

ВЛИЯНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ НОРМЫ НА ПРИБАВКУ УРОЖАЙНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В. И. ЖЕЛЯЗКО, С. В. НАБЗДОРОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: Nabzdorov@mail.ru

(Поступила в редакцию 31.03.2025)

В статье представлены результаты по изучению продуктивности сахарной свеклы при разных режимах орошения в восточной части Могилевской области Беларуси. Одной из целей исследований является обоснование оптимальных режимов орошения, обеспечивающих стабильно высокую урожайность сахарной свеклы в условиях востока Беларуси. Известно, что одним из факторов повышения урожайности сахарной свеклы является регулирование количества влаги в почве. Полевые опыты по орошению сахарной свеклы проводились в 2017–2019 гг. на опытном поле «Тушиково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном в Горецком районе Могилевской области. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м. Велось наблюдение за поддержанием влажности почвы в границах 60 %НВ, 70 %НВ, 80 %НВ. В результате проведенных исследований в 2017–2019 гг. были получены следующие оросительные нормы: 750 м³/га на варианте с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ, 600 м³/га на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ и 300 м³/га на варианте с нижним пределом регулирования 60 % НВ. Оросительная норма влияет на урожайность сахарной свеклы. Без орошения сельскохозяйственные культуры не могут формировать максимальные урожаи в конкретных почвенных и погодных условиях. Результаты полевых исследований позволили установить зависимости урожайности сахарной свеклы от уровня водообеспеченности. Определена связь урожайности сахарной свеклы и оросительной нормы и определен коэффициент урожайности сахарной свеклы, который выражает относительную прибавку урожайности от орошения. Получена величина оросительной нормы, по которой можно прогнозировать прибавку урожайности сахарной свеклы от орошения. Найдена зависимость по определению абсолютной прибавки к урожайности. По полученному уравнению можно прогнозировать прибавку урожайности от оросительной нормы для получения определённой прибавки урожайности.

Ключевые слова: урожайность, сахарная свекла, водообеспеченность, оросительной нормы.

The article presents the results of studying the productivity of sugar beet under different irrigation regimes in the eastern part of the Mogilev region of Belarus. One of the goals of the research is to substantiate the optimal irrigation regimes that ensure a consistently high yield of sugar beet in the conditions of the east of Belarus. It is known that one of the factors for increasing the yield of sugar beet is the regulation of the amount of moisture in the soil. Field experiments on sugar beet irrigation were carried out in 2017–2019 on the Tushkovo experimental field of the Belarusian State Agricultural Academy, located in the Gorki district of the Mogilev region. The soil is sod-podzolic light loamy, developing on light silty loess-like loam, underlain by moraine loam from a depth of about 1 m. Observation was carried out to maintain soil moisture within the limits of 60% lowest moisture capacity (LMC), 70 % LMC, 80 % LMC. As a result of the research conducted in 2017–2019, the following irrigation rates were obtained: 750 m³/ha for the variant with the lower limit of soil moisture regulation of 80 % LMC, 600 m³/ha for the variant with the lower limit of regulation of 70 % LMC, and 300 m³/ha for the variant with the lower limit of regulation of 60 % LMC. The irrigation rate affects the yield of sugar beet. Without irrigation, agricultural crops cannot form maximum yields in specific soil and weather conditions. The results of field studies made it possible to establish the dependence of sugar beet yield on the level of water availability. The relationship between sugar beet yield and the irrigation rate was determined, and the sugar beet yield coefficient was determined, which expresses the relative increase in yield from irrigation. The value of the irrigation rate is obtained, by which it is possible to predict the increase in sugar beet yield from irrigation. The dependence for determining the absolute increase in yield is found. According to the obtained equation, it is possible to predict the increase in yield from the irrigation rate to obtain a certain increase in yield.

Key words: yield, sugar beet, water supply, irrigation rate.

