

РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА САХАРОНАКОПЛЕНИЯ В КОРНЕПЛОДАХ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

Сяпуков Евгений Евгеньевич¹, главный агроном, КФХ «Е.Ф. Сяпуков»,

Костин Владимир Ильич², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства»

Исайчев Виталий Александрович², доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Биология, химия, технология хранения и переработки продукции растениеводства»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА²

КФХ «Е.Ф. Сяпуков», тел.: +79176201054, syapukov.e@mail.ru¹

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: +79022461740, e-mail: isawit@yandex.ru

Ключевые слова: *рост (growth), регуляторы роста растений (plant growth substances), сахароза (sucrose), бор (boron), масса (mass), агротехника (cultivation).*

Изучено влияние регуляторов роста нового поколения мелафена и пирарфена в сочетании с борной кислотой и акварином. Результаты исследований показывают на количественные изменения динамики роста листьев и корнеплодов под влиянием внекорневых подкормок используемыми препаратами. В среднем за годы исследований масса листьев увеличивается на 6,3-10,2%, а масса корнеплоды на 9,1-13,1% по сравнению с необработанным агрофитоценозом. Используемые препараты оказывают влияние на накопление сахарозы в середине вегетации сахаристость увеличивалась на 0,1-0,4%, в конце вегетации соответственно на 0,26-1,1% в зависимости от варианта. В благоприятные годы по метеоусловиям протекает более интенсивный отток из листьев и накопление в корнеплодах. Под влиянием регуляторов роста и борной кислоты выход сахара увеличивается на 21,9-36,6%. Данная технология, как агроприём вписывается в технологии возделывания сахарной свёклы.

Введение

Проблема роста и развития растений, в том числе и сахарной свёклы, является центральной проблемой физиологии растений и агрономии.

Известно, что программа роста и развития каждого вида и сорта растения заложена в его генетическом аппарате, но эта программа реализуется в соответствии с внешними условиями, минеральным и углеродным питанием и др.

Понятие «рост» охватывает ряд сложных и многообразных явлений и процессов: увеличение размеров, прибавка в массе, увеличение числа клеток, их воспроизведение и дифференциация, связанная с новообразованием элементов их структур, отражает прежде всего количественные изменения, сопровождающие развитие организма или его частей.

Для сахарной свёклы в первую очередь показателем роста является увеличение её массы и объёма. Известно, что для данной культуры одним из наиболее подвижных показателей роста является динамика массы ботвы и корнеплодов.

На ростовые процессы и накопление сахарозы влияют погодные условия, минеральное питание, регуляторы роста и микроудобрения [1-7].

Различные исследования показали, что масса корнеплода сахарной свёклы в течение

всей вегетации нарастает непрерывно, а увеличение массы листьев продолжается лишь до середины или конца августа [8-11].

Цель исследований – изучение влияния регуляторов роста и борной кислоты на массу листьев и корнеплодов (2006-2008 гг.), динамику сахаронакопления и качество корнеплодов (2009-2011 гг.).

Объекты и методы исследований

Опыты проводились в специализированном КФХ «Сяпуков Е.Ф.» Цильнинского района на чернозёме выщелоченном среднемощном среднегумусном среднесуглинистом. Сахарную свёклу возделывали по усовершенствованной технологии, учитывающей условия Ульяновской области [12, 13]. Посевы обрабатывали 0,05%-м раствором борной кислоты, мелафеном и пирарфеном 1·10⁻⁷%-м раствором и акварином из расчёта 1,5 кг/га. Первая подкормка проводилась в фазу 5-6 настоящих листьев в баковой смеси с гербицидами, вторая – в период формирования корнеплодов. Водные растворы используемых препаратов готовили непосредственно перед их внесением. Основные и сопутствующие наблюдения проводили по стандартным методикам.

Массу корнеплодов и листьев определяли весовым методом с двух повторений каждого варианта. Сахарозу – на современном проточном поляриметрическом сахариметре АП-05. Доброкачественность сока по Силину.

