

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С. В. Набздоров, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь

Аннотация

В статье представлены результаты трехлетних полевых исследований по изучению роста, развития и урожайности сахарной свеклы при орошении. Для опытов использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная. В результате проведенных исследований предварительно установлено, что при орошении сахарной свеклы на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах максимальная урожайность наблюдалась на варианте с нижней границей регулирования влажности 70 % НВ в слое 0–40 см. Показано, что растения наиболее чувствительны к нехватке влаги в период от всходов до начала смыкания листьев в рядках. Снижение влажности почвы в основной период прироста корнеплодов на длительное время (контроль) привело к гибели всасывающих корневых волосков растений. По вариантам опыта по сахаристости практически не различались. Разница составила менее 1 %. Максимальное значение сахаристости в среднем за три года на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ. Можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожая, не снижая содержания сахара в корнеплодах.

Ключевые слова: орошение, сахарная свекла, урожайность, сахаристость, режим орошения.

Abstract

S. V. Nabzdorov

INFLUENCE OF IRRIGATION ON GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF SUGAR BEET

This article presents the results of three years of research on the growth, development and yield of sugar beets during irrigation. For the experiments we used a zoned variety of sugar beet – Belpol single-seeded. As a result of the studies, it was previously established that for soddy-podzolic light loamy soils, when irrigating sugar beets, the maximum yield was observed on the variant with a lower limit of humidity control of 70 % HB in a layer of 0–40 cm. It is shown that sugar beets are most sensitive to lack of moisture during the period from seedlings to the beginning of leaf closure in rows. A decrease in humidity in the calculation layer during the main period of root crop growth for a long time (control) led to the death of the suction root hairs of plants. According to the experimental options in sugar content they differed slightly on this. The difference was less than 1 %. The maximum value of sugar content on average for three years is in the variant with a lower limit of regulation of 70 % HB. It can be concluded that irrigation gives a significant increase in yield and does not reduce the sugar content in the root crop.

Key words: irrigation, sugar beet, productivity, sugar content, irrigation regime.

Введение

Сахарная свекла – растение относительно засухоустойчивое. Она экономно расходует влагу: на единицу сухого вещества потребляет 350–450 единиц воды, т. е. меньше, чем многие полевые культуры. Однако за счет высокого урожая общее потребление влаги с единицы площади в 1,5–2 раза больше, чем у других полевых культур. Засухоустойчивость сахарной свеклы связана с тем, что она формирует глубоко проникающую корневую систему – до 2–3 м. Это помогает ей использовать влагу почвы, накопленную за счет осадков осенне-зимнего периода. Сахарная свекла, особенно семенники, обычно плохо переносит переувлажнение и близкое стояние грун-

товых вод (ближе 1,5–2,0 м от поверхности почвы). Вместе с тем, имея продолжительный период вегетации, она хорошо использует влагу летних осадков. В годы с повышенным их количеством урожаи корнеплодов обычно бывают высокими.

Наиболее благоприятные условия роста и развития растений свеклы в первый год жизни складываются при теплой и влажной погоде в мае, нежаркой и влажной – в июне и июле, при достаточном количестве осадков и солнечных дней – в августе, теплой и умеренно влажной погоде – в сентябре и октябре.

Первый год жизни сахарной свеклы включает периоды:

- начального формирования, когда растения энергично образуют листья и корневую систему и рост корнеплода в толщину отстает от роста листьев (май – июнь);

- усиленного разрастания корнеплода и листьев (июль – август). Средний прирост корнеплода составляет 5 г/сут., достигаемый максимум – 10–15 г и более;

- накопления сахара. Характеризуется замедленным приростом листьев и корнеплода (2,5–7 г в сутки) и интенсивным накоплением углеводов (сентябрь – октябрь). Сахаристость в среднем за сутки повышается на 0,05–0,1 %.

Потребление влаги растениями сахарной свеклы в течение вегетации происходит неравномерно. Так, в период интенсивного нарастания листьев (от посева до конца июня) она потребляет около 10–15 %, интенсивного роста корнеплодов (с июля до середины августа) – 60–70 %, интенсивного накопления углеводов (с середины августа до октября) – около 20–30 % от всей влаги, потребляемой за сезон. Недостаток влаги в любой из этих периодов отрицательно сказывается на урожайности свеклы. Однако больше всего урожай корнеплодов и их сахаристость снижаются, когда растения подвергаются действию засухи в период интенсивного роста – в июле – августе.

