

УДК 635.112:631.816.12:631.524.84 (476)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И ФОРМ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ИНТЕНСИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ

П.Т. Богушевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 30.06.2014 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты трехлетних исследований по изучению влияния различных видов и форм удобрений для некорневых подкормок на фотосинтетическую деятельность посевов свеклы столовой на дерново-подзолистой супесчаной почве. Установлено, что удобрения для некорневых подкормок способствовали более интенсивному нарастанию листовой поверхности свеклы столовой. Максимальная площадь листовой поверхности в фазу интенсивного роста корнеплодов наблюдалась на вариантах с трехкратным внесением КомплеМет-Мп 56,9 тыс. м²/га, Эколист моно В + Фитовитал 56,7 тыс. м²/га и Адоб В + Фитовитал 56,7 тыс. м²/га. Наибольший фотосинтетический потенциал посевов свеклы столовой, в фазу интенсивного роста корнеплодов, был отмечен на вариантах с применением Эколист моно В + Фитовитал, Эколист моно Мп + Фитовитал, Адоб В + Фитовитал и КомплеМет-В – 0,94 млн. м² сутки/га. Расчет чистой продуктивности фотосинтеза показал, что более высокой она была на вариантах с применением Адоб Мп + Фитовитал

10,3 г/м² сутки, Эколист моно В + Фитовитал 10,2 г/м² сутки, КомплеМет-Zn 10,5 г/м² сутки, КомплеМет-Cu 10,8 г/м² сутки.

Summary. The article presents the results of three years researches on the efficiency of the different types and forms of fertilizers for foliar dressing on the photosynthetic activity of table beet on sod-podzol sandy loam soil. It was found that fertilizers for foliar dressing assist in increasing of the leaf surface of the table beet. Maximum leaf area in the phase of intense growth of roots was observed at the triple-using of KompleMet-Mn 56,9 thousands m²/ha, Ekolist mono B + Fitovital 56,7 thousands m²/ha and Adob B + Fitovital 56,7 thousands m²/ha. The greatest photosynthetic potential of the table beet crop in an intense growth phase of roots was observed at using of Ekolist mono B + Fitovital, Ekolist mono Mn + Fitovital, Adob B + Fitovital, KompleMet-B – 0,94 million m² day/ha. The calculation of photosynthetic productivity showed that it was higher at the triple-using of Adob Mn + Fitovital 10,3 g/m² per day, EkolistmonoB + Fitovital 10,2 g/m² per day, KompleMet-Zn 10,5 g/m² per day, KompleMet-Cu 10,8 g/m² per day.

Введение. В создании высокой урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе свеклы столовой, фотосинтезу принадлежит ведущая роль. При интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур все агротехнические приемы должны быть направлены на обеспечение оптимальных условий для лучшего использования солнечной энергии. При обычной агротехнике посевы используют фотосинтетически активную радиацию (ФАР) с коэффициентом 0,5-1,0%, в условиях хорошего водоснабжения и обеспеченности элементами питания – до 2-3%, а в наиболее благоприятных и оптимальных условиях он может возрастать до 4-5% и более. Причиной низкой урожайности и замедления синтеза органического вещества обычно является не недостаток ФАР, а низкий коэффициент ее использования из-за слабого развития растений при низком плодородии почвы, избыточном или недостаточном увлажнении, малом количестве вносимых элементов питания, несоответствии для данного сорта и культуры применяемой агротехники [1].

Минеральное питание и фотосинтез составляют две стороны единого процесса питания растений. Чем лучше создаются условия для процесса фотосинтеза, выше его продуктивность и конечный урожай растений, тем больше гарантия получения продукции высокого качества [3]. В свою очередь применение микроэлементов в системе удобрения сельскохозяйственных культур способствует повышению эффективности минеральных удобрений, тем самым оптимизируя протекание процесса фотосинтеза.

Цель работы – изучить влияние различных видов и форм удобрений для некорневых подкормок на динамику нарастания листовой

поверхности, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза свеклы столовой.

Материал и методика исследований. Полевые опыты проводили в РУАП «Гродненская овощная фабрика» в 2010-2012 гг. Пахотный горизонт дерново-подзолистой связносуспесчаной почвы характеризовался следующими показателями: pH_{KCl} 6,5-7,0, содержание подвижных форм P_2O и K_2O по Кирсанову соответственно – 200 и 420 мг/кг почвы, гумус 2,2-2,5%. По содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится ко II (средней) группе обеспеченности. Для посева использовались семена свеклы столовой Красный шар. Посев производился сеялкой точного высева «MONOSEM» с нормой высева 8 кг/га.

