне N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.

Внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> по сравнению с контролем увеличивало содержание сахаров на 0,7 % – с 10,4 до 11,1 %, а дальнейшее повышение уровня минерального питания до N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышало содержание сахаров на 1,4 – 11,8 %. Комплексное АФК – удобрение с бором и марганцем, которое вносили в дозе, эквивалентной варианту 3, где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия, увеличивало содержание сахаров на 2,0-13,8 %.

Некорневая подкормка микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим Бор на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> равнозначно увеличивала содержание сахаров на 1,4 % . Обработка посевов свеклы микроудобрениями МикроСтим Медь и МикроСтим Бор, Медь на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышала содержание сахаров в корнеплодах на 1,0 и 2,6 % соответственно. Применение регулятора роста Экосил на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> увеличивало содержание сахаров на 1,0 %.

Подкормки посевов свеклы жидким комплексным удобрением с микроэлементами Агрикола вегета-аква и

французским комплексным удобрением с микроэлементами Лифдрип на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышали содержание сахаров в корнеплодах на 0,7 и 3,1 % соответственно. Наибольшее содержание сахаров в корнеплодах свеклы было в варианте N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> + МикроСтим Бор, Медь – 15,3 %.

За период исследований в 2018-2020 г. уровень содержания нитратов в корнеплодах столовой свеклы не превышал ПДК, значение которой для столовой свеклы составляет 1400 мг/кг сырой массы.

Все изучаемые микроудобрения, а также комплексные для основного внесения и некорневых подкормок по сравнению с фоном оказывали положительное влияние на величину средней массы корнеплода, которая повышалась на 20-66 г. За годы исследований наибольшей массы корнеплоды столовой свеклы достигли при применении повышенных доз минеральных удобрений N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> с двукратной некорневой подкормкой микроудобрением МикроСтим В, Cu.

Применение удобрений оказывало наиболее существенное влияние на содержание в корнеплодах и ботве столовой свеклы азота (табл. 2). Наибольшее содержание азота в корнеплодах свеклы столовой отмечено в варианте N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> + Эколист В – 1,6 %.

Содержание фосфора в корнеплодах существенно не изменялось, за исключением вариантов с применением комплексного АФК – удобрения с бором и марганцем, а также с некорневой подкормкой посевов микроудобрением Эколист В на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> – в этих вариантах содержание фосфора повышалось на 0,14 %. В ботве содержание фосфора значительно увеличилось в варианте с комплексным удобрением с бором и марганцем, также где на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> применяли МикроСтим В, Cu и регулятор роста Экосил.

Содержание калия в корнеплодах свеклы, в отличие от ботвы, было более стабильным и существенно не изменялось при применении удобрений и регуляторов роста. Наиболее значительно содержание калия в ботве свеклы возрастало в вариантах, где на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> применяли Эколист В, МикроСтим В, МикроСтим В, Cu и ЖКУ Агрикола вегета-аква.

По имеющимся данным [5], в продукции растениеводства оптимальная концентрация меди составляет 7-12 мг/кг, марганца – 40-70, цинка – 20-40 мг/кг сухой массы. Оптимальное содержание меди в корнеплодах свеклы было при применении микроудобрения МикроСтим Медь на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub>, цинка – в варианте с обработкой посевов ЖКУ Агрикола вегета-аква на фоне

N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub>, марганца – в вариантах с применением АФК с бором и марганцем, МикроСтим Бор на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub>, МикроСтим Бор, Медь на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> и на фоне N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.

**2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на содержание элементов питания в ботве (в числителе) и корнеплодах (в знаменателе) столовой свеклы (среднее за 2018-2020 г.)**

№ варианта опыта	Содержание макро- (%) и микроэлементов (мг/кг) в сухом веществе					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	Mn
1	2,06	0,97	5,65	7,74	18,35	165,88
	1,01	0,69	3,65	3,60	12,13	27,23
2	2,65	0,93	4,70	8,78	21,32	156,22
	1,35	0,67	3,44	3,99	11,75	23,25
3	2,89	0,99	4,34	8,27	21,82	179,03
	1,35	0,65	3,71	4,73	12,96	30,34
4	2,75	1,03	4,91	8,67	28,16	202,34
	1,60	0,79	3,66	5,54	15,49	34,02
5	2,11	1,18	4,74	7,75	26,30	502,83
	1,57	0,79	3,94	5,77	15,93	68,78
6	2,71	0,98	5,36	8,49	28,97	215,02
	1,38	0,69	3,49	5,74	14,28	40,27
7	2,73	0,80	4,35	10,93	29,76	311,54
	1,29	0,80	3,68	7,60	14,98	39,32
8	2,63	0,77	5,09	9,33	32,10	354,38
	1,28	0,66	3,74	6,31	14,62	41,23
9	2,66	0,69	4,65	8,53	25,13	230,36
	1,55	0,73	3,65	5,81	15,25	29,68
10	2,82	0,99	5,45	8,63	17,09	234,08
	1,54	0,71	3,50	6,13	26,71	31,96
11	2,61	1,05	5,13	9,30	30,98	318,55
	1,32	0,71	3,69	5,80	17,61	33,52
12	2,65	0,88	4,46	9,23	31,62	326,69
	1,55	0,70	3,90	6,90	16,61	40,86
НСР <sub>05</sub>	0,12	0,07	0,24	0,49	1,25	17,15
	0,08	0,06	0,24	0,26	0,79	1,77