Особенностью Республики Беларусь является то, что она расположена в зоне неравномерного распределения атмосферных осадков. Участились периоды с продолжительными засухами, поэтому природно-климатические условия для возделывания сахарной свеклы не всегда являются оптимальными [1].

Исследования на Опытной научной станции по сахарной свекле в г. Несвиж показали, что высокие урожаи корнеплодов (более 60 т/га) получали в годы с максимальным количеством осадков в летние месяцы (280 мм при средней многолетней норме 216 мм) в сочетании с суммой среднесуточных температур воздуха, близкой к норме – 1550 °С. Экстремально жаркая и сухая погода на протяжении июня, июля и августа (осадков около 100 мм, сумма температур воздуха 1700–1750 °С) снижала урожай корнеплодов до 28–30 т/га. Наивысшее содержание сахара в корнеплодах (19–20%) характерно в годы с очень сухими сентябрем и октябрём (30–50 % осадков от

нормы), а минимальное (15–16 %) – при очень влажной погоде в эти месяцы [2, 3].

Сахарная свекла поглощает питательные вещества на протяжении всего вегетационного периода. В начальный период роста она потребляет относительно небольшое количество азота, фосфора и калия. Корневая система в это время еще слабо развита, однако молодые растения очень чувствительны к недостатку доступных питательных веществ в почве, особенно фосфора. Поэтому для получения дружных, хорошо развивающихся всходов сахарная свекла должна быть обеспечена элементами минерального питания с самого начала вегетации. В дальнейшем потребление элементов питания резко усиливается и достигает максимума во время интенсивного листообразования и в начале роста корнеплодов [1].

Максимум поступления элементов питания в растения свеклы приходится на середину вегетации (июль – август), поэтому важно, чтобы в этот период в почве было достаточно влаги и все элементы питания находились в легкодоступных формах.

Сахарная свекла по отзывчивости на орошение занимает первое место среди полевых культур. Использование оросительной воды (расходование оросительной воды в мм на 1 кг прироста веса) зависит от погодных условий, агротехники и урожайности. В опытах, проведенных в восточной Германии, повышение урожайности сахарной свеклы колебалось от 44 до 141 ц/га. Выполнение всех агротехнических мероприятий при орошении повышает, помимо урожайности сахарной свеклы, качество и содержание сахаров [4].

Необходимость проведения орошения, а также сроки и нормы поливов, определяются погодой, динамикой влажности почвы и потребностью в воде посевов. Сахарная свекла реагирует и на недостаточную, и на чрезмерную почвенную влажность. Порог влажности почвы, ниже которого, в зависимости от температуры и испарения, наблюдается недостаток воды, сопровождающийся резким снижением урожайности, находится примерно в пределах 35–45 % НВ. На черноземах и лёссовых почвах урожайность падает, когда длительное время влажность превышает 85 % НВ (недостаток кислорода в корневой зоне) [5].

Что касается почвенно-климатических условий Беларуси, анализ практического опыта и результатов научных исследований указывают на недостаточную изученность вопросов, возникающих при возделывании сахарной свеклы при орошении. В связи с этим актуальным является совершенствование элементов технологического процесса ее возделывания сахарной свеклы, обеспечивающих получение

Методы исследования

Одной из целей исследования являлось изучение темпов развития корнеплодов и зависимости урожайности сахарной свеклы от режимов орошения. Для достижения данной цели в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на территории опытного поля «Тушково», расположенном в Горецком р-не Могилевской обл., заложен и проводился полевой опыт на протяжении трех лет по следующей схеме.

Режимы орошения:

- вариант 1 – без орошения (контроль);
- вариант 2 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 % НВ;
- вариант 3 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ;
- вариант 4 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям. Повторность 4-кратная. Делянки имеют прямоугольную форму, площадь делянки составляет от 52 до 64 м². Ширина защитных полос между вариантами равна удвоенному значению ширины захвата дождевальной машины и составляет 10 м. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном

Основная часть

Для опытов использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная. Сорт включен в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород с 2015 г. С 2016 г. гибрид Белполь включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по ЦЧЗ Российской Федерации (№ 62756/8654401).

высоких и устойчивых урожаев в условиях регулирования водного режима почвы. При этом одним из приоритетных направлений в решении данного вопроса является повышение эффективности использования оросительной воды. Выполненные нами исследования направлены на изучение режима орошения сахарной свеклы в условиях Беларуси.

суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м. Почва опытного участка является типичной для северо-восточного региона РБ и пригодной для возделывания сахарной свеклы.

Учет и анализ проводили по общепринятым методикам.

1. Фенологические наблюдения за сроками наступления очередных фаз развития осуществляли визуально. Началом наступления очередной фазы развития считалось наступление ее у 10 % растений, а полная фаза отмечалась при наступлении ее у 75 % растений на делянках.

2. Рост корнеплодов учитывался путем взвешивания с 1 июля по 1 октября с делянок всех повторностей с интервалом в 10 дней.

3. Урожайность сахарной свеклы в полевом опыте устанавливалась при сплошной уборке учетных делянок 1 октября.

4. Сахаристость корнеплодов определялась поляриметрическим методом на автоматической линии в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в г. Несвиж.

Посевы сахарной свеклы орошались широкозахватной дождевальной машиной Zimmatik Omega компании Lindsay Europe.

Диплоидный гибрид Белполь отличается достаточно высокой урожайностью и сахаристостью. Обладает высокой технологичностью благодаря равномерной густоте и расположению головки корнеплода в почве, что положительно влияет на снижение потерь сахара при переработке. Устойчив к ризомании, толерантен к церкоспорозу. Может возделываться во всех регионах Беларуси, в т. ч. там, где

существует угроза поражения ризоманией. Пригоден для средних сроков уборки.

В опыте посев сахарной свеклы осуществлен 6 мая – в 2017 г., 7 мая – в 2018 г., 26 апреля – в 2019 г. Даты всходов – 17 мая в 2017 г., 16 мая в 2018 г., 16 мая в 2019 г.

Продолжительность периода от посадки до всходов различалась по годам: в 2017 и 2018 г. она составила 10–12 дней, в 2019 г. – 21 день. Количество выпадающих осадков с 20.04 по 30.04 в 2017 г. было 43,3 мм, в 2018 – 12,2, а в 2019 г. их в эти сроки вообще не наблюдалось. Нехватка влаги в верхнем слое почвы 10 см в 2019 г. спровоцировала увеличение продолжительности периода от посадки до всходов.

Нехватка влаги в почве обычно вызывает удлинение вегетационного периода сахарной свеклы. Нежелательность подобного сценария приводит к необходимости полностью обеспечивать посеvy сахарной свеклы влагой, что является одной из причин применения орошения.

Сроки поливов назначались в зависимости от влажности почвы в корнеобитаемом слое, который в нашем опыте составлял 0,4 м.

Известно, что на северо-востоке Беларуси в большинстве типов почв содержание гумуса невысоко – до 3 %, что является причиной слабой водопрочности почвенных агрегатов. Поэтому при выпадении интенсивных осадков структура почвы быстро меняется, особенно в поверхностном слое до 3 см. Частицы почвы слипаются, образуя плотный слой, который практически не пропускает влагу ниже. В связи с этим основная часть выпавшей влаги не впитывается в почву, а стекает в замкнутые понижения или за пределы поля. Из этого следует, что интенсивность выпадения осадков при дожде или при орошении играет одну из важных ролей – обильные осадки в виде ливня не являются хорошим источником повышения влаги в почве. В нашем опыте интенсивность полива широкозахватной дождевальнoй машиной Zimmatik Omega не превышала допустимого предела и позволяла исключить слипание почвенных частиц.

Показатели режима орошения, полученные в результате трехлетних исследований, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Режим орошения сахарной свеклы в годы исследований

Вариант	Даты полива	Количество поливов	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
2017 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	16.06	3	250	750
	11.07		250	
11.08	250			
70 % НВ	12.06	2	300	600
	19.08		300	
60 % НВ	26.06	1	300	300
2018 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	04.06	3	250	750
	10.08		250	
	17.08		250	
70 % НВ	11.06	2	300	600
	13.08		300	
60 % НВ	17.08	1	300	300
2019 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	02.06	2	250	500
	11.06		250	
70 % НВ	06.06	1	300	300
60 % НВ	11.06	1	300	300

При анализе данных табл. 1 видно, что во все годы на всех трех вариантах было как минимум по одному поливу, за исключением 2018 г., когда на варианте 60 % НВ полива вообще не было, а в 2019 г. на варианте 80 % НВ было выполнено два полива.