Схема полевого опыта включала 30 изучаемых вариантов (пять из них – КомплеМет-Cu, КомплеМет-Mn, КомплеМет-Zn, КомплеМет-B, КомплеМет-Свекла были включены в схему в 2011-2012 гг.) и состояла из пяти блоков. Первый блок включал в себя два варианта: абсолютный контроль (без удобрений) и $N_{90}P_{90}K_{120}$ – фон. Второй блок был представлен вариантами с применением солей металлов: сульфата меди ($CuSO_4$), сульфата цинка ($ZnSO_4$), сульфата марганца ($MnSO_4$) и борной кислоты (H_3BO_3). Третий включал в себя хелатные формы удобрений для некорневых подкормок импортного производства: Эколист моно Cu, Эколист моно Mn, Эколист моно Zn, Эколист моно B (производитель фирма «Экоплон», Польша), Адоб Cu, Адоб Mn, Адоб Zn, Адоб B (производитель фирма «Адоб», Польша) и отечественного производства КомплеМет-Cu, КомплеМет-Mn, КомплеМет Zn, КомплеМет B (производитель ООО «Новые технологии и продукты», Беларусь). Четвертый блок включал комплексные удобрения для некорневых подкормок в хелатной форме: Эколист «Стандарт», Мультивит «Плюс», Мультивит «Универсал» (производитель фирма «Экоплон», Польша), Басфолиар 12-4-6 (производитель фирма «Адоб», Польша), КомплеМет-Свекла (производитель ООО «Новые технологии и продукты», Беларусь) и новый препарат Фитовитал, созданный в ГНУ «ИБОХ НАН Беларуси». Пятый блок был представлен вариантами с совместным внесением удобрений Адоб B, Адоб Mn, Эколист моно B, Эколист моно Mn и Фитовитал.

Общая площадь делянки в опыте составляла 44,8 м², учетная 25,2 м², повторность – четырехкратная. Расположение вариантов – систематическое, многорядное, ступенчатое. Агротехника возделывания свеклы столовой общепринятая для условий Гродненской области. Некорневые подкормки посевов проводились ранцевым опрыскивателем: первая подкормка в фазу 8-10 листьев (19 стадия ВВСН), вторая – в фазу массового нарастания листового аппарата (35 стадия ВВСН),

третья – в фазу интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН). Все удобрения для некорневых подкормок вносили в дозе 2 л/га. Фитовитал в дозе – 0,6 л/га. Закладку, проведение полевого опыта, фенологические наблюдения, определение площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза проводили согласно общепринятым методикам [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Фотосинтетическая деятельность посевов представляет собой сложное явление, включающее несколько важных слагаемых. Одно из таких слагаемых – размер фотосинтетического аппарата растений. От размера площади листьев зависит количество поглощенной посевами энергии и урожайность. В связи с переходом к ресурсосберегающим системам ведения сельского хозяйства, поиск приемов, ускоряющих рост листовой поверхности, имеет огромное практическое значение. Важную роль в регулировании фотосинтетической деятельности посевов играют условия питания.

В результате проведенных исследований было установлено, что более интенсивное нарастание листовой поверхности свеклы столовой происходило от фазы смыкания рядков (35 стадия ВВСН) до фазы интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН). Применение минеральных удобрений существенно увеличивало нарастание листовой поверхности свеклы столовой. Так, в среднем за 2010-2012 гг. внесение $N_{90}P_{90}K_{120}$ способствовало увеличению листовой поверхности по сравнению с контролем без удобрений в фазе интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) на 17,9 тыс. $m^2/га.$, а к моменту уборки (49 стадия ВВСН) на 4,7 тыс. $m^2/га$ соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние удобрений для некорневых подкормок на динамику нарастания листовой поверхности свеклы столовой, тыс. $m^2/га$ (среднее за 2010-2012 гг.)

Варианты опыта	Стадии роста			
	19 стадия ВВСН	35 стадия ВВСН	39 стадия ВВСН	49 стадия ВВСН
1	2	3	4	5
1. Абс. контроль (без удобрений)	7,1	22,0	33,3	9,3
2. $N_{90}P_{90}K_{120}$ - Фон	13,4	32,4	51,2	14,0
3. Фон + $CuSO_4$	14,5	34,2	45,5	15,0
4. Фон + $ZnSO_4$	14,2	33,3	45,0	14,5
5. Фон + $MnSO_4$	20,6	38,6	46,7	21,2
6. Фон + H_3BO_3	21,0	39,8	48,8	22,1
7. Фон + АдобCu	18,7	33,8	51,9	17,1
8. Фон + АдобMn	24,5	41,1	55,5	22,7
9. Фон + АдобZn	22,1	35,4	48,1	20,7
10. Фон + АдобB	23,4	42,7	54,1	22,9
11. Фон + Эколист моно Cu	19,5	32,7	51,7	20,9
12. Фон + Эколист моно Mn	23,7	41,7	54,2	24,5

