

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ НА ДИНАМИКУ РОСТА И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С. В. Набздоров, старший преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки

Аннотация

Изложены результаты исследований, проведенных в 2017–2019 гг. в восточной части Могилевской области, по изучению роста, развития и урожайности сахарной свеклы на разных дозах удобрений при орошении. Одним из факторов повышения урожайности сахарной свеклы является удобрение, но как отреагирует сахарная свекла и на дополнительное орошение, в Беларуси было неизвестно до настоящего времени. Опыт проводился на фоне двух доз удобрений – $N_{120}P_{90}K_{180}$ и $N_{150}P_{110}K_{300}$. Для опытов использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная. Полевые опыты по орошению сахарной свеклы проводились на опытном поле «Тушково» БГСХА в Горечком районе Могилевской области. Почва – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемым моренным суглинком с глубины около 1 м. Велось наблюдение за поддержанием влажности почвы в границах 60 % НВ, 70 % НВ, 80 % НВ. Варианты орошались широкозахватной дождевальными машинами *Lindsay-Europe Omega «Zimmatik»*. В результате проведенных исследований выявлено, что наибольшее влияние на урожайность оказала нижняя граница регулирования 70 % НВ при фоне $N_{150}P_{110}K_{300}$.

Ключевые слова: доза удобрения, орошение, сахарная свекла, урожайность, сахаристость.

Abstract

S. V. Nabzdorov

THE INFLUENCE OF FERTILIZERS AND IRRIGATION ON THE DYNAMICS OF GROWTH AND YIELD OF SUGAR BEETS

The article presents the results of studies that were conducted in 2017–2019 in the eastern parts of Mogilev region on the growth, development and yield of sugar beet at different doses of fertilizers during irrigation. One of the factors for increasing the yield of sugar beets is fertilizer, but its reaction to additional irrigation has not been known in Belarus until now. Two doses of fertilizers, $N_{120}P_{90}K_{180}$ and $N_{150}P_{110}K_{300}$, were used in the experiment. For experiments, a zoned variety of sugar beet – single-seeded Belpol was used. Field experiments on sugar beet irrigation were conducted in the Tushkovo experimental field of the Belarusian State Agricultural Academy. The soil is a sod-podzolic light loam, developing on a light pulverized loess-like loam, underlain by a morainic loam from a depth of about 1 m. Maintaining soil moisture level within the boundaries of 60 % HB, 70 % HB, 80 % HB was monitored. Variants were irrigated with a wide-reach *Lindsay-Europe Omega «Zimmatik»* sprinkler. As a result of research, it was found that the greatest impact made on the yield was the lower limit of regulation of 70 % HB against the background of $N_{150}P_{110}K_{300}$.

Keywords: fertilizer dose, irrigation, sugar beet, productivity, sugar content.

Введение

Исследования, проведенные в разных регионах Европы, показали, что сахарная свекла очень требовательна к уровню питания [1, 2]. Питательные вещества используются культурой на протяжении всего вегетационного периода. В начальный период роста сахарная свекла поглощает 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, преимущественно 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, особенно во время интенсивного листообразования и в начале роста корнеплодов. Максимум поступления элементов питания приходится на середину вегетации (июль – август), поэтому очень важно, чтобы

в данный период все элементы питания находились в легкодоступных формах при достаточной влажности почвы. При недостаточной естественной влагообеспеченности вегетационного периода орошение, помимо удобрений, является одним из главных факторов повышения урожайности сахарной свеклы.

Рекомендуемые виды и нормы внесения удобрений изменяются в зависимости от почвенно-климатических и хозяйственных условий, причем на первом месте по значимости для сахарной свеклы стоит азот, на втором – фосфор, на третьем – калий [3].

Большое значение для свеклы имеют и органические удобрения. Применение навоза из расчета 40 т/га повышает на поливных землях урожайность корнеплодов на 127–206 ц/га. Например, для получения 750–800 ц/га корнеплодов сахарной свеклы на черноземе малогумусном юга Украины рекомендуется вносить 40 т/га навоза $N_{200}P_{160}K_{60}$, а на темно-каштановых солонцеватых суглинковых почвах этого же региона – $N_{160}P_{240}K_{120}$ [4].

Сахарная свекла по отзывчивости на орошение занимает первое место среди полевых культур. Использование культурой оросительной воды зависит от погодных условий, агротехники и урожайности. Например, в опытах,

проведенных в Восточной Германии, повышение урожайности сахарной свеклы от полива колебалось от 44 до 141 ц/га, а использование воды при этом возрастало от 74 до 105 кг/мм. При орошении на фоне выполнения всех агротехнических мероприятий, кроме урожайности, повышаются также качество свеклы и содержание в корнеплодах сахара [5].