Известно, что основной период потребления влаги растениями свеклы попадает на июль и август. Но возникает вопрос о необходимости проведения первых поливов на начальной стадии роста, когда влага позволяет увеличить быстроту всходов и, самое главное, обеспечивает интенсивный рост корня и его проникновение в более глубокие слои почвы с повышенным содержанием влаги.

Тем самым первые поливы создают условия для повышения урожайности.

В опыте велся учет роста корнеплодов с 1 июля по 1 октября с интервалом 10 дней. Динамика роста корнеплода сахарной свеклы за 2017–2019 гг. представлена в табл. 2, в которой наилучший вариант выделен полужирным шрифтом.

При анализе полученных данных видим, что на 1 июля максимальная масса корнеплода в среднем за три года составила 75 г (на варианте 70 % НВ), что на 56,2 % больше, чем на варианте 60 % НВ, и на 11,9 % больше чем на варианте 80 % НВ. Минимальная масса корнеплодов наблюдалась на варианте без орошения и составила около 40 г.

Таблица 2 – Динамика роста корнеплодов сахарной свеклы за 2017–2019 гг.

Варианты	Масса корнеплодов сахарной свеклы, г								
	2017 г.								
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	21.08	1.09	10.09	20.09
Контроль	23	72	147	175	233	313	401	455	507
60 % НВ	31	95	170	256	358	441	528	602	672
70 % НВ	51	121	211	342	527	695	818	914	997
80 % НВ	47	118	199	326	479	630	748	845	919
Вариант опыта	2018 г.								
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	21.08	1.09	10.09	20.09
1 – контроль	46	102	155	229	323	410	492	556	572
2 – 60 % НВ	57	115	180	272	377	477	568	646	701
3 – 70 % НВ	78	159	247	369	499	633	741	817	881
4 – 80 % НВ	66	143	225	340	458	579	678	757	821
Вариант опыта	2019 г.								
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	21.08	1.09	10.09	20.09
1 – контроль	51	100	153	251	337	418	479	534	577
2 – 60 % НВ	56	107	178	263	386	509	599	644	665
3 – 70 % НВ	96	161	249	371	503	634	738	820	878
4 – 80 % НВ	88	145	243	358	494	616	687	737	776
Средняя за три года									
1 – контроль	40	91	152	218	298	380	457	515	552
2 – 60 % НВ	48	106	176	264	374	476	565	631	679
3 – 70 % НВ	75	147	236	361	510	654	766	850	919
4 – 80 % НВ	67	135	222	341	477	608	704	780	839

За июль по вариантам опыта прирост корнеплода в среднем за три года составил: на варианте 1 – 5,7 г/сут.; 2 – 7,0 г/сут.; 3 – 9,2 г/сут.; 4 – 8,8 г/сут. Август показал следующий прирост корнеплода по вариантам опыта в среднем за три года: на варианте 1 – 7,7 г/сут.; 2 – 9,7 г/сут.; 3 – 13,1 г/сут.; 4 – 11,7 г/сут. Как видим, максимальный прирост корнеплодов за июль и август наблюдался на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ.

Прирост сахарной свеклы снижался на варианте с нижним пределом регулирования 80 % НВ. Это говорит о том, что при влажности почвы больше 70 % НВ наблюдается нехватка кислорода для дыхания корней. Кроме того, повышенная влажность почвы, как известно, способствует развитию болезней корнеплодов.

Интенсивность прироста корнеплодов и конечная урожайность сахарной свеклы зависели не только от создаваемого водного режима, но и плодородия почвы опытного участка. В табл. 3 приведены агрохимические показатели почвы участка по результатам анализов, выполняемых в химико-экологической лаборатории УО «БГСХА» ежегодно перед посевом сахарной свеклы.

Урожайность сахарной свеклы за 2017–2019 гг. исследований, прибавка урожая и другие показатели орошения представлены в табл. 4.

На варианте без орошения урожайность в среднем за три года составила 61,5 т/га, на втором варианте – 72,7 т/га, на третьем – 102,6 т/га, на четвертом – 94,1 т/га. Как видим, орошение сахарной свеклы способствовало получению значительно большего урожая,

чем без орошения. Разница особенно заметна на варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ по отношению к контролю, которая достигла 50,5 т/га. Прибавка урожая в среднем за три года на варианте 3 составила 66,8 % по отношению к варианту без орошения. Остальные варианты также дали прибавку: на варианте 60 % НВ – 18,2 %, 80% НВ – 53 %. Прирост урожая на 1 м³ поливной воды в среднем за три года исследований также был выше при нижней границе регулирования 70 % НВ – 82,2 кг/м³ против 48,9 кг/м³ при нижней границе регулирования 80 % НВ и 37,3 кг/м³ при нижней границе регулирования 60 % НВ.