Общий вынос элементов питания зависел от урожайности столовой свеклы и их содержания в основной и побочной продукции. Заметное влияние на увеличение выноса основных элементов питания оказывали макро-, микроудобрения и регулятор роста, что связано с повышением продуктивности растений (табл. 3). Удельный вынос азота, фосфора и калия на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции столовой свеклы существенно не изменялся. Наибольшее значение удельного выноса азота отмечалось в варианте с повышенной дозой азота (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> + МикроСтим В, Cu) – 4,4 кг/т.

Таким образом, результаты исследований показали, что при возделывании свеклы столовой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее эффек-

тивна подкормка посевов микроудобрением МикроСтим Бор, Медь, что обеспечило получение урожайности корнеплодов 55,7 т/га с содержанием сухого вещества 17,4 % и сахаров – 15,3 %.

**3. Общий (в числителе) и удельный (в знаменателе) вынос элементов питания растениями свеклы столовой в зависимости от применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста (среднее за 2018-2020 г.)**

№ варианта опыта	Вынос макро- (кг/га, кг/т) и микроэлементов (г/га, г/т)					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	Mn
1	64	37	209	23,3	70,3	351,6
	2,7	1,6	8,8	1,0	2,8	13,8
2	127	55	281	39,4	108,8	456,5
	3,3	1,4	7,2	1,0	2,8	11,7
3	171	71	371	53,7	148,2	700,9
	3,7	1,6	8,1	1,2	3,2	15,2
4	219	98	456	72,0	216,6	942,7
	4,3	1,9	9,0	1,4	4,3	18,5
5	207	108	504	74,9	225,6	2227,3
	3,8	2,0	9,3	1,4	4,2	41,2
6	200	88	461	72,9	210,7	1038,5
	3,9	1,7	9,0	1,4	4,1	20,1
7	184	87	423	91,1	209,9	1255,6
	3,7	1,7	8,5	1,8	4,2	25,0
8	208	87	518	87,9	244,7	1598,9
	3,9	1,6	9,8	1,7	4,6	30,2
9	200	77	424	69,4	196,8	980,0
	4,0	1,5	8,4	1,4	3,9	19,3
10	206	85	440	71,9	215,5	1006,3
	4,2	1,7	8,9	1,5	4,3	20,0
11	201	96	488	79,2	253,2	1269,3
	3,8	1,8	9,4	1,5	4,9	24,6
12	245	99	544	98,1	277,2	1508,3
	4,4	1,8	9,8	1,8	5,0	27,3

*Литература*

1. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактарага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Нац. акад. аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 235 С.
3. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро-, микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – 34 с.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское научное унитарное предприятие "Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси". – Минск : Беларуская навука, 2010. – 518 с.
5. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2011. – 293 с.

**INFLUENCE OF MACRO-, MICRO-FERTILIZERS AND REGULATOR OF GROWTH ON YIELD, QUALITY OF ROOTS AND REMOVAL OF FOOD BEET**

*I. R. Vildflush, professor of the Department of Agrochemistry, EI BSAA, Doctor of Agricultural Sciences sciences;  
A. R. Tsyganov, first vice-rector of BNTU, professor, academician of the National Academy of Sciences of Belarus,  
doctor of agricultural sciences sciences;*

*N. E. Khizaneishvili, assistant of the Department of Agriculture, EI BSAA  
213410, Republic of Belarus, Mogilev region, Gorki, st. Michurina, 5; Tel. (3752233) 79638, e-mail: nukzar2692@tut.by*

*On sod-podzolic light loamy soil, the maximum productivity of table beet (55,7 t / ha), as well as the highest content of dry matter (17,4%) and sugars (15,3%) in root crops, were achieved with the use of MicroStim Bor micronutrient fertilizer, Copper on the background N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.*

*Key words: beetroot, fertilizers, quality, removal of food elements.*