Необходимость проведения орошения, а также сроки и нормы поливов зависят от погоды и текущей потребности посевов сахарной свеклы в воде, причем культура реагирует как на недостаточную, так и на чрезмерную почвенную влажность. Порог влажности почвы, ниже которого в зависимости от температуры и испарения наблюдается недостаток воды, сопровождающийся снижением урожайности, находится примерно в пределах 35–45 % от полной влагоемкости. На черноземах и лесовых почвах урожайность снижается, когда длительное время почвенные влагозапасы поддерживаются выше 65 % полной влагоемкости (недостаток кислорода в корневой зоне). В свою очередь на песчаных почвах урожайность сахарной свеклы и выход сахара растет почти линейно до влажности почвы, равной 80 % от полной влагоемкости [6].

Методы исследования

Одной из задач наших исследований являлось изучение влияния доз удобрений на рост, развития и урожайности сахарной свеклы при орошении. Для решения данной задачи на территории опытного поля «Тушково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном в Горецком районе Могилевской области, в 2017 г. был заложен и проводился полевой эксперимент по следующим схемам.

А. Доза удобрения $N_{120}P_{90}K_{180}$.

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.

Б. Доза удобрения $N_{150}P_{110}K_{300}$.

Вариант 5 – без орошения (контроль);

Вариант 6 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 % НВ;

Вариант 7 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ;

Вариант 8 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям. Повторность проведения опыта четырехкратная. Делянки имеют прямоугольную форму, площадь делянки составляет 56 м². Ширина защитных полос между вариантами равна удвоенному значению ширины захвата дождевальными машинами и составляет 10 м, защитные полосы между делянками имеют ширину 2 м.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м.

Почва опытного участка типична для восточного региона Беларуси и пригодна для возделывания сахарной свеклы.

Агрохимические показатели в годы исследования пахотного слоя (0–20 см) следующие: рН в KCl 5,7 – 6,3, содержание гумуса (по Тюрину) 1,7–2,1 %, подвижных оснований P_2O_5 – 203–320 мг и K_2O – 247–423 мг на 1 кг почвы.

Дозы удобрений для изучения их влияния на фоне орошения сахарной свеклы были рекомендованы Опытной научной станцией по сахарной свекле. Минеральные удобрения карбамид, аммофос и хлористый калий вносились вручную на каждую деланку.

Учет и анализ проводили по следующим общепринятым методикам.

Основная часть

В опытах использован районированный гибрид 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 Центрально-Черноземной зоне Российской Федерации (№ 62756/8654401).

Диплоидный гибрид Белполь отличается достаточно высокой урожайностью и сахаристостью; обладает высокой технологичностью благодаря равномерной густоте и расположению головки корнеплода в почве; имеет высокие технологические качества корнеплодов, что положительно влияет на снижение потерь сахара при переработке. Он устойчив к ризомании, толерантен к церкоспорозу, может

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

2. Рост корнеплодов учитывался путем взвешивания с 1 июля по 1 октября через 10 дней с деланок всех повторений.

3. Учет урожайности сахарной свеклы в полевом опыте проводился путем сплошной уборки учетных деланок 1 октября.

4. Сахаристость корнеплодов определялась поляриметрическим методом на автоматической линии в лаборатории Опытной научной станции по сахарной свекле (г. Несвиж).

возделываться во всех регионах Беларуси, в том числе там, где существует угроза поражения ризоманией; пригоден для средних сроков уборки.

В 2017 г. вегетационный период сахарной свеклы составил 148 дней (с 6 мая по 1 октября), в 2018 г. – 147 дней (с 7 мая по 1 октября), в 2019 г. – 158 дней (с 26 апреля по 1 октября).

Посевы сахарной свеклы орошались широкозахватной дождевальными машинами *Linsday-Europe Omega «Zimmatik»*. За весь период исследований оросительные нормы различались по величине в результате недостаточного количества и неравномерного распределения атмосферных осадков в течение вегетационных периодов на вариантах с орошением (табл. 1).

Таблица 1. Режимы 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

Продолжение таблицы 1

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

В ходе анализа метеорологических условий вегетационных периодов 2017–2019 гг. можно отметить, что в 2017 г. осадков было меньше по сравнению со среднемноголетними значениями. Но по общему количеству осадков (387,3 мм) год можно отнести к средневлажному. Он отличался также ливневым характером дождей: например, за пять дней выпало около 200 мм осадков.

