

Применение комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок при возделывании свеклы столовой

И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук, Н. Э. Хизанейшвили, ассистент
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 12.04.2021 г.)

В статье изложены результаты исследований по применению комплексных удобрений с микроэлементами при возделывании свеклы столовой. Установлено, что предпосевное внесение комплексного АФК удобрения марки 13:12:19 с бором и марганцем, а также некорневые подкормки жидким комплексным удобрением Агрикола вегета аква и водорастворимым комплексным удобрением Лифдрил позволяют значительно повысить урожай и качество корнеплодов свеклы столовой.

Введение

Применение минеральных удобрений влияет не только на количественные и качественные показатели урожая сельскохозяйственных культур, но и на состояние почвенного плодородия, причем современная стратегия применения минеральных удобрений направлена на сохранение и постепенное повышение уровня плодородия с учетом круговорота питательных веществ в севообороте. Иными словами, следует достигать положительного баланса питательных элементов в почве [1]. При этом интенсификация производства растениеводческой продукции повышает потребность растений не только в макро-, но и микроэлементах [2].

Практический опыт показывает, что наименее энергетически затратным и наиболее эффективным является применение комплексных удобрений с макро- и микроэлементами, которые стали широко применяться со второй половины XX века в развитых странах. Значительная работа по разработке специализированных комплексных удобрений с микроэлементами для основного внесения была проведена в Беларуси в РУП «Институт почвоведения и агрохимии». В итоге представлен перечень различных марок комплексных удобрений для сельскохозяйственных культур [3].

При корневом питании растений ввиду различных причин наблюдается антагонизм между ионами питательных элементов, но при некорневом питании явление антагонизма ионов можно уменьшить или вовсе избежать [4].

В «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений...» включено большое количество комплексных удобрений для некорневых подкормок, которые имеют регистрацию практически на всех сельскохозяйственных культурах, возделываемых в Республике Беларусь [5]. Однако имеется очень мало данных об эффективности применения комплексных удобрений как для основного внесения, так и некорневых подкормок при возделывании столовой свеклы на легкосуглинистой почве.

Цель исследований заключалась в изучении влияния комплексных удобрений на динамику нарастания площади листовой поверхности посевов, урожайность и качество корнеплодов свеклы столовой на дерново-

The article presents the results of research on the use of complex fertilizers with microelements in the cultivation of table beets. It was found that the pre-sowing application of a 13:12:19 brand complex fertilizer with boron and manganese, as well as foliar top dressing with Agricola vegeta aqua liquid complex fertilizer and Leafdrip water-soluble complex fertilizer, can significantly increase the productivity of beet root crops and their quality.

подзолистой легкосуглинистой почве, а также на общий и удельный вынос элементов питания.

Методика и объекты исследований

Полевые опыты проводили в 2018–2020 гг. на территории УНЦ «Опытное поле БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком, на сорте свеклы столовой белорусской селекции Гаспадыня.

Почва опытного участка – с низким и средним содержанием гумуса (1,2–1,8 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,5-6,1$), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (209,0–266,0 мг/кг почвы) и калия (294,0–295,0 мг/кг почвы), средним содержанием подвижных форм меди и низким и средним содержанием цинка (1,54–1,71 и 1,53–3,75 мг/кг почвы соответственно).

В опытах применяли удобрения: карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (42 % P_2O_5 , 10 % N), хлорид калия (60 % K_2O), комплексное АФК удобрение для столовой свеклы марки 13:12:19 с содержанием 0,15 % B, 0,1 % Mn (производитель – Гомельский химический завод), комплексное водорастворимое удобрение Лифдрил (10 % N, 8 % P_2O_5 , 42 % K_2O , 1 % MgO, 3 % SO_3 , 0,025 % Fe, 0,035 % Mn, 0,015 % Zn, 0,003 % Cu, 0,015 % B, 0,003 % Mo) (производитель – Farimpex, Франция), жидкое комплексное удобрение Агрикола вегета аква (1,8 % N, 1,2 % P_2O_5 , 1,2 % K_2O , 0,2 % гуматов, микроэлементы Cu, Mn, Zn, B) (производитель – ЗАО «Техноэкспорт», Россия).