Введение

Анализ условий естественного увлажнения минеральных почв на территории Беларуси свидетельствует о том, что вследствие невысокой влагоемкости преобладающей части минеральных почв при многообразии рельефа значительная часть осадков может расходоваться непроизводительно (на поверхностный и внутрпочвенный сток), поэтому почти ежегодно в сухие периоды во второй половине вегетации культурные растения испытывают недостаток влаги, особенно на повышенных элементах рельефа и почвах легкого гранулометрического состава [1, 2].

Исследования И. А. Абугашева показали, что очень важное значения при управлении поливом имеет точность расчета режима орошения. Им установлено, что рациональная организация поливов на базе расчетного режима орошения способствует повышению урожайности на 6 т/га и экономии воды на 10–12 % по сравнению с поливом без контроля динамики почвенных влагозапасов [3].

Прогнозированием урожайности сахарной свеклы на орошаемых землях занимались В. П. Кириченко и С. Д. Лысогоров. Они отмечали, что эффективный прогноз урожайности сахарной свеклы зависит от всего комплекса гидрометеорологических условий. Исследования показали, что условия

года могут изменить урожайность в диапазоне 17,3 %. Поэтому урожайность сахарной свеклы в отдельные годы будет отклоняться в ту или иную сторону от прогнозируемой до 10 % [4].

По результатам подобных исследований с целью снижения ошибки прогноза урожайности сахарной свеклы в южных районах Российской Федерации предложено учитывать водообеспеченность культуры через оросительную норму, поскольку было установлено, что прибавка урожайности в наибольшей степени зависит от нормы орошения в интервале от 1000 до 2000 м³/га [5].

Вместе с тем полевые опыты по возделыванию сахарной свеклы в условиях орошения показали, что режим поливов культуры должен увязываться с водоудерживающей способностью почвы, с биологическими особенностями растений и текущими метеоусловиями, от которых зависят водопотребление орошаемого поля и оросительная норма. Очевидно, что и в Беларуси именно от этих факторов будет зависеть эффективность искусственного увлажнения (орошения) сахарной свеклы.

Целью исследований являлась оценка естественной (природной) влагообеспеченности сахарной свеклы и обоснование оптимальных режимов орошения культуры, обеспечивающих высокую и стабильную урожайность в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Полевые опыты с орошением сахарной свеклы в Республике Беларусь проведены нами в Горецком районе Могилевской области в 2017–2019 годы по следующей схеме: [6].

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 дождевальная машины и составляет 10 м.

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

При анализе геологического разреза опытного участка можно сделать вывод, что он отвечает всем требованиям для возделывания сахарной свеклы.

Эти почвы наиболее пригодны для сахарной свеклы (суглинистые почвы), в целом по республике на них размещается около 37 % пашни. Больше всего их в Витебской, Могилевской и Минской областях, очень мало в Брестской (8,7 %). Основная же площадь пахотных земель республики, включая основные зоны свеклосеяния Брестской и Гродненской областей, расположена на песчаных и супесчаных почвах [1, 3].

Полученные в опытах результаты подтвердили экономическую эффективность орошения данной культуры при ее возделывании на среднесуглинистых почвах в восточной части Беларуси и позволили установить зависимость урожайности сахарной свёклы от уровня влагообеспеченности. Другими словами, оросительная норма оказывала влияние на урожайность сахарной свёклы.

Проведенные исследования показали, что урожайность и оросительная норма существенно изменялись по годам в зависимости от погодных условий. В табл. 1 показаны результаты измерения урожайности сахарной свёклы и оросительной нормы. При этом оросительные нормы представлены в относительных величинах через нижний предполивной порог влажности почвы, что позволит после установления закономерностей использовать их для количественной оценки в различных погодных условиях.

Для планирования урожайности необходимо исключить из расчётов некоторое влияние на показатели урожайности варианта без орошения по другим вариантам опыта (табл. 1) [7, 8, 9]. Это даёт возможность прогнозировать урожайность в зависимости от уровня влагообеспеченности.

Таблица 1. Связь урожайности сахарной свеклы при различной дозе удобрений и оросительной нормы (2017–2019 гг.)