Масса корнеплода зависела от доз удобрений, водопотребления культуры, количества выпавших осадков и от режима орошения. Наблюдения за приростом корнеплодов проводились начиная с 1 июля через каждые 10 дней. Результаты показывают существенное различие в формировании урожая по вариантам увлажнения. Так, в годы исследований наибольшие различия в приросте веса корнеплодов наблюдались в периоды наибольших дефицитов почвенной влаги (рис. 1).

Как видно на рисунке, при достаточно благоприятной сумме атмосферных осадков в целом за вегетацию 2017 г. различия в приросте веса корнеплодов по всем вариантам опыта проявляются начиная с конца мая и зависят от удобрительного фона (рис. 1 а, 1 б, 1 в).

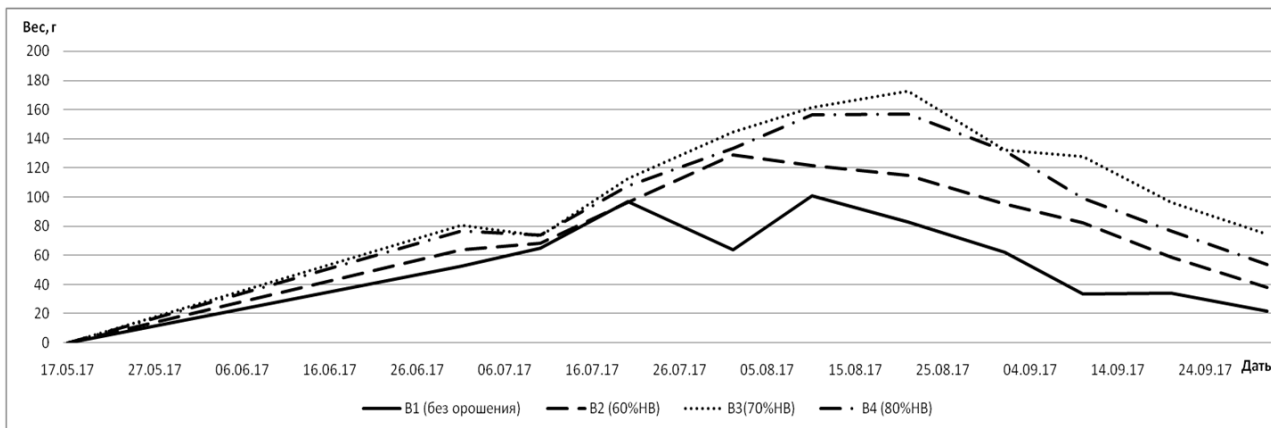
Максимальный рост корнеплодов наблюдался во вторую декаду августа 2017 г. на вариантах полива с дозами удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$. На варианте 3 (с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ) он

достигал 17,3 г/сутки, а на варианте 4 – 15,7 г/сутки. На варианте 2 и контроле максимальный прирост зафиксирован в первую декаду августа – 12,2 и 10,1 г/сутки соответственно.

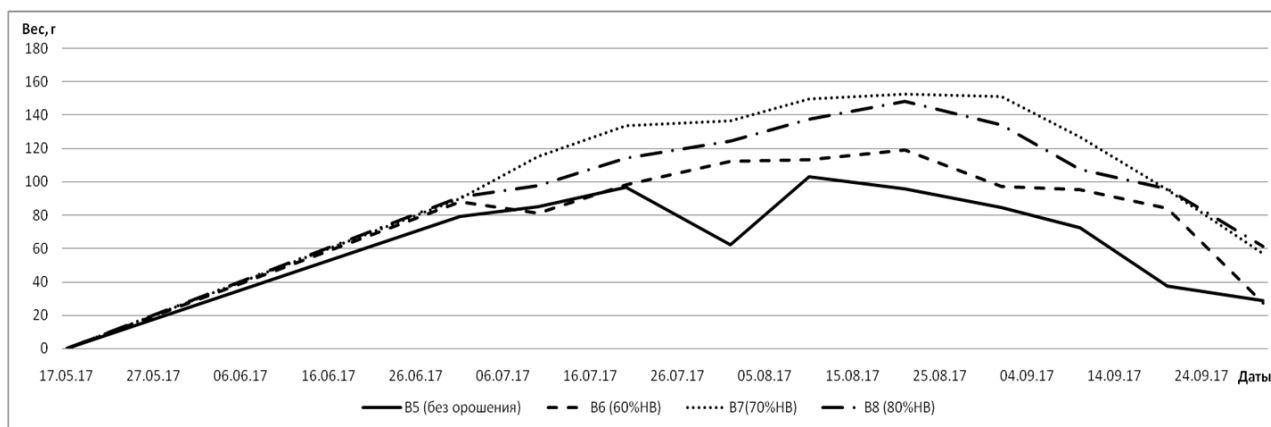
На фоне $N_{150}P_{110}K_{300}$ максимальный прирост наблюдался также во вторую декаду августа указанного года, но уже на трех вариантах: на варианте 6 – 11,9 г/сутки; на варианте 7 – 15,3 г/сутки; на варианте 8 – 14,8 г/сутки. На контроле максимальный прирост наблюдался в первую декаду августа – 10,3 г/сутки.