Минеральные удобрения вносили до сева в один прием под культивацию. ЖКУ Агрикола вегета аква применяли трижды по 3 л/га: через месяц после всходов, через 15 дней после первой обработки и через 15 дней после второй обработки. Комплексное удобрение с микроэлементами Лифдрил использовали в период вегетации дважды: 5 кг/га в фазе 3–4 листа и через месяц после первой подкормки в такой же дозе.

Общая площадь делянки – 14,4 м², учетная – 10,8 м², повторность опыта – четырехкратная. Предшественник – картофель. Сев столовой свеклы осуществляли в I декаде мая по однострочной схеме на ровной поверхности

с междурядьем 45 см, весовая норма высева составила 12 кг/га. Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси [6].

Результаты исследований и их обсуждение

В фазе технической спелости наибольшая площадь листьев у растений свеклы была в варианте с обработкой посевов комплексным удобрением с микроэлементами Лифдрип на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ – 1276,1 см², что на 196,7 см² выше, чем в фоновом варианте. По сравнению с вариантом 3, где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия в дозе $N_{90}P_{80}K_{130}$, комплексное АФК удобрение с бором и марганцем, применяемое в такой же дозе, повышало площадь листьев столовой свеклы на 153,3 см². К моменту уборки урожая площадь листовой поверхности во всех вариантах опыта уменьшалась из-за естественного отмирания листьев у растений свеклы и оттока питательных веществ из них в корнеплод (таблица 1).

Основное внесение комплексного АФК удобрения с бором и марганцем обеспечило повышение урожая

корнеплодов свеклы по сравнению с фоном на 8,3 т/га, а окупаемость 1 кг НРК кг корнеплодов – 102 кг (таблица 2). ЖКУ Агрикола вегета аква и комплексное удобрение с микроэлементами Лифдрип на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышали урожай корнеплодов на 3,6 и 6,2 т/га. Окупаемость 1 кг НРК кг корнеплодов в этих вариантах составила 86 и 95 кг соответственно.

Наибольшая доля товарных корнеплодов (96,2 %) была получена в варианте с применением комплексного АФК удобрения с $B_{0,15}Mn_{0,1}$, что на 7,6 % выше, чем в фоновом варианте (таблица 3).

На содержание сухого вещества и сахаров в корнеплодах свеклы наиболее существенное влияние оказывало комплексное удобрение Лифдрип на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$, от применения которого содержание сухого вещества и сахаров повышалось на 2,1 и 3,1 % соответственно. В этом же варианте была наибольшей средняя масса корнеплода – 261 г.

Применение комплексного АФК удобрения с бором и марганцем увеличивало содержание азота в корнеплодах на 0,22 % по сравнению с фоном, при этом

Таблица 1 – Влияние комплексных удобрений на динамику площади листовой поверхности растений свеклы столовой (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Площадь листовой поверхности одного растения, см ²			
	3–4 листа	начало формирования корнеплода	техническая спелость	уборка
1. Контроль (без удобрений)	51,9	633,9	801,2	738,8
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	65,5	695,9	889,2	831,9
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон	65,3	723,3	1079,4	1033,8
4. АФК ($N_{90}P_{80}K_{130}$) + $B_{0,15}Mn_{0,1}$	65,6	733,5	1232,7	1127,0
5. Фон + Агрикола вегета аква	65,4	732,3	1181,3	1114,9
6. Фон + Лифдрип	66,5	733,6	1276,1	1148,5
НСР ₀₅	3,3	26,4	51,4	42,1