Нижний предполивной порог в долях единицы от НВ	Урожайность, т/га			Прибавка урожайности т/га ($Y_i - Y_k$)		
	N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀	N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀
0,8	94,1	102,2	108,6	32,6	33,6	31,1
0,7	102,6	110,9	117,1	41,1	42,3	39,6
0,6	72,7	84	88,3	11,2	15,4	10,8
Контроль	61,5	68,6	77,5	–	–	–

За показатель урожайности принимаем коэффициент относительной прибавки урожайности, используя следующее выражение:

$$K_y = (Y_i - Y_k) / (Y_{\max} - Y_k) \quad (1)$$

где K_y – коэффициент относительной прибавки урожайности; Y_i – урожайность при орошении на вариантах (60 % НВ, 70 % НВ и 80 % НВ), т/га; $Y_{\max}$ – максимальная урожайность в варианте при нижнем регулировании 70 % НВ, т/га; Y_k – урожайность на контроле (без орошения), т/га.

Таблица 2. Коэффициент относительной прибавки урожайности, рассчитанный по формуле (1)

Варианты предположительного порога влажности в долях единицы НВ	N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀	Средний
0,80	0,79	0,79	0,79	0,79
0,70	1,00	1,00	1,00	1,00
0,60	0,27	0,36	0,27	0,30

На основании полученных данных (табл. 2) получена графическая интерпретация относительной прибавки урожайности сахарной свёклы от уровня влагообеспеченности (рис. 1).

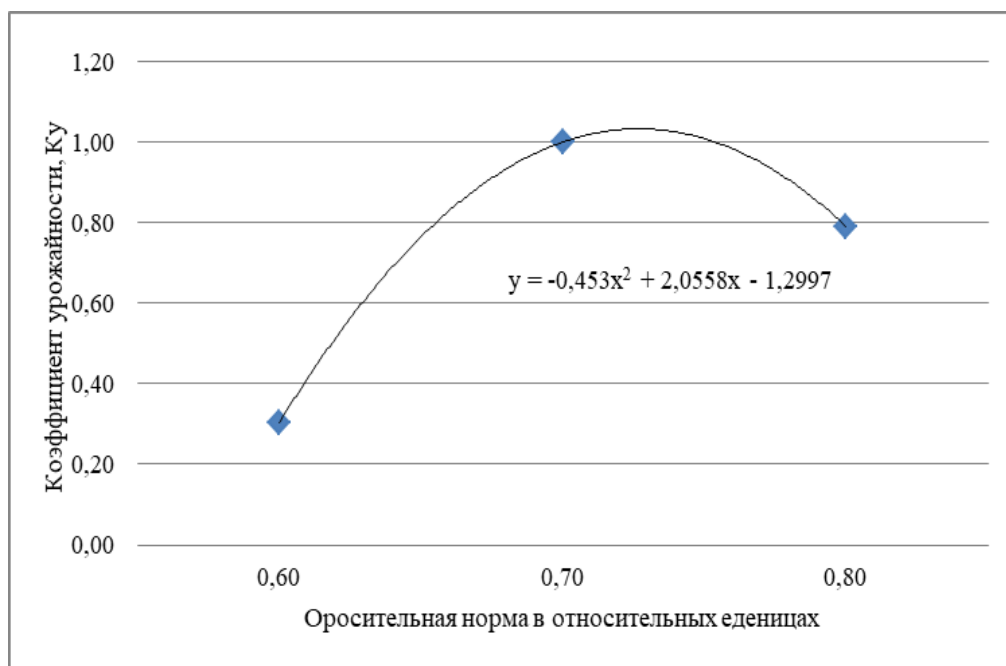


Рис. 1. Зависимость относительной прибавки урожайности сахарной свёклы от уровня влагообеспеченности

Коэффициенты урожайности для интервала изменения уровня влагообеспеченности от 0,6 до 0,8 (интервал значимого увлажнения) определяются по зависимости:

$$K_y = -0,453x^2 + 2,0558x - 1,2997 \quad (2)$$

Используя выражение коэффициента влагообеспеченности (2), можно прогнозировать урожайность сахарной свёклы по следующей зависимости:

$$Y_{\text{рас}} = Y_k + (Y_{\max} - Y_k) * K_{yi} \quad (3)$$

где K_{yi} – коэффициент урожайности для i -ой влагообеспеченности.