В начале вегетационного периода 2018 г. атмосферных осадков было достаточно, наибольший недостаток влаги наблюдался в августе (рис. 2). Из-за дефицита осадков на контроле отмечалось снижение прироста корнеплодов, что привело к снижению урожая и в вариантах с удобрениями. Максимальный прирост при дозе удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$ зафиксирован в третью декаду июля и составил: на варианте 1 – 10,1 г/сутки; на варианте 2 – 10,9 г/сутки; на варианте 3 – 13,6 г/сутки; на варианте 4 – 11,3 г/сутки. При дозе удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$ максимальный прирост отмечен также в третью декаду июля, но уже на трех вариантах: на варианте 5 – 11,8 г/сутки; на варианте 6 – 12,7 г/сутки; на варианте 8 – 13,1 г/сутки. На варианте 7 практически одинаковый прирост наблюдался на протяжении четырех декад и составил 13,1–13,5 г/сутки.

а)



б)



в)

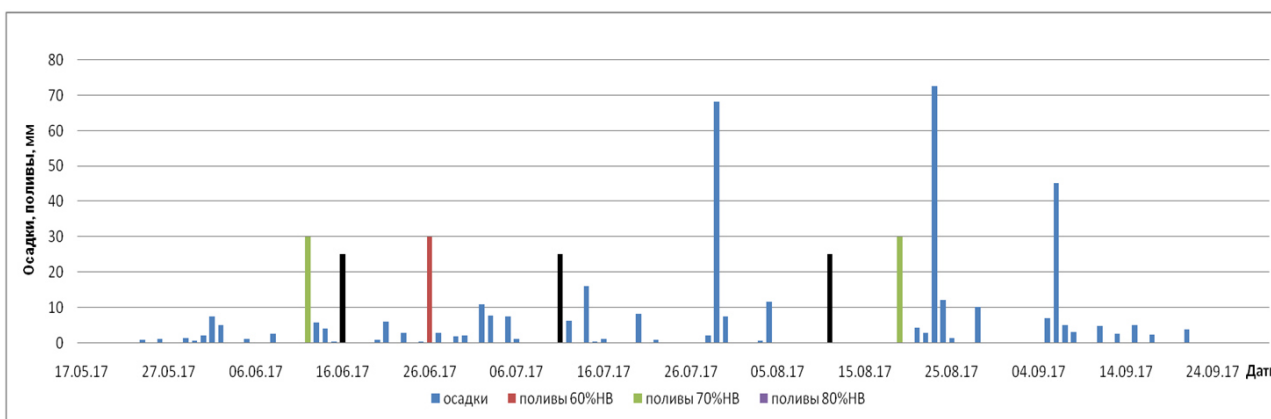
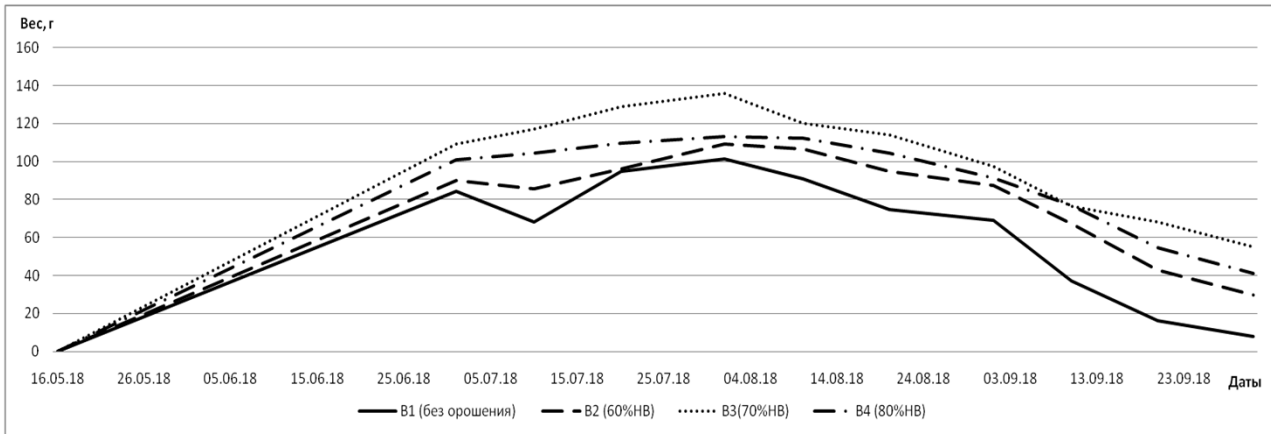
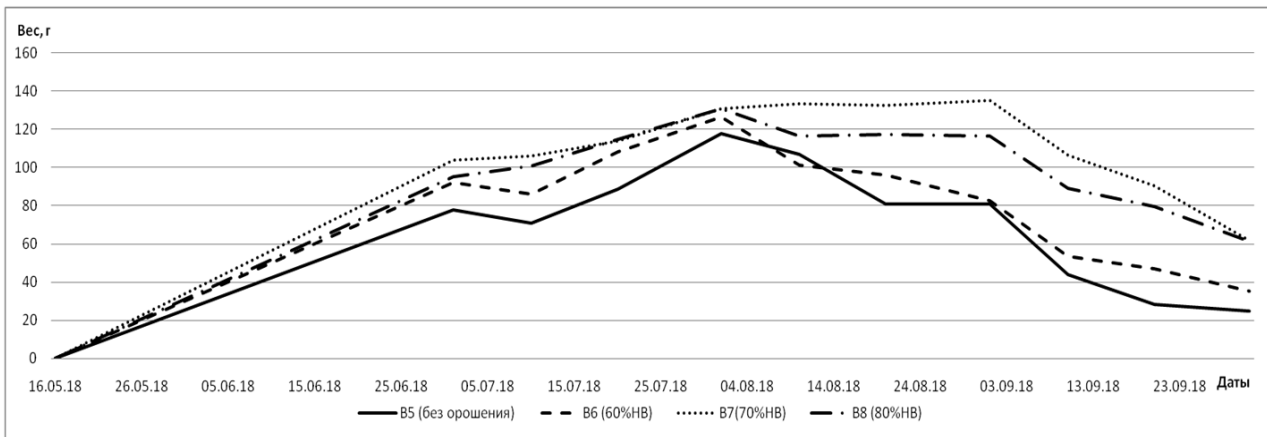