Таблица 2 – Влияние комплексных удобрений на урожай корнеплодов свеклы столовой

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к фону, т/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг корнеплодов
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее			
1. Контроль (без удобрений)	17,4	23,3	30,7	23,8	–	–	–
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	37,7	40,5	38,4	38,9	15,1	–	66
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон	42,6	46,9	48,5	46,0	22,2	–	74
4. АФК ($N_{90}P_{80}K_{130}$) + $B_{0,15}Mn_{0,1}$	51,1	56,9	54,9	54,3	30,5	–	102
5. Фон + Агрикола вегета аква	45,7	52,4	50,6	49,6	25,8	3,6	86
6. Фон + Лифдрип	48,1	54,4	54,1	52,2	28,4	6,2	95
НСР ₀₅	1,9	2,3	1,6	1,7	–	–	–

Таблица 3 – Влияние комплексных удобрений на показатели качества корнеплодов свеклы столовой (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Товарность, %	Сухое вещество, %	Сахара, %	Нитраты, мг/кг сырой массы			Масса корнеплода, г
				2018 г.	2019 г.	2020 г.	
1. Контроль (без удобрений)	68,6	14,0	10,4	882	645	101	107
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	85,0	13,5	11,1	1078	870	157	154
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон	88,6	14,7	11,8	1341	1025	339	195
4. АФК ($N_{90}P_{80}K_{130}$) + $B_{0,15}Mn_{0,1}$	96,2	16,3	13,8	1203	808	355	235
5. Фон + Агрикола вегета аква	89,6	15,4	12,5	1125	836	103	218
6. Фон + Лифдрип	94,9	16,8	14,9	1231	820	166	261
НСР ₀₅	2,5	0,6	0,7	58	39	52	10

в ботве содержание азота снижалось на 0,78 % (таблица 4).

Содержание фосфора в корнеплодах значительно не изменялось, за исключением варианта с применением комплексного АФК удобрения с бором и марганцем, где содержание фосфора повышалось на 0,14 %.

В ботве содержание фосфора значительно – на 0,19 % повышалось также в варианте применения комплексного АФК удобрения с бором и марганцем (таблица 4).

Содержание калия в корнеплодах свеклы, в отличие от его содержания в ботве, было более стабильным и существенно не изменялось при применении удобрений.

Известно, что оптимальное содержание меди в растениеводческой продукции составляет 7–12 мг/кг сухой массы, цинка – 20–40 мг/кг, марганца – 40–70 мг/кг [7].

В вариантах с применением комплексных удобрений Агрикола вегета аква и Лифдрип на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ в корнеплодах накапливалось меди 6,13 и 5,80 мг/кг, что было наиболее близким к нижней границе оптимального значения. В этих же вариантах опыта содержание цинка

в корнеплодах свеклы было наиболее близким к оптимальному значению – 17,09 и 17,61 мг/кг. В варианте с применением комплексного АФК удобрения с бором и марганцем содержание марганца в корнеплодах было оптимальным – 68,78 мг/кг.

Изучаемые комплексные удобрения способствовали увеличению выноса азота, фосфора и калия. Наибольший общий вынос азота был в вариантах с применением комплексных удобрений как для основного внесения, так и для некорневых подкормок – от 201 до 207 кг/га (таблица 5).

Максимальный вынос фосфора – 108 кг/га и калия – 504 кг/га наблюдался в варианте применения комплексного АФК удобрения с бором и марганцем.

Наибольшее значение удельного выноса азота отмечено в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + Агрикола вегета аква – 4,2 кг/т, фосфора – в варианте с применением комплексного АФК с бором и марганцем – 2,0 кг/т, калия – в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + Лифдрип – 9,4 кг/т.

Наибольший общий вынос микроэлементов был в вариантах с применением комплексного АФК удобрения