Таблица 1

Динамика массы листьев и корнеплодов под влиянием регуляторов роста и борной кислоты, т/га (2006 год)

№	Вариант	Листья			Корнеплоды		
		5.08	15.08	5.09	5.08	15.08	5.09
2006 год							
1	Контроль	41,28±1,04	47,325±1,55	45,75±1,88	31,45±0,88	40,98±1,19	43±1,93
2	Акварин	45,03±1,21	48,325±1,59	46,3±2,07	32,28±1,18	42,1±1,48	43±1,78
3	Мелафен	44,53±1,08	49,3±1,69	46,72±1,79	32,65±1,61	42,2±1,42	46,47±1,68
4	Пирафен	46±1,23	48,7±1,84	47,75±1,44	33,07±0,62	42,7±1,41	51,5±1,66
5	Акварин + Мелафен	46,2±1,1	49,1±1,80	46,2±1,77	33,6±1,10	43±1,47	42,25±1,48
6	Акварин + Пирафен	45±1,21	49,2±1,47	47,2±1,91	32,7±0,77	42,9±1,46	40,02±1,87
7	Бор	45,75±1,30	48,72±1,54	46,3±1,86	33,02±1,03	43,07±0,92	44±1,97
8	Акварин + Бор	42,75±1,64	49,2±1,52	47,125±2,07	34,15±1,65	44,2±1,22	42,02±1,65
9	Мелафен + Бор	42,42±1,83	49,3±1,52	47,425±1,53	33,9±1,09	45,1±1,72	44,5±1,64
10	Пирафен + Бор	42,47±0,78	48,02±1,67	47,35±2,04	35,07±1,03	45±1,45	45,02±1,80
11	Акварин + Мелафен + Бор	43,45±1,56	50±1,46	46,9±1,84	35,6±0,94	45,4±1,19	40,55±1,79
12	Акварин + Пирафен + Бор	43,8±1,44	50±2,25	46,67±1,86	36,05±1,04	45,35±1,17	44,5±1,84
2007 год							
1	Контроль	46,77±2,87	48,75±3,67	32,47±2,63	30,7±2,48	34,65±2,85	35,68±2,55
2	Акварин	47,77±2,46	49,25±2,45	35,25±1,91	32,32±1,91	35,125±1,89	36,33±2,36
3	Мелафен	48,3±1,86	49,02±2,8	36,77±2,47	32,65±2,79	36,3±2,04	37,03±2,04
4	Пирафен	47,3±2,62	50±2,83	35±2,63	32,7±1,98	36,22±2,23	38,1±2,53
5	Акварин + Мелафен	48,9±1,98	50,3±2,95	36,2±2,95	33,1±2,98	37,07±2,35	39,05±2,51
6	Акварин + Пирафен	48,6±3,50	49,75±2,54	37,5±2,95	33,2±2,55	37,4±2,60	38,3±1,79
7	Бор	48,25±3,01	49±2,55	37,3±1,83	32,67±2,54±	37,6±2,55	39±2,50
8	Акварин + Бор	49,3±3,29	46,52±3,12	37,3±1,809	32,75±2,69	38,32±2,78	39,8±2,74
9	Мелафен + Бор	49±2,89	50±3,38	38,625±2,75	33,1±2,53	38,6±2,67	40,1±3,16
10	Пирафен + Бор	49,6±2,83	50,55±2,80	40,25±2,52	33,3±2,33	38,9±2,53	40,3±2,90
11	Акварин + Мелафен + Бор	49,8±2,93	50,8±2,53	40,23±2,51	33,4±2,58	40,1±2,69	41,6±2,33
12	Акварин + Пирафен + Бор	50,5±2,84	50,65±2,69	40,65±1,96	33,5±2,53	39,75±2,61	41,5±2,98
2008 год							
1	Контроль	42,47±2,83	47,52±2,57	42±2,63	35,23±1,53	39,32±2,42	43,37±2,57
2	Акварин	43,72±2,54	48,3±2,53	42,17±2,59	36,08±1,84	40,67±2,71	44,57±2,57
3	Мелафен	44,1±2,93	48,47±2,38	42,72±2,54	35,9±1,86	41,35±2,46	44,87±2,06
4	Пирафен	44,9±2,45	48,47±2,53	43,1±2,55	35,78±2,01	42,07±2,78	45,1±2,53
5	Акварин + Мелафен	45,1±2,53	49,07±2,62	43,62±1,91	36,13±1,80	42,2±2,93	44,92±2,62
6	Акварин + Пирафен	45,57±2,68	49,17±2,62	43,5±2,79	36,3±1,79	43,1±2,53	45,07±2,62
7	Бор	46,17±2,21	49,92±2,62	44,17±2,54	36,68±1,79	43,02±2,41	45,67±2,54
8	Акварин + Бор	46,9±2,73	50,07±2,77	44,85±2,68	37,3±1,80	43,65±2,52	46,3±2,63
9	Мелафен + Бор	47,05±2,93	50,75±2,94	45,2±2,98	37,43±1,80	44,07±3,20	46,37±2,59
10	Пирафен + Бор	47,02±2,30	50,3±2,58	45,32±2,17	36,98±1,86	44,62±2,91	46,87±2,59
11	Акварин + Мелафен + Бор	47,6±2,53	50,47±2,27	45,67±2,68	37,95±1,96	45,07±2,41	46,97±2,64
12	Акварин + Пирафен + Бор	48,07±2,46	50,5±2,07	44,87±2,56	38,35±2,03	45,32±2,51	47,27±2,62