Рис. 1. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2017 г., г:
 а) N₁₂₀P₉₀K₁₈₀; б) N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀; в) осадки и поливы

а)



б)



в)

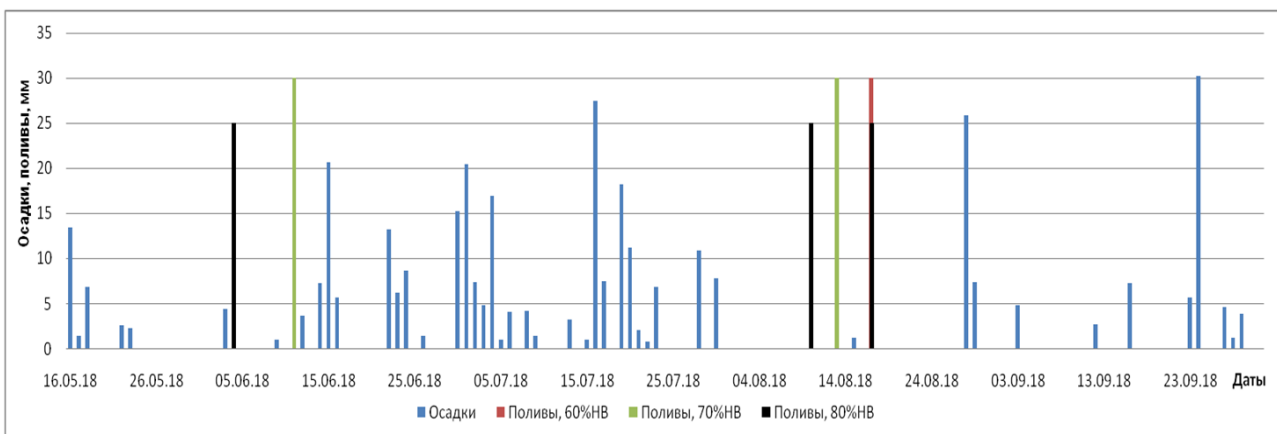
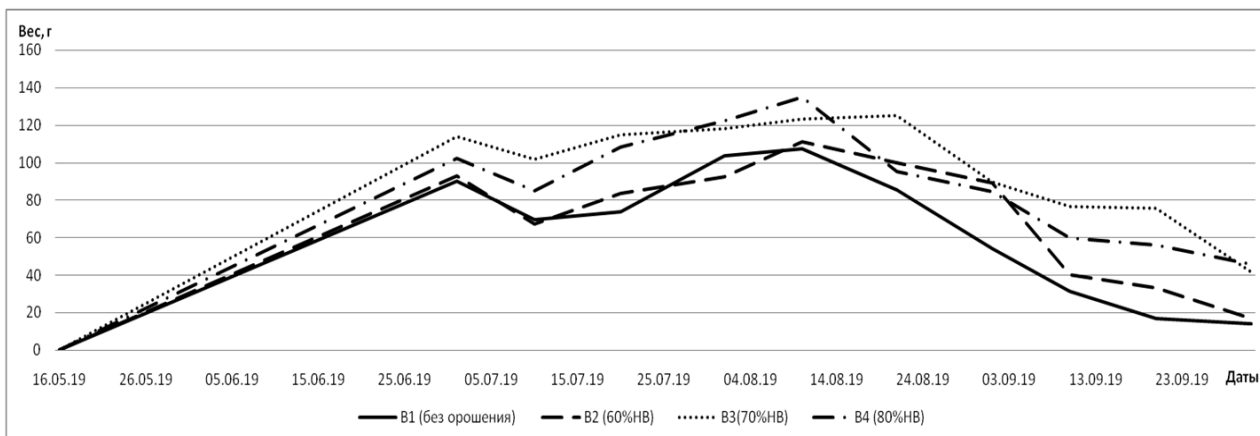


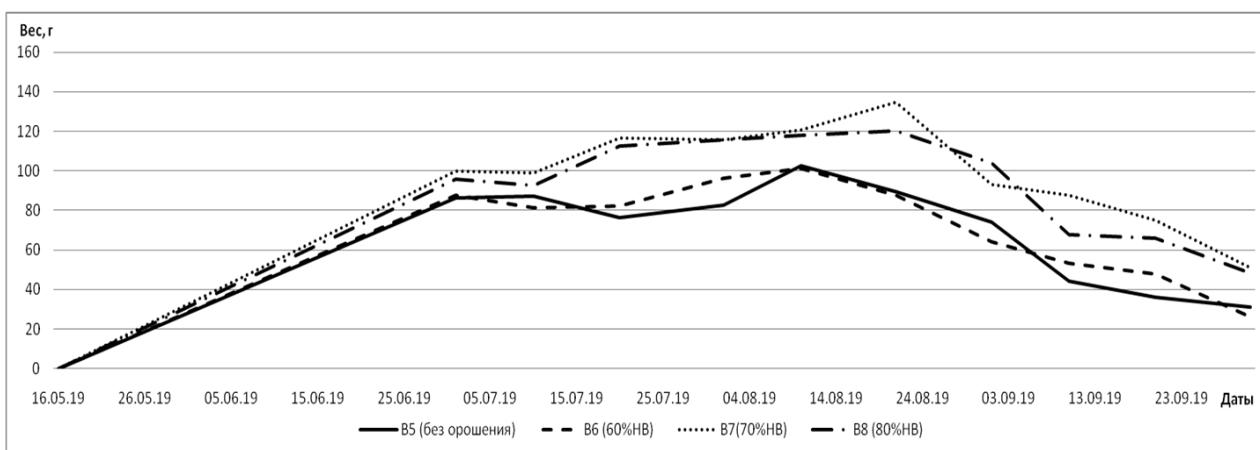
Рис. 2. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2018 г., г:

а) $N_{120}P_{90}K_{180}$; б) $N_{150}P_{110}K_{300}$; в) осадки и поливы

а)



б)



в)