13. Фон + Эколист моно В	22,5	39,3	54,6	25,1
14. Фон + Эколист моно Zn	20,9	35,0	49,3	21,1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
15. Фон + Эколист «Стандарт»	20,6	33,5	42,8	20,4
16. Фон + Мультивит «Плюс»	19,4	33,2	41,5	17,6
17. Фон+Мультивитит«Универсал»	20,0	34,6	43,3	18,1
18. Фон + Басфоллар 12-4-6	21,8	35,0	43,3	19,2
19. Фон + Фитовитал (1 обр-ка)	21,9	37,6	46,0	21,0
20. Фон + Фитовитал (2 обр-ки)	20,6	39,1	50,9	21,6
21. Фон + Фитовитал (3 обр-ки)	20,5	40,6	53,8	23,4
22. Фон + Эколист моно В + Фитовитал	25,5	40,9	56,7	24,6
23. Фон+Эколист моно Mn+Фитовитал	24,7	41,3	56,2	23,5
24. Фон + Адоб В + Фитовитал	25,3	44,8	56,7	25,1
25. Фон + АдобMn + Фитовитал	25,2	42,4	56,5	24,7
26. КомплеМет – Cu*	22,1	35,8	51,3	23,2
27. КомплеМет – Zn*	23,6	42,9	54,7	24,4
28. КомплеМет – В*	21,1	37,0	52,9	21,3
29. КомплеМет – Mn*	24,0	44,6	56,9	25,1
30. КомплеМет – Свекла*	22,2	43,4	56,5	24,0
НСР ₀₅	0,3	0,8	2,1	0,3

*Среднее за 2011-2012 гг.

Удобрения для некорневых подкормок, по сравнению с фоновым вариантом, способствовали некоторому увеличению площади листовой поверхности свеклы столовой. Максимальная площадь листовой поверхности в фазу интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) наблюдалась на вариантах с трехкратным внесением КомплеМет-Mn 56,9 тыс. м²/га, КомплеМет-Свекла 56,5 тыс. м²/га, Эколист моно В + Фитовитал 56,7 тыс. м²/га, Адоб В + Фитовитал 56,7 тыс. м²/га, Адоб Mn + Фитовитал 56,5 тыс. м²/га, Эколист моно Mn + Фитовитал 56,2 тыс. м²/га.

Результаты проведенных расчетов показали, что формирование площади листовой поверхности свеклы столовой, в фазе массового нарастания листового аппарата (35 стадия ВВСН), находится в тесной взаимосвязи от уровня потребления азота ($r = 0,85$), фосфора ($r = 0,77$) и калия ($r = 0,72$). В фазе интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) формирование площади листовой поверхности свеклы столовой также находится в тесной взаимосвязи от потребления азота ($r = 0,73$), фосфора ($r = 0,82$) и в средней – от потребления калия ($r = 0,60$).

Следует отметить, что в вариантах с применением удобрений для некорневых подкормок наблюдался более продолжительный период максимальной величины листовой поверхности и более медленное отмирание листьев после него.

В наших исследованиях величина фотосинтетического потенциала листовой поверхности посевов свеклы столовой определялась уровнем минерального питания и применением удобрений для некорневых подкормок. Более высоким фотосинтетический потенциал листовой поверхности был в 2010 и в 2012 гг., что связано с более благоприятными условиями увлажнения вегетационных периодов. Максимальных значений фотосинтетический потенциал листовой поверхности свеклы столовой достигал к фазе интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН). Так, в среднем за 2010-2012 гг. внесение $N_{90}P_{90}K_{120}$ по сравнению с вариантом без внесения удобрений (абсолютный контроль) к фазе массового роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) способствовало увеличению фотосинтетического потенциала листовой поверхности на 0,16 млн. м² сутки/га. Также прослеживалась тенденция к увеличению фотосинтетического потенциала листовой поверхности посевов свеклы столовой при применении удобрений для некорневых подкормок. Более значительное увеличение листовой поверхности наблюдалось при некорневых подкормках бором и марганцем (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние удобрений для некорневых подкормок на фотосинтетический потенциал свеклы столовой, млн. м² сутки/га (среднее за 2010-2012 гг.)