Таблица 2

Динамика массы листьев и корнеплодов под влиянием регуляторов роста и борной кислоты, т/га (2006-2008 года)

№	Вариант	Листья			Корнеплоды		
		5.08	15.08	5.09	5.08	15.08	5.09
1	Контроль	43,51±2,25	47,87±2,60	40,07±2,38	32,46±1,63	38,32±2,15	40,68±2,35
2	Акварин	45,51±2,07	48,63±2,19	41,24±2,19	33,56±1,64	39,30±2,03	41,30±2,24
3	Мелафен	45,64±1,96	48,93±2,29	42,07±2,27	33,73±2,09	39,95±1,97	42,79±1,93
4	Пирафен	46,07±2,10	49,06±2,40	41,95±2,21	33,85±1,54	40,33±2,14	44,90±2,24
5	Акварин + Мелафен	46,73±1,87	49,49±2,46	42,01±2,21	34,28±1,96	40,76±2,25	42,07±2,20
6	Акварин + Пирафен	46,39±2,46	49,37±2,21	42,73±2,55	34,07±1,70	41,13±2,20	41,13±2,09
7	Бор	46,72±2,17	49,21±2,24	42,59±2,08	34,12±1,79	41,23±1,96	42,89±2,34
8	Акварин + Бор	46,32±2,55	48,60±2,47	43,09±2,19	34,73±2,05	42,06±2,17	42,71±2,34
9	Мелафен + Бор	46,16±2,55	50,02±2,61	43,75±2,42	34,81±1,81	42,59±2,53	43,66±2,46
10	Пирафен + Бор	46,36±1,97	49,62±2,35	44,31±2,24	35,12±1,74	42,84±2,30	44,06±2,43
11	Акварин + Мелафен + Бор	46,95±2,34	50,42±2,09	44,27±2,34	35,65±1,83	43,52±2,10	43,04±2,25
12	Акварин + Пирафен + Бор	47,46±2,25	50,38±2,34	44,06±2,13	35,97±1,87	43,47±2,10	44,42±2,48

Схема опыта: 1) контроль; 2) акварин; 3) мелафен; 4) пирафен; 5) акварин + мелафен; 6) акварин + пирафен; 7) бор; 8) акварин + бор; 9) мелафен + бор; 10) пирафен + бор; 11) акварин + мелафен + бор; 12) акварин + пирафен + бор.

Годы с засушливым весенним периодом (2006, 2008, 2011 гг.). Гидротермический коэффициент 1,1; 1,1; 1,3. 2007 г. – Год с равномерно выпавшими в течение вегетации осадками ГТК – 1,2. Годы с засушливым периодом июня, июля, августа (2009 г. и 2010 гг.) – 0,8; 0,3.

Результаты исследований

Исследования показывают, что в растениях сахарной свёклы в течение всей вегетации масса корнеплодов нарастает непрерывно, а листьев – до конца августа, причём во все годы исследований, за исключением 2007 года, где соотношение массы листьев к корнеплодам больше 1.