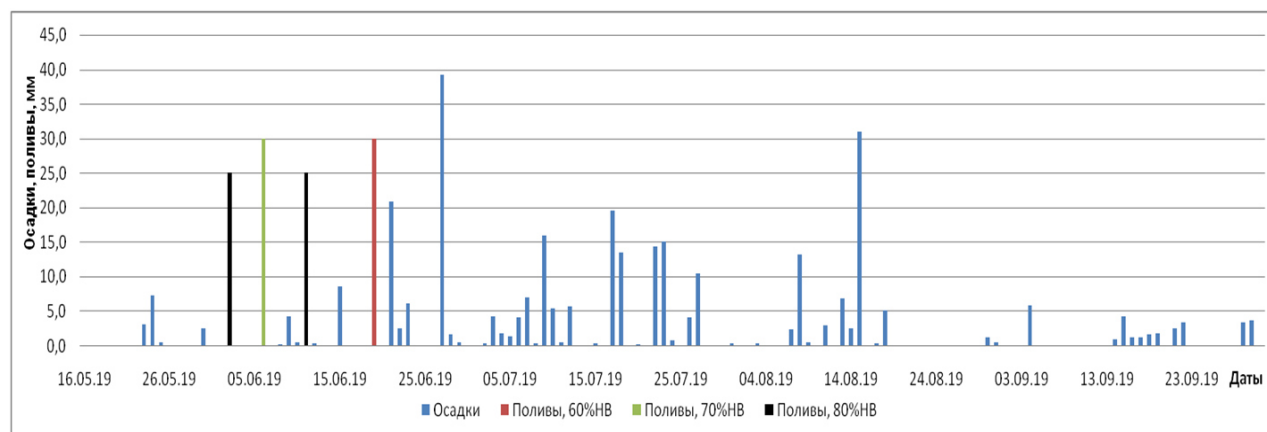


Рис. 3. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2019 год, г:
 а) $N_{120}P_{90}K_{180}$; б) $N_{150}P_{110}K_{300}$; в) осадки и поливы

В 2019 г. количество выпавших атмосферных осадков составило 312,1 мм, причем 138,1 мм выпало за пять дней. Данные за 2017–2019 гг. показали, что максимальный пророст приходится на период с конца июля по середину августа (рис. 3). Максимальный прирост веса корнеплодов сахарной свеклы в 2019 г. на всех вариантах наблюдался в первую декаду августа. На фоне $N_{120}P_{90}K_{180}$ он составил: на варианте 1 – 10,7 г/сутки; на варианте 2 – 11,1 г/сутки; на варианте 3 – 12,3 г/сутки; на варианте 4 – 13,5 г/сутки. На удобрительном фоне $N_{150}P_{110}K_{300}$ максимальный прирост веса корнеплодов сахарной свеклы наблюдался также во вторую декаду августа: на варианте 7 – 13,5 г/сутки; на варианте 8 – 12,0 г/сутки. На вариантах 5 и 6 максимальный прирост имел место в первую декаду августа – 10,2 и 10,1 г/сутки соответственно.

При анализе результатов трехлетних исследований мы видим, что наибольшее нарастание массы корнеплодов отмечается в июле и августе и максимальная масса корнеплода в среднем за три года наблюдалась на варианте 70 % НВ. Так, масса при дозе удобрения $N_{120}P_{90}K_{180}$ на 1 июля 2017 г. составила 81 г, в 2018 г. – 109 г и в 2019 г. – 114 г. При дозе удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$ эти массы равнялись 90 г, 104 г и 100 г соответственно. Наименьший вес корнеплода наблюдался на варианте без орошения при всех дозах удобрений.

В среднем за три года при дозе удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$ прирост массы корнеплода составил: за июль на варианте 1 – 7,9 г/сутки, на варианте 2 – 8,9 г/сутки, на варианте 3 – 11,3 г/сутки, на варианте 4 – 10,3 г/сутки;

за август на варианте 1 – 7,8 г/сутки, на варианте 2 – 9,9 г/сутки, на варианте 3 – 12,2 г/сутки, на варианте 4 – 11,5 г/сутки;

в сентябре на варианте 1 – 2,4 г/сутки, на варианте 2 – 4,5 г/сутки, на варианте 3 – 7,7 г/сутки, на варианте 4 – 6,3 г/сутки.

При дозе удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$ средний прирост массы корнеплода был следующим:

за июль на варианте 5 – 8,3 г/сутки, на варианте 6 – 9,4 г/сутки, на варианте 7 – 11,5 г/сутки, на варианте 8 – 10,8 г/сутки;

за август на варианте 5 – 8,8 г/сутки, на варианте 6 – 9,3 г/сутки, на варианте 7 – 13,0 г/сутки, на варианте 8 – 12,0 г/сутки;

в сентябре на варианте 5 – 3,8 г/сутки, на варианте 6 – 5,2 г/сутки, на варианте 7 – 8,3 г/сутки, на варианте 8 – 7,5 г/сутки.