Выполненные расчеты по уравнениям (2) и (3) представлены в табл. 3.

Таблица 3. Значения показателей урожайности в зависимости от уровня влагообеспеченности

K_k	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
K_y	0,303	0,765	0,999	1,009	0,791	0,346
N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀						
$Y_{\text{рас}}$, т/га	74,0	92,9	102,6	103,0	94,0	75,7
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀						
$Y_{\text{рас}}$, т/га	81,4	100,9	110,9	111,3	102,0	83,3
N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀						
$Y_{\text{рас}}$, т/га	89,5	107,8	117,1	117,4	108,8	91,2

K_v – оросительная норма в относительных единицах (величинах), то есть 0,6; 0,7; 0,8 (согласно схеме опытов и расчётной норме полива).

Как видим из табл. 3, значение урожайности для 60 % НВ, 70 % НВ и 80 % НВ, совпадают со значениями в табл. 2.

Коэффициент урожайности выражает относительную прибавку урожайности от орошения.

Абсолютная прибавка урожайности от норм орошения представлена в табл. 4 [10].

Таблица 4. Прибавка урожайности сахарной свёклы в зависимости от величины нормы орошения

Варианты предполивного порога влажности в долях единицы НВ	Оросительная норма м ³ /га	Прибавка урожая, т/га			Средняя прибавка урожая, т/га
		N ₉₀ P ₈₀ K ₁₈₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	N ₁₅₀ P ₁₁₀ K ₃₀₀	
0,6	300	11,2	15,4	10,8	12,47
0,7	600	41,1	42,3	39,6	41,00
0,8	750	32,6	33,6	31,1	32,43

По данным табл. 3 построен график зависимости абсолютной прибавки урожайности от норм орошения (рис. 2), полученная зависимость связи прибавки урожайности и оросительной нормы.

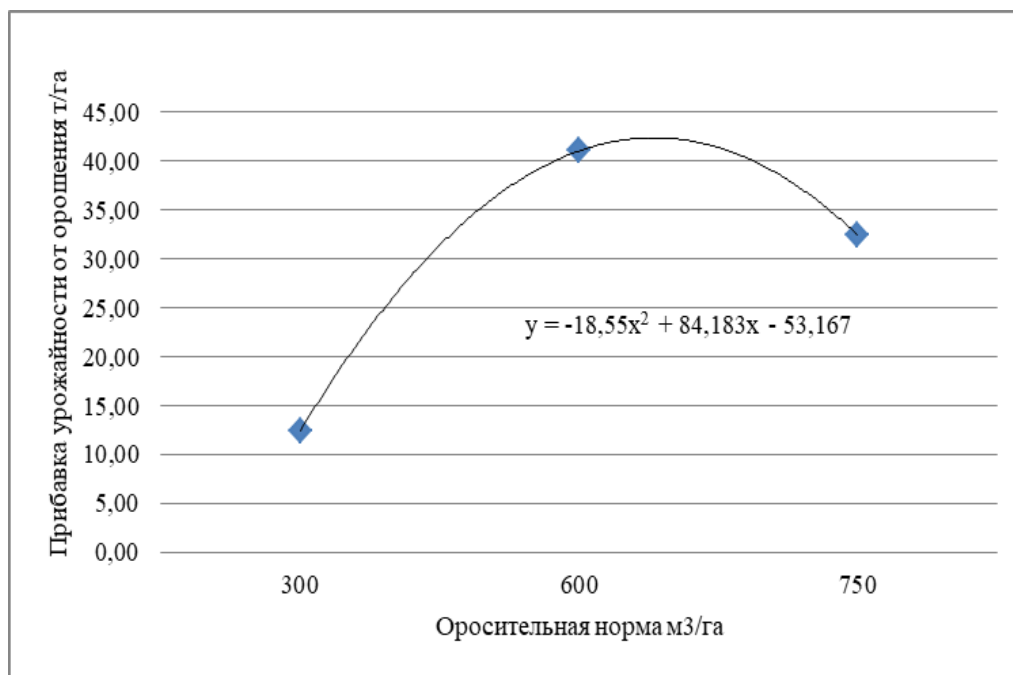


Рис. 2. Зависимость абсолютной прибавки урожайности от оросительной нормы

Абсолютная прибавка урожайности (АП) аппроксимируется функцией:

$$АП = -18,55x^2 + 84,183x - 53,167 \quad (4)$$

С использованием выражения (4) определены прибавки урожайности для интервала изменения оросительной нормы от 300 до 800 м³/га и расчеты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Прибавка урожайности в зависимости от оросительной нормы

Оросительная норма м ³ /га	300	400	500	600	700	800
Прибавка урожая, т/га	12,47	26,10	35,61	41,00	42,27	39,41

Зная величину оросительной нормы, по уравнению (4) можно прогнозировать прибавку урожайности сахарной свёклы от орошения.

Заключение

Таким образом, необходимость проведения орошения, а также сроки и нормы поливов зависят от погоды и текущей потребности посевов сахарной свёклы в воде. При этом необходимо отметить, что эта сельскохозяйственная культура реагирует как на недостаточную, так и на чрезмерную почвенную влажность. Порог влажности почвы, ниже которого в зависимости от температуры и испарения наблюдается недостаток влагозапасов, сопровождающийся снижением урожайности, находится примерно в пределах 35–45 % от полной влагоемкости. На лесовых почвах урожайность снижается, когда длительное время почвенные влагозапасы поддерживаются выше 65 % полной влагоемкости (недостаток кислорода в корневой зоне).

Используя полученные закономерности, можно прогнозировать прибавку урожайности сахарной свеклы от оросительной нормы, возделываемой с применением орошения на суглинистых почвах в восточной части Республики Беларусь. Это позволит сделать прогнозирование получения прибавки урожайности сахарной свеклы более достоверным. Однако распространение данного подхода прогнозирования прибавки урожая сахарной свеклы на другие регионы потребует дополнительных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рынки продуктов и сельскохозяйственного сырья / под ред. З. М. Ильиной. – Минск: Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси, 2004. – 320 с.
2. Пироговская, Г. В. Поступление, потери элементов питания растений в системе «атмосферные осадки – почва – удобрение – растение» / Г. В. Пироговская. – Минск: Беларус. наука, 2018. – 227 с.
3. Абугашев, И. А. Орошаемое поле Казахстана / И. А. Абугашев // Сахарная свёкла. – 1985. – № 5. – С. 16–18.
4. Лысогоров, С. Д. Прогнозирование урожайности на орошаемых землях Украины / С. Д. Лысогоров, В. П. Кириченко // Сахарная свёкла. – 1987. – № 12. – С. 18–22.
5. Яковенко, Е. А. Режим орошения и водопотребление сахарной свёклы в Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Е. А. Яковенко. – Новочеркасск, 2007. – 23 с.
6. Набздорov, С. В. Опыт возделывания сахарной свеклы при орошении в условиях Республики Беларусь / С. В. Набздорov // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: материалы Международная науч.-практ. конференция. – Рязань: изд-во Рязанского агротехнологического института, 2019. – С. 550–556.
7. Набздорov, С. В. Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набздорov // Мелиорация. – 2019. – № 4 (90). – С. 66–73.
8. Набздорov, С. В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях востока Беларуси / С. В. Набздорov // Вест. БГСХА. – 2020. – № 1. – С. 140–144.
9. Набздорov, С. В. Влияние удобрений и орошения на динамику роста и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набздорov // Мелиорация. – Минск, 2020. – № 2 (92). – С. 48–57.
10. Набздорov, С. В. Зависимость динамики роста корнеплодов сахарной свеклы от удобрительного фона и орошения / С. В. Набздорov // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 28–32.