Это связано с тем, что в 2007 году в июне и июле выпало более 160 мм осадков, растения частично гутировали, и отток углеводов проходил медленнее. В начале и середине вегетации соотношение массы листьев к корнеплодам примерно одинаковое на всех вариантах, например, 5 августа 1,34:1 (контроль), на 12 варианте тоже 1,34:1. 15 августа соответственно 1,20:1, а 5 сентября примерно 1:1 или даже 1:0,97, 1:0,93, т.е. соотношение листьев к корнеплодам в конце вегетации выравнивается (табл. 2), т.е. используемые препараты оказывают влияние на ростовые процессы. В среднем за вегетацию

масса листьев увеличивается на 6,3-10,2% по сравнению с контролем, а масса корнеплодов соответственно на 9,1-13,1%, в зависимости от препарата и метеоусловий.

Таким образом, анализируя данные таблиц 1 и 2, наблюдаем, что соотношение листьев и корнеплодов изменяется. В первый период, когда сахарная свёкла образует как листовую, так и корневую систему, масса листьев превышает массу корнеплодов. После этого периода наряду с интенсивным листообразованием наблюдается также наибольшая масса корнеплодов, во второй половине августа масса корнеплодов увеличивается и соотношение листьев к корнеплодам уменьшается.

В 2009-2011 годах проведены исследования по динамике сахарозы. Регуляторы роста и борная кислота при двукратной внекорневой подкормке оказывают влияние на биосинтез сахарозы в листьях и накопление в корнеплодах. За исключением акварина, все препараты, отдельно взятые и сочетанно использованные, оказывают влияние на содержание сахарозы в корнеплодах, в середине вегетации сахаристость увеличивается в среднем на 0,1-0,4%, в конце вегетации к уборке на 0,26-1,1% (табл. 3). Это связано с улучшением питания за счёт внекорневых подкормок. Следует указать, что наиболее интенсивно проходит сахаронакопление в течение августа во всех вариантах опыта, за месяц содержание сахарозы увеличивается на 9,0% и более процентов, за исключением

Таблица 3

Динамика сахарозы в корнеплодах сахарной свёклы (в среднем за 2009-2011 года), %

№	Вариант	15.07	1.08	15.08	30.08	15.09
1	Контроль	4,1	7,30	12,57	16,83	17,77
2	Акварин	4,1	7,30	12,53	16,70	17,73
3	Мелафен	4,2	7,40	12,77	16,97	18,03
4	Пирафен	4,2	7,40	12,77	16,97	18,20
5	Акварин + Мелафен	4,2	7,40	12,73	17,03	18,47
6	Акварин + Пирафен	4,2	7,37	12,73	17,07	18,23
7	Бор	4,3	7,60	12,93	17,30	18,03
8	Акварин + Бор	4,4	7,50	12,93	17,40	18,47
9	Мелафен + Бор	4,4	7,67	13,07	17,53	18,50
10	Пирафен + Бор	4,4	7,67	13,10	17,53	18,47
11	Акварин + Мелафен + Бор	4,5	7,73	13,20	17,63	18,83
12	Акварин + Пирафен + Бор	4,5	7,77	13,23	17,60	18,87