Главный показатель, определяющий качество сахарной свеклы как сырья для выработки сахара, – сахаристость корнеплодов. Отбор образцов во все годы проводился 1 октября. Результаты, полученные по сахаристости за три года исследований, представлены в табл. 5.

При определении сахаристости корнеплодов по вариантам опыта в годы исследований было отмечено, что по этому показателю они различались незначительно. Сахаристость изменялась от 16,55 до 17,45% в 2017 г., от 17,45 до 18,20% – в 2018 г., от 16,6 до 17,35 % – в 2019 г. Разница составила менее 1 %. Максимальное значение сахаристости в среднем за три года наблюдалось на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ. Можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожая и при этом не снижает содержания сахара в корнеплоде.

Таблица 3 – Агрохимические показатели почвы опытного участка, 2017–2019 гг.

Горизонт, см	рН _{KCl}	Нобщ, %	Гумус, %	Содержание элементов минерального питания, мг на 1 кг почвы	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
2017 г.					
0–20	6,26	0,06	2,1	289,3	247
2018 г.					
0–20	5,78	0,09	1,7	203	251
2019 г.					
0–20	5,7	0,08	1,9	320	423

Таблица 4 – Показатели результатов орошения, 2017–2019 гг.

Показатели	Варианты			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60 % НВ	Нижняя граница регулирования 70 % НВ	Нижняя граница регулирования 80 % НВ
2017 г.				
Урожай, т/га	54,7	72,1	105,2	98,7
Прибавка урожая, т/га	–	17,4	50,5	44,0
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	600	750
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	17,2	11,8	17,0
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	58,0	84,2	58,7
2018 г.				
Урожай, т/га	58,0	73,8	92,7	87,4
Прибавка урожая, т/га	–	15,8	34,7	29,4
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	600	750
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	19,0	17,3	25,5
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	52,7	57,8	39,2
2019 г.				
Урожай, т/га	71,8	72,3	109,8	96,1
Прибавка урожая, т/га	–	0,5	38,0	24,3
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	300	500
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	600	7,89	20,6
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	1,67	126,7	48,6
В среднем за 2017–2019 гг.				
Урожай, т/га	61,5	72,7	102,6	94,1
Прибавка урожая, т/га	–	11,2	41,1	32,6
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	500	667
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	26,8	12,2	20,5
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	37,3	82,2	48,9

Таблица 5 – Сахаристость сахарной свеклы

Год	Содержание сахара в корнеплодах, %			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60 % НВ	Нижняя граница регулирования 70 % НВ	Нижняя граница регулирования 80 % НВ
2017	16,75	16,8	17,45	16,55
2018	17,45	18,2	17,45	17,95
2019	16,6	17,05	17,35	17,05
Средняя	16,93	17,35	17,42	17,18

Заключение

В результате проведенных трехлетних исследований установлено, что при орошении сахарной свеклы максимальная урожайность наблюдалась на варианте с нижней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. В то же время в течение роста и развития растений сахарной свеклы можно выделить период, когда она наиболее чувствительна к нехватке влаги, – это время от всходов до начала смыкания листьев в рядах.

Установлено, что нельзя допускать снижения влажности почвы в расчетном слое длительное время в основной период прироста корнеплода, т. к. при этом иссушаются нижние слои почвы и гибнут всасывающие корневые волоски растений. Даже если после длительного перерыва выпадут обильные атмосферные осадки, растения уже не смогут формировать высокую продуктивность и, как следствие, корнеплоды останутся мелкими. Это показали наблюдения на контрольном варианте.

Библиографический список

1. Вострухин, Н. П. Мониторинг динамики формирования урожайности и качества сахарной свеклы в Беларуси за 1966–2011 годы / Н. П. Вострухин, М. И. Гуляка / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле». – Несвиж : Несвижская типография им. С. Будного, 2013. – 68 с.
2. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2011. – 384 с.
3. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла на Несвижчине / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2007. – 176 с.
4. Шпаар, Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Д. Шпаар, И. Шпихер. – Сахарная свекла. – 1997. – № 6. – С. 20-23.
5. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – 4-е изд., дораб. и доп. – Минск : ОРЕХ, 2004. – 326 с.

Поступила 10.12.2019