Таблица 4 – Влияние комплексных удобрений на содержание элементов питания в корнеплодах и ботве свеклы столовой (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Содержание макро- (%) и микроэлементов (мг/кг сух. массы)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	Mn
1. Контроль (без удобрений)	<u>1,01</u> 2,06	<u>0,69</u> 0,97	<u>3,65</u> 5,65	<u>3,60</u> 7,74	<u>12,13</u> 18,35	<u>27,23</u> 165,88
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	<u>1,35</u> 2,65	<u>0,67</u> 0,93	<u>3,44</u> 4,70	<u>3,99</u> 8,78	<u>11,75</u> 21,32	<u>23,25</u> 156,22
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон	<u>1,35</u> 2,89	<u>0,65</u> 0,99	<u>3,71</u> 4,34	<u>4,73</u> 8,27	<u>12,96</u> 21,82	<u>30,34</u> 179,03
4. АФК ($N_{90}P_{80}K_{130}$) + $V_{0,15}Mn_{0,1}$	<u>1,57</u> 2,11	<u>0,79</u> 1,18	<u>3,94</u> 4,74	<u>5,77</u> 7,75	<u>15,93</u> 26,30	<u>68,78</u> 502,83
5. Фон + Агрикола вегета аква	<u>1,54</u> 2,82	<u>0,71</u> 0,99	<u>3,50</u> 5,45	<u>6,13</u> 8,63	<u>17,09</u> 26,71	<u>31,96</u> 234,08
6. Фон + Лифдрип	<u>1,32</u> 2,61	<u>0,71</u> 1,05	<u>3,69</u> 5,13	<u>5,80</u> 9,30	<u>17,61</u> 30,98	<u>33,52</u> 318,55
НСП ₀₅	<u>0,08</u> 0,12	<u>0,06</u> 0,07	<u>0,24</u> 0,24	<u>0,255</u> 0,490	<u>0,789</u> 1,250	<u>1,770</u> 17,154

Примечание – Содержание элементов питания: в числителе – в корнеплодах, в знаменателе – в ботве.

Таблица 5 – Общий и удельный вынос элементов питания растениями свеклы столовой в зависимости от применения комплексных удобрений (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Вынос макро- и микроэлементов					
	кг/га, кг/т			г/га, г/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	Mn
1. Контроль (без удобрений)	<u>64</u> 2,7	<u>37</u> 1,6	<u>209</u> 8,8	<u>23,3</u> 1,0	<u>70,3</u> 2,8	<u>351,6</u> 13,8
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	<u>127</u> 3,3	<u>55</u> 1,4	<u>281</u> 7,2	<u>39,4</u> 1,0	<u>108,8</u> 2,8	<u>456,5</u> 11,7
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон	<u>171</u> 3,7	<u>71</u> 1,6	<u>371</u> 8,1	<u>53,7</u> 1,2	<u>148,2</u> 3,2	<u>700,9</u> 15,2
4. АФК ($N_{90}P_{80}K_{130}$) + $V_{0,15}Mn_{0,1}$	<u>207</u> 3,8	<u>108</u> 2,0	<u>504</u> 9,3	<u>74,9</u> 1,4	<u>225,6</u> 4,2	<u>2227,3</u> 41,2
5. Фон + Агрикола вегета аква	<u>206</u> 4,2	<u>85</u> 1,7	<u>440</u> 8,9	<u>71,9</u> 1,5	<u>215,5</u> 4,3	<u>1006,3</u> 20,0
6. Фон + Лифдрип	<u>201</u> 3,8	<u>96</u> 1,8	<u>488</u> 9,4	<u>79,2</u> 1,5	<u>253,2</u> 4,9	<u>1269,3</u> 24,6

Примечание – Вынос элементов питания: в числителе – общий, в знаменателе – удельный.

с бором и марганцем и в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + Лифдрип и составил по меди 504 и 488 г/га, по цинку – 74,9 и 79,2, по марганцу – 2227,3 и 1269,3 г/га соответственно.

Удельный вынос меди и цинка по вариантам опыта существенно не изменялся, однако удельный вынос марганца при применении комплексных удобрений по сравнению с фоновым вариантом возрастал в 1,3–2,7 раза (таблица 5).

Выводы

1. Комплексные удобрения к моменту уборки значительно увеличивали площадь листовой поверхности растений свеклы столовой, что и предопределило наибольшую урожайность корнеплодов в этих вариантах. Наибольшая площадь листовой поверхности была в вариантах применения комплексного АФК удобрения с $V_{0,15}$ и $Mn_{0,1}$ и Лифдрип на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ – 1127,0 и 1148,5 см². В этих же вариантах урожайность корнеплодов за годы исследований была наибольшей и составила 54,9 и 54,1 т/га соответственно.