Варианты опыта	Стадии роста			
	19 стадия ВВСН	35 стадия ВВСН	39 стадия ВВСН	49 стадия ВВСН
1	2	3	4	5
1. Абс. контроль (без удобрений)	0,28	0,40	0,59	0,29
2. $N_{90}P_{90}K_{120}$ - Фон	0,46	0,52	0,75	0,42
3. Фон + $CuSO_4$	0,60	0,64	0,78	0,49
4. Фон + $ZnSO_4$	0,61	0,67	0,77	0,47
5. Фон + $MnSO_4$	0,67	0,70	0,82	0,60
6. Фон + H_3BO_3	0,69	0,71	0,86	0,61
7. Фон + АдобСu	0,66	0,73	0,89	0,60
8. Фон + АдобMn	0,71	0,80	0,90	0,63
9. Фон + АдобZn	0,60	0,69	0,86	0,58
10. Фон + АдобB	0,73	0,82	0,89	0,64
11. Фон + Эколист моно Сu	0,69	0,74	0,87	0,61
12. Фон + Эколист моно Mn	0,71	0,81	0,90	0,67
13. Фон + Эколист моно B	0,70	0,81	0,90	0,69
14. Фон + Эколист моно Zn	0,67	0,72	0,85	0,58
15. Фон + Эколист «Стандарт»	0,65	0,70	0,82	0,57
16. Фон + Мультивит «Плюс»	0,65	0,68	0,81	0,52
17. Фон+Мультивит«Универсал»	0,66	0,67	0,83	0,53
18. Фон + Басфолиар 12-4-6	0,64	0,71	0,87	0,55
19. Фон + Фитовитал (1 обр-ка)	0,67	0,78	0,84	0,58
20. Фон + Фитовитал (2 обр-ки)	0,68	0,79	0,87	0,60
21. Фон + Фитовитал (3 обр-ки)	0,69	0,80	0,90	0,65

22. Фон + Эколист моно В + Фитовитал	0,70	0,80	0,94	0,69
23. Фон + Эколист моно Мп + Фитовитал	0,70	0,83	0,94	0,67
24. Фон + Адоб В + Фитовитал	0,77	0,82	0,94	0,69
25. Фон + АдобМп + Фитовитал	0,74	0,82	0,93	0,68

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
26. КомплеМет – Cu*	0,73	0,81	0,89	0,65
27. КомплеМет – Zn*	0,72	0,77	0,89	0,64
28. КомплеМет – В*	0,78	0,82	0,94	0,69
29. КомплеМет – Мп*	0,78	0,82	0,93	0,70
30. КомплеМет – Свекла*	0,83	0,87	0,92	0,67
НСР ₀₅	0,02	0,06	0,04	0,04

*Среднее за 2011-2012 гг.

В среднем за 2010-2012 гг. в фазу массового роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) наибольший фотосинтетический потенциал посевов свеклы столовой был отмечен на вариантах с применением Эколист моно В + Фитовитал, Эколист моно Мп + Фитовитал, Адоб В + Фитовитал и КомплеМет–В – 0,94 млн. м² сутки/га.

Для получения высоких урожаев важно иметь не только мощный, но и высокопродуктивный листовой аппарат, показателем которого является чистая продуктивность фотосинтеза, которая характеризует прирост сухого вещества на единицу площади за единицу времени. Чистая продуктивность фотосинтеза (скорость роста массы растения на единицу площади листа) характеризует среднюю эффективность работы единицы листовой поверхности растений по накоплению сухой массы [1, 3].

Расчет чистой продуктивности фотосинтеза показал, что более высокой она была в 2010 и в 2012 гг., что связано с более благоприятными погодными условиями. Установлено, что к фазе интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) внесение N₉₀P₉₀K₁₂₀ способствовало увеличению чистой продуктивности фотосинтеза, по сравнению с контролем, на 0,4 г/м² сутки (табл.3).

Таблица 3 – Влияние удобрений для некорневых подкормок на чистую продуктивность фотосинтеза свеклы столовой, г/м² сутки (среднее за 2010-2012 гг.)