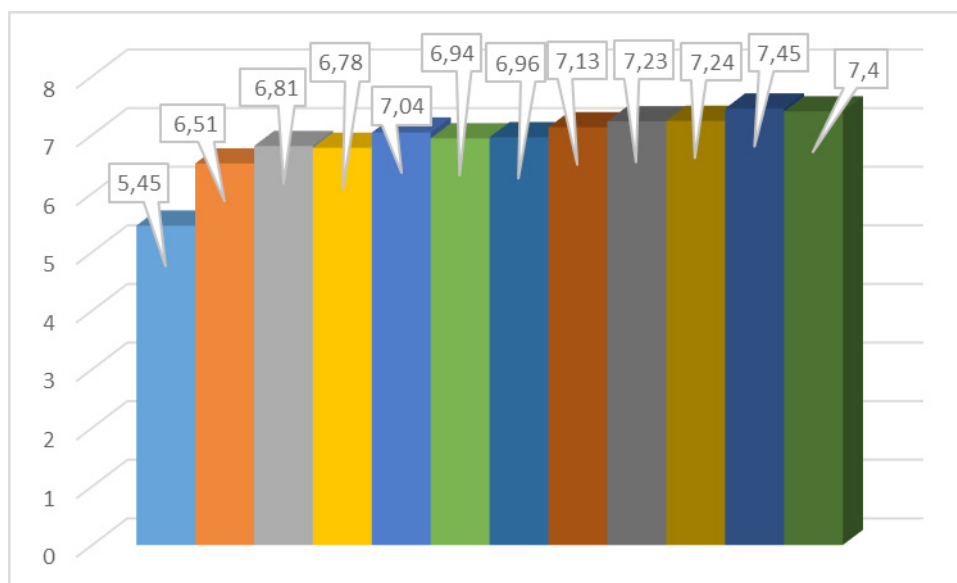


Рис. 1 - Вероятный выход сахара, т/га

отдельно взятого акварина, где содержание сахара на уровне или чуть ниже контроля. Это связано с тем, что в состав акварина входят различные формы азота, поэтому за счёт азота увеличение содержания сахарозы не наблюдается. Данный процесс, по-видимому, связан с участием внеклеточного фермента инвертазы в формировании эффекта торможения оттока сахаров из листьев.

В наиболее благоприятный 2009 год сахаристость была выше средней многолетней. Если на контроле в среднем за 3 года содержание сахарозы составляло 17,77%, а в 2009 году соответственно 18,2%. На 11, 12 вариантах 18,83 и 18,87%, в 2009 году соответственно 19,4%.

В благоприятные годы по метеоусловиям протекает более интенсивный рост как растения в целом, так и его листового аппарата, при этом листья могут удовлетворять потребность расте-

ний в ассимилятах, работая с какой-то средней интенсивностью. Следует указать, что для повышения урожайности и сахаристости достаточно регулировать условия роста и утилизации ассимилятов путём применения внекорневых подкормок в нашем случае регуляторами роста нового поколения в сочетании с акварином и борной кислотой. При этом следует учитывать факторы, лимитирующие дальнейшее повышение урожайности сахарной свёклы в регуляции метаболизма клеток растений, если усиление ростовых процессов будет обеспечено фактором, лимитирующим дальнейшее повышение урожая, которым может явиться недостаточная интенсивность фотосинтеза. Поэтому для повышения продукционного процесса рекомендуется двукратная обработка мелафеном или пирафеном с борной кислотой и другими минеральными веществами. Исследования, проведённые

[14], показывают на изменение интенсивности фотосинтеза при действии мелафена и АТФ в одинаковых концентрациях. Указанные вещества оказывали практически одинаковое действие на этот процесс. Препарат мелафен оказывал существенное влияние на интенсивность фотосинтеза, увеличивая скорость выделения кислорода до 24%, а также и АТФ – до 34%.

Выявлено, что растворы мелафена и пиррафена обладают высокой физиологической и энергетической эффективностью при низких и сверхнизких концентрациях. В результате между ними, питательными веществами и борной кислотой проявляется относительный и абсолютный синергизм, что приводит к образованию сахарофосфатов и сахароборатов, поэтому на этих вариантах содержание сахарозы выше, по сравнению с контролем.

Валовый сбор сахара является одним из интегральных показателей продуктивности сахарной свёклы.

С учётом урожайности, содержания сахарозы и доброкачественности нормального сока нами определен вероятный выход сахара (в среднем за 2009-2011 года) без учёта стандартных потерь сахара в мелассе. По нашим данным стандартные потери составляют 2,06-2,7%. Результаты вероятного выхода сахара представлены на рисунке 1.

Результаты показывают, что под влиянием регуляторов роста и борной кислоты выход сахара с единицы площади увеличивается на 24,9-36,6%. Это связано с тем, что под влиянием используемых факторов происходит увеличение содержания сахарозы и улучшение доброкачественности сока, а также повышается урожайность корнеплодов, об этом свидетельствуют наши данные.

Выводы

Таким образом, применение фосфорорганических регуляторов роста нового поколения мелафена и пиррафена отдельно и совместно с борной кислотой и аквапином для внекорневой подкормки способствует увеличению ростовых процессов и сахаронакоплению, выходу сахара с единицы площади, как агроприём вписывается в технологию возделывания сахарной свёклы.

Библиографический список

1. Жердецкий, И.Н. Внекорневая подкормка микроудобрениями и площадь ассимиляционного аппарата / И.Н. Жердецкий, В.М. Смирных // Сахарная свёкла. - 2010. - №3. - С. 31-34.
2. Уваров, Г.И. Бор в технологии возделывания сахарной свёклы / Г.И. Уваров, Я.Ю. Боровская // Сахарная свёкла. - 2011. - №9. - С. 22-24.