2. Наибольшее количество сухого вещества в корнеплодах (16,8 %) и сахаров (14,9 %) было в варианте с двукратной обработкой посевов свеклы комплексным удобрением с микроэлементами Лифдрип на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$. Применение комплексных удобрений не приводило к повышению содержания нитратов в корнеплодах свеклы свыше ПДК.

3. В результате применения комплексных удобрений в основной и побочной продукции свеклы столовой возрастало содержание макро- и микроэлементов и, в связи

с повышением урожайности, увеличивался общий вынос элементов питания.

Литература

1. Столяров, А. И. Рекомендации по применению жидких комплексных удобрений в овощеводстве / А. И. Столяров, Э. К. Эйсерт, Ю. Е. Владимирский; под ред. Л. В. Ушкановой. – Краснодар: Произв. упр. сел. хоз-ва Краснодарского крайисполкома, 1979. – 20 с.
2. Петриченко, В. Н. Применение регуляторов роста растений нового поколения на овощных культурах / В. Н. Петриченко, С. В. Логинов // *Агрехимический вестник*. – 2010. – № 2. – С. 24–26.
3. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки / В. В. Лапа [и др.] // *Почвоведение и агрохимия*. – 2009. – № 1 (42). – С. 197–201.
4. Хизанейшвили, Н. Э. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность корнеплодов столовой свеклы, их качество и вынос элементов питания / Н. Э. Хизанейшвили // *Вестник БГСХА*. – 2020. – № 3. – С. 94–98.
5. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия РБ, ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2017. – 688 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси». – Минск: Беларуская навука, 2010. – 518 с.
7. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.

УДК 631.811.2:633.521:631.442.1

Эффективность фосфорного удобрения при возделывании льна-долгунца на супесчаной почве

В. А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н. В. Степанова, Д. П. Чирик, кандидаты с.-х. наук, С. Р. Чуйко, С. В. Любимов, научные сотрудники
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 11.02.2021 г.)

В работе представлены результаты исследований по влиянию фосфорного удобрения на содержание волокна в тресте и урожайность льнопродукции при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве. При содержании в пахотном слое 160–165 мг/кг почвы подвижных фосфатов оптимальной дозой фосфорного удобрения установлена 30 кг/га д. в., что обеспечило урожайность семян 7,0 ц/га, тресты – 45,6, волокна – 13,8, в том числе длинного – 8,2 ц/га, рентабельность производства – 43 %. В общем выносе фосфора урожая льна доля фосфорного удобрения составляет 5–6 %, потребление фосфора из почвы – 94–95 %.

Введение

Среди супесчаных почв пригодными для посева льна-долгунца являются дерново-подзолистые связно-супесчаные, подстилаемые суглинком и песком, рыхло-супесчаные, подстилаемые суглинком [1]. В сравнении с суглинистыми супесчаные почвы характеризуются меньшим содержанием физической глины, минеральных

The paper presents the results of a study on the effect of phosphorus fertilization on the fiber content in the trust and the yield of products when cultivating flax on sod-podzolic sandy loam soil. With the content of mobile phosphates in the arable layer of 160–165 mg/kg of soil, the optimal dose of phosphorus fertilizer was set at 30 kg/ha, which ensured seed yield 7,0 c/ha, trusts – 45,6, fiber – 13,8, including long – 8,2 c/ha, profitability of production – 43 %. In the total removal of phosphorus by the flax crop, the proportion of phosphorus fertilizer is 5–6 %, and 94–95 % of phosphorus is consumed by flax from the soil.

и органических коллоидов, гумуса, элементов питания и менее устойчивым водным режимом.

Определяющим фактором эффективности минеральных удобрений в формировании урожайности культуры является азотное удобрение, однако роль других элементов питания не менее значительна, в том числе фосфора. При возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве установлено,