Полученный в опытах результат подчеркивает необходимость достаточного увлажнения почвы для получения высокой массы корнеплодов. Как видим, орошение сахарной свеклы способствовало получению значительно большего урожая на любом удобрительном фоне (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сахарной свеклы, т/га

Год	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60% НВ	Нижняя граница регулирования 70% НВ	Нижняя граница регулирования 80% НВ
$N_{120}P_{90}K_{180}$				
2017	61,2	87,1	117,7	107,1
	Прибавка	25,9	56,5	45,9
2018	67,4	80,4	102,5	91,1
	Прибавка	13,0	35,1	23,7
2019	77,3	84,4	112,4	108,5
	Прибавка	7,1	35,1	31,2
Среднее по годам	68,6	84,0	110,9	102,2
	Прибавка	15,4	42,3	33,6

N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀				
2017	74,3	91,9	121,2	111,9
	Прибавка	17,6	46,9	37,6
2018	72,7	83,1	111,7	102,5
	Прибавка	10,4	39,0	29,8
2019	72,7	83,1	111,7	102,5
	Прибавка	10,4	39,0	29,8
Среднее по годам	77,5	88,3	117,1	108,6
	Прибавка	10,8	39,6	31,1

Особенно заметна разница на варианте при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. Так, в 2017 г. получено 117,7 т/га при дозе удобрения N₁₂₀P₉₀K₁₈₀. В 2018 г. при такой же дозе урожай составил 102,5 т/га и 2019 г. 112,4 т/га. В 2017–2019 гг. при дозе удобрения N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ получено 121,2 т/га, 111,7 т/га и 118,3 т/га соответственно.

В среднем за три года при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см прибавка урожая составила при дозе N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ – 61 %, а при дозе N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 51 % по отношению к варианту без орошения. Остальные варианты также дали прибавку,

которая составила на варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 60% НВ при дозе N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ – 22 % и 14 % при дозе N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀. На варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 80% НВ при дозе N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ – 49 %, а при дозе N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 40 %.

Главный показатель, определяющий качество сахарной свеклы как сырья для выработки сахара, – это сахаристость корнеплодов. Отбор образцов на сахаристость во все годы проводился 1 октября. Полученные результаты за три года исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сахаристость сахарной свеклы, т/га

Год	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60% НВ	Нижняя граница регулирования 70% НВ	Нижняя граница регулирования 80% НВ
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀				
2017	15,65	16,9	16,9	16,85
2018	17,6	18,2	17,85	18,2
2019	17,25	17,95	17,95	18,3
Среднее по годам	16,8	17,7	17,6	17,8
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀				
2017	16,1	16,2	16,6	16,0
2018	17,8	17,35	17,8	17,9
2019	18,35	16,6	17,9	17,15
Среднее по годам	17,4	16,7	17,4	17,0

При определении сахаристости корнеплодов в годы исследований отмечено незначительное различие по этому показателю по вариантам опыта. Сахаристость изменялась в среднем за три года от 16,8 до 17,8 % при дозе

удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$ и от 16,7 до 17,4 % при дозе удобрений $N_{150}P_{110}K_{300}$. Таким образом, орошение дает существенную прибавку урожая и при этом не снижает содержания сахара в корнеплоде.

Заключение

Сахарная свекла является культурой, которая хорошо отзывается на орошение. В условиях орошения для получения высокого урожая необходимо создать такой удобрительный фон и режим поливов, которые способствовали бы высокому урожаю.

В результате проведенных исследований установлено, что нарастание массы корнепло-

дов сахарной свеклы приходится, в основном, на вторую половину вегетации. Наибольшие приросты корнеплодов отмечаются в июле и августе.

Наилучший вариант орошения сахарной свеклы, на котором получена максимальная урожайность, – начало полива при нижней границе регулирования влажности 70 % НВ.

Библиографический список

1. Уваров, Г. И. Влияние агротехнологии на сахаристость и элементный состав корнеплодов / Г. И. Уваров, Я. Ю. Боровская. – Сахарная свекла. – 2011. – № 8. – С. 23–25.
2. Филимонов, И. Н. Элементы агротехники и продуктивность сахарной свеклы / И. Н. Филимонов // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 38.
3. Вострухин Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2011. – 384 с.
4. Лысогоров, С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1981. – 382 с.
5. Шпаар Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Л. Шпаар, Д. Шпихер. – Сахарная свекла. – 1997. – № 6. – 20 с.
6. Шпаар Д. Сахарная свекла / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко [и др.] ; под ред. Д. Шпаара. – Минск : ФУ Аинформ, 2000. – 163 с.

Поступила 13.05.2020 г.