3. Даскин, В.Ю. Формирование качества урожая при внесении Интермаг Профи Свёкла и Интермаг Элемент Бор / В.Ю. Даскин, О.И. Антонова // Сахарная свёкла. - 2013. - №4. - С. 24-26.

4. Антистрессовое действие регулятора роста Циркон и микроудобрения Силиплант в свекловичных посевах / А.М. Селезнёв, А.П. Шиндин, Л.А. Дорожкина, Т.Г. Борисова // Сахарная свёкла. - 2011. - №5. - С. 34-36.

5. Карпук, Л.М. Эффективна ли внекорневая подкормка / Л.М. Карпук // Сахарная свёкла. - 2013. - №4. - С. 15-17.

6. Костин, В.И. Эффективность нерегулируемых микроэлементов в свеклосахарном производстве / В.И. Костин, В.А. Ошкин // Сахарная свёкла. - 2014. - №2. - С. 40-41.

7. Perspektiven für den Einsatz von Wachstumsregulatoren neuer Generation und Mikroelemente-Synergisten in der Anbautechnologie von Zuckerrüben / V.I. Kostin, A.V. Dosorov, V.A. Isaichev, V.A. Oshkin // Sammlung der Werke der internationalen wissenschaftlich-technischen Leonardo da Vinci Konferenz. №2. - Berlin: Wissenschaftliche Welt e. V., 2014. - S. 45-55.

8. Спиридонова, Н.К. Влияние удобрений на урожай и качество сахарной свёклы на обыкновенном чернозёме Ульяновской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.К. Спиридонова. - Ульяновск, 1968. - 22с.

9. Костин, В.И. Результаты исследований предпосевного облучения семян сахарной свёклы в условиях Ульяновской области / В.И. Костин // Научные основы и практические результаты предпосевного облучения семян сельскохозяйственных растений: сборник трудов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. - С. 135-141.

10. Миллер, А.Т. Результаты применения в производственных условиях Латвийской ССР метода предпосевного облучения семян сахарной свёклы / А.Т. Миллер // Научные основы и практические результаты предпосевного облучения семян сельскохозяйственных культур: сборник трудов. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. - С.126-134.

11. Kostin, V.I. Influence of melafen on redox enzymes in sprouting sugar beet / V.I. Kostin, V.A. Oshkin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2017. - Volume 8. - №1. - P. 1788-1795.

12. Костин, В.И. Совершенствование технологии возделывания сахарной свёклы в условиях Ульяновской области / В.И. Костин, Е.Е. Ся-

пук, О.Г. Музурова. – Ульяновск, 2010. – 60 с.

13. Technologic qualities of sugar beet root crops in foliage application of melafen and trace elements / V.I. Kostin, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin, E.E. Syapukov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. – Volume 8, №1. – P. 1780-1787.

14. Лосева, Н.Л. Обнаружение эффекта стимуляции роста и активизации ряда физиологических процессов у *Chlorella vulgaris* Beijer и некоторых сельскохозяйственных культур при действии препарата «Мелафен» / Н.Л. Лосева, А.Ю. Алябьев, О.А. Кашина // Мелафен: механизм действия и области применения.- Казань: Печать-Сервис-XXI век, 2014. – С. 97-121.

GROWTH PROCESSES AND DYNAMICS OF SUGAR ACCUMULATION IN SUGAR BEET ROOTS

Syapukov E.E.¹, Kostin V.I.², Isaichev V.A.²

¹Farm of E.F. Syapukov, +79176201054, syapukov.e@mail.ru

²FSBEI HE Ulyanovsk SAA named after P.A. Stolypin²

432017, Ulyanovsk, Novy Venets

Avenue, 1; tel.: +79022461740,

e-mail: isawit@yandex.ru

Key words: growth, plant growth regulators, sucrose, boron, mass, cultivation.