Варианты опыта	Стадии роста			
	19 стадия ВВСН	35 стадия ВВСН	39 стадия ВВСН	49 стадия ВВСН
1	2	3	4	5
1. Абс. контроль (без удобрений)	19,1	11,5	7,5	16,4
2. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ - Фон	13,2	10,3	7,9	14,9
3. Фон + CuSO ₄	12,5	10,1	9,7	14,0
4. Фон + ZnSO ₄	12,0	11,0	10,0	14,8
5. Фон + MnSO ₄	12,4	11,0	9,6	13,0

6. Фон + H ₂ BO ₃	12,2	10,8	10,2	12,6
7. Фон + АдобСu	11,8	10,6	9,9	12,5
8. Фон + АдобМп	11,2	10,6	9,7	12,1
9. Фон + АдобZn	11,0	10,5	9,5	10,9

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
10. Фон + Адоб В	10,9	10,0	9,9	11,2
11. Фон + Эколист моно Сu	10,7	10,0	9,3	10,6
12. Фон + Эколист моно Мп	10,5	10,7	9,2	10,3
13. Фон + Эколист моно В	10,3	10,2	9,1	10,0
14. Фон + Эколист моно Zn	10,5	10,2	8,9	11,0
15. Фон + Эколист «Стандарт»	10,4	10,5	9,7	10,9
16. Фон + Мультивит «Плюс»	10,6	10,1	10,1	11,6
17. Фон+Мультивит«Универсал»	10,5	10,4	10,2	12,0
18. Фон + Басфолвар 12-4-6	10,1	10,1	10,0	11,7
19. Фон + Фитовитал (1 обр-ка)	10,6	10,2	9,3	11,0
20. Фон + Фитовитал (2 обр-ки)	10,3	10,6	9,5	11,0
21. Фон + Фитовитал (3 обр-ки)	10,5	10,3	9,4	10,1
22. Фон + Эколист моно В + Фитовитал	10,2	10,4	10,2	9,9
23. Фон + Эколист моно Мп + Фитовитал	9,8	10,3	10,0	10,5
24. Фон + Адоб В + Фитовитал	10,4	10,1	9,9	10,1
25. Фон + АдобМп + Фитовитал	10,8	10,7	10,3	10,0
26. КомплеМет – Сu*	11,6	11,0	10,8	10,5
27. КомплеМет – Zn*	10,7	10,8	10,5	10,3
28. КомплеМет – В*	9,8	10,1	9,9	9,9
29. КомплеМет – Мп*	10,1	9,4	9,2	9,9
30. КомплеМет – Свекла*	9,9	10,0	10,0	10,0
НСР _{ос}	0,7	0,7	1,3	0,4

*Среднее за 2011-2012 гг.

Увеличение чистой продуктивности фотосинтеза свеклы столовой также имело место при использовании удобрений для некорневых подкормок. Так, в среднем за 2010-2012 гг. к фазе массового роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) максимальных величин чистая продуктивность фотосинтеза достигала на вариантах с применением Адоб Мп + Фитовитал (10,3 г/м² сутки), Эколист моно В + Фитовитал (10,2 г/м² сутки), КомплеМет-Zn (10,5 г/м² сутки), КомплеМет-Сu (10,8 г/м² сутки). Полученные результаты показывают, что наиболее высокой чистой продуктивности фотосинтеза была в фазе 8-10 листьев (19 стадия ВВСН) которая затем снижалась от фазы массового нарастания листового аппарата (35 стадия ВВСН) до фазы интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН). В то же время был отмечен рост чистой продуктивности фотосинтеза от фазы интенсивного роста корнеплодов (39 стадия ВВСН) до фазы уборки урожая (49 стадия ВВСН).

Закключение. Таким образом, применение изучаемых удобрений для некорневых подкормок в технологии возделывания свеклы столо-

вой увеличивало интенсивность и продуктивность фотосинтеза. Отечественные удобрения для некорневых подкормок (Фитовитал, КомплеМет-Су, КомплеМет-Зп, КомплеМет-В, КомплеМет-Мп, КомплеМет-Свекла) по своей эффективности не уступают своим импортным аналогам. Применение отечественных удобрений для некорневых подкормок обеспечило формирование площади листовой поверхности растений свеклы столовой (к фазе интенсивного роста корнеплодов) на уровне 46,0-56,9 тыс. м²/га, способствовало формированию более высокого фотосинтетического потенциала (0,84-0,94 м² сутки/га) и чистой продуктивности фотосинтеза (9,3-10,8 г/м² сутки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние азотных удобрений и уровня плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы на фотосинтетическую продуктивность озимой пшеницы и ячменя / Е.М. Лимантова, О.М. Лукашевич, М.Ф. Шаровар, Е. М. Малей // Почвоведение и агрохимия: Сб. науч. тр. / Белорус.науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии – Минск: Ураджай, 1982. Вып. 18. – 126-150 с.
2. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [текст]: Монография / Научно-исследовательский институт овощного хозяйства НПО по овощеводству «Россия». – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
3. Персикова, Т.Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений. – Горки: БГСХА, 2002. – 202 с.