The influence of new generation plant growth regulators, such as melafen and pirafen in combination with boron acid and aquarin, has been studied. The research results disclose quantity changes of leaf and root growth dynamics, resulted from foliar application of the employed compounds. Averagely, leaf mass increases by 6,3-10,2%, whereas root mass – by 9,1-13,1% compared to non-treated agrophytocenosis. Applied compounds influence sucrose accumulation, the sugar content increased by 0,1-0,4% in the middle of vegetation period, at the end of vegetation – accordingly by 0,1-0,4% in different variants. In favourable weather condition years, there is a more intense outflow from leaves and accumulation in roots. Sugar productivity increases by 21,9-36,6% under the influence of plant growth regulators and boron acid. The present technology, as an agronomical method, fits the technologies of sugar beet cultivation.

Bibliography

1. Zherdetskiy, I.N. Foliar application of micronutrient fertilizers and square area of assimilatory apparatus / I.N. Zherdetskiy, V.M. Smirnykh // Sugar beet. - 2010. - №3. - pp. 31-34.
2. Uvarov, G.I. Boron in sugar beet cultivation technology / G.I. Uvarov, Y.Y. Borovskaya // Sugar beet. - 2011. - №9. - pp. 22-24.
3. Daskin, V.Y. Formation of harvest quality when applying InterMag Profi Beet root and InterMag Element Boron / V.Y. Daskin, O.I. Antonova // Sugar beet. - 2013. - №4. - pp. 24-26.
4. Seleznev, A.M. Anti-stress effect of growth regulator Tsirkon and micronutrient fertilizer Siliplant in beet root seedlings / A.M. Seleznev, A.P. Shindin, L.A. Dorozhkina, T.G. Borisova // Sugar beet. - 2011. - №5. - pp. 34-36.
5. Karpuk, L.M. Whether foliar application is effective / L.M. Karpuk // Sugar beet. - 2013. - №4. - pp. 15-17.
6. Kostin, V.I. Efficacy of non-reutilization microelements in sugar beet production / V.I. Kostin, V.A. Oshkin // Sugar beet. – 2014. - №2. – pp. 40-41.
7. Kostin, V.I. Perspektiven für den Einsatz von Wachstumsregulatoren neuer Generation und Mikroelemente-Synergisten in der Anbautechnologie von Zuckerrüben / V.I. Kostin, A.V. Dosorov, V.A. Isaichev, V.A. Oshkin // Sammlung der Werke der internationalen wissenschaftlich-technischen Leonardo da Vinci Konferenz. №2. - Berlin: Wissenschaftliche Welt e. V., 2014. – pp. 45-55.
8. Spiridonova, N.K. Influence of fertilizers on harvest and quality of sugar beet on typical Black soil of Ulyanovsk region / N.K. Spiridonova / Author's abstract of dissertation of Candidate of Agriculture, Ulyanovsk, 1968. – 22 p.
9. Kostin, V.I. Research results of pre-sowing irradiation of sugar beet seeds in the conditions of Ulyanovsk region / V.I. Kostin // Digest Scientific basis and practical results of pre-sowing seed irradiation of agricultural plants. Gidrometeoizdat. Leningrad, 1974. – pp. 135-141.
10. Miller, A.T. Results of application of pre-sowing irradiation of sugar beet seeds in production conditions of Latvian SSR // A.T. Miller // Digest Scientific basis and practical results of pre-sowing seed irradiation of agricultural plants. Gidrometeoizdat. Leningrad, 1974. – pp. 126-134.
11. Kostin, V.I. Influence of melafen on redox enzymes in sprouting sugar beet / V.I. Kostin, V.A. Oshkin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. – Volume 8. – №1. – pp. 1788-1795.
12. Kostin, V.I. Technology improvement of sugar beet cultivation in the conditions of Ulyanovsk region / V.I. Kostin, E.E. Syapukov, O.G. Muzurova // Ulyanovsk. – 2010. – 60 p.
13. Kostin, V.I. Technologic qualities of sugar beet root crops in foliage application of melafen and trace elements / V.I. Kostin, V.A. Isaychev, V.A. Oshkin, E.E. Syapukov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. – Volume 8. – №1. – pp. 1780-1787.
14. Loseva, N.L. Discovery of growth stimulation effect and activation of a number of physiological processes of *Chlorella vulgaris* Beijer and some agricultural plants when applying Melafen compound / N.L. Loseva, A.Y. Alyabyev, O.A. Kashina // Melafen: mechanism and application. Kazan: Pechat-Servis – XXI vek, 2014. – pp. 97-121.